

AGROMINERAIS PARA O BRASIL

CENTRO DE TECNOLOGIA MINERAL
RIO DE JANEIRO, 2010

AGROMINERAIS PARA O BRASIL

EDITORES

Francisco Rego Chaves Fernandes
Adão Benvindo da Luz
Zuleica Carmen Castilhos

O conteúdo deste trabalho é de responsabilidade
exclusiva do(s) autor(es)

VERA LÚCIA DO ESPÍRITO SANTO SOUZA
Projeto Gráfico/Editoração Eletrônica

GISELE ROSE DA SILVA
Assistente de Pesquisa

Foto Agrominerais: Verdete, Silanito, Fonolito, Amazonita, Verdete britado
(da esquerda para a direita) – Sílvia Cristina Alves França e Gisele Rose da Silva.
Agrícolas: milho, soja, feijão, arroz e cana-de-açúcar.

Centro de Tecnologia Mineral

Agrominerais para o Brasil/Eds. Francisco R. C. Fernandes, Adão B. da Luz,
Zuleica C. Castilhos. - Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2010.

380 p.: il.

1. Fertilizantes. 2. Agrominerais. 3. Agroindústria. I. Centro de Tecnologia Mineral. II. Fernandes, Francisco R.C. (Ed.). III. Luz, Adão B. (Ed.). III. Castilhos, Zuleica C. (Ed.).

ISBN 978-85-61121-61-7

CDD 668.62

APRESENTAÇÃO

Com a edição deste livro conclui-se o Projeto AGROMINERAIS, coordenado pelo CETEM com financiamentos do CT-Mineral e FINEP.

No decorrer dos últimos 18 meses foi realizada intensa atividade de interação entre pesquisadores e professores das mais importantes instituições brasileiras. Foram realizadas Oficinas Temáticas muito concorridas, envolvendo a comunidade acadêmica, tecnológica, empresarial e organizações sociais. Ainda foram produzidos estudos prospectivos por especialistas renomados, nacionais e também internacionais das diferentes áreas do conhecimento envolvidas no tema. Destes últimos, foram elaborados quinze distintos capítulos para o atual livro sobre Agrominerais.

Acreditamos que com a edição deste livro e a sua divulgação simultânea na internet e no site do CETEM, estamos dando uma positiva contribuição à importante questão dos Agrominerais no Brasil.

Rio de Janeiro, Julho de 2010.

José Farias de Oliveira
Diretor do CETEM

SUMÁRIO

| | | |
|-------------|---|-----|
| PREFÁCIO | <i>Francisco Rego Chaves Fernandes, Adão Benvindo da Luz e Zuleica Carmen Castilhos</i> | |
| CAPÍTULO 1 | PANORAMA DOS AGROMINERAIS NO BRASIL: ATUALIDADE E PERSPECTIVAS <i>Yara Kulaif e Francisco Rego Chaves Fernandes</i> | 01 |
| CAPÍTULO 2 | AGROMINERAIS: RECURSOS E RESERVAS <i>Antonio Fernando da Silva Rodrigues, David Siqueira Fonseca, Mathias Hider Ricardo Eudes Parahyba e Vanessa M. M. Cavalcante</i> | 23 |
| CAPÍTULO 3 | ROTAS TECNOLÓGICAS CONVENCIONAIS E ALTERNATIVAS PARA A OBTENÇÃO DE FERTILIZANTES <i>Arthur Pinto Chaves</i> | 45 |
| CAPÍTULO 4 | ROCHAS, MINERAIS E ROTAS TECNOLÓGICAS PARA A PRODUÇÃO DE FERTILIZANTES ALTERNATIVOS <i>Adão Benvindo da Luz, Francisco E. Lapido-Loureiro, João Alves Sampaio, Zuleica Carmen Castilhos e Marcelo Soares Bezerra</i> | 61 |
| CAPÍTULO 5 | MATERIAIS SILICÁTICOS COMO FONTES REGIONAIS DE NUTRIENTES E CONDICIONADORES DE SOLOS <i>Éder de Souza Martins, Álvaro Vilela de Resende, Claudinei Gouveia de Oliveira e Antonio Eduardo Furtini Neto</i> | 89 |
| CAPÍTULO 6 | O MEIO AMBIENTE NA PRODUÇÃO DE FERTILIZANTES FOSFATADOS NO BRASIL <i>Elvira Gabriela Dias e Roberto D. Lajolo</i> | 105 |
| CAPÍTULO 7 | FOSFOGESSO: GERAÇÃO, DESTINO E DESAFIOS <i>Roberto Mattioli Silva e Marco Giuliatti</i> | 125 |
| CAPÍTULO 8 | A INDÚSTRIA BRASILEIRA DE FERTILIZANTES (CADEIA NPK, ENXOFRE, ROCHA FOSFÁTICA E POTÁSSIO) - PROJEÇÕES DE 2010 A 2030 <i>Eduardo Soares Ogasawara, Yara Kulaif e Francisco Rego Chaves Fernandes</i> | 145 |
| CAPÍTULO 9 | UM ESTUDO DAS PRINCIPAIS LAVOURAS PARA A PRODUÇÃO DE BIOCOMBUSTÍVEIS <i>Maria Helena M. Rocha Lima e Nilo da Silva Teixeira</i> | 169 |
| CAPÍTULO 10 | O USO DA BIOMASSA COMO NOVA FONTE ENERGÉTICA MUNDIAL <i>Ângelo Bressan Filho</i> | 189 |
| CAPÍTULO 11 | POLÍTICAS GOVERNAMENTAIS PARA OS BIOCOMBUSTÍVEIS <i>Ricardo Borges Gomide</i> | 203 |

| | | |
|-------------|--|-----|
| CAPÍTULO 12 | INVENTÁRIO E CARTOGRAFIA DE RECURSOS AGROMINERAIS CONVENCIONAIS E ALTERNATIVOS DO TERRITÓRIO BRASILEIRO | |
| | <i>Gerson Manoel Muniz de Matos e Ivan Sérgio de Cavalcante Mello</i> | 227 |
| CAPÍTULO 13 | ROCHAS E MINERAIS COMO FERTILIZANTES ALTERNATIVOS NA AGRICULTURA: UMA EXPERIÊNCIA INTERNACIONAL | |
| | <i>Peter Van Straaten</i> | 235 |
| CAPÍTULO 14 | BIOCOMBUSTÍVEIS NOS ESTADOS UNIDOS EM CONTEXTO DE MUDANÇA | |
| | <i>Joaquim Ramos Silva</i> | 265 |
| CAPÍTULO 15 | A SITUAÇÃO ENERGÉTICA DA UNIÃO EUROPEIA E O CASO PARTICULAR DOS BIOCOMBUSTÍVEIS: DIAGNÓSTICO ACTUAL E PERSPECTIVAS | |
| | <i>Carla Guapo Costa</i> | 277 |

PREFÁCIO

Francisco Rego Chaves Fernandes
Adão Benvindo da Luz
Zuleica Carmen Castilhos

Este livro "Agrominerais para o Brasil" é um livro editado pelo Projeto Agrominerais coordenado pelo CETEM - Centro de Tecnologia Mineral do MCT - Ministério da Ciência e Tecnologia, para atender a dois objetivos principais:

- abordar aprofundadamente o vasto conjunto de temas pertinentes aos Agrominerais com um enfoque centrado no Brasil;
- apresentar sugestões de linhas de ação, uma Agenda de Prioridades, para o desenvolvimento científico-tecnológico brasileiro sustentável.

Apresenta os principais resultados do Projeto "Estudo Prospectivo Relativo aos Agrominerais e Seus Usos na Produção de Biocombustíveis Líquidos com Visão de Longo Prazo (2035)", resultante de Oficinas temáticas que foram realizadas envolvendo algumas centenas de participantes. O projeto foi apoiado pelo CT-Mineral/Fundo Setorial Mineral e pela FINEP - Financiadora de Estudos e Projetos, tem como coordenador o CETEM e como instituições co-executoras, a UFSCar/Rede Inter-universitária para o Desenvolvimento do Setor Sucroalcooleiro (RIDESA), a Embrapa Cerrados/Rede de Pesquisa de Rochas Silicatadas de Fonte de Potássio, a CPRM-Serviço Geológico do Brasil (SGB) e o Departamento Nacional da Produção Mineral (DNPM/MME).

Agrominerais (tais como enxofre, minerais de potássio, rocha fosfática, calcário e turfa) é matéria-prima de origem mineral sendo insumo absolutamente indispensável para viabilizar a agricultura e a pecuária brasileiras, ou seja, é parte integrante da alimentação dos cidadãos brasileiros, da viabilização do agronegócio externo, e ainda, alavancando o nascente e pujante setor dos biocombustíveis.

O tema do livro foi desdobrado pelos editores, em quinze capítulos, cada um deles a cargo de um especialista de renomado conhecimento.

Inicia-se o livro "Agrominerais para o Brasil" com dois capítulos dedicados às Fontes Convencionais de Nutrientes (FCN). O primeiro, "*Panorama dos agrominerais no Brasil: atualidade e perspectivas*" traça um atualizado perfil dos fertilizantes convencionais (NPK): - uma complexa cadeia de múltiplos produtos e mercados; - uma caracterização geral desta indústria no Brasil e no mundo e um histórico deste setor industrial no Brasil, desde a sua fundação, destacando-se as consequências da sua privatização há dez anos. Finalmente, a atualidade, a qual apresenta grandes desafios, em que a oferta tem elevadíssima dependência das importações, atinge cerca de 80% do total dos nutrientes consumidos pelo Brasil e a especulação financeira se faz fortemente presente.

Logo em seguida: "*Agrominerais: recursos e reservas*" aprofunda o tema dos Agrominerais (minerais de potássio, fosfato, enxofre e calcário) no Brasil no segmento da pesquisa e lavra de recursos minerais, incluindo uma minuciosa apresentação da disponibilidade primária (ocorrências e jazidas minerais) em todo o território nacional. É também analisado para cada um dos recursos agrominerais, os aspectos de mercado e as relações de dependência e sustentabilidade entre o agronegócio e o mineralnegócio.

Um capítulo crítico: "*Rotas tecnológicas convencionais e alternativas para a obtenção de fertilizantes*", apresenta os diferentes produtos oferecidos no mercado brasileiro, tanto oriundos das Fontes Convencionais de Nutrientes (FCN) - os de alta solubilidade e concentração - como das Fontes Alternativas de Nutrientes (FAN) - rocha, termofosfatos e outros -, questionando-se aprofundadamente as vantagens e desvantagens de sua utilização no clima e solos tropicais brasileiros. Em conclusão, defende o autor, ser

altamente desejável o fortalecimento da pesquisa e desenvolvimento tecnológico das diferentes fontes alternativas de fertilizantes fosfatados, para atender às demandas crescentes, com o aproveitamento de quantidades enormes de minérios marginais inacessíveis pela tecnologia atual, mas que são: de interesse industrial, de conservação de recursos minerais e de minimização do impacto ambiental.

Dois capítulos são dedicados às Fontes Alternativas de Nutrientes (FAN). O primeiro "*Rochas, minerais e rotas tecnológicas para a produção de fertilizantes alternativos*" aprofunda a rochagem, ou seja, as técnicas de aplicação direta na agricultura de rochas moídas ou contendo finos naturais, como material fertilizante. Os autores realizaram uma detalhada busca, em todo o extenso território brasileiro, identificando e localizando as rochas e materiais fertilizantes alternativos, nos colocando ainda a par do estado da arte dos estudos tecnológicos visando o seu aproveitamento. No final sugerem uma agenda de prioridades para futuras pesquisas de desenvolvimento científico e tecnológico. Na continuação do tema, um novo capítulo, "*Materiais silicáticos como fontes regionais de nutrientes e condicionadores de solos*", destacando um novo paradigma, com a mudança de uso de matérias primas convencionais globalizadas para matérias primas alternativas regionais. Localiza também estes materiais (primários e secundários) abundantes no Brasil, justapõe as suas ocorrências com a localização das produções de cana-de-açúcar e soja, que são as duas principais fontes dos biocombustíveis, mostrando a ampla viabilidade do seu aproveitamento regional e finaliza elencando ainda um conjunto de vantagens decorrentes da sua utilização.

Dois capítulos são totalmente dedicados ao meio ambiente, que apresentam, no seu final, um elenco de sugestões, uma agenda de prioridades para implementação. O primeiro "*O meio ambiente na produção de fertilizantes fosfatados no Brasil*" dá-nos uma aprofundada e ilustrativa panorâmica dos diferentes e múltiplos impactos negativos no meio ambiente associados à cadeia produtiva dos fertilizantes fosfatados, que obrigatoriamente devem ser levados em consideração, no planejamento da ampliação da produção de agrominerais. A esperada ocorrência de tais impactos nos futuros empreendimentos torna necessário identificar as ações e medidas que, se implementadas, poderão atenuar este efeito, seja na lavra ou no beneficiamento dos minerais fosfáticos. Estes processos produtivos encontram-se todos no campo dos conflitos, seja pelo uso da terra ou da água e integrados no desenvolvimento sustentável no binômio: conservação e desenvolvimento econômico. Já na etapa de industrialização, o fosfogesso destaca-se como um importante problema, pois: "*constitui significativo passivo ambiental que, mantidas as atuais circunstâncias, deve continuar a crescer na razão direta da expansão da produção, em virtude da rota tecnológica adotada*". Os autores concluem que: "*o papel do desenvolvimento científico e tecnológico pode ser muito mais decisivo na solução dos problemas (...) deve ser tratado de modo amplo e transparente, envolvendo todos os atores interessados – empresas, instituições de ciência e tecnologia, organismos de governo, entidades não governamentais, sociedade civil – e incorporar como pressupostos os princípios de prevenção e precaução*".

O segundo capítulo: "*Fosfogesso: geração, destino, desafios*", centra e desenvolve o tema do rejeito complexo gerado na produção de ácido fosfórico, produto essencial na cadeia NPK dos fertilizantes, mas contendo, entre outros, metais pesados e minerais radiativos. A sua produção no Brasil iniciou-se em 1950 e para cada tonelada de ácido fosfórico geram-se seis toneladas de rejeito, o fosfogesso, gerando atualmente uma produção anual de 5 milhões de toneladas a sua produção anual. Os autores mostram que já atinge 50% a parcela do fosfogesso gerado no Brasil que é descartada no ambiente empurrado pelas empresas produtoras de ácido fosfórico, utilizado principalmente com finalidade agrícola. Neste particular, sem que haja uma avaliação do potencial impacto radiológico na população consumidora dos produtos agrícolas e sem provas da sua eficácia como fertilizante. Mostram ainda que existem pressões dobradas para a ampliação do seu descarte, como material de construção (por exemplo, para a população de baixa renda, ao abrigo do PAC do governo federal), sem que se aplique, nem o princípio da precaução, com seu consequente banimento, nem a proposição, pelos órgãos brasileiros competentes, de padrões e limites quantitativos das mensurações de risco principalmente quanto às emissões radiativas. Em contraste, no resto do mundo desenvolvido, nos Estados Unidos, União Europeia e Japão, os autores referem-se à rejeição deste material, para estradas junto de centros urbanos e habitados devido ao teor de radionuclídeos. Destaca-se nos EUA o banimento do uso do fosfogesso, feito pela *United States Environmental Protection*

Agency (USEPA) em 1992 citando a demolição de conjuntos habitacionais na Flórida, construídos nos anos 60.

Em "A indústria brasileira de fertilizantes (cadeia NPK, enxofre, rocha fosfática e potássio) - projeções de 2010 a 2030" é feito um exercício econométrico - rigoroso, através de sofisticada e adequada metodologia - onde são apresentados resultados de um exercício de projeção de longo prazo, das principais variáveis do mercado de fertilizantes minerais NPK do Brasil. Mostra a necessidade até 2030 de ampla ampliação da capacidade produtiva nacional da indústria do NPK, em todos os seus segmentos produtivos, para atender a um forte crescimento esperado do PIB brasileiro. Há uma expectativa de crescimento pujante do *agrobusiness*, o que significa a necessidade de novos empreendimentos agrominerais em grandes proporções, significando também vultosos investimentos, que até ao presente momento, a iniciativa privada ou estatal está longe de viabilizar. Comparados estes resultados com os obtidos num estudo da ANDA realizado em 2009, verifica-se que são muito semelhantes, apontando as necessidades adicionais em mais 50% da capacidade produtiva atual brasileira.

O tema de agrocombustíveis vem logo em seguida, desenvolvido em três capítulos concatenados: o primeiro trata da agricultura brasileira no que se refere às duas maiores produções direcionadas para biocombustíveis, a cana-de-açúcar e a soja; o segundo, sobre as políticas governamentais brasileiras para os biocombustíveis e, finalmente, o terceiro versa sobre o uso da biomassa como nova fonte energética mundial.

O capítulo "*Um estudo das principais lavouras para a produção de biocombustíveis*", é um texto positivo e afirmativo:

- o Brasil poderá expandir suas plantações tanto para a indústria de alimentos quanto de biocombustíveis (...) confirmando em 2030 um futuro promissor para os agentes envolvidos tanto com a cadeia produtiva do etanol
- o atual sucesso do carro *flex* é fruto dessa experiência adquirida desde a década de 70, com o lançamento do PROÁLCOOL, que incentivou o uso do álcool anidro misturado à gasolina até surgimento dos veículos *flex* em 2003.
- o grande desafio do Brasil é consolidar a liderança na utilização da bioenergia como combustível automotivo.

No decorrer deste capítulo é-nos dado conhecer, tanto para a cana-de-açúcar como para a soja, estatísticas atualizadas e detalhadas sobre a área plantada - nacional e regional - , a estrutura industrial, as esperadas expansões da produção projetadas principalmente para os biocombustíveis, com a incorporação de novas áreas e ainda, os mercados para estes produtos.

O conhecimento referente às "*Políticas governamentais para biocombustíveis*" é de grande interesse e, neste capítulo, nos é dado conhecer as medidas governamentais, baseadas na plena convicção que existem externalidades positivas dos biocombustíveis em relação aos outros combustíveis fósseis, para consolidar a sua produção e uso no Brasil, baseada em suporte à agricultura e à instalação de unidades industriais de produção, à estruturação da cadeia logística e de abastecimento, à definição de normas e padrões de comercialização, ao consumo e à fabricação de veículos. Os diferentes instrumentos de política são também explanados, tal como a definição de mandatos para uso compulsório, políticas fiscais, creditícias e tributárias. Em seguida, listam-se as principais instituições do governo federal relativas aos biocombustíveis. Finalmente, em sua conclusão, o autor afirma que: "*É nítida a relevância da cana-de-açúcar como bem energético e estratégico para o país. Essa posição, conquistada ao longo de anos, serve como modelo para a consolidação do biodiesel no mercado brasileiro, assim como para o desenvolvimento de futuros biocombustíveis, a exemplo do bioquerosene e do biogás, ou mesmos de novas gerações tecnológicas*".

"O uso da biomassa como nova fonte energética mundial" trata intensivamente do uso de biomassa, dissecando o etanol como um novo produto para o mundo, a natureza do funcionamento da cadeia de produção sucroalcooleira no Brasil e a competição entre a produção de matérias-primas agrícolas e energéticas. Em relação a este último item, observa o autor que a utilização de matérias-primas agrícolas,

convencionais ou não, para a produção de combustível em grandes volumes traz, para os países que iniciam este tipo de programa, algumas consequências que não podem ser ignoradas. Observa ainda que: o atendimento deste novo tipo de demanda tende a provocar fortes desequilíbrios, que podem ser globais ou domésticos, nas relações econômicas, ambientais e sociais, que não podem ser desconsideradas pelas autoridades responsáveis pela gestão do novo programa. O autor apresenta uma visão otimista mas contendo algumas advertências em sua análise como mostra o subtítulo final do capítulo: O uso da biomassa como fonte energética é um movimento irreversível e de consequências imprevisíveis!

Um capítulo inteiro fecha o conjunto de capítulos que trata especificamente do Brasil e é dedicado ao "Inventário e cartografia de recursos agrominerais convencionais e alternativos do território brasileiro", com a produção de dois mapas do Brasil que podem ser consultados na internet e/ou em encarte de folha dupla no próprio livro. Os mapas versam sobre: - *Ambientes geológicos favoráveis para agrominerais fontes de P, K, Ca e Mg, direcionado à cartografia das fontes minerais convencionais para produção destes macronutrientes e - Insumos alternativos para a agricultura: rochas, minerais e turfa voltado para a cartografia de fontes alternativas, tais como rochas, minerais e substância húmica (turfa), para aplicação direta na agricultura, com destaque para os insumos utilizados na rochagem.*

Finalmente, três capítulos são inteiramente dedicados a estudos internacionais e foram diretamente encomendados a especialistas estrangeiros O primeiro sobre "*Rochas e minerais como fertilizantes alternativos na agricultura: uma experiência internacional*", onde o autor disserta sobre três fatores básicos que pesam no desempenho dos cultivos, além das características físico-químicas, (o fator rocha), existem as propriedades químicas e físicas dos solos (o fator solo) e finalmente as exigências e necessidades de nutrientes dos plantios (o fator plantio). Atualiza o conhecimento sobre as rochas e os minerais alternativos fertilizantes e relata as aplicações alternativas em um conjunto grande de países do mundo. Os outros dois capítulos são dedicados às questões que se prendem mais com a matriz energética e a produção de biocombustíveis na União Europeia e nos Estados Unidos. No capítulo dedicado à UE: "*A situação energética da União Europeia e o caso particular dos biocombustíveis: diagnóstico actual e perspectivas*", destaca-se que a par das controvérsias quanto à produção de biocombustíveis, no que se refere à segurança alimentar e à questão ambiental, existe uma grande dependência da UE em relação às principais importações das principais fontes de energias não-renováveis e perspectiva do seu agravamento no futuro, o que obrigou a um grande programa de reversão da matriz energética, através do incentivo às energias renováveis, com ênfase nos biocombustíveis, acompanhada de grande esforço de pesquisa e desenvolvimento, existindo aprofundada apresentação de sua meta e resultados parciais. Com "*Biocombustíveis nos Estados Unidos em contexto de mudança*", mostra-se a insustentabilidade do modelo energético dominante desde 1970, apoiado em fontes não-renováveis, como os combustíveis fósseis e o atual dilema dos EUA, o principal produtor e consumidor mundial. Para a transição para um novo modelo, que está em marcha desde o final da primeira década do século XXI, a transição para o uso maior de fontes renováveis como os biocombustíveis, exige-se pesados desafios de natureza tecnológica e de uma contribuição ativa para o combate ao aquecimento global ou a sua atenuação, diminuindo a emissão de gases do efeito estufa. O autor aponta que, no estágio atual da pesquisa tecnológica, a nascente indústria norte-americana de biocombustíveis baseado no milho não é competitiva, só sobrevive por barreiras à concorrência externa e subsídios aos seus produtores. Os biocombustíveis competitivos existem apenas em outros países que não os EUA (predominantemente no Brasil), mas a quebra das barreiras internas e as importações acabariam com o principal pilar da política energética deste país que é a independência energética.

O Brasil requer urgentes e vultosos investimentos industriais em todos os setores da cadeia produtiva dos Agrominerais, de forma que a demanda, incluindo a segurança alimentar brasileira, o programa de exportações do agronegócio e o acelerado desenvolvimento dos biocombustíveis não sejam inviabilizados. Hoje em dia, as decisões empresariais estão nas mãos da Vale e da Petrobrás, que detêm uma participação majoritária na cadeia convencional de NPK, após recentes aquisições das participações dos grupos multinacionais que dominaram a indústria brasileira no último decênio.

Acreditamos que terão uma excelente leitura todos aqueles que tenham acesso a este livro, especialistas do tema, alunos e professores, profissionais e leitores em geral, interessados em aprender ou aprofundar seus conhecimentos sobre os Agrominerais.

AGROMINERAIS: RECURSOS E RESERVAS

ANTONIO FERNANDO DA SILVA RODRIGUES¹; DAVID SIQUEIRA FONSECA²; MATHIAS HIDER³; RICARDO EUDES PARAHYBA⁴ E VANESSA M. M. CAVALCANTE⁵

Introdução

O estudo atém-se ao Setor Primário da Economia, especificamente ao extrativismo mineral, nas dimensões da geodiversidade, disponibilidade primária de recursos agrominerais, aspectos de mercado, relações de dependência e sustentabilidade entre o agronegócio e mineralnegócio.

A expectativa é que contribua para a instrumentalização e a convergência de políticas públicas mineral e agrícola, bem como definição de estratégias de planejamento setorial, condição fundamental para antever vulnerabilidades e assegurar as condições de competitividade, rentabilidade e sustentabilidade do mineralnegócio e do agronegócio, sob uma perspectiva em ambiente de crise econômica mundial.

Sobre a dinâmica do fluxo de direitos minerários

A análise da dinâmica de fluxo de processo no DNPM, na perspectiva de habilitação à concessão/outorga de direitos minerários — diplomas legais de acesso à exploração e exploração (lavra) de minerais — torna evidente a convergência de parte significativa dos requerimentos de pesquisa mineral para aquelas substâncias usadas na fabricação de fertilizantes.

DOMÍNIO DA AMAZÔNIA

O impacto positivo do maior fluxo de requerimentos se apresenta, mais notadamente, na Amazônia, cujos alvos preferenciais são os depósitos de evaporitos do médio rio Amazonas, em áreas do entorno das jazidas de silvinita de Arari e Fazendinha, sob titularidade da PETROBRAS, situadas nos domínio político-administrativo dos municípios de Itacoatiara e Nova Olinda do Norte, estado do Amazonas (Figura 1).

Destacam-se como principais inversores os seguintes grupos/empresas: Petrobras S.A., Falcon Metais Ltda., Amarelo Mineração do Brasil, Potássio do Brasil Ltda., Potássio Ocidental Mineração Ltda. e SERGAM Ltda.

DOMÍNIOS DO SEMIÁRIDO E DA PLATAFORMA CONTINENTAL

Estado de Alagoas

O estado de Alagoas apresenta o seguinte mapa áreas oneradas com requerimentos e autorizações de pesquisa de sais de potássio (Figura 2).

¹ M.Sc Geólogo (UNICAMP). Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM/MME). E-mail: antonio.fernando@dnpm.gov.br

² Geólogo (UnB). Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM/MME). E-mail: david.fonseca@dnpm.gov.br

³ Engenheiro de Minas (UnB). Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM/MME). E-mail: mathias.heider@dnpm.gov.br

⁴ Geólogo (UnB). Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM/MME). E-mail: ricardo.parahyba@dnpm.gov.br

⁵ M.Sc Geóloga, (UFC). Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM/MME). E-mail: vanessa.cavalcanti@dnpm.gov.br

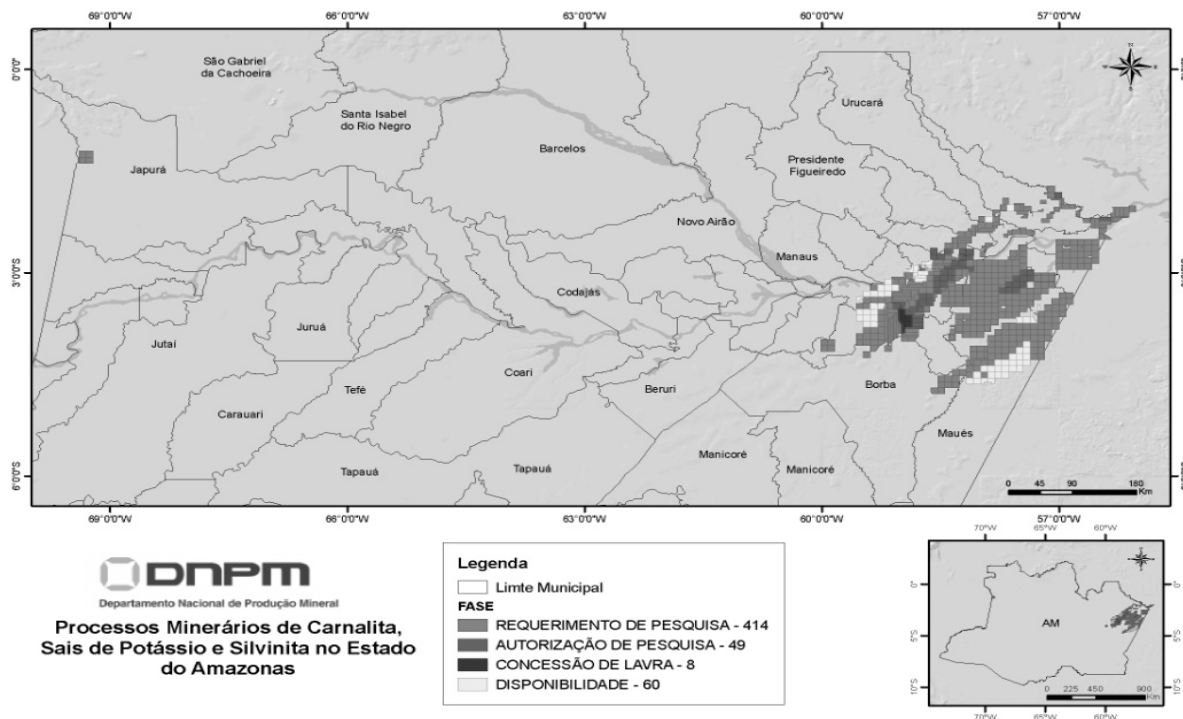
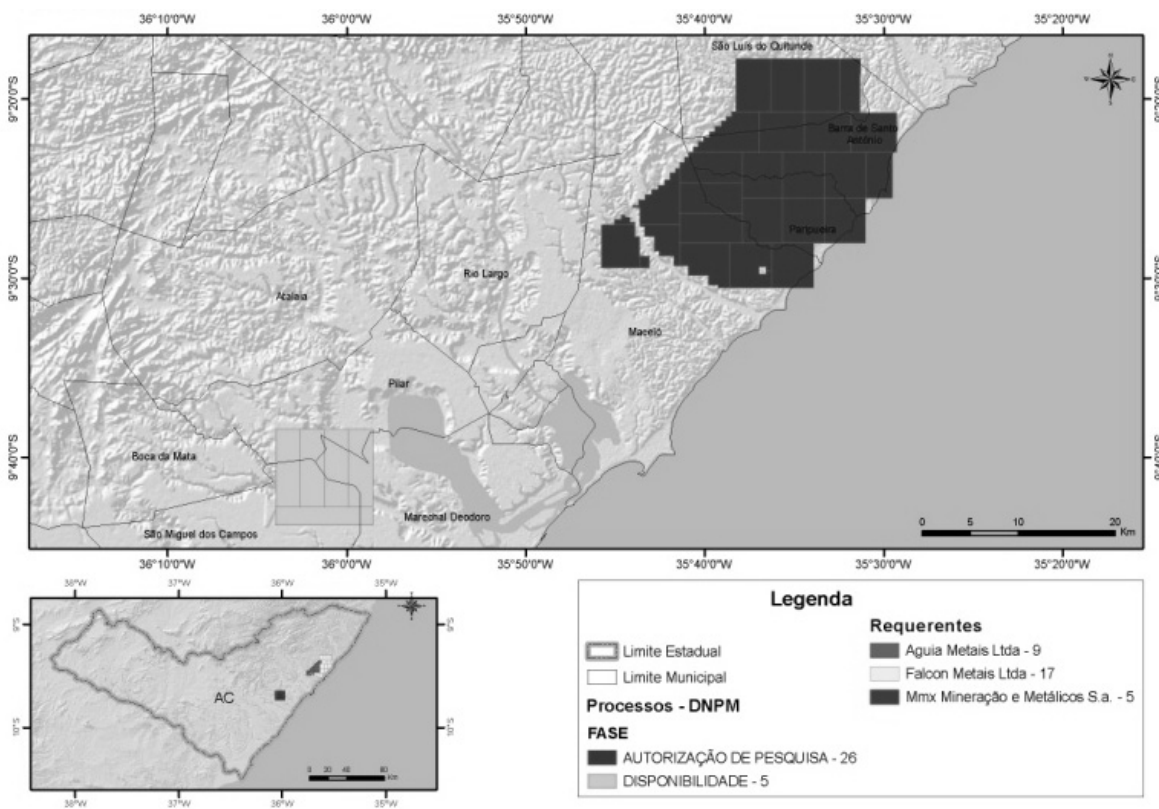
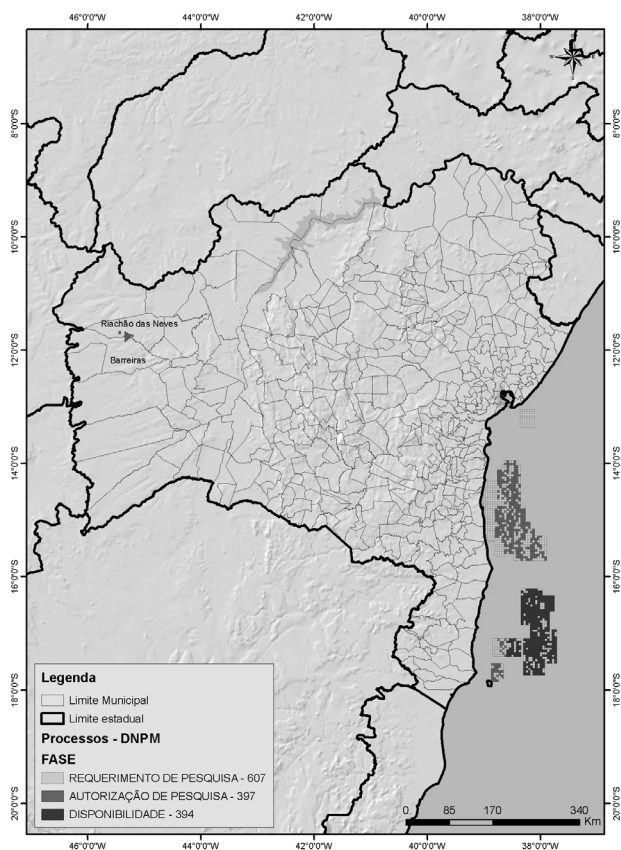


Figura 1 - Amazonas: fluxo de requerimentos de pesquisa mineral.



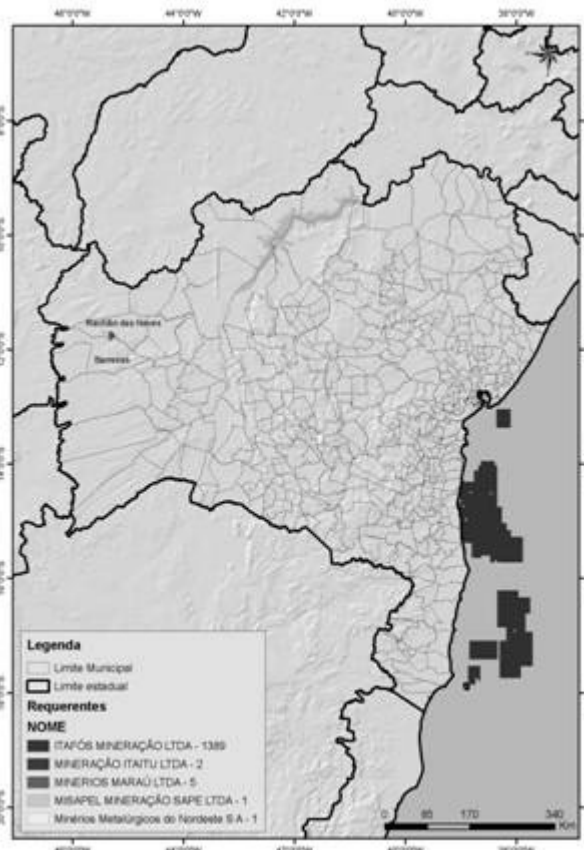
Fonte: DNPM.

Figura 2 - Alagoas: fluxo de requerimentos de pesquisa mineral.



Fonte: DNPm

Figura 3 - Bahia: Fluxo de Requerimentos.



Fonte: DNPm.

Figura 4 - Bahia: Principais empresas.

Estado da Bahia

Na Bahia o fluxo converge para a plataforma continental, em particular no domínio geomorfológico do Recôncavo Baiano. (Figuras 3 e 4)

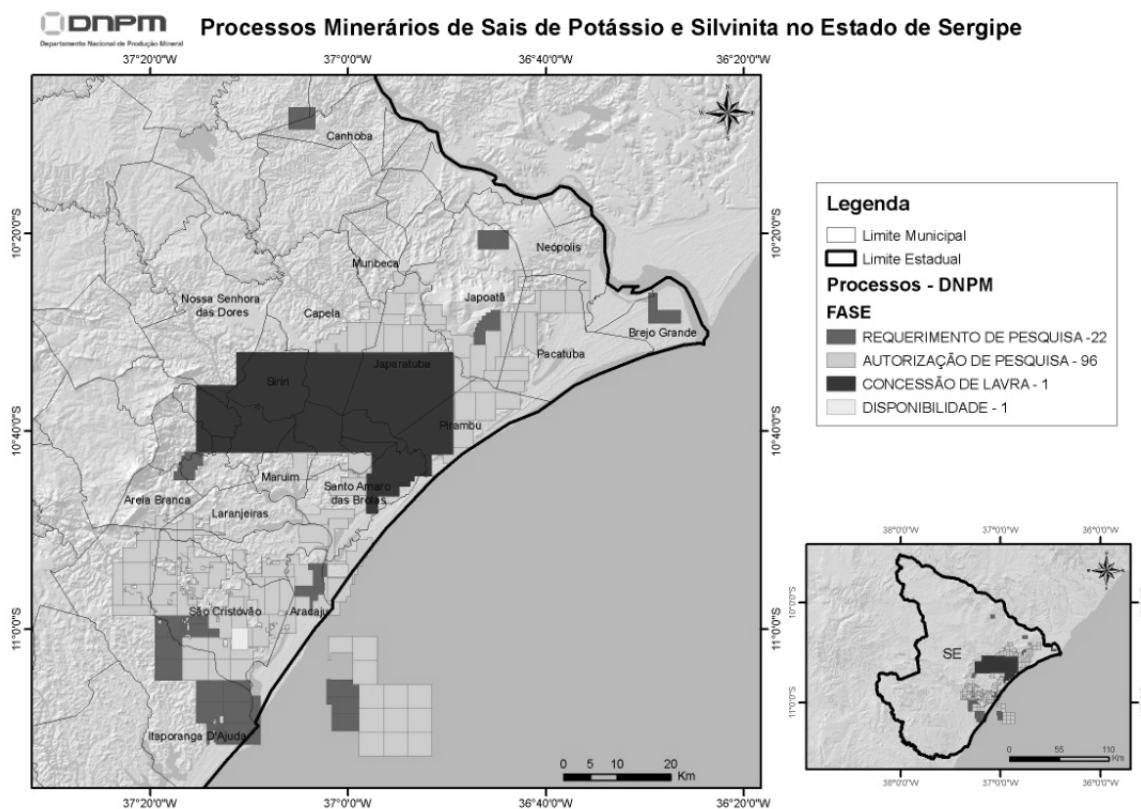
A empresa ITAFÓS Ltda. lidera em número de áreas requeridas (1.389), seguida pela Minérios Maraú (5), Mineração Itaitu Ltda. (2), Minérios Metalúrgicos do Nordeste Ltda. (1) e MISAPEL (1).

Estado do Piauí

No Piauí a PAN-Braziliana Mineração Ltda. requereu quatro áreas e logrou obter dois Alvarás de Pesquisa.

Estado de Sergipe

Em Sergipe, pelos antecedentes de mineração de potássio, registra-se expressivo fluxo de novos requerimentos no entorno da mina de Taquari Vassouras, inclusive no domínio da plataforma continental (Figura 5).

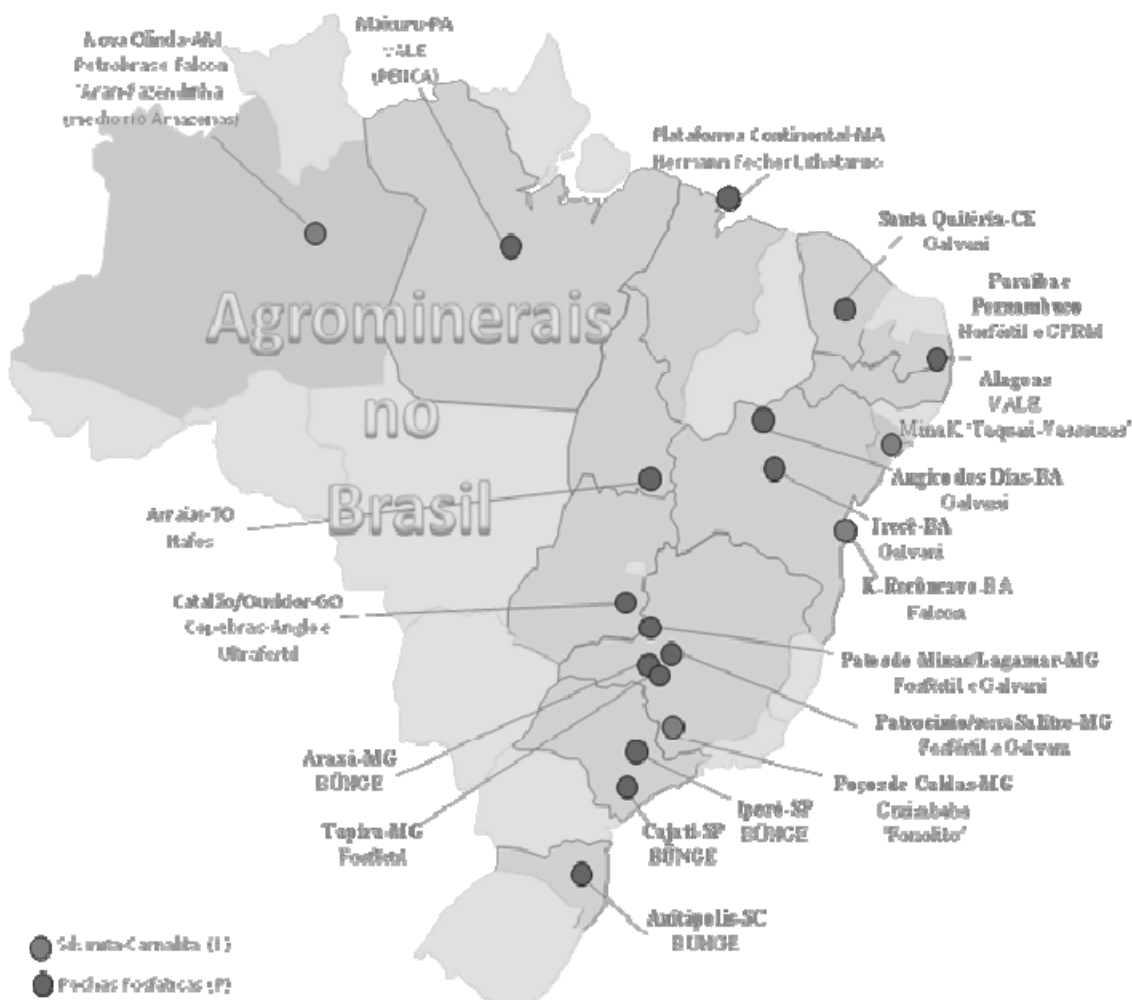


Fonte: DNPM

Figura 5 - Sergipe: Fluxo de requerimento de pesquisa mineral.

Destacam-se entre os principais entrantes no Mineralnegócio do potássio em Sergipe: RIOUNA Ltda (28), Falcon Metais Ltda. (26) e ITAFÓS Ltda. (17 áreas requeridas).

Tem-se ilustrativamente na Figura 6 os principais prospectos e minas de rochas fosfatadas e sais evaporíticos mineralizados em potássio no País.



Fonte: DNPM, 2010.

Figura 6 - Brasil: Espacialização dos principais prospectos e minas de fosfato e potássio.

O quadro abaixo consolida as reservas brasileiras de agrominerais.

Tabela 1 – Agrominerais: disponibilidade e produção primária

| AGROMINERAIS (10 ³ t) | Brasil | | | | Mundo | | Brasil | |
|-------------------------------------|------------|------------|------------|-----------------------|------------|----------|--------------|-------|
| | Reservas | | | Produção ^p | Reservas | Produção | Participação | |
| | Medida (R) | Indicada | Total | (P) | (RM) | (PM) | Δ% RM | Δ% PM |
| Calcário | 45.318.712 | 27.733.114 | 73.051.826 | ... | Abundante | ... | ... | ... |
| Gipsita | 865.805 | 364.413 | 1.230.218 | 2.100 | Abundante | 152.000 | ... | 1,38 |
| Enxofre ¹ | 48.506 | 207 | 48.713 | 513 | ... | 70.300 | ... | 0,73 |
| Fosfato ² | 231.986 | 105.420 | 337.406 | 6.300 | 16.000.000 | 158.000 | 2,11 | 3,99 |
| Potássio ³ | 935.466 | 308.138 | 1.243.604 | 453 | 8.500.000 | 25.000 | 14,63 | 1,81 |

Notas: ¹Produção derivada de sulfetos, petróleo/folhelho betuminoso (PR); ²Concentrado: 35% (P₂O₅); 3K₂O-equivalente. ^p Preliminar; (...) Indisponível ou tabulação inadequada.

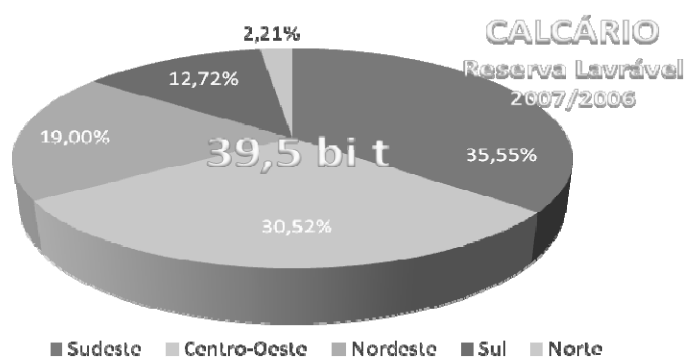
Fonte: DNPM, 2009.

Sobre a disponibilidade primária dos agrominerais

CALCÁRIO: RECURSOS/RESERVAS E PRODUÇÃO

A extensão continental (8,5 Mkm²) e a geodiversidade do Brasil, associados a expressivos domínios de ambientes cársticos (Karst), condicionam uma abundância relativa da disponibilidade primária de rochas calcárias, na medida em que esses recursos, independentemente das características mineralógicas (calcítica e magnésiana), podem ser absorvidos como insumos pelas modernas técnicas agrícolas na correção da acidez do solo (rochagem/calagem), em prevalência.

A consolidação contábil das reservas (medida + indicada + inferida), declaradas ao DNPM (2007-ano base 2006), aponta recursos superiores a ordem de 97,3 Bt de calcário (calcítico e dolomítico). Admitindo-se a irrelevância de eventual variação nos anos mais recentes na participação das macrorregiões brasileiras, exercícios de proporcionalidade (2006) resultam no *ranking* que segue: Sudeste (35,5%), Centro-Oeste (30,5%), Nordeste (19,0%), Sul (12,7%) e Norte (2,2%), conforme Figura 7.



Fonte: DIDEM/DNPM, 2009.

Figura 7 - Macrorregiões: *ranking* de disponibilidade primária de calcário.

Adverte-se, contudo, que os trabalhos de pesquisa mineral e RALs – Relatório(s) Anual(is) de Lavra encaminhados ao DNPM são, em prevalência, de empresas que compõem a cadeia produtiva da indústria cimenteira nacional. Ademais, conforme disposto na Lei n.º 6.567/1978, no caso de empreendimentos voltados à produção de calcário para emprego como corretivo de solos, os titulares de direitos minerários poderão optar pelo Regime de Licenciamento (Lei nº 6.567/78), o que significa a dispensa de pesquisa mineral prévia e lavra imediata desses recursos.

Com efeito, em razão do dispositivo legal acima referido, grande parte dos recursos de calcário foge ao controle contábil do DNPM, podendo-se admitir que as reservas oficiais estão muito aquém do real potencial que a Geodiversidade do País encerra. Contudo, a despeito desse fato, considerando-se apenas o conceito mínero-empresarial de reservas lavráveis incorporado ao AMB-Anuário Mineral Brasileiro (ano-base 2006), projetam-se como principais detentores desse recurso mineral: Minas Gerais com 8,7 Bt (62,3% do Sudeste); Mato Grosso do Sul com 5,6 Bt (46,5% do Centro-Oeste); Paraná com 4,7 Bt (93,1% do Sul); Bahia com 1,9 Bt (25,1% do Nordeste); e Pará com 489,9 Mt (56,1% das reservas lavráveis da região Norte). Compete registrar, que oficialmente, até o ano de 2007, não se contabilizavam reservas de calcário nos Estados do Acre, Amapá e Roraima (Tabela 2).

Tabela 2 - Calcário: recursos e reservas do Brasil – 2007 (ano base 2006).

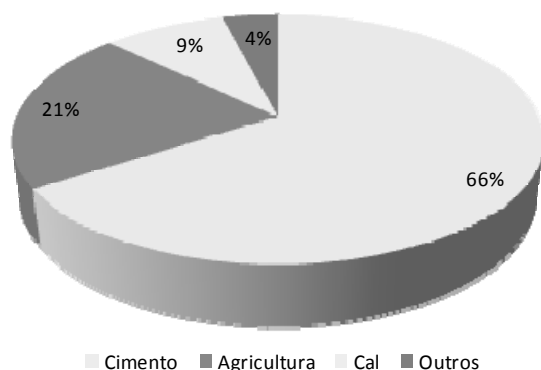
| Reservas 2007/06 | CALCÁRIO (t) | | | | | |
|--------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|---------------|
| | Medida | Indicada | Inferida | Diponibilidade | Lavrável | Part. % |
| BRASIL | 45.318.711.610 | 27.733.114.470 | 24.236.183.036 | 97.288.009.116 | 39.461.753.879 | 100,00 |
| Norte¹ | 863.640.388 | 459.868.256 | 398.071.925 | 857.940.181 | 873.962.909 | 2,21 |
| PA | 505.095.943 | 222.200.284 | 219.894.511 | 442.094.795 | 489.937.445 | 56,06 |
| RO | 173.241.424 | 94.507.862 | 90.336.602 | 184.844.464 | 219.930.810 | 25,16 |
| TO | 101.197.783 | 35.621.533 | 43.840.812 | 79.462.345 | 100.197.783 | 11,46 |
| AM | 84.105.238 | 107.538.577 | 44.000.000 | 151.538.577 | 63.896.871 | 7,31 |
| Nordeste | 8.167.775.285 | 4.964.908.732 | 4.344.782.398 | 17.477.466.415 | 7.498.855.463 | 19,00 |
| BA | 1.979.533.699 | 881.735.153 | 775.146.582 | 3.636.415.434 | 1.885.261.072 | 25,14 |
| CE | 2.555.800.757 | 1.913.597.253 | 1.607.011.498 | 6.076.409.508 | 1.873.544.260 | 24,98 |
| RN | 1.529.838.767 | 1.364.879.043 | 1.028.084.908 | 3.922.802.718 | 1.382.510.278 | 18,44 |
| PB | 807.849.922 | 267.834.714 | 621.462.400 | 1.697.147.036 | 910.206.718 | 12,14 |
| SE | 644.649.467 | 277.814.141 | 185.244.189 | 1.107.707.797 | 643.080.733 | 8,58 |
| PE | 240.734.430 | 167.200.587 | 114.495.741 | 522.430.758 | 318.618.824 | 4,25 |
| MA | 289.416.050 | 523.284 | 0 | 289.939.334 | 289.939.334 | 3,87 |
| PI | 58.738.147 | 78.108.557 | 121.080 | 136.967.784 | 134.093.006 | 1,79 |
| AL | 61.214.046 | 13.216.000 | 13.216.000 | 87.646.046 | 61.601.238 | 0,82 |
| Centro-Oeste | 17.051.303.868 | 15.335.542.690 | 13.594.502.709 | 45.981.349.267 | 12.043.047.613 | 30,52 |
| MS | 9.743.303.180 | 5.924.784.617 | 5.698.490.514 | 21.366.578.311 | 5.600.378.084 | 46,50 |
| MT | 5.001.626.298 | 7.650.883.847 | 7.533.409.048 | 20.185.919.193 | 4.228.685.252 | 35,11 |
| GO | 2.171.390.827 | 1.735.038.891 | 331.451.392 | 4.237.881.110 | 2.172.963.078 | 18,04 |
| DF | 134.983.563 | 24.835.335 | 31.151.755 | 190.970.653 | 41.021.199 | 0,34 |
| Sudeste | 14.009.190.677 | 5.984.815.081 | 4.315.242.818 | 24.309.248.576 | 14.028.072.748 | 35,55 |
| MG | 8.786.605.214 | 3.493.843.868 | 3.700.196.768 | 15.980.645.850 | 8.743.844.625 | 62,33 |
| SP | 2.375.487.522 | 1.656.135.727 | 541.947.199 | 4.573.570.448 | 2.561.792.121 | 18,26 |
| RJ | 1.923.841.139 | 522.808.803 | 53.150.637 | 2.499.800.579 | 2.016.570.544 | 14,38 |
| ES | 923.256.802 | 312.026.683 | 19.948.214 | 1.255.231.699 | 705.865.458 | 5,03 |
| Sul | 5.226.801.392 | 987.979.711 | 1.583.583.186 | 7.798.364.289 | 5.017.815.146 | 12,72 |
| PR | 4.726.561.498 | 811.168.428 | 1.443.545.517 | 6.981.275.443 | 4.671.159.624 | 93,09 |
| RS | 277.748.548 | 161.670.160 | 135.352.769 | 574.771.477 | 275.240.712 | 5,49 |
| SC | 222.491.346 | 15.141.123 | 4.684.900 | 242.317.369 | 71.414.810 | 1,42 |

Notas: ranking referente às reservas lavráveis. No Acre e Roraima não há registros de reservas no banco de dados do DNPM.

Fonte: DIDEM-DNPM, 2009.

Produção

No ano de 2008, a produção brasileira de calcário, foi de 114 Mt e dessa, cerca de 74 Mt foram destinadas à indústria cimenteira, 23 Mt à produção de calcário agrícola, 12 Mt à produção de cal e o restante aos demais setores da indústria, inclusive produção de brita (Figura 8).

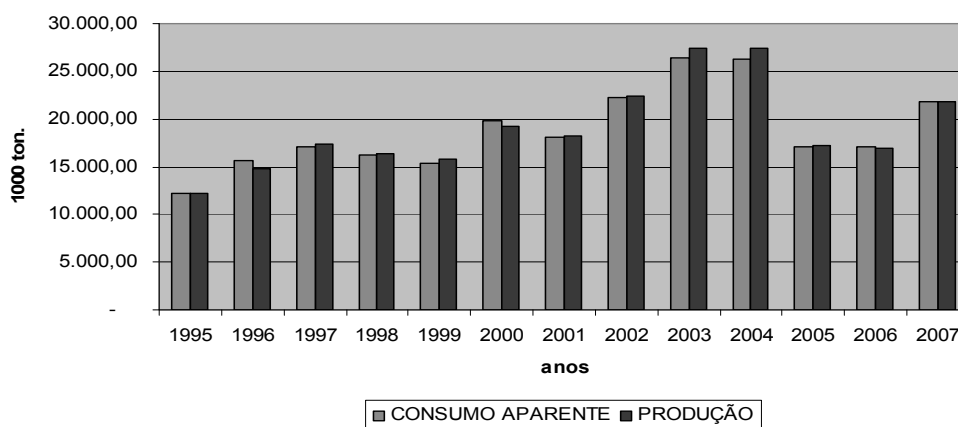


Fonte: DNPM, 2009.

Figura 8 - Perfil dos consumidores de calcário (%) 2008.

Conforme os dados de produção e comercialização obtidos juntos à ABRACAL e ao MAPA, observa-se que houve um perfeito equilíbrio entre a produção e a demanda interna brasileira de calcário agrícola no período estudado, (Figura 9), e que a produção reverteu, em 2007, com uma tendência declinante observada a partir de 2005. As projeções sobre o volume da produção para 2008 indicam a manutenção dos mesmos níveis alcançados em 2007.

A composição da produção nacional apresenta a região Sudeste como responsável pela produção de 33% do calcário agrícola, seguido do Centro-Oeste com 32%, do Sul com 26%, do Norte com 5% e do Nordeste com 4%. Neste contexto, observa-se que, em 2007, 77% da produção de calcário agrícola derivou dos estados de Minas Gerais, Paraná, Mato Grosso, Goiás e São Paulo; se considerados ainda Mato Grosso do Sul, Tocantins e Rio Grande do Sul, a participação alcança a ordem de 93% do calcário agrícola produzido no País.



Fonte: ABRACAL, MAPA.

Figura 9 - Evolução da produção x demanda de calcário agrícola (1000 t).

Em 2007 pouco mais de 80% da produção de calcário agrícola no país foi comercializada no âmbito dos estados produtores e a parcela restante de 20%, foi comercializada com outros estados, sempre na observância do raio econômico entre a mina – mercado consumidor.

O Paraná destacou-se como o estado que mais comercializou calcário para fora de suas fronteiras, 40% do total interestadual comercializado e 38% de sua produção, seguido por Minas Gerais que comercializou 24% de sua produção, o correspondente a 28% do comercializado externamente e o Tocantins, com a particularidade de que esse estado exportou para outras unidades federadas 70% de sua produção, tendo, portanto no ano consumido 30% do que produziu.

As unidades da federação que expressivamente mais consumiram calcário de outras unidades foram São Paulo, que importou calcário do Paraná e de Minas Gerais; Mato Grosso do Sul e Santa Catarina que absorveram parcela considerável da produção do Paraná; e a Bahia, que consumiu 36% da produção do Tocantins.

CALCÁRIO BIOCLÁSTICO MARINHO

Os granulados bioclásticos marinhos ou simplesmente calcário marinho, são areias e cascalhos inconsolidados constituídos por fragmentos de algas coralíneas (algas vermelhas) ramificadas e maciças ou em concreções, artículos de Halimeda (algas verdes), moluscos, briozoários, foraminíferos bentônicos e quartzo.

A plataforma continental brasileira representa talvez o mais longo e contínuo ambiente de deposição carbonática do mundo, se estendendo desde o rio Pará (lat. 00° 30'S), até as proximidades de Cabo Frio (lat. 23° S), sendo constituída por sedimentos recentes, representados por recifes, areias e cascalhos carbonáticos e concheiros. Estes sedimentos, de modo geral, ocupam a porção média e externa da plataforma, muitas vezes em profundidades maiores que 30 m, dificultando a exploração por métodos tradicionais de dragagem.

Os depósitos viáveis para exploração econômica são areias e cascalhos inconsolidados, constituídos por fragmentos de algas coralíneas ramificadas e maciças ou em concreções, artículos de Halimeda, moluscos, briozóários, foraminíferos bentônicos e quartzo, em que predominam os depósitos formados por algas coralíneas.

Ivan Santana, em trabalho publicado em 1999, estimou reservas da ordem de 1,011 milhão de toneladas de carbonato para a margem continental nordeste e leste do Brasil até a altura de Cabo Frio, considerando uma espessura média para estes depósitos de 5 metros, correspondendo, na época, a mais de 50 vezes a reserva estimada do continente.

O granulado bioclástico é um recurso importante devido a sua utilização como fertilizante, suplemento de ração animal, nutrição humana, farmacologia/cosmética, biotecnologia e, ainda, como filtros para tratamento de água e esgotos domésticos e industriais. O maior exemplo de utilização desses granulados está na França, com o *mâerl*, termo usado para designar um sedimento marinho constituído por algas coralíneas, muito semelhante aos existentes no Brasil, dragado na plataforma continental francesa, com produção expressiva, entre 500 e 700 toneladas/ano. É importante frisar que não se trata de um substituto para o calcário continental usado como corretivo de solo e sim um fertilizante natural que aumenta a rentabilidade dos fertilizantes químicos, havendo pesquisas científicas cujos resultados indicam que esses granulados podem substituir 40% do NPK, com ganhos de até 20% em produtividade.

A semelhança entre o calcário de origem continental e o granulado bioclástico se limita basicamente a alguns elementos químicos comuns a ambos. O vasto número de elementos fundamentais à nutrição contidos nas algas, mas inexistentes nos calcários dolomíticos e/ou calcíticos e sua excepcional estrutura física diferenciam totalmente o calcário biogênico marinho de qualquer outro produto. O calcário continental explorado como corretivo de solos é, na realidade, uma rocha metamórfica e o sedimento que lhe deu origem passou por muitas transformações ao longo de milhões de anos, transformando os elementos originais na rede cristalina dos minerais que compõem a rocha, e, dessa forma, não estão facilmente disponíveis. Entre as principais características que diferenciam o calcário marinho, rico em algas, do continental, estão:

- um grande número de elementos são facilmente disponibilizados, pois estão apenas adsorvidos nas paredes das células, sendo facilmente absorvidos pelos organismos, ou seja, é altamente biodisponível para as culturas, os animais e os seres humanos.
- devido a sua estrutura de origem orgânica e alta porosidade (40 %), ele se incorpora rapidamente a biota, contribuindo significativamente para a redução da contaminação ambiental resultante da lixiviação dos fertilizantes químicos à base de NPK e defensivos agrícolas a partir do solo.
- devido ao seu poder tampão ele potencializa a produtividade agrícola porque mantém o pH do solo na faixa ideal de absorção de nutrientes (5,5 a 6,5).

Nos últimos anos houve um incremento nos requerimentos de pesquisa na plataforma continental brasileira, havendo hoje mais de 260 títulos em vigor, sendo que destes, 155 áreas foram requeridas para pesquisa de granulados bioclásticos, nos estados do Maranhão, Bahia, Espírito Santo e Santa Catarina. Porém, até agora, apenas uma concessão de lavra encontra-se em operação na porção sul da plataforma continental do Espírito Santo, devido a uma série de problemas que vem impedindo a consolidação do setor mineral marinho no Brasil.

O Brasil, líder em vários setores da mineração mundial, mesmo com mais de 4,5 milhões de quilômetros quadrados de mar sob sua jurisdição, ainda não conseguiu se firmar na mineração marinha, atividade que é realizada a mais de 50 anos na Europa e está amplamente disseminada na Ásia, África e Oceania.

Com a crescente dependência nacional dos fertilizantes importados, que poderá vir a se constituir em um entrave ao desenvolvimento do agronegócio, o aproveitamento dos depósitos marinhos de granulados bioclásticos, fosforita e outros insumos poderá reduzir significativamente as importações ou, quem sabe, tornar o Brasil auto-suficiente em fertilizantes.

GIPSITA (GESSO): RECURSOS/RESERVAS E PRODUÇÃO

A exemplo do calcário, os recursos globais de gipsita são considerados abundante (Tabela 3). No Brasil as formações gipsíticas estão associadas às bacias sedimentares Amazônica (Amazonas e Pará); do Parnaíba (Maranhão e Tocantins); Potiguar (Rio Grande do Norte); do Araripe (Piauí, Ceará e Pernambuco); e do Recôncavo (Bahia). Nestes domínios geológicos, três Estados concentram 97,6% das reservas medidas: Camamu, na Bahia (53,3%), Araripe, em Pernambuco (22,4%) e Aveiro, no Pará (21,9%), com destaque para as vantagens qualitativas das jazidas situadas na chapada do Araripe, tradicional pólo gesseiro pernambucano, em fase evolutiva para APL-Base Mineral.

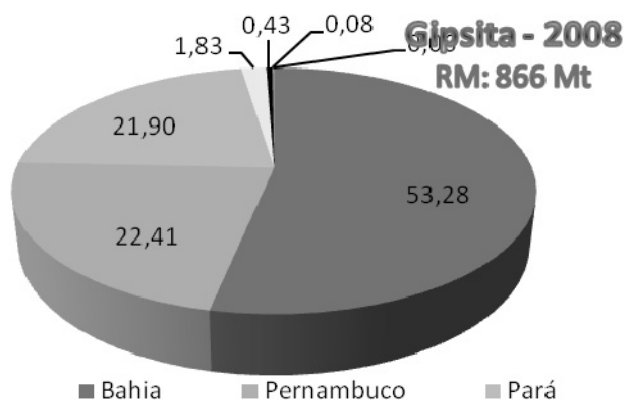
Tabela 3 – Brasil: recursos e reservas de gipsita 2008.

| Estados | RECURSOS & RESERVAS DE GIPSITA – 2008 ^P | | | | |
|---------------|--|----------|--------------------|----------------------|----------|
| | Medida | Partic. | Indicada | Total | Partic. |
| | (t) | Δ% - UFs | (t) | (t) | Δ% - UFs |
| Brasil | 865.804.446 | 100,0 | 364.413.078 | 1.230.217.524 | 100,0 |
| Bahia | 461.343.861 | 53,3 | 93.997.000 | 555.340.861 | 45,1 |
| Pernambuco | 194.060.024 | 22,4 | 61.946.204 | 256.006.228 | 20,8 |
| Pará | 189.619.891 | 21,9 | 204.119.355 | 393.739.246 | 32,0 |
| Maranhão | 15.822.954 | 1,8 | 2.007.437 | 17.830.391 | 1,4 |
| Ceará | 3.755.895 | 0,4 | 0 | 3.755.895 | 0,3 |
| Tocantins | 671.581 | 0,1 | 186.211 | 857.792 | 0,1 |
| Outros | 530.240 | 0,1 | 2.156.871 | 2.687.111 | 0,2 |

Nota: dados preliminares.

Fonte: Anuário Mineral Brasileiro – AMB – DIDEM-DNPM, 2009.

As reservas (medida + indicada) oficiais de gipsita, contabilizadas pelo DNPM até o ano-base 2008, aproximam-se da ordem de 1,2 bilhão t (Bt). Considerando-se apenas as reservas medidas mais conservadoras para efeito de planejamento de lavra, esses recursos ficam reduzidos ao patamar de 866 milhões t (Mt).



Fonte: DNPM, 2009.

Figura 10 – Reservas medidas de gipsita: participação dos estados (2008).

Produção

No contexto mundial, a natureza cosmopolita do *gypsum* é o fator determinante ao registro de produção (152 Mt, em 2009), em maior ou menor escala, em mais de 80 países (MCS-USGS, 2010). A despeito de o Brasil ocupar modesta posição no *ranking* mundial de produtores, pode-se admitir que a disponibilidade primária de gipsita é abundante e que a produção, ainda que em parte informal, assegura a provisão de insumo base-mineral para a indústria cimenteira e de insumos agrícolas (Tab. 3).

Com efeito, considerando-se os valores mais conservadores de reservas medidas (RM) de 866 Mt de gipsita e simplismo do exercício matemático da relação reservas/produção ($RM=865.804.446t/2.100.000t$), pode-se estimar que a provisão da demanda doméstica nacional está assegurada por mais de 400 anos (*ceteris paribus*).

ENXOFRE: RECURSOS/RESERVAS E PRODUÇÃO

Os recursos mundiais de enxofre elementar estão associados, em prevalência, a depósitos evaporíticos e vulcanogênicos, aos hidrocarbonetos (petróleo, gás natural, petróleo, areias e folhelhos betuminosos), assim como aos sulfetos metálicos, estimando-se uma disponibilidade primária da ordem de 5 bilhões de toneladas. Admite-se que uma abundância relativa do enxofre contido na gipsita (gesso) e anidrita, quase ilimitada na crosta terrestre. Calcula-se em cerca de 600 bilhões de t S contido no carvão e folhelho betuminoso, contudo custos e desenvolvimento de 'rotas tecnológicas' são os principais fatores impeditivos à recuperação de enxofre a partir destas fontes (USGS, 2010). No Brasil, a despeito das dificuldades em contabilizar recursos e reservas de enxofre, declarações das empresas nos RALs apontam reservas medidas da ordem de 48,3 Mt, distribuídas por quatro unidades da federação conforme Tabela 4, abaixo:

Tabela 4 - Reservas de enxofre no Brasil.

| UF | Reserva medida | | | Reserva indicada | | | Reserva inferida | | | Total (Contido da Medida + Indicada) |
|--------------|----------------------|-------------|-------------------|------------------|-------------|----------------|-------------------|-------------|----------------|--|
| | Minério | Teor (%) | Contido | Minério | Teor (%) | Contido | Minério | Teor (%) | Contido | |
| MG | 10.747.576 | | 118.658 | 5.604.787 | | 147.935 | 15.435.289 | | 144.218 | 266.593 |
| BA | 39.016.150 | 1,59 | 621.895,00 | 2.761.100 | 2,15 | 59.428 | 5.118.831 | 2,81 | 143.620 | 681.323 |
| SC | 118.872.000 | 0,40 | 475.488 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 475.488 |
| PR | 3.018.104.102 | 1,56 | 47.082.424 | | | | | | | 47.082.424 |
| Total | 3.186.739.828 | 1,52 | 48.298.465 | 8.365.887 | 2,48 | 207.363 | 20.554.120 | 1,40 | 287.838 | 48.505.828 |

Fontes: Empresas e relatório anual de lavra.

As reservas de enxofre são assim distribuídas:

- associadas ao petróleo e gás natural - As reservas não estão dimensionadas, haja vista que, a exemplo do nitrogênio, sua contabilização é complicada, pois o teor de enxofre contido no petróleo e no gás natural é variável. A produção nacional de enxofre deriva do processo de refino de petróleo e gás da Petrobrás.
- associadas aos folhelhos pirobetuminosos - No estado do Paraná o enxofre ocorre associado aos folhelhos pirobetuminosos da Formação Irati, da Bacia do Paraná. Esses folhelhos contêm reservas de óleo, gás combustível e enxofre, explorados pela Petrobrás através de um método por ela desenvolvido denominado Petrosix.
- associadas ao carvão no sul do Brasil - No sul do Brasil, principalmente no estado de Santa Catarina, existem depósitos de pirita (FeS_2), associados aos depósitos de carvão da Bacia do Paraná, cujos rejeitos resultantes do beneficiamento de carvão podem conter até 75% de pirita contra 25% de carvão mineral. Adverte-se, contudo, que face inviabilidade econômica esses rejeitos de lavra de carvão com

sulfetos estão há muito tempo estocados e, atualmente, apenas a empresa Carbonífera Metropolitana realiza seu aproveitamento.

- como subproduto de sulfetos - No estado de Minas Gerais existem reservas associadas aos sulfetos de zinco (esfalerita - ZnS) existentes no município de Paracatu e aos sulfetos de níquel e cobre de Fortaleza de Minas, ambas exploradas atualmente pela empresa Votorantim Metais. Em Paracatu, no chamado Morro Agudo, os sulfetos são encaminhados para a unidade da Votorantim localizada em Três Marias onde é produzido ácido sulfúrico. Já em Fortaleza de Minas, no chamado Morro do Níquel, a mineralização é composta por pirrotita (FeS), pentlandita (FeNi)₉S₈ e calcopirita (CuFeS₂) e a planta de ácido fica na mesma localidade.

Outra fonte de enxofre no estado de Minas Gerais é o associado aos sulfetos da mina de ouro denominada Cuiabá, no município de Sabará, cuja exploração é realizada pela empresa Anglo Gold Ashanti. A planta de Ácido Sulfúrico, denominada de Queiroz, localiza-se em Município vizinho, de Nova Lima.

No estado da Bahia o enxofre encontra-se associado aos sulfetos de cobre e é aproveitado desde o ano de 1978 pela empresa Mineração Caraíba S/A no Vale do Rio Curaça, município de Jaguari, que envia o concentrado para a empresa Caraíba Metais S/A, que produz e comercializa cobre eletrolítico tendo como subproduto o ácido sulfúrico.

- enxofre nativo - outro recurso de enxofre, não computado acima, é a de enxofre nativo localizada em Castanhal, município de Siriri, estado de Sergipe, cujas pesquisas realizadas em 1978 pela extinta PETROMISA (PETROBRÁS Mineração S.A.), subsidiária da PETROBRÁS, revelaram a existência de depósitos em sedimentos estratiformes. Embora estes sejam fontes promissoras de enxofre, com um teor médio de 7,1%, não foi possível, até o momento, realizar economicamente sua extração utilizando-se os métodos de lavra atualmente conhecidos, uma vez que o enxofre ocorre de forma descontínua nas camadas sedimentares.

Produção

Conforme estatísticas do USGS (2010), os EUA (9.800 Mt S) mantêm a hegemonia internacional na produção de enxofre, seguido pelo Canadá (9.300 Mt S), China (8.500 Mt S) e Rússia (7.200 Mt S), em 2009.

O Brasil produziu em 2008 um pouco mais de 513 mil t, correspondendo a apenas 0,74% da produção mundial, sendo insuficiente para abastecer o mercado interno. Estimativas indicam que o Brasil necessita entre 2,5 e 3 Mt anuais de enxofre, ou seja, o país produz entre 15 a 20% de sua necessidade. Esta demanda visa atender diversos processos industriais, mais notadamente o de fertilizantes.

O enxofre produzido no Brasil provém de três fontes: folhelho pirobituminoso, beneficiamento do petróleo e processo de ustulação de sulfetos metálico, cuja participação no total tem sido, em média, de 5%, 30% e 65%, respectivamente.

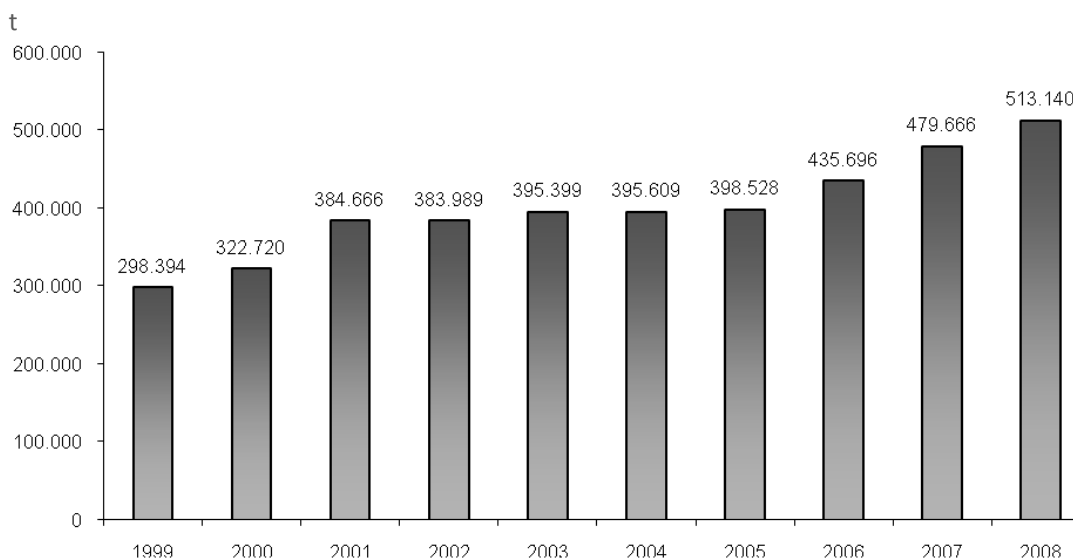
A produção a partir do folhelho pirobituminoso ocorre no município de São Mateus-PR desde o ano de 1971 através de tecnologia desenvolvida pelo Petrobrás. Em 2008 foram produzidas nessa unidade 18.200 t de enxofre

A Petrobrás produz e comercializa também o enxofre recuperado do petróleo e gás natural que representa quase 30% do enxofre produzido no país. Em 2008 foram produzidas 135.354 t.

No estado de Santa Catarina há a recuperação de enxofre contido no rejeito piritoso da mineração de carvão. Em 2008, houve a produção bruta de 5.090 t de S contido. Esta produção não se encontra computada no gráfico abaixo devido ao seu baixo volume.

A produção a partir de sulfetos é realizada pelo Grupo Votorantim no estado de Minas Gerais (sulfetos de zinco em Paracatu e sulfetos de níquel em Fortaleza de Minas, e também pela empresa Anglo Gold Ashanti (sulfetos de ouro em Sabará), na Bahia, pela empresa Mineração Caraíba (sulfetos de cobre em Caraíba, enviados para a Caraíba Metais, localizada no município de Camaçari, Bahia), em Goiás, pela empresa Ya-

mana (sulfetos de Cobre e Ouro em Alto Horizonte, parte do concentrado também enviado para a Caraíba Metais, na Bahia) e pela Vale no Pará (sulfetos de cobre e ouro, em Carajás, parte do concentrado também encaminhadas para a Caraíba Metais). Em 2008, a produção de enxofre como sub-produto de sulfetos respondeu por 359.586 t.



Fonte: DNPM/DIDEM.

Figura 11– Enxofre: evolução histórica da produção brasileira. (2009).



Fonte: DNPM/DIDEM, ANDA e AMA.

Figura 12 - Localização das minas e usinas de enxofre e ácido sulfúrico.

FOSFATO: RECURSOS/RESERVAS E PRODUÇÃO

Conforme exercícios estimativos do USGS – *Mineral Commodity Summary* – 2010, os recursos mundiais de fosfato aproximam-se da ordem de 16 bilhão de t (Bt) (ano base-2009). O *ranking* de recursos/país apresenta a seguinte ordem: 1º Marrocos (36,5%), 2º China (23,7%), 3º Jordânia (9,6%), 4º África do Sul (9,6%) e 5º EUA (7,0%).

No Brasil, as reservas (rocha fosfática) oficialmente aprovadas pelo DNPM (ano base 2008), montam a casa dos 4,76 Bt de minério. Desse montante, cerca de 2,51 Bt representam as reservas medidas e 1,1 Bt as indicadas, com 232 Mt e 104,6 Mt, respectivamente, em termos em P₂O₅ contido, somando, portanto, 337 Mt P₂O₅ contido, o que significa 2,15% das reservas globais de fosfato, ocupando a 6ª posição no *ranking* mundial de países.

Estas reservas (medidas + indicadas) estão concentradas, principalmente, nos estados de Minas Gerais com 67,9% desse total, seguido de Goiás com 13,8%, São Paulo com 6,1%, que juntos participam com 87,8% das reservas do País. Santa Catarina, Ceará, Pernambuco, Bahia, Paraíba e Tocantins compartilham os 12,2% restantes.

Entre as principais empresas envolvidas no setor de fertilizantes e detentoras de direitos minerários sobre jazidas e/ou minas de rochas fosfáticas destacam-se: Fosfértil/Ultrafértil, Bunge Fertilizantes S/A e Copebras, que juntas detêm mais de 80% das reservas acima referidas. Galvani, Itafós Mineração Ltda., Social S/A, Indústria de Fosfatados Catarinense - IFC, CBPM, CPRM e NORFERTIL S/A, compartilham os 20% restantes.

Tabela 5 - Reservas de fosfato por estado - 2008.

| UF | Reserva medida | | | Reserva indicada | | | Total do Contido |
|--------------|----------------------|--------------|--------------------|----------------------|-------------|--------------------|--------------------|
| | Minério | Teor% | Contido | Minério | Teor% | Contido | |
| PB | 9.693.081 | 11,93 | 1.156.764 | 10.278.705 | 11,29 | 2.317.221 | 3.473.985 |
| PE | 21.467.344 | 21,09 | 4.528.309 | 6.496.584 | 12,94 | 840.492 | 5.368.801 |
| CE | 89.178.080 | 11 | 9.809.589 | 3.806.723 | 11 | 418.740 | 10.228.329 |
| MG | 1.640.374.838 | 9,06 | 148.591.613 | 700.109.428 | 9,72 | 68.032.200 | 216.623.813 |
| BA | 17.102.416 | 18,43 | 3.151.727 | 814.590 | 17,73 | 144.406 | 3.296.133 |
| SP | 138.810.270 | 6,93 | 9.622.414 | 192.630.000 | 5,16 | 9.933.295 | 19.555.709 |
| TO | 31.206.630 | 11,24 | 3.507.625 | 0 | 0 | 0 | 3.507.625 |
| SC | 240.818.000 | 6,12 | 14.740.506 | 0 | 0 | 0 | 14.740.506 |
| GO | 320.526.223 | 11,42 | 36.614.193 | 193.606.955 | 11,82 | 22.879.672 | 59.493.865 |
| PI | 1.425.428 | 18,5 | 263.704 | 184.954 | 18,5 | 34.216 | 297.920 |
| Total | 2.510.602.310 | 12,57 | 231.986.444 | 1.107.927.939 | 9,82 | 104.600.242 | 336.586.686 |

Fonte: DNPM/DIDEM.

Produção

Conforme registros estatísticos do MCS (USGS, 2010), a produção mundial de rochas fosfáticas são da ordem de 157,7 Mt. O *ranking* mundial de países produtores de fosfato obedece à seguinte ordem: 1º China (34,88%), 2º EUA (17,25%), 3º Marrocos (15,22%), 4º Rússia (5,71%), 5º Tunísia (4,44%) e 6º Brasil (3,99%). Nota: Para fins desse exercício contábil de produção estimou-se a produção brasileira em 6,3 Mt de concentrado do P₂O₅.

Quanto à produção, em 2008, em torno de 83,6% da produção mundial de rocha fosfática esteve concentrada em sete países, destacando-se a China, os Estados Unidos, Marrocos, Rússia, Tunísia, Brasil e Jordânia. Os cinco primeiros países foram responsáveis por 76,5% do total de 167 milhões de toneladas de rocha produzidas no mundo.

No Brasil o parque Industrial de Fertilizantes ocupou em 2008, a 6ª colocação dentre os produtores mundiais de concentrado de rocha fosfática, com 4 % de participação, produzindo ainda ácido fosfórico, vários produtos intermediários sendo que em 2008, tratou em suas plantas de produção 38,4 milhões de toneladas de ROM (*run of mine*) produzindo 6,727 Mt de concentrado com cerca de 34 a 37% de P_2O_5 . A maior produtora nacional em 2008 foi a empresa Fosfertil, com 33% do mercado, seguida pelas empresas Bunge (24,7%), Anglo American/Copebrás (19,21%) e Ultrafertil (15,22%). Juntas, essas empresas detêm 92% da produção de fosfato no Brasil. Outras empresas que participaram da produção foram Galvani, Itafós e Socal. Essa produção continua concentrada nos complexos alcalino-carbonatíticos localizados nos municípios de Tapira, Araxá e Catalão.

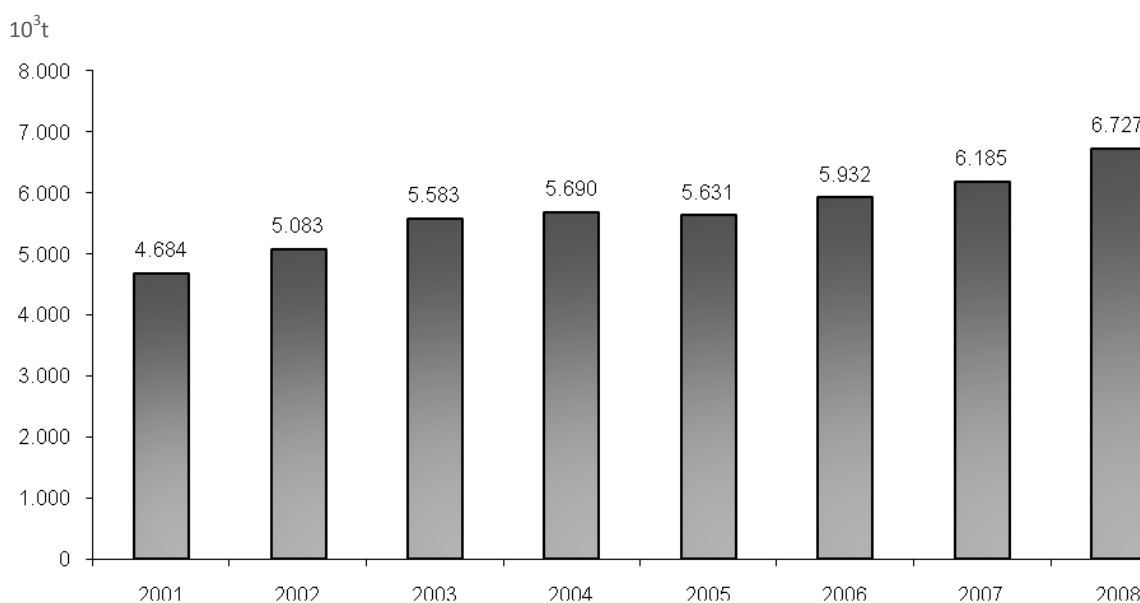
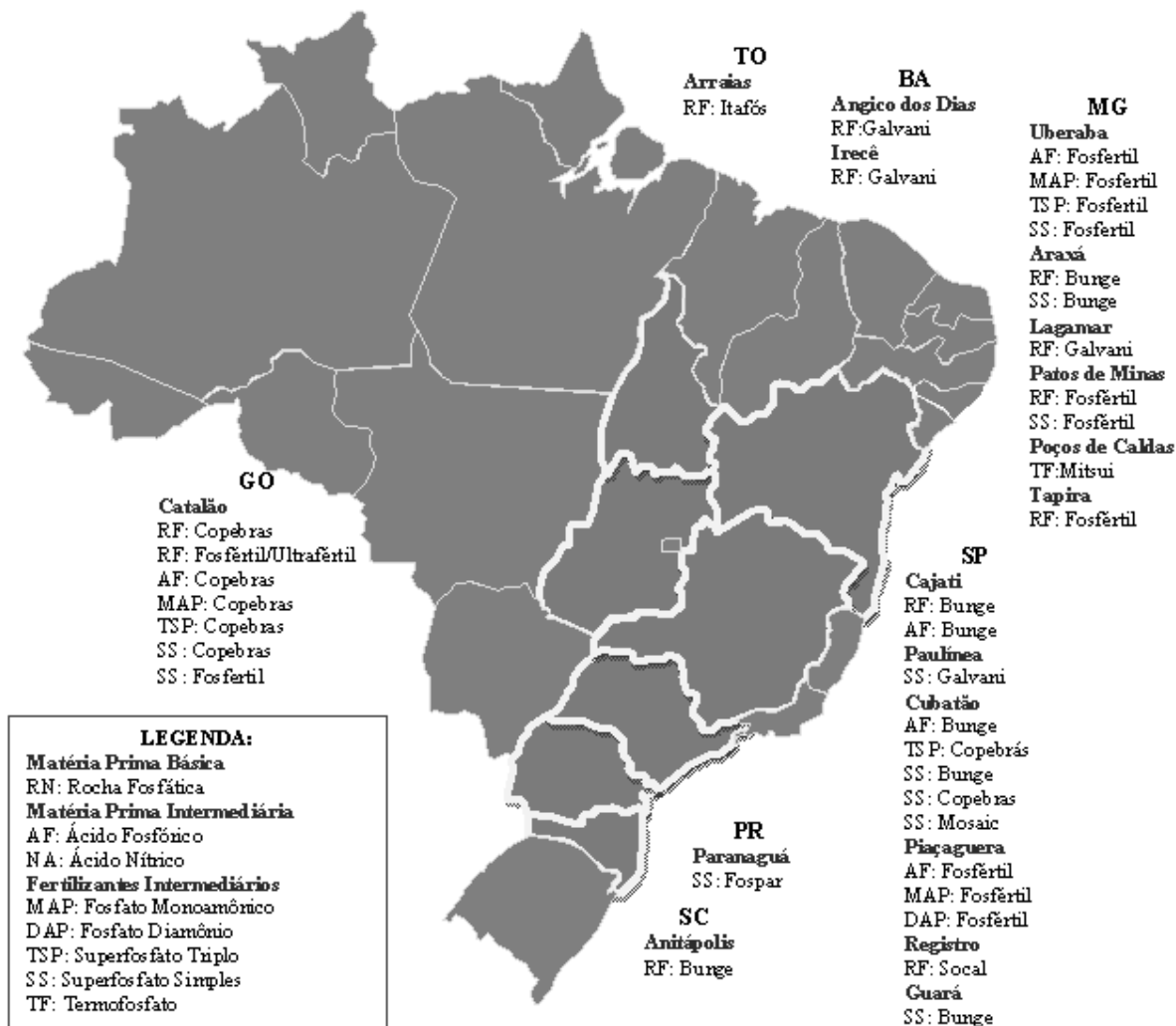


Figura 13 – Rochas fosfáticas: evolução da produção brasileira.



Nota: Não consta o enxofre nem o ácido sulfúrico, já visualizado, mas que também fazem parte desta cadeia. Outros depósitos de fosfato já conhecidos, mas que não se encontram em produção, além do de Anitápolis, são: Maicuru, no Pará e Santa Quitéria, no Ceará.

Fonte: DNPM/DIDEM, ANDA e AMA.

Figura 14 – Estrutura da cadeia produtiva nacional do fosfato (exceto enxofre e ácido sulfúrico).

Potássio: recursos/reservas e produção

Conforme as estatísticas consolidadas pelo MCS-USGS (*Potash*, 2010) as reservas mundiais de potássio (ano base-2009) são da ordem de 8,5 Mt de K₂O equivalente, apresentando o seguinte ordenamento no ranking de países: 1º Canadá (52,0%), 2º Rússia (21,3%), 3º Bielorrússia (8,9%), 4º Alemanha (8,4%) e 5º Brasil (3,5%).

No Brasil, as reservas oficiais de sais de potássio são da ordem de 13 Bt (silvinita e carnalita), decompondo-se em reservas medida (72,6%) e indicada (27,3%). Essas reservas estão localizadas nos estados de Sergipe (Bacia de Sergipe-Alagoas) e do Amazonas (Bacia do Amazonas).

Em Sergipe, as reservas oficiais de potássio totalizaram, no ano de 2008, 489 Mt de silvinita (medida), com teor médio de 9,7% de K₂O, e 11,541 Bt de carnalita (medida+indicada), com teor médio de 8,3% de K₂O, localizadas nas sub-bacias evaporíticas de Taquari-Vassouras e Santa Rosa de Lima, municípios de Rosário do Catete, Carmópolis, Santa Rosa de Lima. Embora esses recursos apresentem considerável ordem de

grandeza, as reservas efetivamente explotáveis (lavráveis) são substancialmente inferiores. Assim, em Taquari-Vassouras, quando da elaboração do Plano de Aproveitamento Econômico, pela extinta PETROMISA, com vistas à implantação da unidade produtora de cloreto de potássio naquela região, trabalhos de reavaliação de reservas definiram como reserva minerável, in situ, 129,6 Mt de silvinita, enquanto que as reservas oficiais, definidas quando do Projeto Potássio, executado pelo DNPM, eram da ordem de 425 Mt. Essa redução deve-se à introdução de parâmetros de minerabilidade, sob a observância de índices de abatimento geológico. Dessas reservas já foram mineradas cerca de 33,95 Mt de minério, no período de 1985-2007. Por outro ângulo, observa-se que na prática, face do método de lavra utilizado (câmaras e pilares), a taxa de recuperação de minério, em Taquari-Vassouras, fica em torno de 50% da 'reserva lavrável'.

Ressalte-se que a produção se concentra em uma só mina *Taquari-Vassouras* e que as demais jazidas, em Sergipe e Amazonas, ainda não entraram em produção, com o fator agravante da descontinuidade de investimentos necessários à reposição estratégica de reservas nacionais, nos últimos 30-40 anos. Ademais, as expressivas reservas oficiais de carnalita ($KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$), bloqueadas no domínio da bacia evaporítica de Sergipe, carecem de maiores estudos com vistas ao seu aproveitamento (método de lavra e rota tecnológica de recuperação do potássio).

Nessa perspectiva a VALE, arrendatária dos direitos minerários da PETROBRAS herdeira oficial dos ativos/passivos da extinta Petromisa desenvolve em nível de 'projeto-piloto' visando à definição de viabilidade técnica e econômica das reservas de carnalita por processo de dissolução (mine solution). Admite-se que a opção de lavra por mine solution além de envolver menor custo operacional e maior recuperação de minério in situ, deverá reduzir o time de desenvolvimento da mina e início operacional, quando comparada à lavra subterrânea convencional (câmaras e pilares).

Tabela 6 - Reservas oficiais brasileiras de sais de potássio por Estado – 2008

| UF | Medida | | | Indicada | | Total | Total |
|-------------------|-----------|----------------------------|-------------------------|-----------|----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| | Minério | Contido (k ₂ O) | Teor (k ₂ O) | Minério | Contido (k ₂ O) | Minério (medida + indicada) | Contido (medida + indicada) |
| AM ⁽¹⁾ | 945.076 | 222.011 | 23,49 | 63.020 | 14.803 | 1.008.096 | 236.815 |
| SE ⁽¹⁾ | 489.638 | 47.691 | 9,74 | - | - | 489.639 | 47.691 |
| SE ⁽²⁾ | 8.011.600 | 665.764 | 8,31 | 3.529.900 | 293.335 | 11.541.500 | 959.099 |
| Total | 9.446.315 | 935.466 | | 3.592.920 | 308.138 | 13.039.235 | 1.243.605 |

Notas: ⁽¹⁾ Silvinita ⁽²⁾ Carnalita Unidade: t.

Fonte: DNPM/DIDEM.

Produção

Conforme estatísticas do USGS, a despeito da significativa queda na produção registrada em 2009, o Canadá com uma produção de 6,5 Mt (queda de -38,1% em relação a 2008) mantém a hegemonia produtiva liderando o *ranking* mundial de países produtores de potássio, seguido por: Rússia, Bielorrússia, China e Israel (Figura 29).

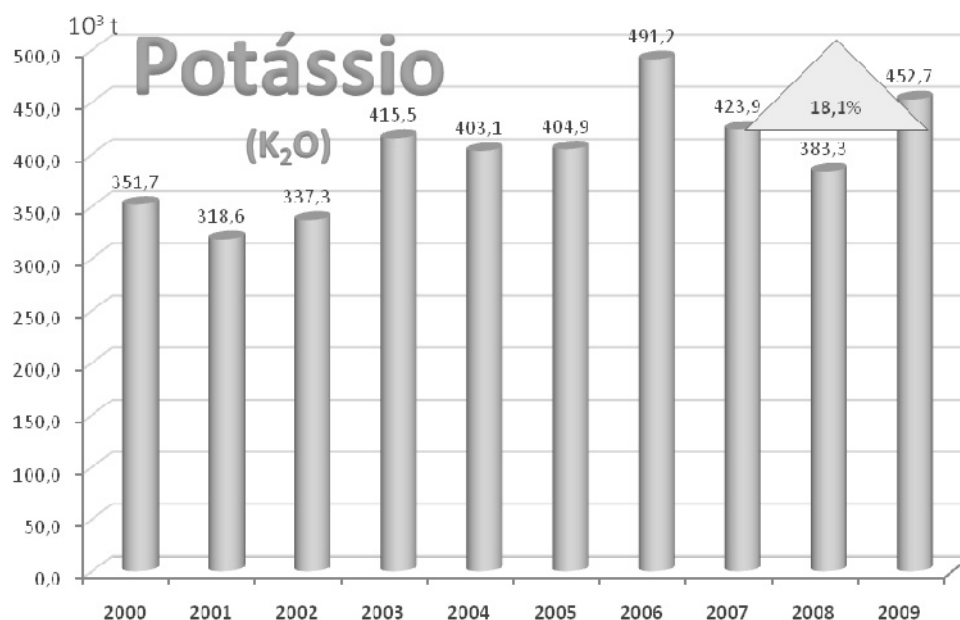
A produção de potássio no Brasil, iniciada em 1985, está restrita ao complexo mina/usina Taquari-Vassouras, no Estado de Sergipe, operado pela Companhia Vale do Rio Doce (VALE). A produção se dá através de lavra subterrânea convencional, sendo o minério silvinita, lavrado através do método câmaras e pilares retangulares, com beneficiamento através de flotação. Em função do mercado, a produção em Taquari/Vassouras tem sido distribuída entre os tipos Standard (0,2 a 1,7 mm) e Granular (0,8 a 3,4 mm).

O Complexo mina/usina Taquari-Vassouras está produzindo a plena carga, observando-se que a produção nos últimos anos esteve acima da capacidade nominal prevista no projeto base (500 mil t/ano de KCl).

Como única fonte doméstica de potássio fertilizante, a unidade produtora de Taquari/Vassouras, mesmo produzindo acima da capacidade nominal, prevista no projeto base (500 mil t/ano de KCl), está distante de suprir a demanda interna pelo produto. Em 2008, a produção atingiu 606,71 mil t de KCl, correspondendo a 383,26 mil t. de K_2O equivalente, tendo sido, essa produção, inferior à observada no ano anterior, quando foram produzidas 670,97 mil t de KCl, correspondendo a 423,85 mil t. de K_2O equivalente.

Apesar da queda observada nos últimos anos, houve um incremento na produção interna tendo crescido de 289 mil t de KCl, em 1993, para os patamares observados nos últimos anos. Ainda assim, em 2008, a produção doméstica de KCl representou apenas de 8,66% do consumo interno aparente.

Conforme informações da VALE a produção de minério bruto ($ROM^{(*)}$) em 2009, em Sergipe, foi de 2.570.481 t de silvinita (KCl + NaCl), que submetida a processo de beneficiamento por flotação de cloreto de potássio resultou na produção final de 754.495 t KCl, que convertida significa $\cong 452,7$ t $K_2O^{(**)}$ equivalente. Importa registrar a retomada no crescimento da produção na mina de Taquari-Vassouras (+18,1%), quando comparada ao ano imediatamente anterior.



Notas:

(*) ROM - Run of mine;

(**) Usa-se convencionalmente a unidade "K₂O equivalente" para expressar o potássio contido no concentrado de minério (K-contido), embora esta unidade não represente a composição química da substância. Fatores de conversão: KCl puro x 0,63177 = K₂O equivalente K₂O x 0,83016 = K.

Fonte: DIDEM-DNPM, 2010.

Figura 14 - Evolução da produção de potássio (60% de K_2O).

Admitindo-se a capacidade instalada da mina-usina de beneficiamento, calcula-se uma vida útil para a mina de silvinita de Taquari-Vassouras de 7-8 anos, prevendo-se, portanto, sua exaustão em 2016/2017 (*ceteris paribus*).

CONSIDERAÇÕES COMPLEMENTARES: TENDÊNCIAS E PERSPECTIVAS SOBRE O POSICIONAMENTO ESTRATÉGICO DO SETOR DE FERTILIZANTES BRASILEIRO

Identificadas e avaliadas as relações de dependência e de sustentabilidade setoriais, enumeram-se a seguir vulnerabilidades e vantagens comparativas do Brasil, na perspectiva de instrumentalizar políticas públicas e da sinergia no planejamento estratégico do agronegócio e do mineralnegócio.

- a geodiversidade do Brasil apresenta 355 Mkm² de solo com aptidão geoagrícola. Admite-se, contudo, que apenas 20% das terras agriculturáveis são utilizados. Esse potencial dos solos, associado ao clima tropical, com chuvas regulares e energia solar abundante, destacam-se como principais vantagens comparativas do Agronegócio, que contribui significativamente para a formação do PIB nacional.
- o Brasil situa-se entre os quatro maiores consumidores de fertilizantes, representando cerca de 6,2% da demanda mundial, liderada pela China, Índia e EUA. Entretanto, a taxa de crescimento anual da demanda brasileira tem superado a média mundial, o que agrava a dependência externa de agrominerais, conforme série histórico-estatística de fertilizantes entregues ao consumidor final: 2005 (20,2 Mt); 2006 (21,0 Mt), 2007 (24,6 Mt); 2008 (22,4 Mt) e 2009 (22,5 Mt) (ANDA, 2010).
- a elevada vulnerabilidade externa tem implicado em significativa evasão de divisas com importação de agrominerais e produtos derivados. Em 2009 as importações de Potássio implicaram na saída de US\$ 2,1 bilhões (3,4 Mt de KCl) e US\$ 18,6 milhões (30,3 mil t K₂O).

Mesmo considerando a menor vulnerabilidade externa do País — haja vista que o parque mínero-extrativista atende mais do 70% da demanda interna de concentrado de P₂O₅ — as importações de matérias-primas fosfatadas implicaram numa evasão de divisas da ordem de US\$ 70,5 milhões em 2009, mais de 50% oriundos do Marrocos. Fica a questão: ainda que o Brasil alcance a autosuficiência no médio prazo (concentrado de fosfato), a dependência de produtos mais elaborados continuaria pesando negativamente na formação da balança comercial de agrominerais? Evidente que a instrumentalização de políticas de desenvolvimento industrial e de tecnologia mineral será fator determinante à mudança dessa perspectiva nos médios e longos prazos.

As descobertas recentes de mega campos de petróleo e gás em estratos geológicos ‘pré-sal’ na plataforma continental brasileira, permite o desenho de um horizonte bastante favorável para o País no que se refere assegurar a provisão da demanda doméstica de enxofre para a agricultura e outros fins industriais. Entretanto, o impacto das importações dessa matéria-prima é muito significativo, registrando-se uma evasão de divisas de US\$ 196,5 milhões, em 2009.

O componente custo de recuperação de nitrogênio (amônia e uréia), dada a relação US\$/m³ gás, ainda apresenta-se como a principal desvantagem comparativa do Brasil na produção de nitrogênio de gás natural de petróleo, quando comparado aos custos de outros países como a Rússia e Arábia Saudita. Em 2009, as importações de amônia e uréia atingiram patamares de US\$ 188,7 milhões e US\$ 512,5 milhões, respectivamente.

A disponibilidade primária de recursos agrominerais e o grau de vulnerabilidade externa do Brasil são críticas, na medida em que a provisão da demanda de fertilizantes básicos (uréia, cloreto de potássio, sulfato de amônia e fosfato reativo) pelo agronegócio apresenta forte dependência de importações: K(92%), N (75%), P (48%) e S (82%).

| Macronutrientes | Fontes Primárias | Mínero-Indústria | Fertilizantes Derivados | Dependência Relativa | % |
|--------------------------------|--|---|---|----------------------|-----|
| Nitrogênio (N) | GNP-Gás Natural Petróleo (Amônia Anidra) Bacia de Campos-RJ | Indústrias Petroquímicas: Petrobrás ; Brasken; Fosfertil; Proquigel | Uréia Sulfato de Amônio Nitrato de Amônio | Produção Nacional | 25 |
| | | | | Importações | 75 |
| | | | | | 100 |
| Fósforo (P) | Rochas Fosfáticas: Sedimentares: Marrocos Ígneas: Carbonatitos, Araxá-MG Produtos Intermediários: Ácido Fosfórico Ácido Sulfúrico | Indústrias: Bunge-Copebras-Fosfertil-Galvan Profertil/Roullier Misturadoras: Cibrafertil-Fospar-Heringer Mosaic - Yara | DAP/MAP Superfosfato Triplo Superfosfato Simples Termofosfato Fosfatos Naturais | | |
| | | | | Produção Nacional | 52 |
| | | | | Importações | 48 |
| | | | | | 100 |
| Potássio (K) | Sais Evaporíticos Mineral-minério: Silvinita, Carnalita Mina Taquari-Vassouras'-SE. | VALE (Cia. Vale do Rio Doce) | K ₂ O KCl (Potassium Chloride) | Produção Nacional | 8 |
| | | | | Importações | 92 |
| | | | | | 100 |
| Fonte: ANDA, 2008; DNPM, 2008. | | | Legenda: Vulnerabilidade Externa | Média Elevada | |

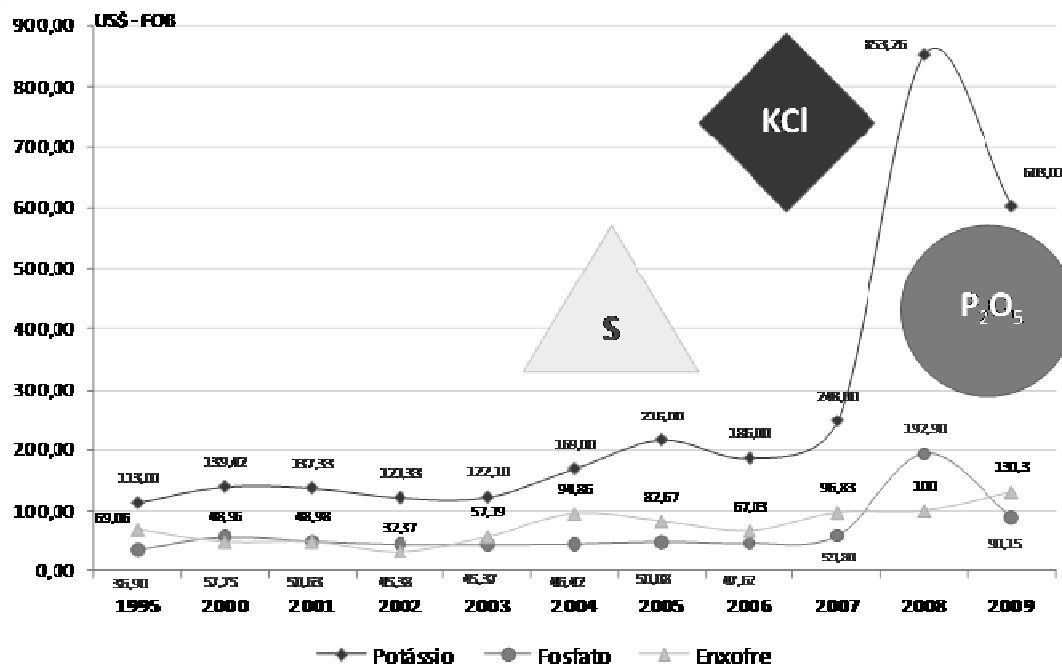
Figura 15 – Fertilizantes (NPK): perfil estrutural da indústria no Brasil.

Tendências e perspectivas

O agronegócio brasileiro experimenta um vigoroso processo de expansão associado fatores externo e interno. O primeiro reflete ao *boom* do mercado internacional de *commodities* agrícolas, atribuindo-se ao crescimento da demanda dos emergentes: China, Índia e Rússia. Ao fator determinante doméstico associam-se o aumento da renda familiar e a ampliação da demanda por biocombustíveis (etanol);

As vantagens comparativas e a inserção competitiva do Brasil no mercado internacional do agronegócio estão estreitamente relacionadas ao equacionamento da provisão de agrominerais, na medida em que a produção nacional fertilizantes básicos (NPK) limitou-se 8,5 Mt (2005), 8,8 Mt (2006), 9,8 Mt (2007), 8,9 Mt (2008) e 8,4 Mt (2009) respondendo, portanto, por apenas 37,3% do consumo doméstico em 2009;

Por outro ângulo, a instabilidade de mercado, associada à volatilidade-preços dos insumos agrominerais nos anos recentes são fenômenos que implicam na menor rentabilidade do agronegócio e aumento de preços dos alimentos;



Fonte: Secex-MDIC, DNPM, ANDA.

Figura 16 - Fertilizantes: volatilidade-preço 1995-2009.

A despeito da crise econômica internacional, exercícios de tendências e cenários apontam um forte crescimento da demanda mundial de potássio, visto a estreita dependência das modernas técnicas agrícolas de insumos agrominerais, em particular da trilogia de macronutrientes: NPK.

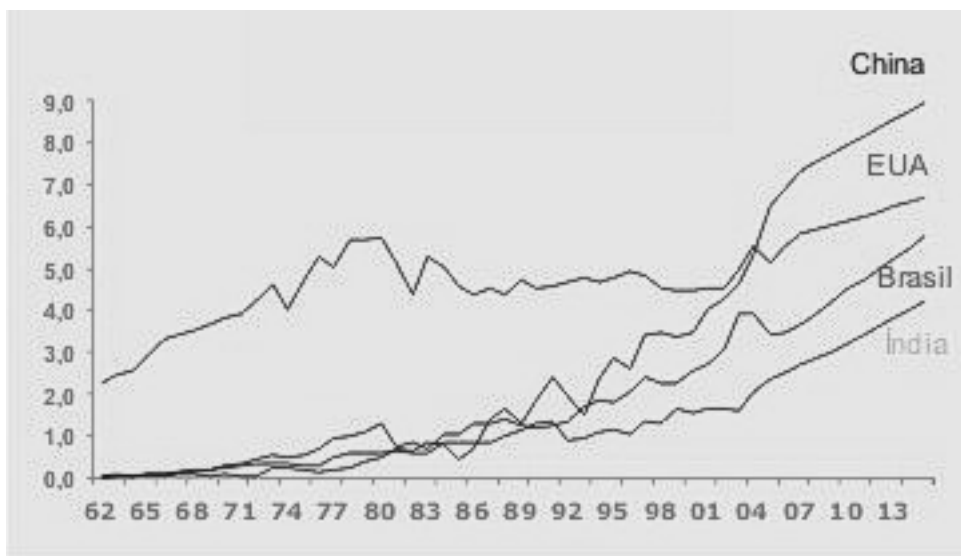


Figura 17 – Potássio: tendência mundial do consumo – 2013.

Agradecimentos

Ao geógrafo Ângelo dos Santos, ao Desenhista Alencar Moreira Barreto e à geóloga Inara Oliveira Barbosa, nossos agradecimentos pelo empenho e valiosa contribuição ao trabalho.

Referências bibliográficas

- ANDA – Associação Nacional para a Difusão de Adubos. Estatísticas. Disponível em <www.anda.org.br/estatisticas.aspx>. Acesso em: 08 mar 2010.
- BERTOLDO, A. O conhecimento geológico no Brasil. Rio de Janeiro: CPRM, 2006. Disponível em <www.cprm.gov.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infoid=580&sid=48>. Acesso em: 01 mar 2010.
- DNPM – Departamento Nacional de Produção Mineral. *Calcário Agrícola*. In: Economia Mineral do Brasil. Brasília: DNPM/Cidade Gráfica e Editora Ltda. 2009. 536-545 p.
- . *Fosfato*. In: Economia Mineral do Brasil. Brasília: DNPM/Cidade Gráfica e Editora Ltda. 2009. 546-568 p.
- . *Potássio*. In: Economia Mineral do Brasil. Brasília: DNPM/Cidade Gráfica e Editora Ltda. 2009. 546-568 p.
- . *Enxofre*. In: Economia Mineral do Brasil. Brasília: DNPM/Cidade Gráfica e Editora Ltda. 2009. 577-590 p.
- . *Agronegócio e Mineralnegócio: relações de dependência e sustentabilidade*. Brasília: Informe Mineral: Desenvolvimento & Economia Mineral (2º Semestre-2008). v.7. p. 28-46. Disponível em <www.dnpm.gov.br/conteudo.asp?IDSecao=68&IDPagina=38>
- . Rochas fosfáticas. Informe Mineral: Desenvolvimento & Economia Mineral (2º Semestre-2008). v.7. p. 28-46. Disponível em <www.dnpm.gov.br/conteudo.asp?IDSecao=68&IDPagina=38>.

- . Enxofre. Brasília: Sumário Mineral (2001-2009). Brasília. Disponível em <www.dnrm.gov.br/conteudo.asp?IDSecao=68&IDPagina=1165>.
- . Fosfato. Brasília: Sumário Mineral (2001-2009). Brasília. Disponível em <www.dnrm.gov.br/conteudo.asp?IDSecao=68&IDPagina=1165>.
- . Potássio. Brasília: Sumário Mineral (2001-2009). Brasília. Disponível em <www.dnrm.gov.br/conteudo.asp?IDSecao=68&IDPagina=1165>
- USGS – United States Geological Survey. Phosphate rock. Washington: USGS. Mineral Commodity Summaries - 2010. Disponível em <<http://www.usgs.gov>>.
- . Potash. Washington: USGS. Mineral Commodity Summaries - 2010. Disponível em <www.usgs.gov>.
- . Sulfur. Washington: USGS. Mineral Commodity Summaries - 2010. Disponível em <www.usgs.gov>.