



53

CETEM

Série Estudos & Documentos

Importância e Função dos Fertilizantes numa Agricultura Sustentável

**Francisco Eduardo Lapido Loureiro
Marisa Nascimento**

Presidência da República

LUIZ INÁCIO LULA DA SILVA

JOSÉ ALENCAR GOMES DA SILVA

Vice-Presidente

Ministério da Ciência e Tecnologia

ROBERTO AMARAL

Ministro da Ciência e Tecnologia

WANDERLEY DE SOUZA

Secretário Executivo

MILTON COELHO DA SILVA NETO

Secretário de Coordenação das Unidades de Pesquisa

CETEM - Centro de Tecnologia Mineral

GILDO DE ARAÚJO SÁ CAVALCANTI DE ALBUQUERQUE

Diretor do CETEM

ARNALDO ALCOVER NETO

Coordenador de Análises Minerais

AUGUSTO WAGNER PADILHA MARTINS

Coordenador de Planejamento e Gestão Operacional

CARLOS CESAR PEITER

Coordenador de Apoio a Pequenas e Médias Empresas

COSME ANTONIO DE MORAES REGLY

Coordenador de Administração

FERNANDO FREITAS LINS

Coordenador de Inovação Tecnológica

ROBERTO CERRINI VILLAS BÔAS

Coordenador de Desenvolvimento Sustentável

SÉRIE ESTUDOS E DOCUMENTOS

ISSN 0103-6319

Coletânea Fertilizantes - I

**Importância e Função dos
Fertilizantes numa Agricultura
Sustentável e Competitiva**

FRANCISCO EDUARDO LAPIDO-LOUREIRO

Eng. Geólogo, D. Sc. Pesquisador Titular do
CETEM/MCT

MARISA NASCIMENTO

Eng^a. Química, M. Sc.
Doutoranda da COPPE/UFRJ

CETEM / MCT
2003

SÉRIE ESTUDOS E DOCUMENTOS
CONSELHO EDITORIAL

Editor

Carlos César Peiter

Subeditor

Maria Laura Barreto

Conselheiros Internos

Francisco E. de Vries Lapido-Loureiro

Francisco R. C. Fernandes

Gilson Ezequiel Ferreira

Conselheiros Externos

Alfredo Ruy Barbosa (Consultor)

Gilberto Dias Calaes (ConDet)

José Mário Coelho (CPRM)

Rupen Adamian (UFRJ)

Saul Barisnik Suslick (UNICAMP)

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

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

Jackson de F. Neto COORDENAÇÃO EDITORIAL

Vera Lúcia Ribeiro CAPA

Dayse Lúcia Moraes Lima **EDITORAÇÃO ELETRÔNICA**

Lapido-Loureiro, Francisco Eduardo

Importância e função dos fertilizantes numa agricultura sustentável/
Francisco E. Lapido-Loureiro; Marisa Nascimento. Rio de Janeiro: CETEM/
MCT, 2003.

75 p. (Série Estudos e Documentos, 53)

1. Fertilizantes. 2. Desenvolvimento sustentável. 3. Agricultura. I. Centro
de Tecnologia Mineral. II. Título. III. Série. IV. Nascimento, Marisa.

ISBN 85-7227-177-4

ISSN 0103-6319

CDD 668.6

Sumário

Resumo	6
Abstract	7
Preâmbulo	8
1. Introdução	19
2. Importância e função dos fertilizantes numa agricultura sustentável	28
3. Produção e consumo de fertilizantes	36
3.1. Produção e consumo de fertilizantes no mundo	36
3.2. Produção, importação e consumo de fertilizantes no Brasil	41
4. Agricultura e demanda de fertilizantes no Brasil	50
4.1. Evolução da indústria agrícola	55
4.2. Tópicos sobre a evolução, particularidades e problemática da indústria brasileira de fertilizantes	60
4.3. Projeção da demanda de fertilizantes para a agricultura e pastagens	62
5. Considerações Finais	68
Referências bibliográficas	73

Resumo

Dá-se início, com este texto, à publicação de 14 monografias subordinadas à temática *Fertilizantes e Sustentabilidade na Agricultura – Uma Abordagem Mínero-Química-Metalúrgica*. Serão consideradas, no contexto brasileiro, fontes e rotas, tanto convencionais como alternativas, de produção de macro- e micronutrientes, defensivos e capacitores agrícolas, com recuperação de subprodutos e redução de impactos ambientais, ponderando-se a função, importância e características dos fertilizantes numa agricultura sustentável, a problemática dos elementos contaminantes e dos impactos ambientais causados pela indústria dos fertilizantes e por uma fertilização não balanceada.

Neste primeiro tomo são abordadas, de uma forma geral, as funções, importância, características e dimensão da produção e consumo de fertilizantes, tanto em escala brasileira, como mundial. Com apoio de dados estatísticos, mostram-se suas particularidades numa agricultura que se deseja sustentável mas não sustentada como, paradoxalmente acontece em países desenvolvidos. Com efeito, os subsídios à agricultura mundial em 1998 foram: OCDE (29 países), 366 bilhões de dólares ou 42% do valor da produção; CEE, 142 bilhões; EUA, 87 bilhões; Japão, 56 bilhões (LOPES, 2002).

Uma análise abrangente dos dados disponíveis, conjugada com projeções de especialistas, permitiu apresentarem-se previsões de situações futuras e sugerirem-se rumos passíveis de serem seguidos pela indústria mínero-química-metalúrgica dos fertilizantes.

Abstract

These 14 papers about "The fertilizers and sustainability in agriculture - a mining, chemical and metallurgical approach" will be published initially in electronic form, and later as a book. These papers will consider, in the Brazilian framework, conventional and alternative sources and routes of production of macro and micro nutrients, pesticides and herbicides, including the recovery of byproducts and the reduction of environmental impacts, considering the function, importance and characteristics of fertilizers in a sustainable agriculture, the problems of the contaminant elements and of the environmental impacts caused by the fertilizers industry and by a unbalanced fertilization.

In this volume, the functions, importance and characteristics and dimension of production and consumption of fertilizers will be discussed, in general, at the Brazilian and at a global scale. With the help of statistical data, it will be shown the particularities of an agriculture which is aimed to be sustainable and not sustained as occurs paradoxically in developed countries. As a matter of fact, the support to agriculture worldwide, in 1998 were: OCDE (29 countries), 366 billion dollars or 42% of the value of production; CEE, 142 billion dollars; USA, 87 billion dollars; Japan, 56 billion dollars (LOPES, 2002).

A broad analysis of the available data is presented, and on the basis of specialists forecast, predictions of future situations are made while presenting suggestions about possible routes to be followed by the mining-chemical-metallurgical industry of fertilizers.

Preâmbulo

There is need for education not only to improve the knowledge of the farmer but also to inform politicians and decision-makers on the consequences of continuous soil nutrient mining due to unbalanced fertilization.

(A Kraus)

O Brasil, em escala mundial, é um dos maiores produtores agrícolas e a sua potencialidade para crescer é enorme: dos 330 milhões de hectares de área agricultável, apenas 14% (45 milhões) estão em produção (LAMON, 2001). Poderá ser, e cada vez mais, um dos grandes produtores mundiais de alimentos no cenário de crescimento/desenvolvimento de uma agricultura que se quer competitiva, ecoeficiente¹ e sustentável² dentro das perspectivas conceituais de "ciclo de vida" (*life-cycle perspective*). Neste cenário os fertilizantes terão importante função a desempenhar.

¹ Ecoeficiência – *produção de bens e serviços, a preços competitivos, que satisfaçam as necessidades humanas, melhorem a qualidade de vida e, progressivamente, reduzam os impactos ambientais e a intensidade de utilização de recursos nas diferentes etapas no ciclo de vida, até ao nível compatível com a capacidade de carga estimada do planeta* (World Business Council for Sustainable Development, 1987).

Eco-efficient farming – *regras para que fertilizer application tends to the plant nutrient needs for healthy growth* (AGRI, 2001).

² Sustentável – o que se pode sustentar, conservar, manter. Sustentabilidade - a qualidade de um sistema que é sustentável, isto é, que tem a capacidade de se manter em seu estado atual, durante um tempo indefinido, principalmente devido à baixa variação de seus níveis de matéria e energia: desta forma não esgotando os recursos que necessita. (Lima-e-Silva et al, 1999).

Desenvolvimento Sustentável – *um modelo de desenvolvimento que permite às gerações presentes satisfazerem as suas necessidades sem pôr em risco a possibilidade das gerações futuras também o fazerem* (World Commission on Environment and Development, 1987).

O termo desenvolvimento sustentável *vem sendo "apropriado" por diversos segmentos da sociedade. O seu uso freqüente, é um sinal importante*, mas, em contrapartida, falta-lhe conceituação o que leva, muitas vezes, a ser confundido com uma simples preocupação ambiental (BARRETO, 2001). Nesta abordagem, desenvolvimento sustentável, será "apropriado" ao binômio fertilizantes – agricultura.

Em 2005 mais de metade da população da Terra viverá em cidades. Na América latina a população urbana já representa 75% e continua a aumentar. Em certas cidades de África o crescimento faz-se a um ritmo de 9 - 10% a cada ano. Esse crescimento irá provocar a ocupação de terras produtivas, afastando, progressivamente, a produção agrícola dos núcleos urbanos e aumentando o custo das atividades de transporte e estocagem dos alimentos (ARGENTI, 2002).

Neste contexto, a agricultura urbana poderá ser uma fonte importante de alimentos, principalmente legumes e frutas. Segundo a FAO (2002), cerca de 200 milhões de agricultores urbanos contribuem para a alimentação de 700 milhões de pessoas, ou seja, ¼ da população urbana do mundo. Para ser segura exige, porém, solos despoluídos e águas de irrigação não contaminadas. *Infelizmente o perigo para a saúde conduz as autoridades a esforçarem-se por impedir a produção de víveres ("production vivrière") nas áreas urbanas em vez de procurarem encontrar soluções para a contaminação* (ARGENTI, ob. cit.). Não deve esquecer-se que as pessoas gastam, em média, na alimentação, 30% a mais nas zonas urbanas do que nas áreas rurais e, mesmo assim, consumindo menos calorias. Devido às distâncias, mau estado das estradas, falta de manutenção dos meios de transporte e engarrafamentos, 10 a 30% dos produtos deterioram-se durante a viagem (FAO, 2002).

Este tipo de produção agrícola, além de apresentar grandes riscos de contaminação, dificilmente poderá resolver, pelo seu volume, o complexo problema do abastecimento das grandes cidades.

Uma agricultura ecoeficiente deve ter como preocupação primordial a correta aplicação, qualitativa e quantitativa, dos

fertilizantes, em função do trinômio: tipo de cultivo, características do solo e clima. Segundo ALGARTE et al (1991), a contribuição dos adubos, incluindo a calagem, no aumento da produtividade, é da ordem de 30 a 60%, se corretamente aplicados.

Hoje é comum as grandes empresas produtoras/vendedoras de fertilizantes terem setores de apoio técnico para prestarem informações aos agricultores sobre o tipo, forma, quantidade e época de aplicação correta dos nutrientes.

Estudos de ciclo de vida (*life-cycle*) numa cadeia que vai da produção, passando pelo transporte, até ao uso dos fertilizantes, mostraram que mais de 90% do impacto ambiental provém das atividades no campo. Capacitar os produtores agrícolas a utilizarem corretamente os fertilizantes é um caminho promissor para melhorar os problemas ambientais (AGRI, 2001).

A agricultura é responsável por cerca de 35% das emissões de gases de efeito estufa (gás carbônico, metano e óxido nitroso). Para limitá-las fazem-se avaliações, em vários países, sobre o efeito das práticas agrícolas e florestais na estocagem ou na emissão daqueles gases para que se possam propor modos de manejo que contribuam para reduzir o efeito estufa.

O aumento de matéria orgânica nos solos eqüivale a seqüestrar carbono da atmosfera (CERRI, 2002). É o que se consegue, por exemplo, não queimando as folhas de cana-de-açúcar: aumenta-se a estocagem de carbono nos solos argilosos e arenosos com a formação de uma camada, na superfície, de matéria orgânica (humo) relativamente estável. Assim 10 a 15% do carbono total das folhas (cerca de 0,5 a 1 t/ha/ano) é estocado no solo (FELLER, 2002)

Existem programas de computadores para lavradores, conselheiros e distribuidores de adubos, que permitem indicar as melhores quantidades e composições dos fertilizantes a serem aplicados, atendendo, entre outros, aos parâmetros, solo, clima, variedade agrícola e ao conceito de fertilização balanceada. Cite-se, a título de exemplo, que a Hydro-Agri, do grupo norueguês Norsk-Hydro, a maior empresa de fertilizantes do mundo, desenvolveu, para esse efeito, no seu centro de pesquisa de Hanninghof na Alemanha, o programa "Hidroplan".

A mesma empresa criou também um serviço de internet, o "Hydro NPK On-line", que os lavradores podem usar *to get fertilizer application maps for specific field management*. A aplicação convencional de fertilizantes, em proporções uniformes, numa região heterogênea, pode provocar dosagens localmente incorretas. O "Hydro NPK On-line" permite detalhar as diferentes necessidades e assim estabelecer dosagens específicas (AGRI, ob. cit.).

Com idêntico objetivo, a Hydro-Agri desenvolveu um aparelho portátil, para medir o conteúdo de nitrogênio nas plantas. É o "Hydro N-Tester" que permite ao lavrador decidir em que proporção e em que momento deve ser aplicado o fertilizante nitrogenado, uma das decisões mais difíceis a ser tomada.

Verifica-se assim que os fertilizantes poderão desempenhar um papel fundamental, se atenderem, simultaneamente, aos novos conceitos de aumento da produtividade do solo e, através da sua aplicação controlada, à minimização de impactos ambientais.

O Brasil, para fortalecer tal posição terá que buscar soluções para um ponto frágil: a produção nacional de matérias primas e de produtos intermediários para fertilizantes é acentuadamente insuficiente para atender às necessidades de um país que é o 4º maior consumidor mundial.

O problema é grave em relação ao potássio para fertilizantes. O Brasil depende em 86,5% de importações e tem uma única mina em atividade. No entanto, além da mina de Taquari-Vassouras (SE), em produção, são conhecidos, na região, depósitos de potássio, arrendados à Companhia Vale do Rio Doce – CVRD, mas os projetos de exploração dessas reservas de silvinita (mistura dos minerais silvita, cloreto de potássio, e halita, cloreto de sódio) e de carnalita (cloreto de potássio e magnésio hidratado), continuam sem serem implementados, aguardando pesquisas tecnológicas que mostrem a sua viabilidade técnico-econômica, no atual contexto de desenvolvimento da agricultura e no da demanda/preços dos fertilizantes no Brasil. Os depósitos de Fazendinha e Arari, no Estado do Amazonas, com uma localização mais limitativa também esperam definição por parte da Petrobrás, detentora dos direitos de lavra.

Fontes alternativas para obtenção de sais de potássio ou produção de termofosfatos potássicos utilizando como matéria prima

rochas ígneas alcalinas da família dos sienitos, sedimentares como os arenitos feldspáticos, metassedimentares como os xistos glauconíticos, ou ainda rochas enriquecidas de potássio por processos hidrotermais, deveriam merecer uma atenção toda especial. Os equivalentes microcristalinos dos sienitos, os traquitos, também devem ser considerados e devidamente estudados, como hipótese para aplicação direta na agricultura, como fertilizantes potássicos, pesquisas essas que, como é do nosso conhecimento, já estão sendo iniciadas em Cuba.

No caso dos fertilizantes fosfatados, depósitos como os de Angico dos Dias (BA/PI), Itataia (CE) e Anitápolis (SC), já estudados e passíveis de entrar em produção, continuam parados. A jazida de Patos de Minas (MG), onde se localizam as maiores reservas medidas de fosfato do País, continua subaproveitada por falta de tecnologia e/ ou de investimentos. Outros depósitos, ou não chegaram a entrar em produção como é o caso de Salitre (MG) e Maicurú (AM), ou a sua produção foi suspensa por não ser considerada econômica, na época (Fazenda Ipanema – SP e Olinda - PE). No Brasil, Olinda é o único depósito de origem sedimentar, isto é, com a mesma origem das grandes jazidas do Norte de África, Próximo Oriente e Estados Unidos. Passou por uma fase intensa de produção e foi fechada porque, na época não foi considerada econômica no contexto brasileiro, devido aos altos custos do transporte para as regiões consumidoras do sudeste e centro-oeste.

A propósito destes fatos, lembra-se que se deve ao espírito inovador de Paulo Abib e aos trabalhos de P,I&D executados pela sua equipe, o ter-se conseguido implantar, no Brasil, a indústria dos fertilizantes fosfatados, contra o parecer técnico de consultores externos. Como resultado desta política o Brasil chegou a atingir a auto-suficiência em fosfatados, mas hoje já importa 3,2 Mt/ano e a tendência é de um progressivo aumento das importações, se não forem implantados novas indústrias produtoras que utilizem matéria prima nacional.

Se já era uma preocupação o fraco crescimento da produção de fertilizantes no Brasil, quando o País produzia entre 12 a 15% a mais do que importava, nos últimos anos o problema passou a assumir maiores proporções, com tendência a se agravar cada vez mais.

O que aconteceu no final dos anos noventa foi bem marcante. De 1999 para 2000, enquanto a produção nacional de fertilizantes passou de 7.537 Mt para 7.888 Mt, ou seja, um crescimento de 4,7%, as importações saltaram de 7.059 Mt para 10.276 Mt, o que representou um aumento de 45,6%. Para o enxofre esse aumento foi de 32,5%, tendo passado de 1.990 Mt para 2.647 Mt (ANDA, 2002).

Detalhando-se um pouco mais, verifica-se que, em 2000, foram importadas 7,180 Mt dos elementos K, P, N e S contidos em 12,923 Mt de matérias primas e de produtos intermediários, ao custo de 1,666 bilhões de dólares, nas seguintes proporções:

K => 2.566 Mt, provenientes do Canadá (29%), ex-URSS (20%), Alemanha (20%); Israel (15) e outros (16%);

P => 1.361 Mt, referentes i) a bens primários, originários de mais de 30 países sendo os principais fornecedores, Israel (47%) e Marrocos (30%), e ii) a compostos químicos fosfatados, provenientes, principalmente, dos EUA (30%), da ex-Rússia, (26%), de Israel (12%) e da Tunísia (10%);

N => 1.456 Mt, correspondentes a nitrogênio contido em vários produtos;

S => 1.797 Mt, provenientes principalmente do Canadá (66%), Chile, Alemanha e EUA, das quais 52% para a agricultura, sendo 70 a 80% para a produção de ácido fosfórico.

Não foi um crescimento esporádico. Na última década do século XX, o consumo interno de fertilizantes cresceu a uma taxa anual média de 7%, muito elevado se comparado com o que se passa em escala mundial³ e com forte tendência a aumentar, como comprova o que aconteceu em 2000 x 2001, fato já referido.

³ Em escala mundial esse crescimento foi, nos últimos 10 anos, de 1,45%. Porém não deve ser esquecido que, para esse fraco aumento, contribuiu fortemente a ex-URSS ao passar de um consumo de 21,55 Mt/ano de N+ P₂O₅+K₂O em 1990/91 para 3,73 Mt em 1999/00 (Fonte IFA [www.fertilizer.org/ifa/STATISTICS] de 02/05/02).

Analizando tal realidade, A G. LAMON (ob. cit.), afirma, enfático, que *a balança comercial desfavorável precisa ser usada como um motivo a mais para que o país invista em pesquisa, desenvolvimento e implantação de um parque industrial de fertilizantes*. A opção pela abertura de mercado não deve limitar-se a uma política de *investimentos para exportar, mas também na substituição competitiva das importações* (VELLOSO, 2002).

Y. KULAIIF (1999), citando PUGGINA, aponta os fatores que mais diretamente influem na demanda por fertilizantes:

- 1) preços absolutos dos fertilizantes;
- 2) preços relativos (fertilizantes versus produtos agrícolas);
- 3) renda ou produto bruto agrícola;
- 4) crédito rural;
- 5) fontes alternativas de financiamento/mecanismos de troca/venda antecipada de safra;
- 6) liberalização/queda das barreiras e tarifas alfandegárias;
- 7) custos de transporte;
- 8) sistema tributário (subsídios versus taxaço da agricultura)

Nós acrescentaríamos, ainda, que também influencia, e muito, a falta de conhecimento aprofundado sobre a função/importância dos fertilizantes numa agricultura moderna, sustentável e fortemente competitiva.

A mesma autora (ob. cit.) especifica ser necessário considerar, do ponto de vista agrícola, como fatores de influência no consumo de fertilizantes:

- 1) mudanças climáticas;
- 2) políticas agrícolas – subsídios, empréstimos a juros subsidiados, incentivo à modernização das técnicas agrícolas, entre outras;
- 3) crescimento econômico, distribuição de renda;
- 4) aumento do poder aquisitivo;
- 5) políticas de liberalização comercial;

- 6) linhas de financiamento às exportações e importações;
- 7) taxas de câmbio.

Crises ou mudanças político-econômicas podem também influenciar, e de forma marcante, a produção e/ ou consumo de fertilizantes. O que aconteceu na ex-URSS, nos países da Europa Central e no próprio Brasil, é elucidativo.

Na ex-URSS, o consumo anual de fertilizantes que, após 27 anos de crescimento contínuo, havia atingido mais de 27 Mt em 1987/88 e em 1988/89⁴, começou a declinar a partir deste último ano. Em 1991/92 apresentou uma queda brusca, passando de 19,41 Mt, para 11,88 Mt, em 1992/93. Essa acentuada diminuição prosseguiu em 1993/94 (7,65 Mt) e em 1994/95 (4,41 Mt). Verificou-se uma pequena e breve recuperação em 1996/97 (4,56 Mt) e 1997/98 (4,57 Mt), tendência essa que não se manteve: o consumo de fertilizantes voltou a cair em 1998/99 (3,96 Mt) e em 1999/2000 (3,73 Mt). Na década de 90 a redução foi de 556% e, nos últimos 12 anos do século XX, atingiu o impressionante valor de 629%. (Fonte: [www.fertilizer.org/ifa/statistics], 02/05/02). Não é difícil associar tais fatos às profundas mudanças político-econômicas que aconteceram nesse período na ex-URSS.

Na Europa Central⁵ verificou-se situação semelhante: crescimento do consumo de fertilizantes de 1960/61 (2,06 Mt) até 1983/84 (10,51 Mt), ano em que começou a declinar, apresentando quedas bruscas em 1990/91 (6,35 Mt) e em 1991/92 (3,32 Mt). Neste conjunto de países o consumo de fertilizantes diminuiu de 193% entre 1990 e 2000.

É fácil relacionar estes números aos acontecimentos políticos que também aconteceram, nesse período, na região centro-leste européia.

O caso brasileiro será abordado, em detalhe, nos capítulos 4 e 5.

⁴ Em 1960 o consumo na URSS era de 2,62 Mt.

⁵ Albânia, Bulgária, ex-Checoslováquia, Hungria, ex-Iugoslávia, Polônia, Romênia.

A insuficiente produção de fertilizantes no Brasil é um problema de grandes dimensões. Em 2001 as importações de matérias primas e produtos intermediários para fertilizantes totalizaram mais de 13 Mt (treze milhões de toneladas) a um custo FOB de US\$ 1.436.883.192 (ANDA, 2001) o que, ao câmbio atual (27/09/02), representaria mais de 5,6 bilhões de reais.

Pelas razões citadas, o CETEM reserva particular atenção ao estudo de alguns aspectos da problemática da indústria químico-minérea dos fertilizantes. Nesse sentido tem vindo a desenvolver vários trabalhos, envolvendo estudos detalhados de caracterização tecnológica de minérios fosfatados, avaliação de depósitos, pesquisa de rotas alternativas para a produção de fertilizantes, mais adaptáveis às condições brasileiras, utilização de zeólitas naturais no controle da liberação de nutrientes nos sistemas agrícolas, trabalhos esses que deram origem à apresentação de relatórios técnicos, de teses de mestrado e de doutorado e publicação nas Séries do CETEM.

Atualmente, desenvolve, junto com a COPPE/UFRJ o estudo de potencial fonte alternativa de potássio para fertilizantes situada no Planalto de Poços de Caldas e, com a colaboração da Escola de Minas de Saint-Étienne, França, tem em execução o estudo de rotas alternativas de produção de ácido fosfórico, com recuperação de terras raras, num depósito de fosfato localizado no extremo norte do Estado da Bahia. Está também iniciando estudos preliminares de rotas alternativas para produção de fertilizantes fosfatados e/ ou nitrogenados, a partir de concentrado de jazida fósforo-uranífera no Estado do Ceará. Desenvolve ainda trabalhos de pesquisa na aplicação de minerais industriais como condicionadores de solos ou carreadores de nutrientes nos sistemas agrícolas.

Com esta publicação o CETEM inicia a edição de 14 monografias subordinadas ao tema, "FERTILIZANTES E SUSTENTABILIDADE NA AGRICULTURA: UMA ABORDAGEM MÍNERO-QUÍMICA-METALÚRGICA", em que serão abordadas, as funções, importância, e características dos fertilizantes na agricultura moderna, dos três macronutrientes - fósforo, potássio, nitrogênio - do defensivo/fertilizante enxofre, dos micronutrientes, do gesso, das zeólitas na capacitação de solos e a problemática dos elementos

contaminantes / radioatividade nos fertilizantes no contexto geográfico, pedológico, agro-pecuário, mínero-químico e econômico brasileiro.

Seguindo esta idéia, serão editados, primeiro eletronicamente e depois impressos, os seguintes trabalhos:

– Importância e Função dos Fertilizantes numa Agricultura Sustentável e Competitiva – F. E. Lapido Loureiro & Marisa Nascimento.

– Rotas Alternativas para Produção de Fertilizantes Fosfatados: Utilização dos Ácidos Clorídrico e Nítrico, com Recuperação de Subprodutos e Redução de Impactos Ambientais - F. Lapido Loureiro, Cristiano H de Oliveira & Ramon Veras de Araújo.

– Crítica ao modelo brasileiro de fertilizantes fosfatados em alta solubilidade - A. Pinto Chaves e C. A. Ikeda Oba

– Processo de produção de fertilizantes fosfatados sem impactos ambientais - F. Pereira e E. Bilal

– Potássio: produção/consumo mundiais, sua importância e função na agricultura - fontes alternativas: a problemática brasileira - Marisa Nascimento & F. E. Lapido Loureiro.

– Nitrogênio fertilizante: importância e condicionantes. Panorâmica Mundial e Particularidades Brasileiras - L. A. Fonseca de Barros

– Fabricação de um fertilizante organo-fosfatado. C. A. Ikeda Oba

– Enxofre: ontem indispensável à Guerra, hoje imprescindível à Paz. Sua Importância na Indústria dos Fertilizantes e na Agricultura – Gildo de Araújo S. C. de Albuquerque.

– Calcário agrícola no Brasil – Samir Nahass e Joaquim Severino.

– Manejo de fertilização para sistemas de produção de culturas em latossolos - Ricardo Melamed

– Zeólitas: função e importância na melhoria da capacitação dos solos agrícolas – Marisa Bezerra de Melo Monte e Ana Cristina Pereira Duarte.

– Micronutrientes: suas fontes e importância numa agricultura sustentável: as especificidades brasileiras – Rubens J. Campo e Mariângela Hungria.

– Impactos radiológicos na indústria do fosfato – Horst Fernandes, Mariza Franklin, Mônica Aquino Pires do Rio e F. E. Lapido Loureiro.

– As terras-raras nos minérios fosfatados e sua recuperação como subproduto. Estudo de caso: Angico dos Dias (BA/PI) - F. Pereira, E. Bilal e Francisco Lapido Loureiro.

1. Introdução

A idade ecozóica representa a culminação da idade humana da globalização. A característica básica reside no novo acordo de respeito, veneração e mútua colaboração entre Terra e Humanidade. É a idade da ecologia integral. (Leonardo Boff)

Fertilizantes são produtos ou substâncias que, aplicados aos solos, fornecem às plantas os nutrientes necessários ao seu bom desenvolvimento e produção (Albuquerque, 2000).

Na U.S. Geological Survey Fact Sheet 155-99 pode encontrar-se a seguinte definição: *A fertilizer is a substance applied to soil to enhance its ability to produce plentiful plants.*

O Decreto nº 86.955 de 18/02/82, publicado no D.O.U. em 24/02/82 e as normas de inspeção e fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes, de 1984, definem fertilizante como: *substância mineral ou orgânica, natural ou sintética, fornecedora de um ou mais nutrientes das plantas.*

Os fertilizantes, podem ser classificados, i) sob o ponto de vista físico: **sólidos**, os mais comuns, (pó ou grânulos) e **fluidos** (líquidos – soluções/suspensões e gasosos - como a amônia anidra, aplicada na forma liquefeita; ii) sob o ponto de vista químico: **minerais**, **orgânico-minerais** e **orgânicos**, de origem animal ou vegetal.

Os elementos considerados **essenciais**, incluindo C, H e O, em número de 17, são: N, P, K, S, Ca, Mg, Fe, B, Cu, Zn, Mn, Mo, Cl e Ni. Outros, designados por **elementos benéficos**, são exigidos apenas por alguns grupos de plantas, em circunstâncias específicas. Citam-se, neste caso, Na, Si, Co e Se.

Os nutrientes também são classificados em função da sua mobilidade em: **móveis** – N, P, K, Mg, Cl e Mo; **pouco móveis** – S, Cu, Fe, Mn, Ni e Zn; **muito pouco móveis** – Ca, B

Nitrogênio, fósforo e potássio são os três mais importantes

macronutrientes necessários ao bom desenvolvimento das plantas, mas vários pesquisadores também consideram o enxofre como nutriente maior pela sua função benéfica na “saúde” e crescimento das plantas. Note-se que o Brasil é grande importador destes bens minerais.

A composição dos fertilizantes fosfáticos e potássicos podem exprimir-se, tanto sob a forma elementar, P & K, como na dos respectivos óxidos, P_2O_5 ou K_2O . O nitrogênio é sempre apresentado como elemento.

As substâncias - nutrientes - que constituem os fertilizantes podem ser divididos em dois grandes conjuntos: **macronutrientes** e **micronutrientes ou oligoelementos**.

Os macronutrientes, atendendo à sua origem e importância, subdividem-se em: **nutrientes naturais** – C, H, e O; **nutrientes primários** – P, K e N; **nutrientes secundários** – Ca, Mg e S.

Os micronutrientes ou oligoelementos são: Ca, Mg, Zn, Ni, B, Cl, Cu, Fe, Mn, Mo, Zr e Co.

Os macronutrientes não naturais, são utilizados habitualmente nas proporções de quilogramas/hectare enquanto que os micronutrientes o são em gramas/hectare.

O principal fator que influencia a comercialização dos fertilizantes é o seu teor em nutrientes: quanto mais elevado ele for, menor serão os custos de transporte/distribuição, armazenagem e manuseamento, por unidade de nutriente. Não é mera coincidência que os produtos mais consumidos sejam, para o N, a uréia, para o P, o fosfato de amônio e outros compostos NP, e para o K, o cloreto de potássio (tabelas 1, 2 e 3).

Mais detalhes poderão ser encontrados, por exemplo, em ALBUQUERQUE, 1996 & 2000, KULAIIF, 1999, anuários estatísticos da ANDA ou em numerosos outros trabalhos da literatura internacional.

A indústria de fertilizantes brasileira, que vinha apresentando sensível e contínuo crescimento, teve que enfrentar uma situação difícil, no início dos anos 90, com a brusca abertura de mercado e

Tabela 1: Consumo mundial, de nitrogênio, para fertilizantes, por produto, em milhões de toneladas. (10⁶t)

Produtos	1973/74	1987/88	1997/98
Sulfato de amônio	2,74	3,03	2,61
Uréia	8,29	27,17	37,57
Nitrato de amônio	7,30	9,88	7,10
Nitrato de cálcio-amônio	3,54	4,45	3,58
Amônia (aplicação direta)	3,57	5,29	4,18
Soluções de Nitrogênio	2,12	4,16	3,99
MAP/DAP e outros compostos NP	1,71	5,62	6,22
Compostos NK/NPK	5,91	7,46	6,51
Outros ^(a)	3,94	8,72	9,19
Total de nitrogênio	39,12	75,78	80,95

^(a) Nitrato de cálcio, nitrato de sódio, cloreto de amônio, cianamida cálcica e bicarbonato de amônio. Fonte:IFA

Tabela 2: Consumo mundial, de fósforo, para fertilizantes, por produto, em milhões de toneladas. (10⁶t)

Produtos	1973/74	1987/88	1997/98
Escória básica	0,83	0,15	0,02
Rocha fosfática – Aplicação direta	1,41	1,38	0,21
Superfosfato Simples	6,32	6,64	6,23
Superfosfato Triplo	2,84	4,48	2,17
Fosfatos de amônio e outros compostos NP	4,35	13,32	14,81
Compostos PK / NPK	8,90	9,26	7,74
Outros ^(a)	1,07	1,08	1,45
Total de fósforo	25,72	36,31	32,63

^(a) Fosfato de magnésio fundido; fosfato dicálcico; ácido fosfórico (aplicação direta). Rocha parcialmente acidulada pode ser incluída em "rocha fosfática". Fonte:IFA

Tabela 3: Consumo mundial, de potássio, para fertilizantes, por produto, em milhões de toneladas. (10⁶t)

Produtos	1973/74	1987/88	1997/98
Cloreto de potássio	9,67	16,13	13,73
Sulfato de potássio	0,42	0,65	0,77
Compostos NK / PK / NPK	8,93	9,46	7,88
Outros ^(a)	1,41	1,15	0,17
Total de potássio	20,43	27,39	22,55

^(a) Sulfato de potássio e magnésio e sais brutos de potássio. Fonte:IFA

oscilações na política de financiamento para a agricultura. Fator negativo que pesou na abertura de mercado, foi a herança da localização, no litoral, dos seus polos industriais, implantados para processarem matéria prima importada, quando não havia produção nacional significativa.

Hoje pode afirmar-se que *"a agricultura brasileira está passando por um processo de reestruturação depois da fantástica destruição a que foi submetida desde o início dos anos 90"* (DELFIN NETO, 1997).

Essa reestruturação da indústria agrícola também envolveu a dos fertilizantes, embora de forma mais tímida: melhoraram-se os processos industriais de produção e a rede de transportes, aumentando-se o seu rendimento, facilidade de escoamento e, conseqüentemente, a competitividade do produto brasileiro, implantou-se o importante pólo industrial de Uberaba, criando-se assim o complexo minero-químico de Tapira/Uberaba, aumentou-se, embora timidamente, a produção nos pólos já existentes, e instalaram-se novos centros ou empresas misturadoras/comercializadoras de fertilizantes.

Foram, no entanto, medidas insuficientes: as importações de matérias primas e produtos intermediários, têm vindo a crescer de forma pronunciada e constante, tendo atingido, em 2000, um total de cerca de 13 milhões de toneladas a um custo de 1,7 bilhões de dólares, ou seja, um aumento, nos últimos dez anos, de 175% em volume e de 155% em dispêndio de divisas, contabilizadas em dólares. (Tabelas 4 e 5). Se traduzidos em reais, os percentuais da Tabela 5 seriam muito maiores.

Em 2001 houve um ligeiro decréscimo, tanto em volume quanto em valor, das importações de produtos intermediários (9.740.520 t / US\$ 1.333 milhões) e de matérias primas (2.584.195 t / US\$ 243 milhões). Foi certamente uma conseqüência da existência de elevados estoques disponíveis em 31/12/2001: 2,999 Mt de produtos intermediários e 1,162 Mt de matérias primas.

Na análise da evolução das importações de fertilizantes e suas perspectivas futuras, deve ainda ser levado em consideração que:

Tabela 4: Importação de matérias primas e produtos intermediários para fertilizantes, na década de 90, em milhares de toneladas (10³ t)

ANO ⇒	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	1991x x2000
Prod. Intermed.	3.294	3.668	4.964	5.274	4.683	5.579	7.044	7.426	7.060	10.276	212%
Matérias Primas	1.400	1.366	1.798	2.152	2.107	2.243	2.495	2.230	1.990	2.647	89%
TOTAL	4.694	5.054	6.762	7.426	6.790	7.822	9.539	9.656	9.050	12.923	175%

Fonte: ANDA

Tabela 5: Importação de matérias primas e produtos intermediários para fertilizantes, na década de 90, em milhões de dólares (10⁶ US\$ - CIF)

ANO ⇒	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	1991x x2000
Prod. Intermediários	446	521	588	722	735	941	1.007	1.069	946	1.393	212%
Matérias Primas	206	149	142	217	274	246	236	222	197	273	33%
TOTAL	652	670	730	939	1.009	1.187	1.243	1.291	1.143	1.666	155%

Fonte: ANDA

1) Apenas 9% dos solos brasileiros não apresentam limitações relevantes para a produção agrícola, isto é, aqueles que possuem boa reserva de nutrientes, boa drenagem, boas propriedades físicas e teor de água que atenda ao ciclo produtivo (EMBRAPA, 2002);

2) 84% dos solos brasileiros apresentam problemas de acidez (Fonte citada);

3) Em um hectare de milho, por exemplo, há cerca de 100.000 km de raízes, mas essa enorme extensão está em contato com menos de 1% de solo o que requer a manutenção da fertilidade do solo em nível alto para se ter uma produção rendosa de qualquer cultura (Mesma fonte);

4) No Brasil, o consumo de fertilizantes, por hectare agricultável, é de 120 kg/ha, muito baixo se comparado aos da Malásia (633,5), Holanda (604), Reino Unido (386), Japão (376,2),

China (367,2), Egito (349,3), França (262,8), Vietnã (248,8), Alemanha (244,2) e Itália (201,7) mas, mesmo assim, pela dimensão da sua área plantada, é um dos maiores importadores mundiais, com destaque para o potássio, e o 4º maior consumidor, atrás da China, EUA e Índia e à frente de países como a França, a Alemanha e o Canadá;

5) Solos naturalmente pobres em potássio e fósforo, como os do Brasil, necessitam, cada vez mais, de maiores quantidades de nutrientes para se aumentar o rendimento/competitividade da produção agrícola e, também, para se compensar a “mineração” desses elementos pelas plantas, de forma a atender aos requisitos de sustentabilidade;

6) A produção interna de potássio, proveniente de uma única mina (351.681 t), representou apenas 13,5% das importações (2.605.147 t) – dados de 2000 (Fonte: DNPM, 2001) sendo premente encontrar caminhos/soluções para modificar tão forte dependência externa;

7) Assim como o fósforo é um elemento indispensável à vida porque entra na composição do núcleo das células de todos os seres vivos, o potássio é um nutriente versátil envolvido em vários processos metabólicos das plantas como, por exemplo, ativação enzimática, controle osmótico de fluxo de água, produção e quebra das cadeias de carboidratos e balanço anión/catión.

Dada a importância do Brasil como exportador de produtos agrícolas, estes tópicos devem ser analisados num contexto global.

É de conhecimento geral que a população mundial aumenta de 80 milhões de habitantes por ano, devendo atingir 8 bilhões nos próximos 20 anos, mesmo levando-se em consideração a redução da taxa de natalidade. Como é óbvio, maior população significa necessidade de maior quantidade de alimentos.

Segundo dados do *International Potash Institute* – IPI apresentados pelo seu presidente, em conferência proferida no Cairo (KRAUSS (d), 2001) em fevereiro de 2001, a atual produção de cereais de 2,1 bilhões de toneladas, deverá atingir, nos próximos 20 anos, a cifra de 3,4 bilhões, sendo esta a quantidade necessária para satisfazer a esperada demanda. Em contrapartida, a disponibilidade de terra arável e de água para irrigação, estão diminuindo. Na Ásia, por exemplo, daqui a 20 anos a disponibilidade de terra arável, será apenas de 0,08 ha / habitante. Na Índia passará

dos atuais 0,14 ha para 0,10 ha em 2025 (KANWAR & SEKHON, 1998, In: KRAUS (d), 2001).

O exemplo da Ásia é bem elucidativo: para garantir “a produção mínima necessária” de cereais, ela terá de passar das atuais 2,8 t/ha para 3,2 t/ha em 2010 e para 4,75 t/ha em 2030 (ANGE, 1992, In: KRAUS (d), 2001).

No Próximo Oriente a produção de cereais mais do que duplicou nos últimos 30 anos enquanto que a área agricultável apenas cresceu de 26%, ou seja, o rendimento da produção passou de 1,13 t/ha em 1970, para as atuais 1,83 t/ha (FAO, 2000, in: KRAUS (d), 2001). Mesmo assim foi necessário aumentar as importações, para satisfazer as necessidades da população.

O cultivo de cereais requer, em média, 170 – 75 – 175 kg/ha de N – P₂O₅ – K₂O, respectivamente. Batata ou beterraba absorvem 200 kg/ha de N, 80-90 kg de P₂O₅ e cerca de 300 kg/ha de K₂O (KERN, 2000, in: KRAUS, 2001).

É elucidativo o exemplo apresentado por este autor. No Próximo Oriente, a aplicação de fertilizantes é bem inferior à remoção provocada pelo cultivo. Como mostra a figura 1, a aplicação de N excede, de muito, a do K, embora ambos os nutrientes sejam absorvidos pelas plantas, na mesma proporção. Em relação ao N e P (a aplicação do P também foi reduzida recentemente), a razão entre o aporte provocado pela aplicação dos fertilizantes e o consumo das plantas é equilibrado, mas não quanto ao K. Aquela figura mostra que, em contraste com o N e o P, a aplicação de K cobre apenas 10% da quantidade que é removida pelas plantas, com as colheitas.

Krauss (ob. cit.) concluiu afirmando que um balanço negativo, como o indicado na figura 1, impede, sem dúvida, o necessário aumento de rendimento da produção agrícola necessário para suprir de alimentos uma população em crescimento.

Acentua ainda que, devido ao multi-funcional papel do K no metabolismo das plantas, um suprimento inadequado de K impede um aproveitamento completo do potencial genético das espécies cultivadas o que significa subaproveitamento dos recursos naturais tais como a terra, a água e a energia, aumentando custos de

produção e redução de lucros. Além disso a subutilização dos fertilizantes nitrogenados, conseqüência de aplicação mal balanceada, também contribui para a poluição do meio ambiente.

Pode dizer-se que, hoje, já são os fertilizantes a "alimentarem" o mundo. É um jogo de palavras que traduz a realidade.

O balanço de consumo de nutrientes difere de cultura para cultura e o perfil da alimentação também está variando. A procura

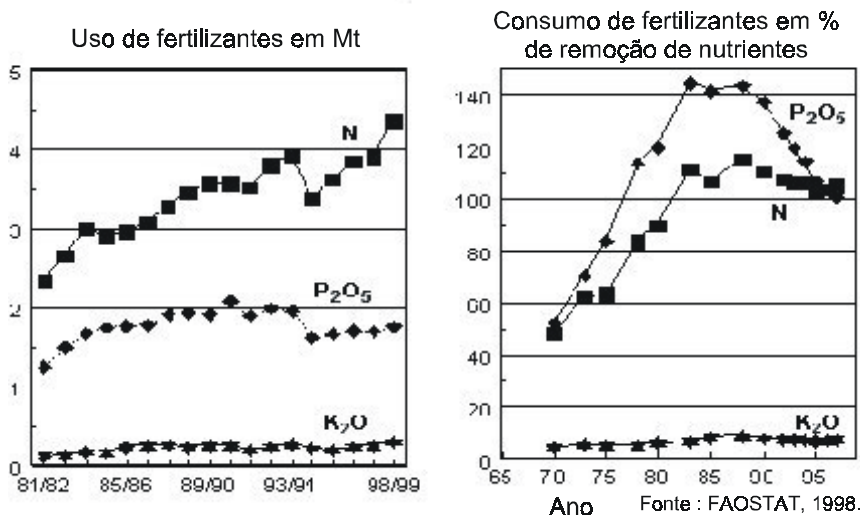


Figura 1: Uso e consumo de fertilizantes minerais(em relação à remoção de nutrientes pelas plantas) - na WANA. Fonte: IPI,2002

de vegetais, frutas e proteínas animais para a alimentação humana é cada vez maior, aumentando a necessidade de soja, para ração animal.

Em relação a este novo perfil da dieta humana não devem ser esquecidas as diferentes taxas de remoção pelas diversas culturas como indicado na Figura 2.

No Egito a área destinada à produção de vegetais e frutas triplicou nos últimos 40 anos. O mesmo aconteceu, em escala

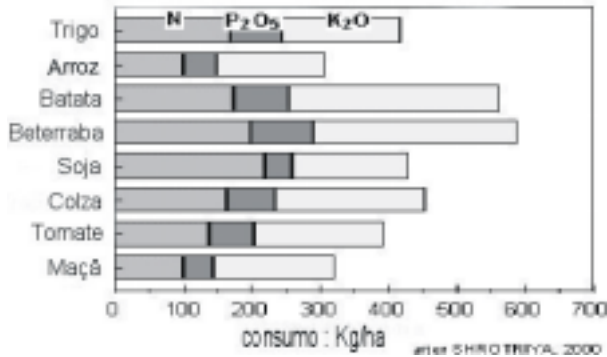


Figura 2: Consumo de fertilizantes por variedades

mundial, com a soja que passou de 24 milhões de hectares, em 1961 para mais de 70 milhões atualmente. São dois exemplos, entre muitos que poderiam ser apresentados.

De ressaltar que a maior parte do aumento das áreas de plantio da soja, se deve ao Brasil e à Argentina que passaram de uma área quase nula, não há muitos anos, para 13 e 7 milhões de hectares, respectivamente (KRAUS, 2001).

2. Importância e função dos fertilizantes numa agricultura sustentável

Only about 12% of the soils in the tropics have no inherent constraints. Of the remaining land, 9% has limited nutrient retention capacity, 23% aluminium toxicity, 15% , high P fixation and 26% low potassium reserves (Hanson)

A qualidade dos produtos alimentares está diretamente ligada ao correto balanceamento na aplicação de fertilizantes, como ficou provado em experimentos de campo realizados pelo IPI, através do mundo.

Uma pesquisa realizada em 7 países da Europa mostrou que qualidade é considerado o fator mais importante de aceitação de um produto, seguindo-se preço, reputação/marca e frescor (Figura 3).

Qualidade nos alimentos deve englobar propriedades nutritivas, higiênicas, funcionais, organolépticas e ainda compatibilidade

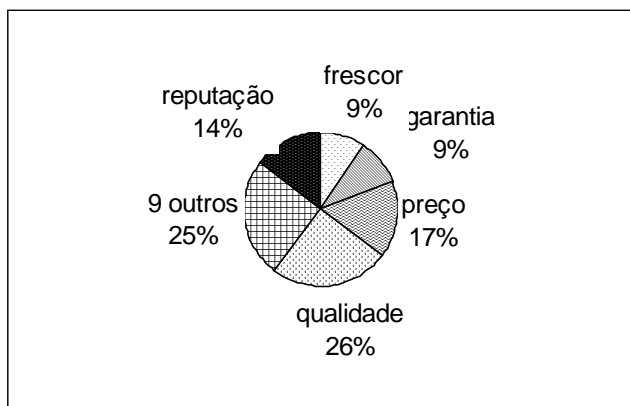


Figura 3: Importância relativa dos atributos na escolha de um produto. Fonte: IPI, 2002

ambiental. Estas propriedades foram definidas pelo IPI (IPI, 2002) como se transcreve.

"Nutritional properties are characterized by the content of certain constituents such as protein, oil/fat or starch, mineral components and vitamins. Content of fiber and ballast as well as the energy content are widely used parameters in human diet. The content of nutritive elements like protein or oil is used in many countries as a basis for procurement systems and thus is an economic factor.

Hygienic properties refer mostly to freedom from pests and diseases and their metabolic by-products, which might be toxic or initiate food allergy. Other aspects refer to contamination with nitrate or heavy metals, residues from agrochemicals.

Organoleptic properties are highly subjective. They describes the appearance, color, structure, smell or taste. The preference of many customers for a shiny dark red apple, compared to a yellowish or green one, is wellknown although there might be no difference in nutritive value.

Functional properties are related to the crops' suitability in processing like sugar content in beets or cane, starch in potatoes, content and spectrum of fatty acids in oil seeds. The resistance of crop plants to biotic and abiotic stress such as salinity, drought, heat and cold or the tolerance to weedizides as implanted into transgenic plants can be grouped into this category.

Environmental compatibility of production will become an important quality parameter used by consumers when selecting food at the market or for processors in their quality management. The rather rapidly expanding market with a growth rate of 25% p.a. for 'organic products' refers to the desire of consumers for 'safe' food. It is estimated that sales in this market will be in the order of about \$20 billion and may represent within the next 5 years, 5 to 10% of the total food sales in some countries."

Os fertilizantes, muito especialmente o potássio, desempenham um papel importante na integração destas propriedades a um produto alimentar.

São bons exemplos de resultados positivos obtidos numa fertilização bem balanceada em potássio: o aumento de proteínas

no trigo, do valor nutritivo nos vegetais, de óleo na soja, no amendoim e na colza, de vitamina C nas frutas e vegetais e ainda dos componentes bioativos como o lycopene nos tomates, allicin no alho ou isoflavones na soja

Uma fertilização equilibrada tem, igualmente, efeitos positivos na qualidade e crescimento da cana de açúcar, na captação de K com a conseqüente diminuição das manchas negras na batata e redução de nitratos residuais no subsolo.

Hammer da FAO (1999), citado por KRAUSS (b), 2000, chama a atenção para o fato de *"in order to be a successful food exporter, a country must produce foods that are both sought after and be acceptable in quality. Compliance with the statutory, compulsory or mandatory requirements of importing countries is an unavoidable and essential prerequisite"*.

Numa agricultura moderna e competitiva a necessidade de uma boa produtividade dos solos é indiscutível. Não deve esquecer-se, porém, que maior rendimento na agricultura significa maior remoção de nutrientes, o que deve ser compensado para manter o equilíbrio geoquímico dos solos. Atente-se em alguns números apresentados por KRAUSS (a) (2000). A média mundial de 3t/ha de cereais remove, juntamente com a palha:

- 1) 81 kg de N @ 3,5 sacas de uréia
- 2) 15 kg de P @ 1,5 sacas de DAP
- 3) 75 kg de K @ 1,5 sacas de fertilizante potássico

Deve ainda ser considerada a perda resultante da lixiviação natural pela chuva, intensa nos climas tropicais e equatoriais, pela erosão, etc., como se esquematiza na Figura 4.

É consenso geral que as condições naturais de fertilidade dos solos são insuficientes para atenderem ao consumo de nutrientes pela agricultura. Por isso, com base em estudos do IPI, pode afirmar-se que a fertilização provoca um aumento de rendimento na produção agrícola de 35 a 50%, em média.

Numerosas experiências conduzidas pela FAO e empresas privadas mostraram que *"one kg of mineral fertilizer can achieve under farmer's conditions about 10 kg additional yield"* (FAO, 2002)

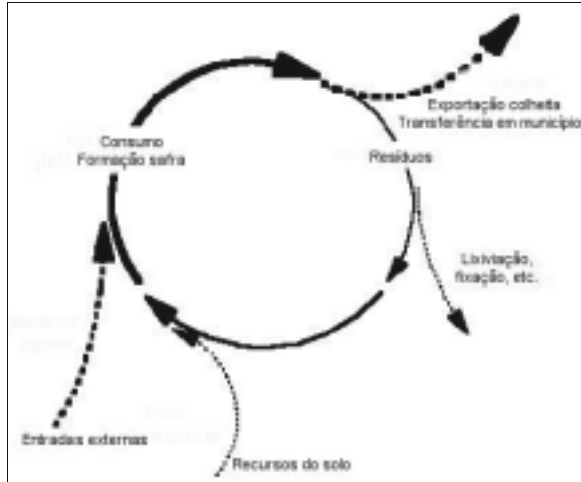


Figura 4: Esquema do fluxo de nutrientes nos agrossistemas.
Fonte: IPI, 2002

Isso fica bem evidenciado ao se comparar o que acontece na África sub-sahariana e na Ásia em desenvolvimento. Na Ásia, nos últimos 40 anos a aplicação de fertilizantes passou de praticamente zero para mais de 20 kg per capita, enquanto, no mesmo período, a produção de cereais, passou de menos de 200 kg para mais de 300 kg. Já na África sub-sahariana a evolução foi bem diferente: mantendo uma média de consumo de fertilizantes de 2-3 kg, a produção de cereais declinou, (IPI, 2002) tendo passado de 150 kg per capita, nos anos 60, para 130 kg o que traduz perda de fertilidade dos solos (Figura 5).

Cada cultura e cada tipo de solo exigem aplicação específica de nutrientes que devem ainda ser adaptados às características/variáveis climáticas, locais. Abordaram-se apenas alguns aspectos da macro fertilização, mas os micronutrientes, embora aplicados em gramas/hectare, são igualmente importantes, por vezes até fundamentais, para se ter uma produção rendosa e de boa qualidade.

A aplicação das terras raras como micronutriente é feita na China há muito (LOUREIRO, 1994), mais de 25 anos. Experiências realizadas com o produto *changle* ou *nong-lê* mostraram que, na proporção de 2,25 kg/ha, pode aumentar o rendimento das culturas em 15%. (CRE Information, 1997).

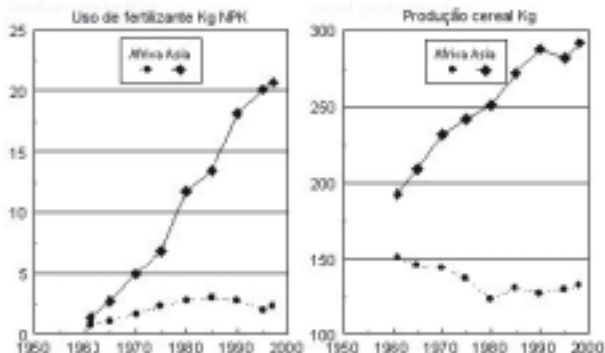


Figura 5: Consumo de fertilizantes e produção de cereais , per capita na África sub-sahariana e na Ásia em desenvolvimento. Fonte: (IPI, 2002)

Nong-lê é um produto complexo "containing soluble, mixed rare earths, usually in form of the nitrate, although the chloride would suffice. The other (propriety) ingredients in the nong-le are not know. The rare earths can not replace the essential nutrients (nitrogen, phosphorus and potassium). /.../ Timing the application is important and the most beneficial effects are found if the rare earths are added in the early growth stages. The usual dosage is 450 to 750 g/ha." (RIC Insight, 1989).

Em 1997, na China, 160 usinas produziam 5 milhões de toneladas de carbonato de amônio com terras raras (RIC News, 1998) para fins agrícolas.

Com dados extraídos, entre outros, de *Arquivo do Agrônomo nº 10, Fisiologia Vegetal/Nutrição Mineral* (2002), FERREIRA, E. & CRUZ, M.C.P.(2000) e MOTAVALLI, P. et al (2002), apresenta-se uma síntese/resumo da função e dos resultados da deficiência de nutrientes nas culturas (Quadro 1).

Os tópicos apresentados mostram a importância e a complexidade de uma fertilização balanceada na agricultura intensiva.

Quadro1: Função dos nutrientes e resultados da sua deficiência

Nutri.	Função	Resultados da Deficiência
N	Elemento da qualidade. Composição das proteínas de todas as plantas e animais, DNA, RNA, clorofila.	Perda de cor entre as nervuras da folha; folhas quebradiças; afinamento das folhas; diminuição da fotossíntese e do crescimento geral da cultura.
P	Crescimento das plantas. Conversão da energia solar em alimento, fibra e óleo. Função chave na fotossíntese, metabolismo dos açúcares, armazenamento / transformação de energia, divisão celular, transferência da informação genética. É absorvido principalmente sob a forma de $H_2PO_4^-$ e, menos rapidamente, como HPO_4^{2-} (pH deve ser < 6,8).	Diminuição no crescimento; desenvolvimento de áreas necrosadas nas folhas, frutos e caule; menor produção e menor qualidade dos produtos.
K	Interação com quase todos os nutrientes essenciais. Ativação enzimática; uso eficiente da água; fotossíntese; transporte de açúcares, água e movimento de nutrientes; síntese de proteínas; formação de amido. Não participa da formação de biomoléculas.	Secamento das margens das folhas; crescimento vagaroso; escasso desenvolvimento radicular; sementes e frutos pequenos e enrugados; pouca resistência a doenças; menor teor de açúcar na cana; menor tamanho nos frutos cítricos; menor resistência ao transporte e armazenamento de hortaliças e outras culturas.
Ca	Redução da acidez dos solos; transformação dos restos das culturas em matéria orgânica; liberação dos nutrientes; aumento da capacidade de retenção de água nos solos; fixação do N atmosférico (ajuda a bactéria); aumento da capacidade de absorção dos nutrientes pelas raízes.	Acidez dos solos, com todas as suas consequências; concentração tóxica de Al, Mn e Fe.
Mg	Ativação do sistema enzimático; componente da clorofila (fotossíntese).	Perda de cor entre as nervuras da folha; folhas quebradiças; afinamento das folhas; diminuição da fotossíntese e do crescimento geral da cultura.
S	Desenvolvimento das culturas; formação de aminoácidos e proteínas; nodulação de leguminosas (feijão, soja, ervilha), forrageiras; fixação de N do ar.	Crescimento raquítico das plantas; amarelecimento geral das folhas.

Quadro1 (continuação): Função dos nutrientes e resultados da sua deficiência

Nutr.	Função	Resultados da Deficiência
B	Crescimento das células; polinização; desenvolvimento das sementes; formação dos nódulos das leguminosas; crescimento dos ramos e frutos; formação de proteínas.	Vagens vazias e manchas pretas nas sementes (amendoim); pecíolos fendidos; folhas mais grossas e que permanecem verdes dificultando a colheita (algodoeiro); internódios mais curtos; folhas pequenas e deformadas; morte de gemas terminais e superbrotamento (cafeeiro); panículas com poucos grãos (trigo); casca mais grossa, formação de goma no albedo e nos gomos (citros), etc.
Cu	Fotossíntese; formação de clorofila; participação no processo de formação de açúcar (água + gás carbônico + luz); ativador de enzimas com função de desintoxicar a planta de radicais livres.	Menor crescimento e redução na colheita; amarelecimento e murchamento das folhas; morte das regiões de crescimento dos ramos.
Fe	Crescimento e produção; catalisador na formação da clorofila e como carregador de oxigênio; síntese de proteínas; formação de sistemas respiratórios enzimáticos.	Coloração verde pálida (clorose) ou até amarelecimento – branqueamento.
Zn	Ativador de enzimas; participação do controle de concentração endógena do AIA (fitohormônio) responsável pelo crescimento longitudinal das células vegetais.	Plantas com tamanho reduzido; áreas verde claras entre as nervuras das folhas novas; folhas menores; internódios curtos (roseta).
Mn	Cofator de enzimas; participa da fotólise da água; funciona em vários processos importantes como a fotossíntese e a conversão do N-nitrato em forma que a planta usa para fazer aminoácido e proteínas.	Folhas superiores amareladas e áreas pardas (soja e batatinha); as plantas ficam ligeiramente raquíticas (milho e sorgo); manchas necróticas (outros cereais); clorose entre a nervura das folhas mais novas (citros); pontuações pequenas e claras, depois amareladas nas folhas mais novas e diminuição do número de "cerejas" nas rosetas (café).
Cl	Corrige deficiências e controla organismos causadores de doenças; participa da fotólise da água, juntamente com o Mn.	Clorose no crescimento e clorose generalizada.
Mo	Constituinte de enzimas e de microorganismos fixadores de N associado às plantas.	Amarelecimento das folhas e diminuição no crescimento; por diminuição da fixação de N. Apenas aplicação de Mo em soja, não tem mostrado efeitos positivos sobre a nodulação.

Quadro1 (continuação): Função dos nutrientes e resultados da sua deficiência

Nutr.	Função	Resultados da Deficiência
Ni	Participa de enzima importante para mobilização de compostos nitrogenados na germinação de sementes.	Não germinação de sementes; acumulação de ureídeos (moléculas transportadoras de N) nas folhas.
Co	Necessário às bactérias que fixam N do ar; aplicação de Co + Mo no tratamento das sementes de feijão faz crescer fortemente a produção; aumento da quantidade de N fixado por nódulo, no N total nos grãos e no rendimento de grãos de soja; aumenta a vida útil das rosas depois de colhidas; reduz a má formação de flores aumentando a produção da mangueira.	Aplicações de Co em soja, quando feito individualmente, não têm mostrado efeitos positivos sobre a nodulação.
V	Aumento da produção e qualidade da fibra de algodão com aplicações foliares.	Redução na produtividade e na qualidade da fibra.
B	Influência no crescimento celular.	Vagens vazias (amendoim), pecíolos fendidos, morte de gemas terminais (algodoeiro) e panículas com poucos grãos(trigo) entre várias outras.
TR	Maior produtividade pelo aumento da atividade enzimática e redução do conteúdo de nitrato e sais nitrosos.	Menor rendimento de certas culturas.

3. Produção e consumo de fertilizantes

Mineral fertilizer is the primary source of nutrients and usually contributes 35 to 50% to yield increases /.../ One kg mineral fertilizer can achieve under farmer conditions, about 10 kg additional yield. (W. Krauss)

Depois do petróleo e do ferro, os fertilizantes são, em escala mundial, um dos bens minerais que movimenta maior tonelagem.

3.1 Produção e consumo de fertilizantes no mundo

A produção mundial de matérias-primas e produtos intermediários para a indústria dos fertilizantes atingiu, em 1999, 463 Mt. Na Tabela 6 indicam-se os principais itens.

Tabela 6: Produção mundial das principais matérias primas e produtos intermediários para fertilizantes e participação do Brasil.

PRODUTOS	Produção Mundial (10 ³ t)	Produção Brasileira (10 ³ t)	(%)
Potássio (em t de K ₂ O)	25.470	315	1,2
Concentrados fosfáticos	137.895	4.421	3,2
Amônia (em t de N)	104.943	949	0,9
Enxofre (todas as formas) ^(a)	60.217	^(a) 298	0,5
Ácido sulfúrico (em t H ₂ SO ₄)	155.108	4.506	2,9

^(a) A partir do folhelho pirobetuminoso, 23.232 t; do petróleo, 57.962; e também S contido no H₂SO₄ produzido pelas empresas Morro Velho, Caraíba Metais e Paraibuna, 217.119. Fonte: ANDA & DNPM

Verifica-se, na Tabela 6, que o Brasil, no contexto mundial, ocupa posição muito modesta como produtor, sendo, no entanto, o 4º maior consumidor.

O consumo mundial de fertilizantes aumentou, nas últimas 4

décadas (1960 / 2000) 367% (tabela 7). Entre 1993 e 1999 cresceu constantemente, tendo atingido em 1999/00, 140,3 Mt, o maior valor em 12 anos. Decresceu em 2000/01, baixando para 136,5 Mt (-2,7% em relação ao ano anterior). Por outro lado, pelo 3º ano consecutivo, a demanda por cereais excedeu a produção, reduzindo os estoques de 75 Mt/ano e, certamente, o consumo de cereais continuará crescendo em consonância com o aumento do número de habitantes da Terra que é de 78-80 milhões/ano. Em consequência, o de fertilizantes para as culturas de cereais, também crescerá.

Tabela 7: Consumo de nutrientes, em milhões de toneladas, de N + P₂O₅ + K₂O

Regiões	1960/61 (Mt)	1970/71 (Mt)	1980/81 (Mt)	1990/91 (Mt)	1999/00 (Mt)
Europa Ocidental ^(a)	10,97	18,32	21,71	19,96	17,69
Ex - URSS ^(b)	2,62	10,31	18,75	21,55	3,73
América do Norte ^(c)	7,44	16,37	23,43	20,66	22,25
América Latina	0,99	2,91	7,42	7,99	10,92
África	0,52	1,25	2,55	2,56	2,63
Ásia Meridional ^(e)	0,47	2,82	7,24	15,65	22,62
Ásia Socialista ^(f)	1,05	4,51	16,19	28,16	38,47
MUNDO	30,03	60,15	117,20	138,24	140,26

(a). Alemanha, Áustria, Bélgica/Luxemburgo, Dinamarca, Espanha, Finlândia, França, Grã Bretanha, Holanda, Grécia, Islândia, Irlanda, Itália, Noruega, Portugal, Suécia, Suíça.

(b) Armênia, Azerbaijão, Bielorrússia, Estônia, Federação Russa, Geórgia, Cazaquistão, Quirguistão, Letônia, Lituânia, Moldávia, Tadjiquistão, Turcomenistão, Ucrânia, Uzbequistão.

(c) Canadá, EUA

(d) África do Sul, Argélia, Camarões, Costa do Marfim, Egito, Etiópia, Líbia, Marrocos, Mauritânia, Nigéria, Quênia, Senegal, Sudão, Tanzânia, Tunísia, Zâmbia, Zimbabwe

(e) Afeganistão Bangladesh, Índia, Nepal, Paquistão, Sri Lanka

(f) China, Coréia do Norte, Vietnã.

Fonte:IFA

Tabela 8: Variação percentual do consumo dos macronutrientes, N + P₂O₅ + K₂O, nas 4 últimas décadas do século XX

REGIÕES	VARIACÃO (nº de vezes)				1960 - 2000
	Década de 60	Década de 70	Década de 80	Década de 90	
Europa Ocidental ^(a)	1,67	1,52	- 0,87	- 0,13	1, 61
Ex – URSS ^(b)	3,93	1,82	- 1,13	- 5,77	1, 48
América do Norte ^(c)	2,20	1,39	- 0,88	1,08	2,99
América Latina	2,94	2,30	1,10	1,37	11,03
África ^(d)	2,40	2,04	1,00	1,02	5,06
Ásia Meridional ^(e)	6,00	2,57	2,16	1,44	48,13
Ásia Socialista ^(f)	3,29	3,09	1,62	1,37	36,64
MUNDO	2,00	1,94	1,18	1,01	4,67

^(a)Alemanha, Áustria, Bélgica/Luxemburgo, Dinamarca, Espanha, Finlândia, França, Grã Bretanha, Holanda, Grécia, Islândia, Irlanda, Itália, Noruega, Portugal, Suécia, Suíça.

^(b) Armênia, Azerbaijão, Bielorrússia, Estônia, Federação Russa, Geórgia, Cazaquistão, Quirguistão, Letônia, Lituânia, Moldávia, Tadjiquistão, Turcomenistão, Ucrânia, Uzbequistão.

^(c)Canadá, EUA.

^(d)África do Sul, Argélia, Camarões, Costa do Marfim, Egito, Etiópia, Líbia, Marrocos, Mauritânia, Nigéria, Quênia, Senegal, Sudão, Tanzânia, Tunísia, Zâmbia, Zimbabwe.

^(e)Afeganistão Bangladesh, Índia, Nepal, Paquistão, Sri Lanka.

^(f)China, Coréia do Norte, Vietnã.

Fonte: IFA

Na Tabela 9 pode verificar-se que o Brasil é o 4º maior consumidor mundial de matérias primas e produtos intermediários para fertilizantes ocupando em contrapartida posição modesta na sua produção.

A análise das Tabelas 5 e 6 mostra a grande dependência externa da indústria de fertilizantes nacional. e a tendência para

Tabela 9: Consumo de fertilizantes, por país, em milhares de toneladas de nutrientes – N P K

PAÍS	Consumo (em 10 ³ t)	Participação (%)	Varição Ano Anterior (%)
China	35.288	25,5	1,8
EUA	19.564	13,9	-0,4
Índia	18.070	12,8	7,6
BRASIL	5.875	4,2	0,4
França	4.753	3,4	-1,7
Alemanha	3.054	2,2	3,9
Paquistão	2.834	2,0	9,9
Indonésia	2.736	1,9	0,3
Canadá	2.689	1,9	1,5
Austrália	2.353	1,7	4,6
Espanha	2.319	1,6	-2,0
Turquia	2.203	1,6	1,0
Vietnã	2.057	1,5	10,8
Reino Unido	2.044	1,5	-1,8
Tailândia	1.803	1,3	10,1
Itália	1.790	1,3	2,4
México	1.776	1,3	-1,6
Polónia	1.526	1,1	-2,0
Japão	1.438	1,0	1,3
Bangladesh	1.366	1,0	16,7
Malásia	1.324	0,9	-5,8
Irã	1.268	0,9	0,0
Egito	1.171	0,8	0,6
Federação Russa	1.132	0,8	-10,4
Outros	19.537	13,9	0,0
TOTAL	138.031	---	---

Fonte: ANDA, 2001

ela se agravar cada vez mais, levando-se em consideração as elevadas taxas de crescimento da agricultura no Brasil e a modesta posição que ocupa quando se considera o consumo de nutriente por hectare (Tabela 10).

Tabela 10: Consumo anual de fertilizantes por hectare agrícola e por habitante

	Consumo de Nutrientes (kg/ha)	População (milhões)	Consumo (kg/habitante)
1-Malásia	673,5	20,6	58,25
2-Holanda	604,0	15,6	(a)
3-Reino Unido	386,0	58,1	39,86
4-Japão	376,2	125,3	12,01
5-China	367,2	1.232,0	27,36
6-Egito	349,3	63,2	18,67
7-França	262,8	58,3	85,57
8-Vietnã	248,8	75,2	20,53
9-Alemanha	244,2	81,9	34,88
10-Itália	201,7	57,2	31,73
11-Espanha	144,7	39,3	54,82
12-Indonésia	120,1	200,4	11,27
13-Brasil	120,0	161,8	33,94
14-EUA	114,1	269,4	75,00
15-Bangladesh	114,0	120,0	8,93
16-Paquistão	108,5	140,0	19,00
17-Polónia	108,4	38,6	41,55
18-Índia	97,5	944,6	17,14
19-Tailândia	84,0	58,8	25,15
20-Turquia	75,1	61,8	29,53
21-México	63,0	92,7	15,70
22-Irã	59,8	70,0	17,28
23-Canadá	59,3	29,7	91,51
24-Austrália	47,0	18,1	120,66
25-Federação Russa	12,3	148,1	10,46

Fonte: Albuquerque, 2000

(a) A Holanda consumiu 741 e 602 kg/ha de N - P₂O₅ - K₂O em 1987/88 e 1990/91, respectivamente.

A produção brasileira de fertilizantes, embora crescente (na última década evoluiu de 5,4 Mt em 1990 para 7,6 Mt em 2001 com pequenas oscilações negativas em 1992, 1995-96, 1998 e 2001) satisfaz, atualmente, menos de 50% das necessidades do País, como pode verificar-se na Tabela 11.

3.2 Produção, importação e consumo de fertilizantes no Brasil

O Brasil, devido à dimensão da sua produção agrícola (o PIB agrícola brasileiro ultrapassou R\$ 87 bilhões em 2001), às características dos seus solos, muito pobres dos macronutrientes potássio e fósforo, e à insuficiente produção doméstica de potássio, de fosfatos e de compostos nitrogenados, é um dos grandes importadores mundiais de fertilizantes. Foram mais de 1,44 bilhões de dólares em 2001, correspondentes a 13,18 Mt, de matérias primas (3,34 Mt) e de produtos intermediários (9,84 Mt).

A partir de 1998 o volume das importações de nutrientes ultrapassou o da produção interna. Na realidade, a produção brasileira de fertilizantes, embora elevada, vem-se revelando, cada vez mais, insuficiente para satisfazer o consumo interno de nutrientes. (Tabela 11)

Tabela 11: Produção, importação, estoques e consumo efetivo de nutrientes no Brasil, em milhares de toneladas (10³ t), nos últimos 12 anos.

Ano	Produção	Importação	Estoque inicial (Indústria)	Estoque final (Indústria)	Consumo Efetivo(*)
2001	7.597	9.741	3.085	2.989	16.737
2000	7.985	10.301	1.911	3.085	16.322
1999	7.537	7.059	1.632	1.911	13.869
1998	7.407	7.426	1.657	1.632	14.569
1997	7.411	7.244	1.357	1.657	13.834
1996	6.831	5.763	1.217	1.357	12.248
1995	6.686	4.768	1.163	1.217	10.839
1994	7.294	5.390	1.070	1.163	11.959
1993	6.337	4.964	868	1.070	10.543
1992	5.545	3.688	1.238	868	9.280
1991	5.592	3.294	1.120	1.238	8.510
1990	5.393	2.930	1.205	1.120	8.325

(*) Entregas + estoque inicial do agricultor – estoque final do agricultor

Fonte:: ANDA – Anuários Estatísticos 1990 a 2001

É consenso geral, como já foi dito, que o Brasil necessita criar condições de formação de grandes saldos na balança comercial para equilibrar os enormes déficits em transações correntes. Só poderá consegui-lo pela conjunção de duas variáveis: aumento das exportações, cujos produtos deverão agregar maior valor aos produtos colocados no exterior, e redução das importações, o que exigirá a implantação/desenvolvimento de projetos que utilizem, predominantemente, bens existentes no País, dentro de uma política consciente de sustentabilidade.

As Tabelas 12, 13 e 14 mostram as importações, em toneladas de produtos contendo os macronutrientes potássio, fósforo e nitrogênio.

Tabela 12 - Importação de matérias primas e produtos intermediários de potássio para fertilizantes (1999, 2000, 2001), em toneladas

Produtos	1999	2000	2001
Cloreto de potássio	1.904.723	2.518.214	2.480.969
Sulfato de potássio	21.377	13.756	11.627
Salitre potássico	10.362	14.967	14.798
Nitrato de potássio	1.403	14.208	13.350
Fertilizantes complexos	3.610	5.408	4.034
TOTAL	1.941.475	2.566.553	2.524.778

Fonte: ANDA, 2000 – 2001 – 2002

Em relação ao nitrogênio contido em diversos produtos fertilizantes, o Brasil importou, em 2000, 1,46 Mt, com um aumento de 50,5% em relação ao ano anterior (haviam sido 0,97 Mt) (Tabela 14).

Mesmo assim há um déficit de mais de um milhão de toneladas de nitrogênio na agricultura brasileira (YAMADA, 2002). Segundo o mesmo autor, comparando-se a proporção dos nutrientes N:P:K e deixando como valor unitário o potássio, verifica-se que a agricultura americana consome 3,5 vezes mais N, por unidade de potássio, do que a brasileira (Tabela 15)

Tabela 13 – Importação de matérias-primas e produtos intermediários fosfáticos para fertilizantes, em milhares de toneladas de nutrientes (10³)

Substâncias	1999	2000	2001
Produtos Intermediários:			
Superfosfato Simples	80,3	294,1	323,0
Superfosfato Simples Amoniado	45,1	40,2	28,7
Superfosfato Triplo	276,8	460,9	413,6
Fosfato Monoamônio – MAP	854,3	1.219,1	1.325,7
Fosfato Diamônio – DAP	26,3	184,1	103,7
Fosfato Natural de Aplicação Direta	193,8	317,2	327,4
TOTAL	1.476,6	2.515,6	2.522,1
Matérias Primas:			
Fosfato de Cálcio Natural	436,2	613,1	621,8
Ácido Fosfórico	73,8	90,8	56,6
TOTAL	600,0	703,9	678,3
TOTAL GERAL	2.076,6	3.219,5	3.200,4

Fonte: ANDA, 2000 – 2001 - 2002

Os estudos de T. Yamada e A. Scheid Lopes mostraram que *somando-se o déficit entre entrada de N no solo, na forma de fertilizante, e sua saída, como produto colhido, com o N imobilizado na matéria orgânica (do solo) pode-se estimar com grande probabilidade de acerto que há déficit de mais de um milhão de toneladas de N na agricultura brasileira.* (YAMADA, 2002)

Além do potássio, do fósforo e dos compostos de nitrogênio, em 2000 houve necessidade de se importarem 1,5 Mt de enxofre, substância largamente utilizada, direta ou indiretamente, na agricultura. Não esquecer que o consumo de enxofre está ligado, predominantemente, à produção do ácido sulfúrico necessário ao fabrico de ácido fosfórico para fertilizantes, operação em que se consome 70 a 80% do total do ácido sulfúrico produzido no País (Fonte DNPM).

Tabela 14: Importação de produtos nitrogenados para fertilizantes, em toneladas de nutrientes.

Produtos	1999	2000	2001
Sulfato de Amônio	240.889	340.637	276.711
Urêia	469.707	607.152	449.838
Nitrato de Amônio	18.717	117.976	135.935
Nitrato de Cálcio	1.913	1.805	4.070
Nitrato de Cálcio e Magnésio	260	---	---
Sulfonitrato de amônio	---	1.582	792
Superfosfato Simples Amoniado	903	803	573
Fosfato de Monoamônio - MAP	93.978	134.652	145.830
Fosfato de Diamônio - DAP	4.734	33.134	18.673
Salitre Potássico	11.102	16.035	15.856
Nitrato de Potássio	397	4.015	3.773
Fertilizantes complexos	896	4.303	20.575
Amônia anidra	127.985	203.199	245.836
TOTAL	971.481	1.457.906	1.318.462

Fonte: ANDA, 2000 - 2001 - 1002

É fácil de compreender o grande consumo de fertilizantes no Brasil não só pela sua dimensão, mas também porque, de acordo com o mapa pedológico do País somente 9% dos seus solos não possuem limitações relevantes para a produção agrícola, ou seja, apresentam boa reserva de nutrientes, boa drenagem, boas propriedades físicas (estrutura, textura, entre outras) e teor de água que atenda o ciclo da planta como se percebe na Figura 6. (AMARAL, 1999).

Tabela 15: Relação N:P:K, consumo (Mt) e participação (%) nos 5 países maiores consumidores.

País	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N+ P ₂ O ₅ + K ₂ O (Mt)	Participação (%)
China	7,2	2,7	1,0	36,0	25,5
EUA	2,5	0,9	1,0	19,6	13,9
Índia	6,8	2,8	1,0	18,1	12,8
Brasil	0,7	0,9	1,0	6,0	4,2
França	2,2	0,6	1,0	6,0	4,2
Mundo	3,9	1,5	1,0	140,6	100,0

Fonte: POTAFOS

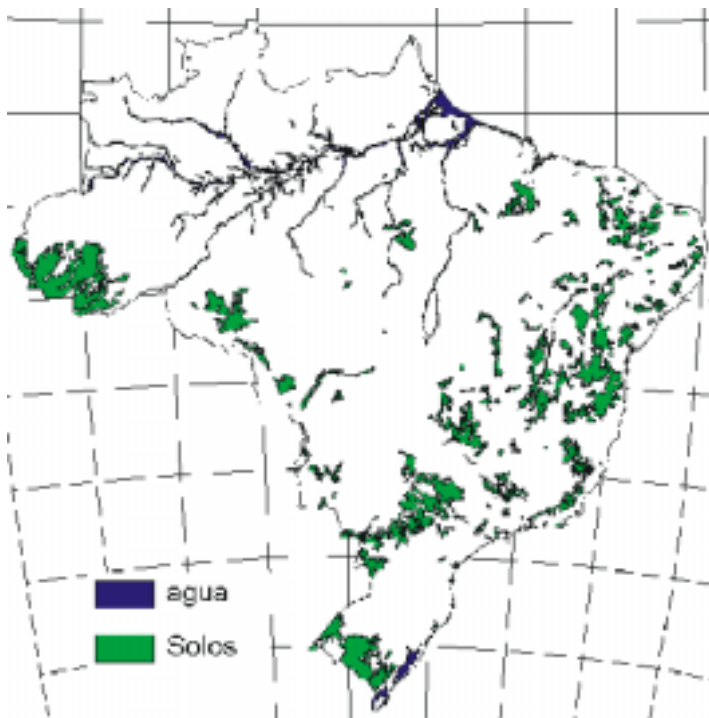


Figura 6: Solos brasileiros com elevada aptidão agrícola. Fonte: EMBRAPA, 2002

O aumento das importações de fertilizantes tende a agravar-se. Estima-se que o crescimento da demanda de fertilizantes no Brasil cresça cerca de 30% entre 1999 e 2008 (19% na Região Sul e 36% no Nordeste/Norte), isto para produtos agrícolas. Em relação à procura de fertilizantes para pastagens, prevê-se um crescimento de 507% no período 1998-2008, passando de 280.000 t em 1998 para uma demanda estimada de 1,7 Mt em 2008 (MB Associados, 1999).

O problema é grave em relação ao potássio para fertilizantes. O País depende em 86,5% de importações. Em 2000 importou 2,6 Mt de K_2O equivalente (US\$ 579.700) e produziu apenas 0,352 Mt. O valor das importações foi superior a 36% em volume e 34% em valor, em relação ao do ano anterior. Dados mais recentes revelam que, de janeiro a maio de 2002, o consumo aparente de cloreto de potássio no Brasil ficou em torno de 1,6 Mt, enquanto que a produção nacional foi de 0,25 Mt [www.ppi.ppic.org, 2002] Além da mina de Taquari-Vassouras, em produção, são conhecidos, na região, depósitos de potássio, arrendados à Companhia Vale do Rio Doce – CVRD, mas, como já foi referido, os projetos de exploração dessas reservas de silvinita e de carnalita, continuam aguardando trabalhos de pesquisas e de avaliação que mostrem a sua viabilidade técnico-econômica. Os depósitos de Fazendinha e Arari, no Estado do Amazonas, com uma localização muito mais limitativa, também aguardam definição por parte da Petrobras, atual detentora dos direitos de lavra.

No caso do potássio, se a dependência econômica é grande, a fragilidade física é maior. O Brasil tem uma única mina em operação, que é uma mina de risco pelas suas características geológicas. O Canadá, por exemplo, tem 12 minas em atividade, sendo dez subterrâneas e duas a céu aberto, de extração por solventes, na Província de Saskatchewan, no centro sul do Canadá (dez) e, a sudeste, na Província de New Brunswick, as restantes duas.

Em relação aos fertilizantes fosfatados, como já foi dito no preâmbulo, depósitos como os de Itaitia – CE, Angico dos Dias – BA/PI e Anitápolis – SC, já estudados e passíveis de entrar em produção, continuam parados. Outros como os de Patos de Minas – MG, onde se localizam as maiores reservas medidas do País, Salitre – MG, Fazenda Ipanema – SP, Maicurú – AM, por falta de tecnologia e/ ou de investimentos e/ ou de vontade política e/ ou

localização geográfica (Maicuru), continuam subaproveitados (caso de Patos de Minas) ou não chegaram a entrar em produção industrial.

A tendência é para o progressivo aumento das importações, se não forem implantadas novas indústrias produtoras que utilizem matéria prima nacional. O consumo efetivo de fertilizantes aumentou de 20,14% entre 1999 e 2001, como pode ser constatado na Tabela 16.

Tabela 16: Consumo efetivo de fertilizantes no Brasil, em milhões de toneladas (Mt)

Itens	1999	2000	2001	1999X2001
Produção	7,5	8	7,6	1,33%
Importação	7	10,3	9,7	27,83%
Consumo efetivo	13,9	16,3	16,7	20,14%

Fonte: ANDA, 2002

Considerando-se o consumo de fertilizantes por região, verifica-se que o centro e o sul do País são responsáveis por mais de 90% dessa demanda. As regiões Nordeste, pela escassez de água e sistema de irrigação ainda muito limitado, e a região Norte, por razões ambientais, com grande parte da sua área tomada por densa floresta nativa e pelas características dos seus solos que não se adaptam a uma agricultura intensiva, participam apenas com 9,2% e 0,6%, respectivamente, do consumo nacional de nutrientes. No triênio 1999 – 2001, foram porém as regiões sul (38%), norte, (38%) e nordeste (30%) e não o centro (19%), as que apresentaram a maior taxa de crescimento no consumo de fertilizantes. No entanto, a região central do Brasil consumiu 75,3% do total de nutrientes aplicados na sua agricultura. A taxa de 19% traduziu um acréscimo de 1,094 Mt no consumo, enquanto que, no mesmo período, no Norte, com taxa de 38%, o crescimento no consumo foi apenas de 11,2 mil toneladas (Tabela 17)

Todos os dados estatísticos apresentados neste capítulo devem ser considerados e interpretados no contexto/realidade brasileiros. A MBA estudou-os e interpretou-os, procedeu a novas pesquisas e coleta de dados, estabeleceu padrões de resposta à adubação e equações de adubação para 15 lavouras que respondem por 90% do consumo de fertilizantes químicos. Os resultados

Tabela 17: Consumo de nutrientes (N+P₂O₅+K₂O), por região, em milhares de toneladas (10³ t) e os respectivos percentuais

Região	1998	%	1999	%	2000	%	2001	%	(2002')	%
Sul	890,8	15,2	798,9	14,7	947,0	14,4	1.108,3	16,6	287,3	13,8
Centro	4.417,0	75,6	4.137,3	76,1	5.004,9	76,2	4.922,0	73,6	1.569,8	75,6
Nordeste	509,4	8,7	473,4	8,7	578,7	8,8	615,8	9,2	201,2	9,7
Norte	28,0	0,5	29,4	0,5	37,4	0,6	40,6	0,6	17,2	0,8
Centro/Sul	5.307,8	90,8	4.936,2	90,8	5.951,9	90,6	6.030,3	90,2	1.857,2	89,5
BRASIL	5.845,3	100,0	5.438,9	100	6.568,0	100,0	6.686,7	100,0	2.075,6	100,0

*Janeiro a maio de 2002. Fonte: POTAFOS, 2002

constam de relatório do qual extraímos alguns tópicos (MBA/ANDA, 1999).

1) A redução da disponibilidade de crédito do sistema formal, fez com que os agricultores concentrassem seus gastos em fertilizantes, sementes e defensivos, com o intuito de elevar a produtividade.

2) As diferenças nas escalas produtivas provocaram fortes alterações na distribuição espacial da produção.

3) A necessidade de ampliação da escala e a ausência de qualquer política de seguro de produção provocou intensa migração em direção ao Centro-Oeste.

4) A região que perdeu maior espaço foi o sul do País. Somente o Rio Grande do Sul perdeu, de 1979 a 1996, cerca de 3 milhões de hectares, ou seja, uma redução de, aproximadamente, 30% da área cultivada.

5) No Centro-Oeste, pelo contrário, a área cultivada passou de 5 milhões de hectares para 9 milhões de hectares.

6) Como conseqüência da redução do crédito rural oficial, passou a haver envolvimento entre empresas de insumos, de comercialização e de processamento que se traduziram, por exemplo, em novos mecanismos de compra antecipada e de troca de produtos por insumos.

7) Dada a baixa fertilidade dos solos do cerrado, uma das novas fronteiras, a agricultura surge com um patamar tecnológico elevado, com altas taxas de consumo de fertilizantes por hectare.

8) Deve verificar-se, nos próximos anos, processos de intensificação, de especialização produtiva e de concentração regional, com reflexo na comercialização mais específica e intensa de fertilizantes.

4. Agricultura e demanda de fertilizantes no Brasil

A contribuição para redução mais imediata do déficit em transações teria que vir principalmente da performance da balança comercial, tanto pelo aprofundamento do processo de substituição das importações, como através de significativa expansão das exportações (MB Associados / ANDA)

No Brasil, até ao final dos anos 60, crescimento da produção agrícola era sinônimo de aumento das áreas cultivadas, o que acontecia, predominantemente, nas proximidades dos centros urbanos. Antes, no final da Segunda Guerra Mundial (segunda metade da década de 40), já se havia iniciado, porém, a modernização da agricultura brasileira, com a passagem gradual do chamado *complexo rural* para os *complexos agroindustriais* – CAI's.

Data dessa altura o início do uso de fertilizantes e de tratores na agricultura. O processo de modernização atingiu o seu ápice nos meados da década de 60, *iniciando um período (1965-1985) de industrialização da agricultura* (KAGEYAMA E. SILVA, In: CALMANOVICI, 1990).

Constituíram marcos históricos na indústria de fertilizantes nacional, a criação, na Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo, nos anos 20, do Serviço de Estudo e Aproveitamento das Jazidas de Apatita de Ipanema e a solução tecnológica para aproveitamento de mais de 300 milhões de toneladas de rocha que antes era considerada estéril (SOUZA, 1997).

De 1920 até à década de 60, o consumo de fertilizantes era muito restrito, não atingindo 160.000 t/ano de P_2O_5 . Por outro lado a produção nacional mostrava-se sempre crescente passando de 6.000 t/ano em 1950 para 84.000 em 1966, isto é, a produção interna evoluiu de 12% do consumo, em 1950, para 72% em 1966. Considerando o período como um todo, verifica-se que o consumo aumentou de 130% enquanto a produção cresceu 13 vezes (1200%) (SOUZA, 1997).

A partir de 1964 os governos militares seguiram uma política desenvolvimentista, com grande reflexo no setor agrícola que contribuiu fortemente para a sua modernização apoiada em programas de pesquisa e extensão rural, criação de órgãos como a EMBRAPA e a EMBRATER e expansão da fronteira agrícola para o Centro-Oeste do País.

De 1969 a 1973, período de forte crescimento econômico (o PIB aumentou, em média, 11,2% ao ano), foi possível sustentar e incentivar uma forte elevação do consumo de fertilizantes mesmo com a diminuta produção interna, *porque a diferença em importações crescentes seria paga com superabundantes divisas estrangeiras disponíveis nessa época* (KULAIIF, 1999).

Estes fatos podem ser acompanhados na Tabela 18.

Tabela 18: Evolução do consumo, aparente total de fertilizantes no Brasil (1950 a 2000)

Ano	Produção nacional	Importação	Consumo aparente	Produção nacional	Importação
	1.000 t (N+P ₂ O ₅ +K ₂ O)				
1950	6,8	79,1	85,9	7,92	92,08
1955	20,5	124,8	145,3	14,11	85,89
1960	55,3	187,7	243,0	22,76	77,24
1965	75,5	181,5	257,0	29,38	70,62
1970	181,2	808,8	990,0	18,30	81,70
1975	653,9	1.322,6	1.976,5	33,08	66,92
1980	1.871,7	2.194,4	4.066,1	46,03	53,97
1985	1.902,9	1.224,4	3.127,3	60,85	39,15
1990	1.862,3	1.430,0	3.292,3	56,57	43,43
1995	2.261,8	2.301,8	4.563,6	49,56	50,44
1996	2.288,6	2.795,0	5.083,6	45,02	54,98
1997	2.408,7	3.522,4	5.931,1	40,61	59,39
1998	2.384,9	3.336,5	5.721,4	41,68	58,32
1999	2.553,2	3.402,0	5.955,2	42,87	57,13
2000	2.601,4	4.837,2	7.438,6	34,97	65,03

A Figura 7 mostra, claramente, que o crescimento da produção interna de fertilizantes não acompanhou o forte aumento da demanda e as conseqüentes importações. Nessa figura, a linha que representa a razão Produção Nacional/Importação, destaca claramente esse fato.

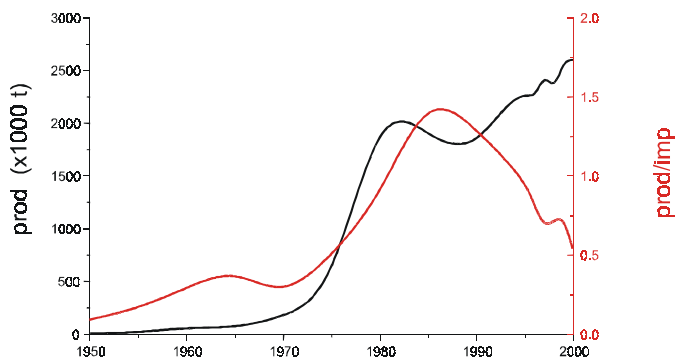


Figura 7 Evolução da produção brasileira de fertilizantes e da razão Produção / Importação

Até 1974, ano em que a produção de concentrados fosfáticos foi de 250.000 toneladas (15% das necessidades), o setor dos fertilizantes era dominado por empresas privadas que apenas produziam fertilizantes fosfatados simples, em unidades de pequeno a médio porte e, no que toca aos nitrogenados, por empresa estatal. O potássio era todo importado.

Coincidindo com a crise energética mundial, houve necessidade, de aumentar a produção interna de fertilizantes. SOUZA (1997), enumera vários fatos marcantes, acontecidos a partir de 1974, que tinham por objetivo diminuir a dependência externa, destacando: i) o Programa Nacional de Fertilizantes e Calcário Agrícola – PNFA; ii) a criação da PETROFÉRTIL, em 1976, a qual incorporou, um ano depois, a ULTRAFÉRTIL, FAFER e a NITROFÉRTIL; iii) a criação de uma linha de crédito do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico, de US\$ 1,3 bilhões, para investimentos incentivados; iv) a fundação do Instituto Brasileiro de Fosfatos – IBRAFOS; v) a criação do Centro de Estudos de Fertilizantes – CEFER que executou excelentes estudos no campo dos fertilizantes não tradicionais, nomeadamente termofosfatos (a

sua extinção deixou profunda lacuna tecnológica, como afirma ALBUQUERQUE, 1995); vi) a capacitação alcançada pelas empresas brasileiras em engenharia de projetos, destacando-se a Paulo Abib Engenharia S/A nos projetos básicos de concentração de rocha fosfática; vii) os encontros regulares promovidos pelo IBRAFOS onde se reuniam empresários, técnicos das empresas, pesquisadores da Universidade e de Centros de Pesquisa e entidades governamentais.

Como resultado, já em 1979, o consumo de fertilizantes atingia 1,7 milhões de toneladas. Ao longo do período 1975-1988, a relação produção/consumo aparente de fósforo passou de 51,40% para 93,01%, segundo RAPPEL e LOIOLA (1993), citados por ALBUQUERQUE (1997). *Em termos exclusivos de rocha fosfática, salvo algumas importações provocadas exclusivamente por logística de transporte, desde 1982 o país tornara-se auto-suficiente.*

CALMANOVICI (1990), apoiado em dados da ANDA (1987), apresenta a periodização do setor de fertilizantes do Brasil, até ao final da década de 80.

1) Primeira fase: 1950 – 1974

Representa a fase da estruturação do setor de fertilizantes no País. Nesse período a produção interna de N-P-K cresceu mais de 80 vezes e o consumo aparente, 20 vezes. De acordo com a ANDA (1987) amplia-se a capacidade de mistura, de armazenagem e de distribuição, operando este segmento misturador com matéria prima importada, o que determinou o padrão de localização junto aos portos marítimos. Num segundo momento, inicia-se a produção de fertilizantes simples, ainda que utilizando matéria prima importada.

2) Segunda fase: 1974 – 1980

Caracterizou-se por uma acentuadíssima ampliação da oferta interna de fertilizantes. A conjuntura internacional resultou em pesado aumento nos preços dos fertilizantes devido à primeira crise do petróleo, pressionando a balança de pagamentos.

3) Terceira fase: 1980 - 1983

Neste período, o setor viveu momentos de grandes dificuldades em função de crescimentos negativos do consumo aparente de

fertilizantes. *Essas dificuldades resultaram de novo choque dos preços do petróleo e de uma situação nacional de crise.*

4) Quarta fase: 1984 - 1989

A taxa de crescimento da demanda passa a ser novamente positiva, de cerca de 13% ao ano. /.../ No entanto, tanto esta fase como a anterior caracterizam-se pela quase total ausência de novos investimentos no setor. Isto significa que a retomada do consumo deve, a curto ou médio prazo, pressionar o parque instalado além da sua capacidade produtiva, podendo haver, como no passado, grande desembolso de dólares em importações de fertilizantes.

A década de 90 talvez possa ser considerada como a Quinta Fase da "Periodização do Setor de Fertilizantes" apresentada por CALMANOVICI (1990). A agricultura brasileira cresceu, de forma irregular, com oscilações, até 1995 e, nos últimos 5 anos de forma contínua, com forte participação dos CAI's. Em 2001 o PIB agrícola ultrapassou 87 bilhões de reais, como já foi referido. Segundo o IBGE (Jornal do Brasil de 26/07/02), a safra brasileira de grãos baterá novo recorde em 1992, ficando muito próxima dos 100 milhões de toneladas (99,3 Mt).

É evidente que o consumo de fertilizantes acompanhou essa evolução, embora com eventuais retrocessos, como em 1995, devido à falta de uma política de financiamento para a agricultura.

Como previra CALMANOVICI em 1990 (ob. cit.), as importações não deixaram de aumentar (à exceção de 1995), tanto em volume quanto em desembolso de dólares, *pela quase total falta de investimentos no setor.*

Com efeito, na última década do século XX as importações cresceram, em relação aos produtos intermediários e às matérias primas para fertilizantes, 212% e 89%, respectivamente, como mostram as tabelas 4 e 5, ou de 155% se expressas em dólares. Considerando-se os fertilizantes, na sua totalidade, verifica-se que, naquele período, o aumento das importações foi de 189%, em volume, e de 133% em dólares.

Se atendermos apenas ao período de vigência do real (implantado em julho de 1994), de dezembro de 1994 a dezembro

de 2001, verifica-se que as importações passaram de 7,43 Mt para 12,92 Mt (aumento de 73,9%) o que correspondeu, em reais, a um aumento de 381,3% (de R\$ 857,65 milhões, para R\$ 3.270,36 milhões) e, em dólares, a 43,6% (de US\$ 939 milhões para US\$ 1.666 milhões).

Com as atuais taxas de câmbio (US\$ 1 = R\$ 3,5 em 23/09/02) aqueles 1,666 bilhões de dólares corresponderiam a 5, 831 bilhões de reais e a progressão em relação a 1994 seria, não de 381,3% mas de 680%.

4.1. Evolução da indústria agrícola

A MB Associados mostrou, em trabalho desenvolvido para a ANDA em 1999, que houve nas décadas de 80 e 90, principalmente a partir de 1986, uma redução drástica do volume de recursos direcionados para a agricultura (Figura 8). “Enquanto nos anos 70 chegou-se a emprestar mais do que uma vez o PIB agropecuário, atualmente o sistema formal de crédito equivale apenas de 10% a 15% /.../ A agudeza desta mudança é ainda maior quando se considera que em quase toda a década de 70 os juros cobrados eram negativos, chegando a atingir, em alguns anos, taxas negativas superiores a 30%” (MB Associados/ANDA, 1999).

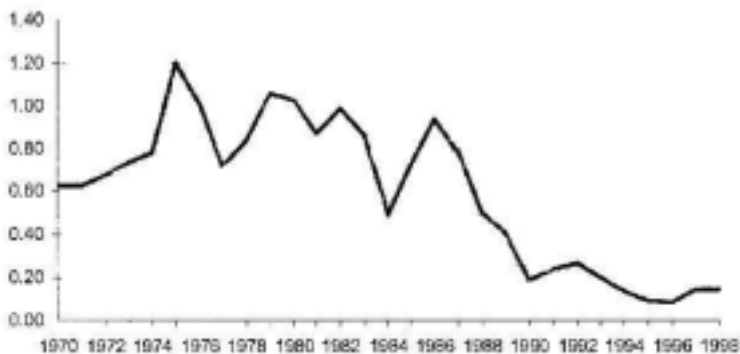


Figura 8: Relação entre crédito rural oficial concedido e o PIB agropecuário. Fonte: BACEN

Os resultados obtidos no estudo macroeconômico realizado pelas citadas entidades foi resumido numa tabela que reproduzimos (Tabela 19)

Tabela 19: Demanda de fertilizantes (em mil toneladas de nutrientes)

Item	1998 ^(a)	2003	2008	Cresc. ^(b)
Produtos agrícolas	5.557	6.446	7.227	30%
Pastagens	280	889	1.702	507%
TOTAL	5.837	7.335	8.929	53%

Fonte: MB Associados. ^(a) Fonte: ANDA ; ^(b) Crescimento 1998 - 2000

As importações de fertilizantes, pelo seu volume, já pesam fortemente, e de forma negativa, na balança comercial do País. Sabe-se, por outro lado, que “a contribuição para redução mais imediata do déficit em transações teria que vir principalmente da performance da balança comercial, tanto pelo aprofundamento do processo de substituição das importações, (o sublinhado é nosso) como através de uma significativa expansão das exportações. /.../ Neste esforço, o setor agroindustrial deveria ocupar um lugar de destaque, tanto pela competitividade comprovada de alguns produtos em nível internacional, assim como pelo potencial de expansão que este setor ainda tem” (MB Associados / ANDA, ob cit).

Segundo a mesma fonte, um *obstáculo* “a um crescimento da economia brasileira encontra-se na falta de uma adequada estrutura e dinâmica de financiamento da produção e dos investimentos. /.../ o governo terá que intervir ativamente para enfrentar a questão do financiamento em áreas estratégicas ao processo de crescimento e que, nas atuais condições, podem não vir a ser atendidas pelos agentes financeiros privados”.

Os censos elaborados pelo IBGE revelam bem a importância/dimensão e o crescimento da agricultura nacional O aumento da produção agrícola brasileira tem-se mostrado muito forte (Tabela 20).

Tabela 20: Desempenho da produção agro-vegetal: médias trienais, dos principais produtos de exportação e consumo interno

Indicadores	80/81 a 82/83	83/84 a 85/86	86/87 a 88/89	89/90 a 91/92	92/93 a 94/95	95/96 a 97/98	98/99 a 00/01
Produção agro-vegetal (10 ³ t) ^(a)	86.830	100.396	116.141	109.480	125.917	131.605	148.786
Produção de grãos (10 ³ t) ^(b)	49.783	55.710	67.226	59.838	74.348	72.275	87.748
Área colhida (10 ³ ha) ^(a)	45.303	44.963	51.206	47.189	46.492	43.671	46.379

Fonte: ANDA/IBGE

(a) 15 culturas que respondem por cerca de 90% da produção brasileira: algodão, arroz, banana, batata, cacau, café, cana-de-açúcar, feijão, fumo, laranja, milho, soja, tomate, trigo e uva. (b) Cereais e oleaginosas.

Como pode verificar-se na Tabela 19, em 20 anos, a produção agro-vegetal cresceu 71% e ainda mais a de grãos: 115%.

Paralelamente, a área cultivada em lavouras permanentes e temporárias que era de 20,9 milhões de hectares em 1970, atingiu 29,7 milhões em 1980, 32 milhões em 1985 e 41,8 em 1995 (Tabela 21).

Tabela 21 – Utilização das terras, em milhares de hectares (10³ ha), com base nos censos de 1970, 1975, 1980, 1985 e 1995-96

Utilização das Terras	1970	1975	1980	1985	1995-1996
Área total	294.115,6	323.894,5	364.852,9	374.294,9	353.611,2
Lavoura permanente	7.976,5	8.385,4	10.472,2	9.903,5	7.541,6
Lavoura temporária	12.911,4	15.319,9	19.265,4	22.106,1	34.252,8
Lavoura em descanso	---	2.206,2	8.913,9	10.662,7	8.310,0
Pastagem natural	103.572,9	125.950,6	113.897,0	110.243,3	78.048,5
Pastagem plantada	29.909,1	39.701,4	60.602,3	74.094,4	99.652,0
Matas naturais	56.220,8	67.857,6	83.152,0	83.017,0	88.897,6

Fonte: IBGE

Merece destaque especial o crescimento da área de pastagem plantada que, entre 1975 e 1995 aumentou 2,5 vezes enquanto a lavoura progrediu de 1,8 vezes e estes números seriam, certamente, muito superiores se referidos a 2000/2001

A expansão da área cultivada deve ser relacionada aos expressivos volumes de crédito concedidos, principalmente nos anos 70. Nesse período o significativo crescimento da oferta, da ordem de 5% ao ano, resultou muito mais do aumento da área cultivada do que dos ganhos de produtividade que foram mínimos. Com as restrições de capital⁶, que começaram em meados dos anos 80, as reservas financeiras acumuladas anteriormente, permitiram o desenvolvimento da eficiência produtiva. *A redução na disponibilidade de crédito do sistema formal fez com que os agricultores concentrassem seus gastos em fertilizantes, sementes e defensivos com o intuito de elevar a produtividade /.../ O fenômeno de aumento da produtividade ocorrida nos últimos anos é a contrapartida de uma intensa redução nos custos médios (ou unitários) de produção. Diversos estudos indicam que ocorreu uma redução de cerca de 60% nos custos de produção das principais lavouras brasileiras entre 1981 e 1994 (MB Associados/ANDA, ob. cit.).*

Estas entidades esclarecem que uma parcela considerável da redução de custos ficou a dever-se: i) à queda nos preços dos principais insumos agrícolas, à exceção de máquinas; ii) à incorporação do progresso tecnológico desenvolvido nos centros de pesquisa nacionais, com destaque para a EMBRAPA; iii) ao aumento da capacidade administrativa dos agricultores.

No caso dos fertilizantes a MB Associados fez estudo detalhado sobre o seu consumo pela agricultura. Estabeleceu curvas de resposta à adubação considerando que *para um dado padrão genético das diferentes culturas existe forte correlação entre produção por hectare e o volume de nitrogênio, fósforo e potássio*

⁶ Os financiamentos concedidos no Crédito Rural, em valores atualizados (base IGP-DI médio anual), passaram de 14,3 bilhões de reais em 1971, para 54 em 1979, quando começaram a decrescer, embora com oscilações, atingindo 21,6 em 1989, 12,1 em 1993, 7,9 em 1996 e 13,8 em 2000 (Fonte: ANDA)

extraído do solo. Nesse trabalho apresentou as equações de resposta à adubação nas culturas do algodão, arroz, batata, cacau, café, cana-de-açúcar, feijão, fumo, laranja, milho, soja, tomate, trigo e uva. No seu conjunto estas lavouras respondem por cerca de 90% do consumo total de fertilizantes químicos no Brasil.

Reproduz-se, a título de exemplo o que foi estabelecido em relação à cultura do algodão (Figuras 9a, 9b, e 9c).

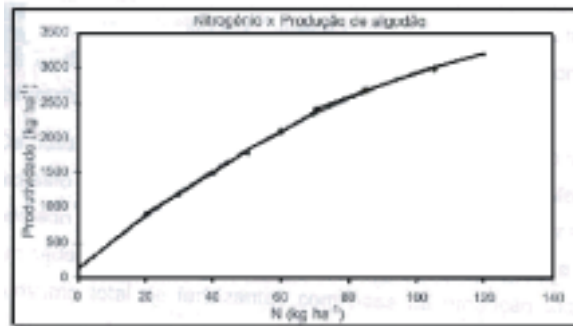


Figura 9a: Resposta à adubação, pelo N, na cultura do algodão. Fonte MB Associados, 1999

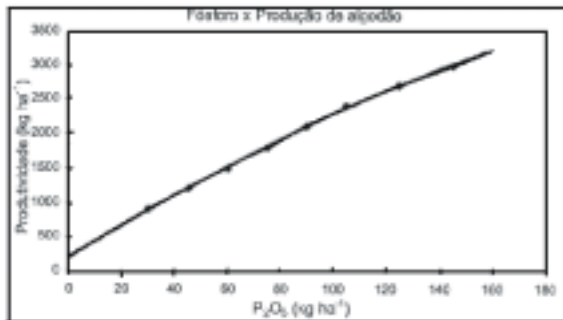


Figura 9b: Resposta à adubação, pelo P, na cultura do algodão. Fonte MB Associados, 1999

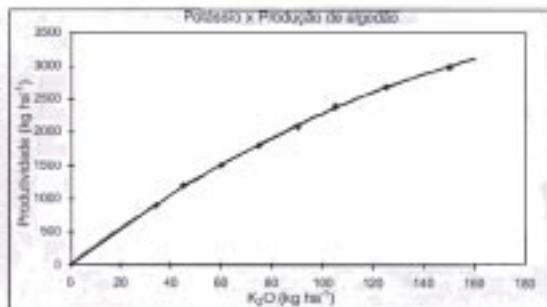


Figura 9c: Resposta à adubação, pelo K, na cultura do algodão
Fonte: MB Associados, 1999

4.2. Tópicos sobre a evolução e particularidades da indústria brasileira de fertilizantes

Embora o consumo de fertilizantes no Brasil tenha começado em fins do século XIX – início do século XX, a sua aplicação era muito restrita. Recorria-se apenas a adubos orgânicos produzidos por pequenas empresas localizadas nas zonas rurais dos Estados de São Paulo e do Rio Grande do Sul. O crescimento agrícola, até aos anos 60, apoiou-se fundamentalmente no aumento das áreas cultivadas (IPT, 1988).

A utilização de fertilizantes minerais foi iniciada, de forma incipiente, no começo dos anos 30, coincidindo com as primeiras tentativas de produção de concentrados a partir da rocha fosfática de depósitos nacionais, operação essa que se associou à produção de superfosfato simples. Foi neste período⁷ que a utilização de fertilizantes químicos começou a ser mais efetivo, principalmente com a prática da lavoura introduzida pelos japoneses, e com as plantações de algodão (MORAIS REGO, 1938 – In: KULAIIF, 1999).

⁷ Em outubro de 1930 foi instalada, junto à mina de Ipanema, Iperó (SP), com a capacidade 2.400 t/ano, a primeira usina de beneficiamento de rocha fosfática, por iniciativa do Ministério da Agricultura, e a fábrica de superfosfato simples (SSP) com a possibilidade de produzir 4.800 t/ano (Albuquerque, 1996)

Nessa época as empresas existentes importavam fertilizantes mistos, previamente formulados. Com o passar do tempo, as antigas importadoras foram instalando unidades misturadoras para elaboração de suas próprias formulações (KULAIIF, ob. cit.).

Seguiu-se, em 1940, a definição do depósito de apatita de Jacupiranga (SP), em 1942 o de Araxá (MG), em 1946 o do Morro do Serrote/Registro (SP) e, também em 1946 o de Olinda (PE). Este, de origem sedimentar (fosforito), ao contrário dos anteriores, situados em "chaminés" vulcânicas de rochas alcalino-carbonatíticas, produziu cerca de 770 mil toneladas de concentrados, entre 1958 e 1967.

Em 1958 é implantada a Fábrica de Fertilizantes de Cubatão – FAFER com o objetivo de utilizar o gás da refinaria Presidente Arthur Bernardes da PETROBRÁS. Foi a primeira unidade de síntese de amônia anidra, que produzia também, ácido nítrico, nitrato de amônio, e nitro cálcio.

Novas empresas, mais unidades de produção de fertilizantes granulados e de ácido sulfúrico e o início da lavra e beneficiamento do minério fosfático de Araxá, entre 1958 e 1960, vieram dar nova dinâmica à produção de fertilizantes no Brasil, que teve continuidade nos anos seguintes.

Embora o consumo de fertilizantes crescesse de forma intensa desde os anos 50, a produção fê-lo de forma ainda mais acentuada, até 1985, ano em que a razão Produção Nacional / Importação, atingiu o valor de 1,55. A partir desta data tem vindo a diminuir acentuadamente (Tabela 18 e Figura 7)

Pode dizer-se que o Brasil, a partir 2000, passou a importar quase o dobro da quantidade de fertilizantes que produz. Todas as projeções apontam para um agravamento da dependência externa, se não forem implantados novos projetos que utilizem bens minerais nacionais. Continuam sem entrar em produção depósitos já estudados, não se investe em processos inovadores ou novas tecnologias de produção e não se estabelecem programas de prospecção e pesquisa mineral direcionados na busca de matérias primas para fertilizantes.

4.3. Projeções da demanda de fertilizantes para a agricultura e pastagens

O aumento na demanda fertilizantes terá que se apoiar, se não for expandida a sua produção nacional, na importação, cada vez maior, de matérias primas e produtos intermediários. As perspectivas a curto/médio prazos são de forte aumento progressivo, dado que não está prevista a implantação de novos projetos para aproveitamento dos depósitos já conhecidos, de minérios fosfatados ou potássicos que, no primeiro caso, ainda apresentam a vantagem de terem boa distribuição geográfica.

Como já foi mostrado (Tab. 17), o consumo de fertilizantes varia muito, de região para região, em função, principalmente, da dimensão das respectivas atividades agropecuárias. Em 2001 consumiram-se, no Centro-Sul do País, 90,2% do total de macronutrientes, enquanto no Nordeste esse consumo representou 9,2% e, na região Norte, apenas 0,6%.

A partir de curvas de adubação a MB Associados (ob. cit.) estabeleceu *qual será a necessidade de nutrientes da agricultura brasileira nos próximos 5 e 10 anos. Com base nas projeções do volume total de produto das diferentes lavouras demandado em 2003 e 2008, estimou-se o total de nutrientes compatível com esta produção* (Tabelas 22 e 23).

O consumo de fertilizantes por tonelada de produto foi estabelecida a partir de curvas de resposta à adubação, de acordo com a produtividade determinada pela MB Associados (1999a) e, seguindo esse raciocínio, chegou-se ao consumo associado às principais lavouras.

A projeção deve ser analisada com toda a atenção, como os autores alertam, pois constitui um referencial do consumo, por tonelada (Tabela 23).

As curvas de adubação elaboradas pela MB Associados (ob. cit.) permitiram-lhe calcular o volume de nutrientes extraídos, por cultura, nos últimos anos, no Brasil. *O procedimento adotado consistiu em obter, ano a ano, a produtividade média de cada*

cultura em cada estado do país com base nos dados do IBGE e, a partir daí, calcular o consumo total de fertilizantes. Foram estudadas, simultaneamente, as relações parciais entre variáveis como, Crédito Rural, Preços Recebidos pelos Produtores (PRRE) relação entre Preços Recebidos pelos Produtores e Preço dos Fertilizantes (REFE), Índice da Quantidade Produzida (INQT),

Tabela 22: Produtividade agrícola no Brasil, em t/ha

Ano	1.998	2.003	2.008
Algodão	1.458	2.129	2.800
Arroz	2.537	2.837	3.137
Banana	15.315	14.865	14.415
Batata	15.229	16.579	17.929
Café	1.613	1.855	2.097
Cana de açúcar	68.436	69.786	71.136
Feijão	656	725	794
Fumo	1.431	1.536	1.641
Laranja	17.800	18.743	19.687
Milho	2.764	3.029	3.294
Soja	2.366	2.516	2.666
Tomate	44.475	49.425	54.375
Trigo	1.564	1.775	1.987
Uva	12.781	13.621	14.461

(Fonte: IBGE e projeção MB Associados, 1999a)

alertando contudo a MB Associados que existem problemas a dificultar a análise de todos os itens responsáveis pela demanda de fertilizantes como, por exemplo, falta de dados confiáveis e fatores não passíveis de mensuração.

Esta avaliação conduziu aos valores que se apresentam na Tabela 24.

Tabela 23 – Consumo de nutrientes (kg) por tonelada de produto, no Brasil.

Produto	1998				2008			
	N	P	K	NPK	N	P	K	NPK
Algodão	25,8	39,1	39,5	104,4	32,7	46,9	47,6	127,1
Arroz	18,2	18,2	16,9	53,3	23,9	17,5	22,3	63,7
Banana	5,4	3,0	7,3	15,7	5,8	3,1	7,7	16,7
Batata	3,4	9,2	9,7	22,3	3,4	9,4	9,8	22,6
Café	72,0	16,4	51,8	140,2	74,0	16,8	58,1	149,0
Cana-de-açúcar	0,8	0,3	0,9	2,1	0,8	0,3	0,9	2,1
Feijão	12,7	9,5	16,0	38,1	13,7	10,7	16,5	40,9
Fumo	61,8	99,8	82,9	244,6	62,7	105,5	92,3	260,4
Laranja	6,4	4,7	4,8	15,8	6,5	4,7	4,8	15,9
Milho	10,4	9,9	11,0	31,3	10,7	10,1	11,2	32,0
Soja	0	22,0	22,8	44,8	0,0	22,9	23,3	46,2
Tomate	2,5	3,4	5,5	11,4	2,7	3,8	5,8	12,3
Trigo	20,1	16,2	13,2	49,5	20,8	16,6	14,3	51,6
Uva	7,1	16,5	11,6	35,3	7,2	16,7	11,8	35,8

Fonte: MB Associados, 1999a

Considerando-se o período 1998-2008, verifica-se que:

1) A maior taxa de crescimento no consumo, é a do algodão (184%), seguindo-se a do arroz (45%) e a do tomate (36%);

2) As maiores consumidoras são as culturas de soja, (embora não necessitem de nitrogênio), milho, cana de açúcar e café;

3) O crescimento do consumo das 13 principais culturas deverá atingir 16% até 2003 e 30% até 2008;

4) Apenas a cana de açúcar deverá apresentar um crescimento negativo (-0,2%);

5) A razão N:P:K, de 1:1,19:1,48, em 1998, deverá manter-se sensivelmente a mesma em 2008, a qual deverá ser 1:1,18:1,49.

Aplicação de fertilizantes em pastagens: Estudos sobre a demanda de fertilizantes para pastagens na indústria pecuária referem a não existência de série histórica de dados, e as poucas informações disponíveis, segundo a MB Associados (1999), *são reconhecidamente de baixa credibilidade*.

Os ganhos de produtividade na pecuária brasileira, como na

Tabela 24: Consumo e projeção de consumo de fertilizantes, por cultura, no Brasil. (1998-2008, em 10⁶ t)

Item	1998			2008			Var. NPK
	N	P	K	N	P	K	1998-08
Algodão	34,9	52,8	53,4	103,0	147,8	150,1	184%
Arroz	199,3	199,3	185,1	316,7	232,2	295,6	45%
Banana	43,5	23,7	58,2	58,7	32,0	78,6	35%
Batata	9,3	25,4	26,7	12,2	33,3	34,7	31%
Café	288,0	65,7	207,3	368,0	83,7	289,0	32%
Cana-de-açúcar	285,5	113,0	307,4	284,0	113,7	306,7	-0,2%
Feijão	36,8	27,5	46,5	47,5	37,0	57,1	28%
Fumo	38,2	61,7	51,3	48,2	81,0	70,9	32%
Laranja	114,3	82,8	84,8	134,4	97,5	99,6	18%
Milho	330,6	314,5	347,8	417,4	392,7	433,9	25%
Soja	-	695,7	721,1	-	890,0	904,5	27%
Tomate	6,8	9,3	15,0	9,2	13,3	20,0	36%
Trigo	54,2	43,7	35,7	70,2	55,9	48,2	30%
TOTAL	1.441,4	1.715,3	2.140,3	1.869,4	2.210,0	2.788,7	30%

Fonte: MB Associados, 1999a

agricultura, começam a ser significativos a partir do início dos anos 90, intensificando-se após 1994, em consequência da estabilização dos preços.

No longo período de alta inflação o *gado e a terra eram utilizados como proteção à inflação, ou seja, tinham como objetivo resguardar o dinheiro da inflação ficou evidente que a razão principal da pecuária era a reserva de valor, sendo o aspecto produtivo apenas secundário*. Tal como aconteceu noutros setores, quando se entrou na fase de estabilidade econômica e de baixa inflação, a *produtividade passou a ser a única forma de obtenção de ganhos com a atividade (ob. cit.)*.

No Brasil são habitualmente referidos quatro sistemas de criação de gado de corte: i) cria em pasto nativo; ii) cria e recria, tradicional, em pasto cultivado; iii) idem em pasto cultivado de média produtividade; iv) idem em pasto cultivado de alta produtividade.

A MB Associados estudou estas quatro modalidades de criação de gado para *traçar um cenário com base em números realistas da atividade* e assim fazer uma previsão da evolução do consumo de fertilizantes em pastagens, mas *a ausência de qualquer estatística referente à venda de fertilizantes ao setor impedem uma projeção mais precisa.*

A Tabela 25 mostra que, tal como na agricultura, *a pecuária seguiu uma trajetória de ganhos de produtividade.*

Tabela 25: Áreas de pastagens no Brasil em 1985 e em 1996, em mil hectares

Ano	Pastagem Nativa	Pastagem Plantada	Total
1985	105.094	74.094	179.188
1996	78.048	99.652	177.700

Fonte IBGE. In: MB Associados

Sendo a pecuária brasileira, essencialmente de pastagens *a principal preocupação dos pecuaristas foi a busca pelo capim milagroso. De Norte a Sul foi plantada "Brachiaria decumbens" trazida da Austrália na década de 70. Essa pastagem triplicou o cerrado, mas logo veio o problema da monocultura e de uma praga /.../. Na década de 80 os programas de seleção de plantas forrageiras, principalmente com a importação de gramíneas da África foram amplamente difundidos. Tal política teve como resultado a redução da idade de abate do gado, de cinco para três anos. Na década de 90, estudos mais aprofundados mostraram que não existe a planta milagrosa e que os bons resultados dependem, em parte, da adubação das pastagens (Batista, 2002⁹)*

⁹ Valéria Batista é pesquisadora da EMBRAPA

Com a necessidade da pecuária brasileira obter ganhos de eficiência produtiva, as pastagens naturais foram sendo substituídas pelas plantadas e estas cada vez mais com adubação. O Brasil, com o maior rebanho bovino comercial do mundo (170 milhões de cabeças), e em expansão, vai necessitar, cada vez mais, de fertilizantes para pastagens.

Para a pecuária poder competir com a agricultura *faz-se necessário que o sistema produtivo se intensifique, o que certamente garantirá um aumento na demanda de fertilizantes* (MB Associados, 1999a) Como não é possível determinar qual será a escala de adoção de novos rumos de manejo de pastagens e, portanto, quantificar o novo padrão tecnológico, aquela empresa elaborou alguns exercícios baseados em duas premissas: 1ª – toda a demanda adicional de carne será atendida com um deslocamento das pastagens plantadas de baixa produtividade, para uma situação de média produtividade; 2ª – a oferta se expandiria com áreas saindo diretamente da condição de baixa produtividade para uma de alta produtividade.

Partindo do pressuposto que as áreas de pastagem, nativas e plantadas, não sofrerão alteração nos próximos 10 anos, a MB Associados imaginou duas situações.

1) Na hipótese de média produtividade e considerando que a área de pasto com adubo passaria de 0 ha em 1999 para 7,5 milhões em 2003 e para 40,7 milhões em 2008, a demanda de fertilizantes para pastagens seria de 1,4 Mt e de 3,3 Mt, respectivamente. Para se atingirem estes valores seria necessário que 40 milhões de hectares migrassem de uma condição de baixa para outra de média produtividade.

2) No caso do aumento da demanda evoluir de uma situação de baixa para outra de alta produtividade (sistema intensivo), haveria uma demanda de fertilizantes para pastagens de, aproximadamente, 600 mil toneladas nos próximos 5 anos e de 1,4 milhão em 10 anos e as áreas de pastagem necessárias seriam de 1,35 milhões de hectares em 2003 e 3,16 milhões em 2008.

As projeções de demanda de fertilizantes para pastagens apresentadas pela ANDA (1999) indicam um aumento de 507% entre 1998 e 2002.

5. Considerações finais

Water. Energy. Health. Agriculture. And biodiversity... Five areas that can be remembered by a simple acronym: WEHAB. You might think of like this: We inhabit the earth. And we must rehabilitate our one and only planet (Kofi Annan)

O relatório da ONU, *Desafio Global, Oportunidade Global* de agosto de 2002 (www.riomaisdez.org.br), uma verdadeira agenda para a Conferência "Rio + 10", realizada na capital sul africana, foi mais um alerta para a necessidade do desenvolvimento ser sustentável. Nitin Desai, Secretário Geral da Conferência, recomenda vivamente *que os governos se comprometam com ações práticas de produção sustentável de energia, agricultura, uso de recursos de água, para atender necessidades das populações e erradicação da pobreza.*

Em relação à agricultura, merecem destaque, no citado documento, as seguintes afirmações:

1) a produção de alimentos tem diminuído, embora a população mundial não pare de crescer e esteja comendo mais;

2) nos últimos anos o consumo médio por pessoa subiu de 3.000 para 3.400 calorias nos países industrializados e de 2.100 para 2.700 nos países em desenvolvimento;

3) a fome tende a crescer nas regiões onde o solo tem sofrido degradação, por exploração excessiva e desertificação;

4) no século XX, o consumo de água aumentou seis vezes, mais do dobro do crescimento demográfico, sendo que a agricultura foi responsável por 70% desse uso e pelo maior índice de desperdício porque sistemas ineficientes de irrigação perdem 60% da água que transportam;

5) as reservas subterrâneas de água são consumidas muito mais rapidamente do que podem ser repostas trazendo como consequência que, dentro de duas décadas, cerca de 3,5 bilhões (metade da população do mundo) deixarão de ter acesso a água potável.

Já é um consenso geral que os ganhos em produtividade na agricultura podem aumentar sensivelmente se as lavouras receberem o que designaremos de “fertilização inteligente”. Sendo assim, os programas de informação ao agricultor sobre o papel de uma agricultura sustentável, ecoeficiente e produtiva, parecem ser um bom caminho. Nesse contexto, englobam-se a importância, funções e características dos fertilizantes, o papel dos macro e micronutrientes e suas implicações quando corretamente aplicados bem como os riscos de uma má fertilização. Não deve ser esquecido que a demanda mundial de alimentos em 2025 deverá atingir 3,97 bilhões de toneladas prevendo-se que a produtividade possa alcançar 4,5 t/ano (BORLANG & DOWSWELL, In: LOPES, 2002), como resultado, essencialmente, dos avanços conseguidos em biotecnologia e na maior aplicação de fertilizantes.

Como se posiciona o Brasil no panorama mundial da atividade agropecuária?

1) As suas terras agricultáveis, 550 milhões de hectares, segundo o IBGE, são as mais extensas do mundo.

2) O País detém cerca de 20% das reservas mundiais de água doce.

3) Em escala mundial é um dos maiores produtores agrícolas e as perspectivas de crescimento são grandes.

4) É o 4º maior consumidor de fertilizantes, mesmo sendo modesta a sua aplicação por hectare. Em 1987/88 consumiu 52 kg/ha e mais do que duplicou esse valor em 1988, mantendo-se, mesmo assim, muito inferior à de países como a Holanda (604 kg/ha), Reino Unido (386 kg/ha), Japão (376 kg/ha), China (367 kg/ha) e França (263 kg/ha);

5) No Brasil, a indústria de produção de fertilizantes, utilizando bens minerais existentes no País, tem-se desenvolvido, nos últimos anos, a um ritmo bem inferior ao do crescimento da demanda (Tab. 18 e Fig. 7). No período 1995/2000, enquanto a produção interna cresceu 15% as importações progrediram de 110%⁹.

⁹ Note-se que, no último ano, o setor mineral, como um todo, cresceu 8,2%, a agro-pecuária 2,9% e o PIB 2,3% (Wagner et al, 2002)

6) O Brasil devido à dimensão da produção agropecuária, às características dos seus solos e à insuficiente produção doméstica, é um grande importador de fertilizantes. Os dados de mercado sobre produção e consumo nacionais devem ser os grandes motivadores para a implantação de programas de P,I&D que promovam a ampliação da indústria de fertilizantes no País. O progressivo aumento das importações torna a busca de soluções um assunto cada vez mais premente.

7) Jazidas de fosfato como as de Itataia (CE), Angico dos Dias (BA/PI) e Anitápolis (SC) continuam paradas e depósitos/prospectos como os de Trauíra/Pirocau (MA), Patrocínio (MG), Iperó (SP) e Alhandra/Conde (PB) aguardam estudos de viabilidade técnico-econômica, que levem em consideração as novas premissas nacionais: o afastamento das fronteiras agrícolas dos atuais polos produtores e as elevadíssimas taxas de câmbio que provocam encarecimento acentuado do produto importado. Em relação aos depósitos de potássio, como os de, Rambu/Sta. Rosa de Lima (SE) e Fazendinha (AM), a situação é idêntica.

8) O balanço de nutrientes na agricultura brasileira mostra déficits de 888 mil toneladas de N (mesmo considerando todo o N da soja e do feijão como provenientes da fixação biológica); de 414 mil toneladas de P_2O_5 e de 413 mil toneladas de K_2O (YAMADA & LOPES In: LOPES, 2002).

9) A exploração agro-pecuária extensiva, um dos grandes responsáveis pelo desmatamento e danos causados aos ecossistemas naturais, pode ser substituída por uma exploração intensiva, de alta produtividade, em áreas menores, dentro dos conceitos de sustentabilidade, se o consumo ("exportação") de elementos pelo cultivo/remanejamento do bem vegetal forem compensados pelo uso racional e balanceado de fertilizantes.

10) É o que tem vindo a acontecer gradativamente. A produção e a produtividade das 16 principais culturas do Brasil que eram, respectivamente, 49,6 Mt e 1,45 t/ha, em 1970 passaram para 145,1 Mt e 2,70 t/ha em 1998, o que significa ter sido poupada uma área de 66 milhões de hectares (Fonte: LOPES, 2002), isto é, seriam necessários cerca de 100 milhões de hectares para se chegar ao volume da produção agrícola atingido em 1998, se fosse mantida a produtividade de 1970. Se isso não aconteceu, deve-se, em grande parte, à mais intensa e melhor aplicação de fertilizantes.

11) São gargalos do agronegócio brasileiro: i) protecionismo dos países desenvolvidos (subsídios à agricultura mundial em 1988 – OCDE, 29 países, US\$ 366 bilhões ou 42% do valor da produção; CEE, US\$ 142 bilhões; EUA, US\$ 87 bilhões; Japão, US\$ 56 bilhões) ii) a carga tributária dos alimentos industrializados (Brasil = 32,7%; França = 5,5%; Espanha e Holanda = 6%; Alemanha = 7%; Portugal = 8%); iii) transporte/frete até ao porto (Brasil = US\$ 32/t; EUA = US 15/t; Argentina = US\$ 17/t); iv) taxas portuárias (Roterdã/Holanda = US\$ 3; Brasil = US\$ 9 a 12); v) taxas de juros (Brasil = 18,5% em 2002; Internacional = 5,5%); vi) barreiras tarifárias (LOPES, 2002).

A abertura de novas fronteiras agropecuárias e a imperiosa necessidade de, num mundo altamente competitivo, se aumentar o rendimento da produção agrícola (dentro dos parâmetros de sustentabilidade, insista-se) irão pressionar, e certamente viabilizar, a implantação de novos complexos mineiro-industriais de produção de fertilizantes, junto das áreas mineiras e dos novos centros consumidores, principalmente no Centro Oeste e Nordeste, o que se traduziria na redução de custos de transporte.

Chama-se de novo a atenção para o fato do Brasil, devido às dimensões da sua produção agrícola, às características dos seus solos e à necessidade de fomentar o cultivo de pastagens para a pecuária, também em fase de grande desenvolvimento, depender largamente da importação de fertilizantes, situação que tende a gravar-se, afetando o País sob o ponto de vista econômico¹⁰ e aumentando a sua dependência de fornecedores externos.

Para projeções futuras, não pode deixar de ser levado em consideração que os solos do "cerrado", uma das mais importantes fronteiras agrícolas do País, exigem, pelas suas características, alta taxa de aplicação de nutrientes e que o crescimento da demanda de fertilizantes para pastagens cresce em ritmo acelerado. Também não deve ser esquecido que, se a produtividade passou de 1,45 t/ha (valor médio das 16 principais culturas) em 1970, para 2,7 t/ha em 1998, como se viu, isso se deve, em grande parte, à maior e melhor aplicação de fertilizantes.

¹⁰ Em 2001 foram 13,2 Mt no valor de US\$ 1, 44 bilhões o que convertido em reais representaria aos preços de hoje (07/10/2002), R\$ 5,33 bilhões.

Ressalta assim, entre outras, a necessidade de:

1) Desenvolvimento e implantação de novos processos industriais, menos poluentes, bem como a melhoria constante dos processos já existentes;

2) Busca intensiva, através de projetos de P,I&D, de fontes não convencionais de nutrientes e de processos de produção de fertilizantes de solubilização lenta, mais adaptados às condições climático-pedológicas brasileiras;

3) Implantação de programas de prospecção e pesquisa mineral que incluam, também, ambientes geológicos não convencionais¹¹, visando descobrir e avaliar novos depósitos e redefinir, nas condições sócio-econômicas atuais, ocorrências e depósitos já conhecidos;

4) Melhoramento e criação, de redes de transporte/escoamento, incluindo, além das rodovias, hidrovias e ferrovias;

5) Aumento da capacidade de produção dos pólos já existentes bem como a criação de novos centros de produção;

6) Estruturação da política de investimentos e de financiamento da produção na agroindústria.

Lembra-se que esses itens devem ser atendidos levando em consideração a utilização de bens existentes no país e a necessidade da criação de saldos positivos na balança comercial, o que passa pela redução dos custos de produção, com o conseqüente aumento das exportações e pela redução das importações.

Deve ser preocupação de todos que o mundo futuro seja "um mundo em que cada pessoa tenha acesso econômico e físico a uma alimentação suficiente que permita vida saudável e produtiva, em que a desnutrição esteja ausente e os produtos resultem de uma agricultura eficiente, eficaz, que produza alimentos de baixo custo, num sistema compatível com a sustentabilidade e a correta utilização dos recursos naturais" (IFPRI - International Food Policy Research Institute).

¹¹ Cita-se como exemplo a jazida de fosfato de Sept Îles, no Canadá (Quebec), associada a rochas básicas (gabros s.1) com co-produção de apatita e ilmenita.

Referências bibliográficas

- AGRI, *Environmental Report Agri*. 9p, Disponível em: [www.hydro.com/HITS]. Acesso em: 29 jun.2001
- ALBUQUERQUE, Gildo de A. S. C. de, *A produção de fosfato no Brasil: uma Apreciação histórica das condicionantes envolvidas*. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 1996. 129p. (Estudos e Documentos, 31).
- ALBUQUERQUE, Gildo de A. S. C. de, *Contribuição à Implantação de um Novo Polo de Fertilizantes no Nordeste do Brasil*. 2000. 134p. Tese (Doutorado). EP/USP, 2000.
- ALGARTE, J.C. et al., *Os adubos e a eficiência das adubações*. ANDA, 1991. (Bol. Técnico, 3).
- Anuário Estatístico do Setor de Fertilizantes*. São Paulo: ANDA, 1991 a 2001.
- ARGENTI, M.O., *Nourrir un monde de plus en plus urbain*, FAO – Dossier de Fond, 3p. Disponível em: [www.fao.org/worldfoodsummit], Acesso em: 16 mai, 2002.
- ARQUIVO DO AGRÔNOMO, *Nutri-Fatos*, 24p., março 1996, POTAFOS, Piracicaba, SP.
- BANDEIRA, A.L.. *Liberdade para as novas tecnologias*. Disponível em: [www.iof.mg.org.br], Acesso em: 10 out, 2002.
- BARRETO, M.L., *Desenvolvimento sustentável: uma abordagem conceitual*, In: *Ensaio sobre a sustentabilidade da mineração no Brasil*, Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2001, 130p.
- BATISTA, V., *A busca pelo capim milagroso*, *Jornal do Brasil*, Rio de Janeiro, 29 set, 2002.
- CERRI, C.. *Capturar o carbono no solo*. *França Flash*, São Paulo, n. 31, 2002, Disponível em: [www.cendotec.org.br].
- CHINA RARE EARTH INFORMATION – CREI , v.3, n.5, p.3-4, Baotou, 1997.
- DELFIN NETO, A., *A importância da agricultura*. São Paulo: “Carta Capital”, 1997.
- DNPM. *Sumário Mineral*, 2001. Brasília: DNPM, v.21, 2001.
- EMBRAPA, Disponível em: [www.cnps.embrapa.br], Acesso em: 25 jul, 2002.
- FAO, *Sommet Mondial de l’Alimentation*, Disponível em: [www.fao.org/worldfoodsummit], Acesso em: 16 mai, 2002.
- FELLER, C., *Agricultura e efeito estufa*. *França Flash*, São Paulo, n.31, 2002, Disponível em: [www.cendotec.org.br].

- FERREIRA, E. & CRUZ, M.C.P., editores. *Micronutrientes na agricultura*. Piracicaba: POTAFOS, 2000. 734 p.
- FERREIRA, Gilson, *CETEM – Relatório Interno, 2001. Projetos de mineração: uma abordagem econômica*. Rio de Janeiro: CETEM/CNPQ, 2001.
- FISIOLOGIA VEGETAL, *Nutrição Mineral das Plantas*. Disponível em: [<http://fisiologiavegetal.spedia>], Acesso em: 05 ago, 2002.
- GUARDANI, Roberto, *Fertilizantes potássicos*: Tecnologia de Produção de Fertilizantes, Rio de Janeiro: IPT, 1990.
- HANSON, R.G., *Optimum phosphate fertilizer products and practices for tropical climate agriculture*. In: Proc. Int. Workshop on Phosphate Fertilizer and Environment. Intern. Fert. Devel. Center, Muscle Shoals, Alabama/USA, p. 65-75, 1992.
- IFA, Disponível em: [www.fertilizer.org], Acesso em: 02 mai, 2002.
- INTERNATIONAL POTASH INSTITUTE – IPI, Disponível em: [www.ipipotash.org]. Acesso em: 23 jan, 2002.
- Programa de atualização tecnológica industrial: fertilizantes nitrogenados e fosfatados*. São Paulo: IPT, 1988.
- Tecnologia de Produção de fertilizantes*, São Paulo: IPT, 2000.
- KRAUSS, A. (a), *Balanced fertilization integral part of sustainable soil management*, Expo 2000, Science in Dialogue, Hanover, Alemanha, 15 de agosto de 2000, 14 p. Disponível em: [www.ipipotash.org/presentn/bfipssm.html]. Acesso em: 31 jan, 02.
- KRAUSS, A. (b), *Quality production at balanced fertilization: the key for competitive marketing of crops*. In: 12 CIRC International Symposium on role of fertilizers in sustainable agriculture, 2000. Disponível em: [www.ipipotash.org].
- KRAUSS, A.(c), *Potassium, integral part for sustained soil fertility*, In: Regional IPI Workshop on Potassium and Phosphorus, 16 p., Lituânia, outubro de 2000. Disponível em: [www.ipipotash.org], Acesso em : 23 jan, 2002.
- KRAUSS, A.(d), *Demographic development and its implication for fertilizer use*. In: AFA International Annual Conference 7. 2001, 14 p. Cairo, Egito, jan/fev de 2001. Disponível em: [www.ipipotash.org]. Acesso em : 23 jan, 2002.
- KULAI, Y., *A nova configuração da indústria de fertilizantes fosfatados no Brasil*. Rio de Janeiro: CETEM/CNPQ. 1999. 244p. (Estudos e documentos, 42).
- LAMON, Antônio G., *A Agricultura no Brasil Merece Crédito?*, "Techno" n. 19, p.114-117, 2001.

- LOPES, A.S., *Fertilizantes, produção de alimentos e preservação ambiental*. Palestra, CETEM, 13/09/02, Rio de Janeiro.
- LOUREIRO, F.E.L., *Terras Raras no Brasil*. Rio de Janeiro: CETEM/CNPQ. 1994.(Estudos e Documentos, 21).
- MB Associados (a), *Demanda de fertilizantes 1999-2008*. ANDA, agosto 1999, 124p.
- MB Associados (b), *Isofretes*. ANDA, agosto 1999, 20 p.
- MOTAVALLI, P. et al. *Essencial plant nutrients*. Fertilizer Facts. Disponível em: [www.uog.edu/soil/fertft1ahtml], Acesso em: 23 set, 2002.
- PPI – Potash & Phosphate Institute. Disponível em: [www.ppi-ppic.org].
- POTAFOS. Disponível em: [www.ppi-ppic.org/ppiweb/brazil.nsf].
- RIC - RARE-EARTH INFORMATION CENTER INSIGHT, Ames Laboratory Inst for Physical Research and Technology, Iowa: Iowa State University ,v.2, n.1, 1989.
- RIC - RARE-EARTH INFORMATION CENTER NEWS, Ames Laboratory Inst for Physical Research and Technology, Iowa: Iowa State University ,v.33, n.1, 1998.
- SILVA, P.P.L., et.al., *Dicionário brasileiro de ciências ambientais*, Rio de Janeiro: Thex editora, 1999, 247 p.
- SOUZA, V.P., *Subsídios para a construção de cenários para a indústria dos fertilizantes fosfatados no Brasil*. Sminário FEA-USP, nov. 1997.
- VALARELLI, J.V.; GUARDANI R., *Estudos Experimentais para utilização das rochas potássicas de Poços de Caldas como fertilizantes*, Fertilizantes, v.3, n.3, p. 4-7, 1981.
- VELLOSO, J.P.. *A economia do conhecimento*, "O Globo", Rio de Janeiro, 30 mai, 2002.
- WAGNER, A.; LINS, F. F. ; ALBUQUERQUE, G.A.S.C.. *A eleição presidencial e a mineração*, Gazeta Mercantil, Rio de Janeiro, 20 set, 2002.
- YAMADA, T.. *Há Déficit de Mais de 1 Milhão de Toneladas de Nitrogênio na Agricultura Brasileira*, Informações Agronômicas n.98, junho/2002. Disponível em: [www.cnps.embrapa.br].