



Os Insumos Químicos e sua importância na Agricultura Brasileira

Marcelo Jusan Fernandes

Projeto de Final de Curso

Orientadora

Prof. Suzana Borschiver – D.Sc.

Dezembro de 2006

RESUMO

O Brasil ainda é um país essencialmente agroexportador, sendo o agronegócio de extrema importância para a economia brasileira. A grande desenvoltura adquirida por este setor trouxe importantes benefícios macroeconômicos ao país, uma vez que contribuiu para a reversão das contas externas, reduziu a inflação, aumentou a renda disponível das famílias, criou novos pólos de crescimento econômico, gerou emprego e desconcentrou parte da riqueza de há muito estava acumulada no eixo Sudeste-Sul. Entre os anos de 1997 e 2005, o agronegócio acumulou um saldo comercial da ordem de US\$ 155,0 bilhões, sendo bastante representativo na Balança Comercial Brasileira como um todo. Em contrapartida, em 2005 a Indústria Química foi o segmento que apresentou o maior déficit na Balança Comercial Brasileira, atingindo um saldo negativo de US\$ 7,0 bilhões. Nesse contexto, o segmento dos Fertilizantes ganha destaque por apresentar o segundo maior déficit da Indústria Química, chegando à ordem de US\$ 2,1 bilhões, ficando atrás apenas dos produtos químicos orgânicos em geral. O cloreto de potássio, que é um importante fertilizante utilizado no Brasil, foi o produto químico que apresentou em 2005 o maior valor importado, atingindo o valor de US\$ 956 milhões, apesar de ser considerada uma commodity. Outro setor que também apresenta déficit na Balança Comercial da Indústria Química é o setor de Defensivos Agrícolas, que atingiu um déficit de US\$ 421 milhões. A importância desses dois setores em relação à Balança Comercial da Indústria Química pode ser verificada através da análise dos 50 itens tarifários de maior importação de produtos químicos de uso industrial, onde os Fertilizantes e seus insumos, e os Defensivos Agrícolas, ocupam 7 das 10 primeiras posições no ranking. Nesse cenário, tanto o setor de Fertilizantes como o setor de Defensivos Agrícolas são de importância estratégica para o agronegócio, pois juntos esses setores produzem os insumos químicos necessários para uma agricultura auto-sustentável. O país não pode ficar na dependência excessiva de importações destes importantes insumos, sendo este o fator determinante da escolha do tema para a análise do presente estudo, cujo objetivo é caracterizar e analisar as tendências para os próximos anos do setor de Fertilizantes e do setor de Defensivos Agrícolas no Brasil, abordando suas conceituações, classificações, indústrias e seus mercados. As principais conclusões deste estudo apontaram que em 2005, o valor total das importações de matérias primas, produtos técnicos e produtos acabados, no setor de Fertilizantes, é equivalente a 56% do total das vendas, e no setor de Defensivos Agrícolas corresponde a 50% do total das vendas, sendo que a tendência é de aumento do déficit. O desenvolvimento dos setores industriais de Fertilizantes e de Defensivos Agrícolas encontram-se intimamente relacionados à importância crescente da produção agrícola brasileira e que cabe ao Governo adotar medidas no sentido de estimular a produção e a formulação local, bem como garantir a competitividade desses importantes setores, contribuindo assim para reduzir o déficit da Balança Comercial da Indústria Química Brasileira.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	7
1. FERTILIZANTES: CONCEITUAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO	14
1.1 Macronutrientes Primários na Agricultura	17
2. A INDÚSTRIA DE FERTILIZANTES	23
2.1 Estrutura Técnica Produtiva	23
2.2 Matérias-Primas Básicas para os Fertilizantes	24
2.3 Matérias-Primas Intermediárias para os Fertilizantes	30
2.4 Fertilizantes Simples	32
2.5 Fertilizantes Mistos e Granulados Complexos (NPK)	35
3. O MERCADO DE FERTILIZANTES	37
3.1 Mercado Internacional	37
3.2 Mercado Doméstico	40
3.2.1 Demanda	40
3.2.2 Oferta	48
3.3 Tendências	51
4. DEFENSIVOS: CONCEITUAÇÃO, CLASSIFICAÇÃO E TOXICIDADE	53
4.1 Especificidade de Uso	55
4.2 Coeficientes Técnicos	56
4.3 Toxicidade dos Defensivos Agrícolas	57
5. O USO DOS DEFENSIVOS NA AGRICULTURA	59
5.1 Receituário Agrônomo	60
5.2 Equipamentos de Proteção Individual – EPIs	60
5.3 Transporte dos Defensivos	61
5.4 Armazenamento dos Defensivos	62
5.5 Cuidados no Manuseio dos Defensivos	64
5.6 Manutenção e Lavagem dos Pulverizadores	67
5.7 Causas de Fracassos no Controle Fitossanitário	68
6. O MERCADO DE DEFENSIVOS AGRÍCOLAS	69
6.1 Mercado	69
6.1.1 Demanda	71
6.1.2 Oferta	76
6.2 Tendências	80
7. CONCLUSÃO	84
REFERÊNCIAS	92

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Saldo da Balança Comercial 2005 por Segmentos	7
Figura 2 – Importações e Exportações de Produtos Químicos	8
Figura 3 – Saldo da Balança Comercial da Indústria Química	9
Figura 4 – Importação e Exportação de Fertilizantes	10
Figura 5 – Importação e Exportação de Defensivos	10
Figura 6 - Posição dos fertilizantes e defensivos agrícolas dentro do ranking dos 50 itens tarifários de maior importação de produtos químicos de uso industrial.....	11
Figura 7 – Saldo Comercial (US\$ Bilhões)	12
Figura 8 – Balança Comercial do Agronegócio (US\$ Bilhões)	12
Figura 9 – Absorção de nitrogênio pelas culturas	17
Figura 10 – Absorção de fósforo pelas culturas	19
Figura 11 – Absorção de potássio pelas culturas	21
Figura 12 - Estrutura Técnica Produtiva de Fertilizantes Minerais.....	24
Figura 13 – Demanda Global de Fertilizantes em milhões de toneladas.....	38
Figura 14 – Demanda Global de Fertilizantes por blocos econômicos em milhões de toneladas	39
Figura 15 –Consumo e razão de nutrientes por região (média 2000/2005).....	40
Figura 16 – Fertilizantes Entregues ao Consumidor Final milhões de toneladas ..	42
Figura 17 – Mapa de Venda de Fertilizantes no Brasil	44
Figura 18 - Entregas de Fertilizantes por Cultura no Brasil em 2004	45
Figura 19 – Vendas de Fertilizantes (milhões de toneladas)	46
Figura 20 – Fertilizantes Entregues ao Consumidor Final milhões de toneladas .	47
Figura 21 – Principais Fornecedores de Fertilizantes e respectivos produtos	49
Figura 22 – Produção Brasileira de Fertilizantes em milhões de toneladas	49

Figura 23 – Importação de Fertilizantes no Brasil em milhões de toneladas	50
Figura 24 – Série Histórica e Projeção de Demanda, Produção e Importação de Fertilizantes no Brasil	52
Figura 25 - Classificação toxicológica dos defensivos agrícolas por grupos, segundo “DL 50”. Adaptado de Trapé (1994)	58
Figura 26 – Distribuição da ocupação das terras brasileiras.....	70
Figura 27– Quantidade Vendida de Defensivos Agrícolas no Brasil	71
Figura 28 – Participação das Classes na Quantidade Vendida de Defensivos.....	72
Figura 29 – Mapa de Vendas de Defensivos no Brasil	75
Figura 30– Market Share Estimado Indústria de Defensivos Agrícolas no Brasil .	77
Figura 31 – Distribuição Espacial das Empresas na Fabricação de Defensivos.....	78
Figura 32 – Evolução das Importações de Defensivos em milhões de toneladas	78
Figura 33 – Evolução das Exportações de Defensivos em milhões de toneladas	79
Figura 34 – Evolução do Saldo Comercial de Defensivos em US\$ milhões	81

GLOSSÁRIO

ABIFINA – Associação Brasileira das Indústrias de Química Fina, Biotecnologia e suas Especialidades.

ABIQUIM - Associação Brasileira da Indústria Química

AENDA - Associação Brasileira de Defensivos Genéricos

ANDA – Associação Nacional para Difusão de Adubos

ANDEF – Associação Nacional de Defesa Vegetal

BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento

DAP – Fosfato Diamônico

DL50 – Dose Média Letal

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IFA – International Fertilizer Association

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

MAP – Fosfato Monoamônico

MDIC - Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior

NCM – Nomenclatura Comum do Mercosul

PIB – Produto Interno Bruto

SECEX – Secretaria de Comércio Exterior

SINDAG – Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Defesa Agrícola

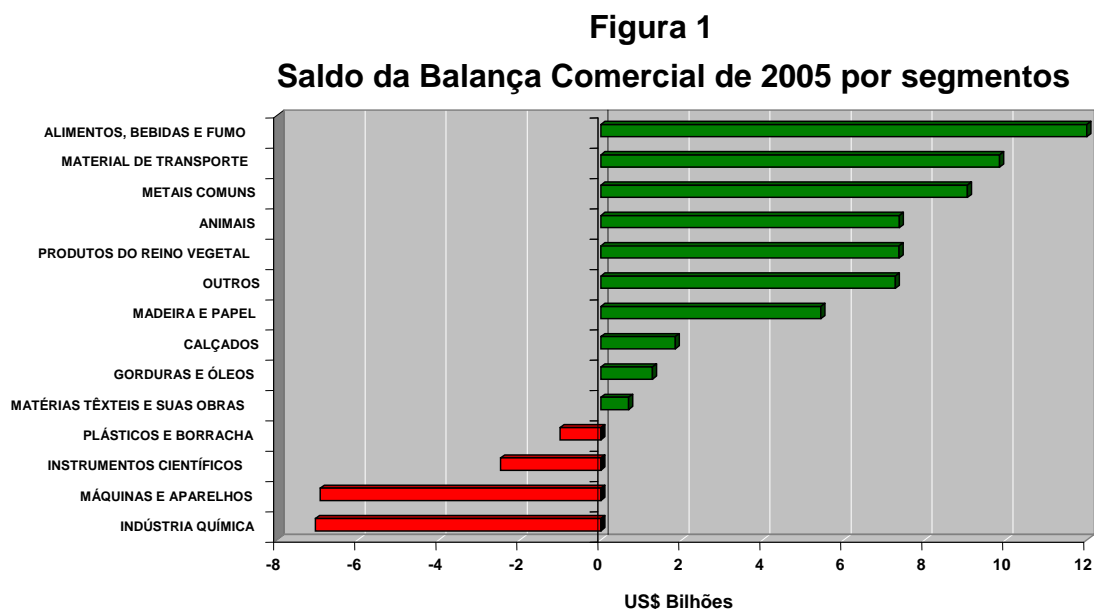
SSP – Superfosfato Simples

TSP – Superfosfato Triplo

INTRODUÇÃO

A Indústria Química tem uma grande importância dentro da Balança Comercial Brasileira, sendo atualmente o setor que apresenta o maior déficit. Ela é fornecedora de matérias-primas para outras indústrias e insumos para produtos utilizados por consumidores em uma ampla gama de segmentos de negócios de diversas naturezas, como produtos farmacêuticos; higiene pessoal, perfumaria e cosméticos; sabões e detergentes; embalagens; vestuário; defensivos agrícolas; adubos e fertilizantes; tintas, esmaltes e vernizes etc.

A Figura 1 a seguir apresenta os principais setores da economia e seus respectivos saldos na Balança Comercial Brasileira em 2005.



Fonte: Ministério de Desenvolvimento, Secretaria do Comércio Exterior, 2005.

Em 2005, o Brasil importou 19,7 milhões de toneladas de produtos químicos, 18,2% menos do que no ano anterior. Apesar da redução no volume, o total das importações de produtos químicos chegou ao recorde de US\$ 15,3 bilhões, 5,7% mais do que em 2004. A principal explicação para esse fato está na elevação dos preços das matérias-primas petroquímicas no mercado internacional, decorrente da elevação da demanda mundial e da majoração do preço do petróleo cru. Como resultado dessa equação, o déficit da balança comercial brasileira de produtos químicos, que chegou a US\$ 7,9 bilhões, recuou 7,3% na comparação com 2004. As importações de produtos

químicos representaram 20,8% do total de US\$ 73,6 bilhões em compras externas de bens e produtos realizadas pelo País em 2005. As vendas externas de produtos químicos responderam por 6,2% do total de US\$ 118,3 bilhões exportados pelo Brasil (ABIQUIM, Relatório Anual 2005).

A evolução das importações e exportações de produtos químicos em US\$ bilhões é mostrada na Figura 2 a seguir.

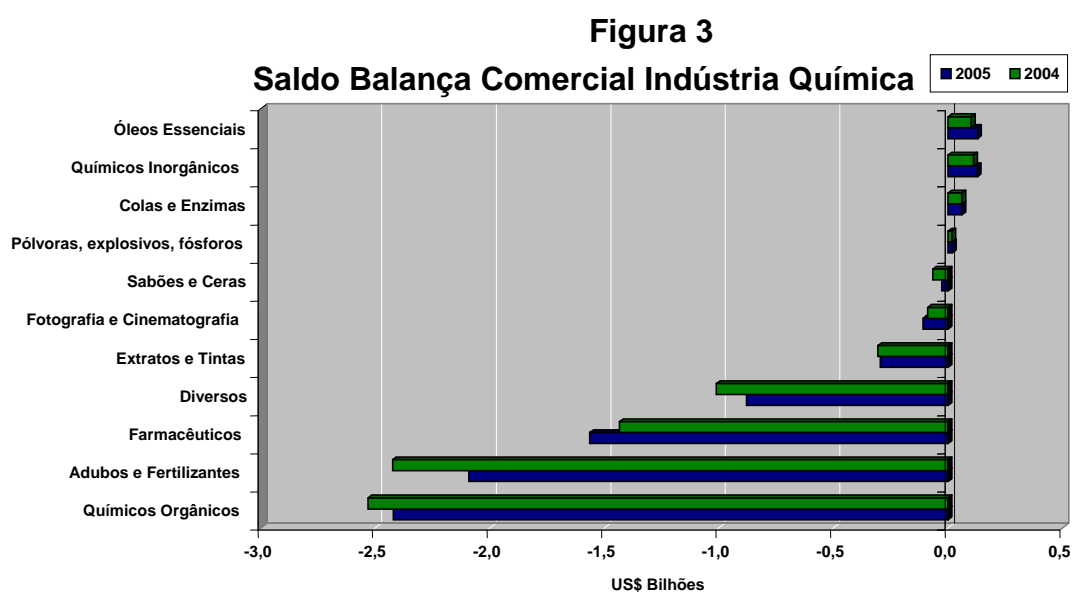


Fonte: ABIQUIM, Relatório Anual 2005.

O forte crescimento das importações brasileiras de produtos químicos, que praticamente dobraram em 10 anos, é claro indicativo da necessidade de investimentos no setor para ampliação da capacidade e instalação de novas unidades industriais. Levantamento realizado pela Abiquim, em seu Relatório Anual de 2005, aponta intenções de investimentos no segmento de produtos químicos de uso industrial, até 2010, de US\$ 14,4 bilhões. Esse valor, que soa expressivo, está, na verdade, aquém do que seria necessário para evitar o aumento explosivo das importações de produtos químicos, principalmente se o país retomar, como todos esperam, a trilha do crescimento econômico (ABIQUIM, Relatório Anual 2005).

Analisando o déficit da Indústria Química na Balança Comercial Brasileira, o segmento de Fertilizantes ganha destaque por apresentar o segundo maior déficit comercial, chegando à ordem de US\$ 2,1 bilhões em 2005, ficando atrás apenas dos produtos químicos orgânicos em geral.

Os saldos da Balança Comercial da Indústria Química em 2004 e 2005 podem ser visualizados na Figura 3 a seguir.

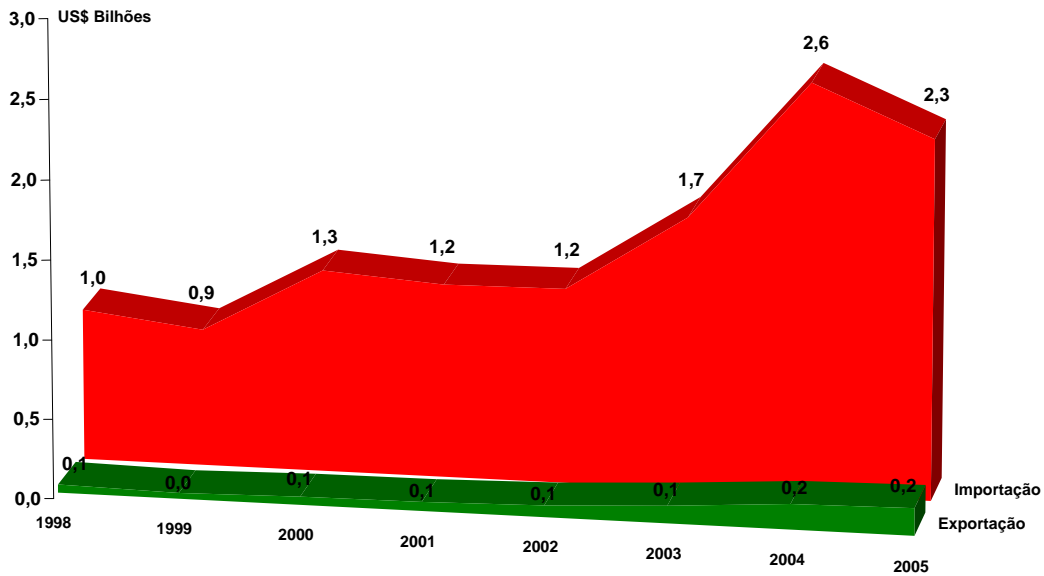


Fonte: Ministério de Desenvolvimento, Secretaria do Comércio Exterior, 2005.

Em 2005, o país exportou no segmento de fertilizantes US\$ 173 milhões, 7,9% maior que o exportado em 2004. Por outro lado, o Brasil importou US\$ 2,2 bilhões, 12,4% menos que em 2004. Como resultado dessa equação, o déficit da balança comercial brasileira de fertilizantes chegou a US\$ 2,1 bilhões, recuando 13,7% na comparação com 2004. As importações de fertilizantes representaram 18,2% do total de US\$ 12,5 bilhões da Indústria Química realizadas pelo Brasil em 2005. As vendas externas de fertilizantes responderam por apenas 3,2% do total de US\$ 5,4 bilhões exportados pelo setor.

A Figura 4 a seguir mostra as evoluções da importação e exportação em US\$ bilhões de fertilizantes nos últimos oito anos.

Figura 4
Importação e Exportação de Fertilizantes

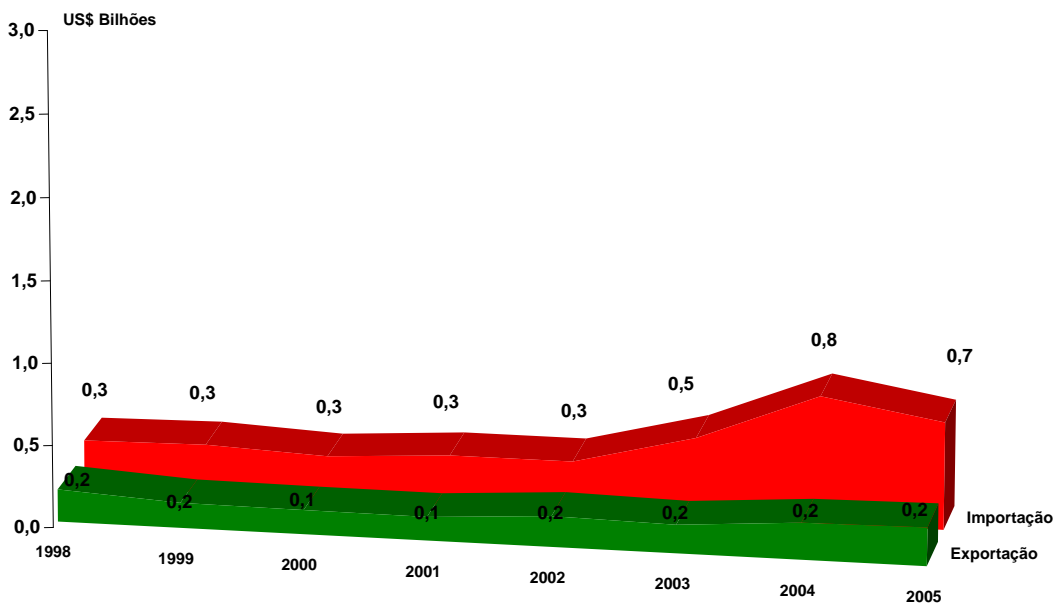


Fonte: Ministério de Desenvolvimento, Secretaria do Comércio Exterior, 2005.

Outro setor que também apresenta déficit na Balança Comercial da Indústria Química é o setor de Defensivos Agrícolas.

A Figura 5 a seguir mostra as evoluções da importação e exportação em US\$ bilhões de defensivos agrícolas nos últimos oito anos.

Figura 5
Importação e Exportação de Defensivos



Fonte: Ministério de Desenvolvimento, Secretaria do Comércio Exterior, 2005.

Em 2005, o país exportou no segmento de defensivos agrícolas US\$ 234 milhões, 4,6 % maior que o exportado em 2004. Por outro lado, o Brasil importou US\$ 655 milhões, 15,8% menos que em 2004. Como resultado dessa equação, o déficit da balança comercial brasileira de defensivos chegou a US\$ 421 milhões, recuando 24,0% na comparação com 2004.

A importância desses dois setores em relação à Balança Comercial da Indústria Química pode ser verificada através da análise dos 50 itens tarifários de maior importação de produtos químicos de uso industrial mostrado na Figura 6 a seguir.

Figura 6 - Posição dos fertilizantes e defensivos agrícolas dentro do ranking dos 50 itens tarifários de maior importação de produtos químicos de uso industrial.

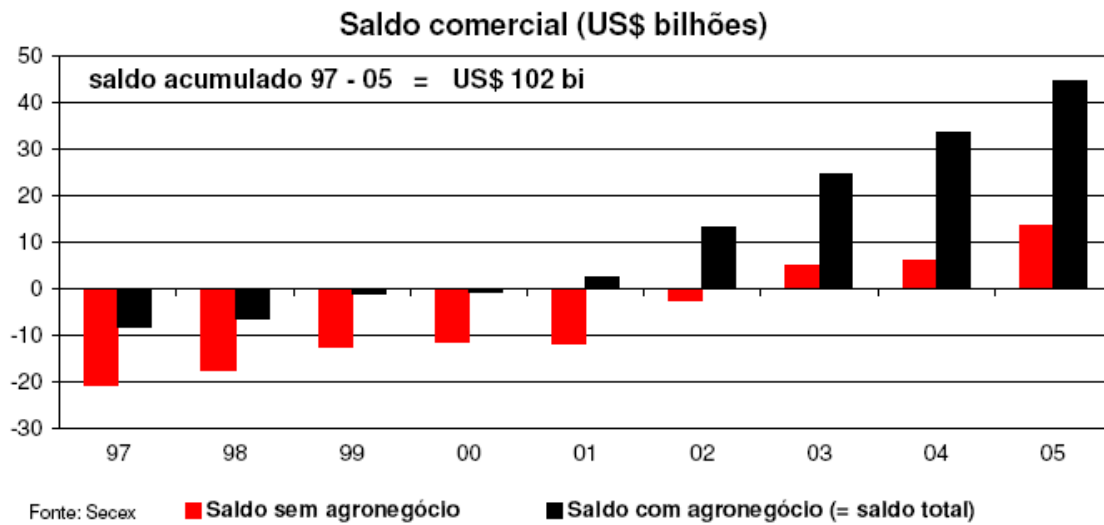
Posição no ranking	Produto/Descrição	US\$ Milhões FOB
1º	Cloreto de Potássio	956
2º	Uréia mesmo em solução aquosa, com teor de nitrogênio superior a 45%, em peso	355
3º	Diidrogeno-ortofosfato de amônio, mesmo misturado com hidrogeno-ortofosfato de diamônio (fosfato diamônio ou diamonical)	323
4º	Outros fungicidas	247
7º	Superfosfato, com teor de pentóxido de fósforo superior a 45% em peso	158
8º	Sulfato de amônio	157
10º	Outros inseticidas	138
15º	Outros adubos ou fertilizantes contendo nitrogênio e fósforo	102
21º	Outros herbicidas	91
28º	Herbicida à base de glifosato ou de seus sais, de imazaquim ou de lactofen	63
31º	Hidrogeno-ortofosfato de diamônio, com teor de arsênio superior ou igual a 6 mg/kg	59
46º	Nitrato de amônio em solução aquosa	44

Fonte: ABIQUIM, Relatório de Estatísticas do Comércio Exterior - RECE, Dezembro 2005.

Pela Figura 6, constata-se que os fertilizantes, seus insumos e os defensivos agrícolas ocupam sete das dez primeiras posições no ranking, incluindo as quatro primeiras posições. O cloreto de potássio é o produto químico que apresenta a maior importação, atingindo o valor de US\$ 956 milhões.

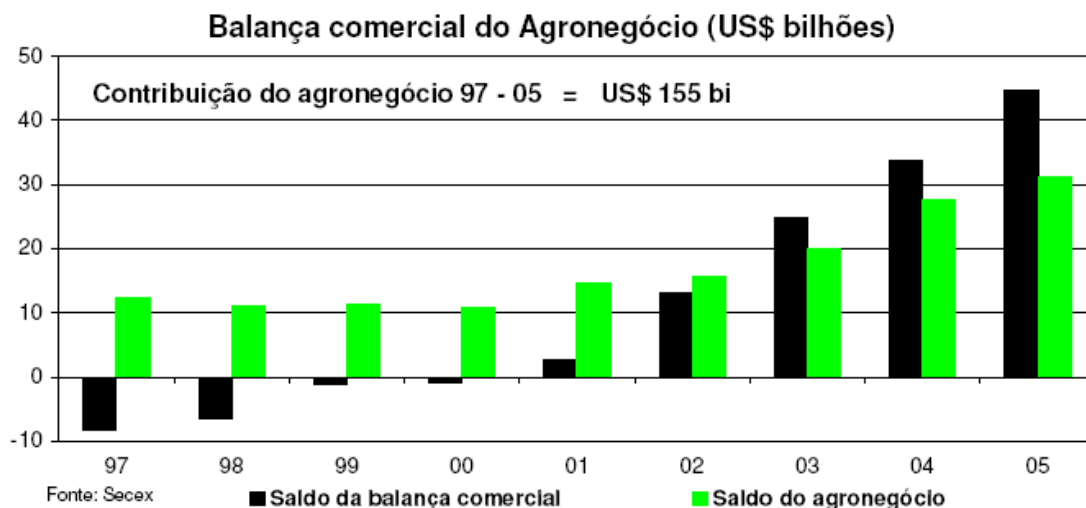
O Brasil ainda é um país essencialmente agroexportador. O agronegócio é de extrema importância para a economia brasileira, correspondendo a 8,4% do PIB em 2005 segundo fontes do IBGE. A grande desenvoltura adquirida pelo agronegócio trouxe importantes benefícios macroeconômicos ao país. O primeiro deles foi o de promover dramática melhora de suas contas externas. Em um primeiro momento (1995-2002), impediu o agravamento do déficit em transações correntes; em um segundo momento (2003-2005), contribuiu, decisivamente, para sua reversão em forte superávit, como pode ser visualizado na Figura 7 a seguir.

Figura 7



Pela Figura 8 a seguir, verifica-se que entre os anos de 1997 e 2005, o agronegócio acumulou um saldo comercial da ordem de US\$ 155 bilhões, sendo bastante representativo na Balança Comercial Brasileira como um todo.

Figura 8



Nesse cenário, tanto o setor de fertilizantes como o setor de defensivos agrícolas são de importância estratégica para o agronegócio, pois juntos esses setores produzem os insumos químicos necessários para uma agricultura auto-sustentável. O país não pode ficar na dependência excessiva de importações destes importantes insumos, sendo este o fator determinante da escolha do tema para a análise do presente trabalho.

O objetivo deste trabalho é caracterizar e analisar as tendências do Setor de Fertilizantes e Defensivos Agrícolas no Brasil.

Este trabalho está estruturado em 7 capítulos. Além desse, da Introdução Geral, o capítulo 1 aborda essencialmente a conceituação e classificação dos fertilizantes. O capítulo 2 se refere à indústria de fertilizantes, no tocante à estrutura técnica produtiva, matérias-primas básicas e intermediárias, fertilizantes simples e mistos. O mercado de fertilizantes é tema do capítulo 3, considerando a demanda e a oferta no Brasil e suas tendências. O capítulo 4 aborda a conceituação de defensivos agrícolas e suas classificações e toxicidade. O uso dos defensivos na agricultura, relacionando os principais cuidados e orientações no manuseio, aplicação, transporte e armazenamento estão contidos no capítulo 5. O capítulo 6 apresenta o mercado de defensivos agrícolas, considerando também a demanda e oferta no Brasil e as tendências do setor. Por fim, a conclusão final encontra-se no capítulo 7.

CAPÍTULO 1. FERTILIZANTES: CONCEITUAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO

São denominados fertilizantes aqueles produtos que, aplicados aos solos, têm o objetivo de fornecer aos vegetais os nutrientes necessários para o seu crescimento e produção (YARA KULAIF, 1996).

Na legislação que dispõe sobre normas de inspeção e fiscalização da produção e comércio de fertilizantes (Decreto 86.955 de 18.02.82, publicado no Diário Oficial da União de 24.02.82), o fertilizante é definido como:

"substância mineral ou orgânica, natural ou sintética, fornecedora de um ou mais nutrientes das plantas"

O trabalho de Kulaif (1996) classifica estes nutrientes segundo a sua importância no processo de desenvolvimento das plantas, em macronutrientes primários, secundários e em micronutrientes ou oligoelementos. São eles:

- macronutrientes primários: nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K);
- macronutrientes secundários: cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S);
- micronutrientes ou oligoelementos: boro (B), cloro (Cl), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn), molibdênio (Mo), zinco (Zn) e cobalto (Co).

A solubilidade dos nutrientes e a composição química dos diversos produtos comercializados são regulamentadas por legislação específica. Para se indicar a composição química de um fertilizante utiliza-se uma fórmula de composição centesimal $x - y - z$, onde:

- x é o conteúdo percentual de nitrogênio, em sua forma elementar N;
- y é o conteúdo percentual de fósforo, na forma de pentóxido de fósforo (P_2O_5);
- z é o conteúdo percentual de potássio, na forma de óxido de potássio (K_2O).

Assim, por exemplo, 100 kg de um adubo de fórmula de composição centesimal 4-14-8 contém 4 kg de N, 14 kg de P_2O_5 e 8 kg de K_2O .

Esta fórmula de composição centesimal fornece também a relação existente, no produto fertilizante, de N, P e K. Esta relação é encontrada dividindo-se todos os fatores pelo de menor valor. Portanto, na fórmula anteriormente citada, a relação entre os nutrientes é de 1-3,5-2 (KULAIF, 1996).

A proporção de cada elemento nesta combinação dependerá do fim a que esta se propõe e das condições físico-químicas do solo a que se destina.

Assim como para a maioria das terminologias utilizadas nas definições aqui apresentadas, os termos fertilizantes fosfatados, potássicos ou nitrogenados não têm uma única definição que seja aplicada internacionalmente. O Manual de Fertilizantes (THE FERTILIZER INSTITUTE, 1980), por exemplo, apresenta uma lista com os fertilizantes mais comuns classificando como fosfatados, potássicos e nitrogenados aqueles que contêm somente os nutrientes fósforo, potássio e nitrogênio, respectivamente, ficando assim, todos os que apresentam mais de um nutriente chamados de fertilizantes mistos, sem nenhuma outra adjetivação.

Comercialmente, no Brasil, os fertilizantes são qualificados de nitrogenados, fosfatados ou potássicos quando apresentam em sua fórmula somente o macronutriente primário indicado ou se os teores de um deles (nitrogênio, fósforo ou potássio) forem maiores do que os teores dos outros macronutrientes primários presentes.

Neste trabalho, esta última definição será assumida como padrão. Entende-se como fertilizantes fosfatados, portanto, aqueles que apresentam em sua fórmula o macronutriente fósforo, ou como único nutriente ou como o nutriente de maior teor presente.

Os fertilizantes podem ainda ser objeto de outras classificações, dependendo do critério adotado (KULAIF, 1996).

Do ponto de vista físico, os fertilizantes podem ser sólidos ou fluidos. Os fertilizantes sólidos, os mais comuns, são comercializados na forma de pó ou de grânulos. Os fertilizantes fluidos, por sua vez, podem se apresentar:

- na forma gasosa, como é o caso da amônia anidra (82% de N) que, porém, é armazenada e aplicada na forma liquefeita, e
- na forma líquida, subdividindo-se em soluções e suspensões. Os primeiros, também chamados soluções límpidas (clear solutions) são representados no Brasil pela aqua-amônia (16% de N) e pelo URAN[®] (32% de N), este produzido a partir de uréia e nitrato de amônia. As suspensões se compõem de uma parte sólida dispersa em um meio

líquido e podem ser binárias (contendo dois nutrientes) ou ternárias (contendo três nutrientes).

Do ponto de vista químico, os fertilizantes podem ser orgânicos, organo-minerais ou minerais.

Os fertilizantes orgânicos são os de origem vegetal ou animal, podendo conter um ou mais nutrientes. Por trazerem em sua constituição nutrientes em baixíssimas concentrações, são aplicados em grandes quantidades, desempenhando mais as funções de condicionadores do solo do que as de fertilizantes propriamente ditos.

Os fertilizantes orgânicos são chamados de compostos se tiverem sido obtidos por processos bioquímicos, naturais ou controlados, com mistura de resíduos de origem vegetal ou animal.

Os fertilizantes organo-minerais são resultantes da mistura de fertilizantes orgânicos e minerais. O objetivo destas misturas é enriquecer os materiais orgânicos de nutrientes minerais, porém sua aplicabilidade tem sido restrita, já que estas misturas apresentam concentrações relativamente baixas, tanto do componente orgânico quanto do mineral.

Os fertilizantes minerais são aqueles constituídos por compostos inorgânicos (compostos desprovidos de carbono) e por compostos orgânicos sintéticos, isto é, aqueles obtidos por processos industriais, como a uréia, por exemplo. Podem ser subdivididos em dois tipos: fertilizantes simples ou mistos.

Os fertilizantes simples são os que apresentam em sua composição um único composto químico, podendo conter um ou mais nutrientes, sejam eles macro, micronutrientes ou ambos. Os fertilizantes simples mais comuns, contendo um único macronutriente, são: superfosfato simples (SSP), superfosfato triplo (TSP), termofosfato magnésiano, uréia, nitrato de amônio, nitrato de cálcio, cloreto de potássio, sulfato de potássio e nitrato de potássio, e com dois macronutrientes: fosfato monoamônico (MAP) e fosfato diamônico (DAP).

Os fertilizantes mistos são aqueles resultantes da mistura de dois ou mais fertilizantes simples. Podem ser subdivididos em vários tipos, sendo que os mais conhecidos são as misturas e os fertilizantes complexos. Os primeiros são produtos provenientes da mistura física de dois ou mais fertilizantes simples, podendo estes estar na forma granulada ou em pó. Os fertilizantes complexos são aqueles que, sendo preparados a partir de processo químico, contêm dois ou mais compostos químicos em

cada unidade de grânulo, e são também denominados granulados complexos. Os fertilizantes fluidos são um tipo particular de fertilizante complexo (KULAIIF, 1996).

É importante notar, porém, que as terminologias "fertilizantes simples", "mistos", "complexos" e "compostos" são utilizadas com diferentes significados, variando de país para país e mesmo para diferentes autores, em um mesmo país.

As definições aqui adotadas são compatíveis com as apresentadas no texto da legislação brasileira em vigor, acima citada.

1.1. Macronutrientes Primários na Agricultura

Nitrogênio

O nitrogênio é um importante componente das proteínas e da clorofila (IFA, 1998). No caso dos fertilizantes, é o elemento exigido pelas culturas em geral em maior quantidade que qualquer outro macronutriente. Algumas culturas, entretanto, absorvem mais potássio (K) do que nitrogênio, mas este normalmente é o grande responsável pelo aumento das produções agrícolas (LIDIANE DAS NEVES, 2006).

A Figura 9 a seguir mostra as quantidades de nitrogênio exigidas pelas principais culturas.

Figura 9 – Absorção de nitrogênio pelas culturas

Cultura	Nível de produção	Total absorvido, kg
Algodão	750 kg de fibra	90
Amendoim	2 t de grãos	120
Arroz	3 t de grãos	103
Café ¹	3 t de grãos	157
Cana	100 t de colmos	150
Feijão	1 t de grãos	110
Forrageiras		
Gramíneas	1 t de mat. seca	17
Leguminosas	1 t de mat. seca	32
Laranja ²	18 t de frutos	96
Milho	5 t de grãos	106
Soja	2,5 t de grãos	157
Tomate	40 t de frutos	116
Trigo	3 t de grãos	56

¹ Quantidade absorvida entre 5,5 e 6,5 anos de idade para uma produção de 50 sacas beneficiadas.

² Quantidade total contida em um pomar produzindo 2 caixas de 40,8 kg/pé, densidade de 210 plantas/ha.

Fonte: POTAFOS (1996).

A quantidade de nitrogênio suprida pela maioria dos solos é pequena. Muito pouco é encontrado nas rochas e minerais; muito do nitrogênio do solo vem da matéria orgânica. A matéria orgânica libera o nitrogênio lentamente, sendo a taxa controlada por fatores como temperatura, umidade e textura do solo.

Em geral, cerca de 20 a 30 kg de nitrogênio por hectare são liberados anualmente para cada 1% de matéria orgânica contida no solo. Assim, um solo com 2% de matéria orgânica poderia liberar 40 a 60 kg de nitrogênio no ano. Um dos produtos da decomposição da matéria orgânica, mineralização é o termo correto, é o amônio, que pode ser retido pelo solo, absorvido pelas plantas ou convertido em nitrato. O nitrato pode ser usado pelas plantas, lixiviado para fora da zona das raízes ou convertido a nitrogênio gasoso e perdido para a atmosfera (DAS NEVES, 2006).

Como a maioria dos solos não é capaz de fornecer quantidades suficientes de nitrogênio para garantir o crescimento e a produção econômica de muitas culturas, os fertilizantes comerciais são largamente usados para suprir as necessidades das plantas. Esterco, lodo de esgoto e outros resíduos são fontes aceitáveis, desde que disponíveis. Porém, estas fontes são difíceis de manejar e não são economicamente transportadas a longas distâncias.

O nível adequado de nitrogênio produz folhas com coloração verde-escuro devido ao alto teor de clorofila. A deficiência resulta em amarelecimento (clorose) das folhas devido à diminuição de clorofila.

Os sintomas de deficiência aparecem primeiro nas folhas mais velhas, depois se desenvolvem nas mais novas conforme a situação se torna mais severa. Outros sintomas da deficiência de nitrogênio incluem (DAS NEVES, 2006):

- plantas raquíticas e angulosas;
- menor perfilhamento em cereais como o arroz e o trigo;
- baixo conteúdo de proteína na semente e nas partes vegetativas;
- quantidade reduzida de folhas;
- maior suscetibilidade a estresse por condições ambientais, pragas e doenças.

Fósforo

O fósforo é um componente vital no processo de conversão da energia solar em alimento, fibra e óleo pelas plantas. O fósforo desempenha função-chave na fotossíntese, no metabolismo de açúcares, no armazenamento e transferência de energia, na divisão celular, no alargamento das células e na transferência da informação genética (DAS NEVES, 2006).

O fósforo promove a formação inicial e o desenvolvimento da raiz, o crescimento da planta; acelera a cobertura do solo para a proteção contra a erosão; afeta a qualidade das frutas, dos vegetais e dos grãos, e é vital para a formação da semente. O uso adequado de fósforo aumenta a eficiência da utilização de água pela planta, bem como a absorção e a utilização de todos os outros nutrientes, venham eles do solo ou do adubo. Contribui para aumentar a resistência da planta a algumas doenças. Ajuda a cultura a suportar baixas temperaturas e a falta de umidade acelera a maturação e protege o solo mediante melhor cobertura vegetal (DAS NEVES, 2006).

A Figura 10 a seguir mostra as quantidades de fósforo exigidas pelas principais culturas.

Figura 10 – Absorção de fósforo pelas culturas

Cultura	Nível de produção	Total absorvido, kg P₂O₅⁽¹⁾
Algodão	750 kg de fibra	32
Amendoim	2 t de grãos	19
Arroz	3 t de grãos	39
Café ²	3 t de grãos	23
Cana	100 t de colmos	46
Feijão	1 t de grãos	22
Forrageiras		
Gramíneas	1 t de mat. seca	4
Leguminosas	1 t de mat. seca	7
Laranja ³	18 t de frutos	9
Milho	5 t de grãos	45
Soja	2,5 t de grãos	34
Tomate	40 t de frutos	43
Trigo	3 t de grãos	21

¹ Para converter P₂O₅ em P multiplicar por 0,434.

² Quantidade absorvida entre 5,5 e 6,5 anos de idade para uma produção de 50 sacas beneficiadas.

³ Quantidade total contida em um pomar produzindo 2 caixas de 40,8 kg/pé, densidade de 210 plantas/ha.

Fonte: POTAFOS (1996).

As plantas absorvem o fósforo do solo, especificamente da solução do solo. Somente pequenas quantidades de fósforo estão presentes na solução do solo, porém, o suprimento deve ser continuamente reabastecido pela liberação de fósforo dos minerais e da matéria orgânica. O pH do solo tem grande influência na disponibilidade de fósforo para as plantas e determina as formas que elas podem utilizá-lo. Todo o fósforo é absorvido pelas raízes como íon ortofosfato, H_2PO_4^- . O fósforo da matéria orgânica só se torna disponível quando os microrganismos do solo degradam a matéria orgânica em formas simples, liberando os íons fosfatos inorgânicos.

Os fatores que afetam a disponibilidade de fósforo para as plantas incluem: tipo e quantidade de minerais de argila, níveis de fósforo no solo, aeração, compactação, teor de umidade, temperatura, pH, disponibilidade de outros nutrientes essenciais às plantas e cultura que está sendo cultivada (DAS NEVES, 2006).

O fósforo é adicionado ao solo como adubo comercial, esterco de curral ou de galinha, lodo de esgoto, restos de colheita ou outros subprodutos. A reciclagem de fósforo contido nos estercos animais, praticada há séculos, e a de subprodutos não é, entretanto, suficiente. Há a necessidade de se usar outras fontes.

A indústria de fertilizante fosfatado foi desenvolvida para suprir esta necessidade e fornecer formas prontamente disponíveis de fósforo, que podem ser facilmente transportadas e aplicadas. Vários métodos são utilizados para converter a rocha fosfatada em adubos. O produto final pode ser um material seco (pó, farelado ou granulado) ou fluido (solução ou suspensão).

Alguns solos, ácidos geralmente, reagem prontamente com o adubo fosfatado, reduzindo sua disponibilidade para as plantas (fixação). Essas condições podem ser compensadas pela aplicação de fósforo bem próximo ao período de utilização pelas plantas ou aplicando-se os fertilizantes em faixas concentradas quando diminuem essas reações. As condições de estresse ambiental, que diminuem a disponibilidade de fósforo para as plantas, podem ser contornadas pela colocação de fósforo próximo à semente (adubação de arranque) mesmo quando a disponibilidade no solo for alta (DAS NEVES, 2006).

A primeira manifestação da falta de fósforo é uma diminuição no crescimento da planta. As folhas podem ficar torcidas. Com a severidade da deficiência, áreas mortas podem se desenvolver nas folhas, nos frutos e no caule. As folhas velhas são afetadas antes que as novas devido ao movimento do fósforo na planta (mobilidade). Algumas

plantas, tais como o milho, podem desenvolver uma coloração púrpura ou avermelhada nas folhas inferiores e no caule. Esta condição está associada à acumulação de açúcares em plantas deficientes em fósforo, especialmente durante os períodos de baixa temperatura. A esses efeitos juntam-se menor produção, menor qualidade, baixo preço e menor lucro.

Potássio

As plantas exigem uma grande quantidade de potássio. Ele é um nutriente essencial, que ao contrário de outros, não forma compostos nas plantas, mas permanece livre para regular muitos processos essenciais incluindo ativação enzimática, fotossíntese, uso eficiente da água, formação de amido e síntese de proteína (DAS NEVES, 2006). A Figura 11 a seguir mostra a absorção de potássio por algumas culturas brasileiras.

Figura 11 – Absorção de potássio pelas culturas

Cultura	Nível de produção	Total absorvido, kg K₂O⁽¹⁾
Algodão	500 kg de fibra	42
Amendoim	2 t de grãos	92
Arroz	3 t de grãos	144
Café ²	3 t de grãos	187
Cana	100 t de colmos	201
Feijão	1 t de grãos	119
Forrageiras		
Gramíneas	1 t de mat. seca	27
Leguminosas	1 t de mat. seca	27
Laranja ³	18 t de frutos	73
Milho	5 t de grãos	106
Soja	2,5 t de grãos	100
Tomate	40 t de frutos	230
Trigo	3 t de grãos	51

¹ Para converter K₂O em K multiplicar por 0,83.

² Quantidade absorvida entre 5,5 e 6,5 anos de idade para dar uma produção de 50 sacas beneficiadas.

³ Quantidade total contida em um pomar produzindo 2 caixas de 40,8 kg/pé, densidade de 210 plantas/ha.

Fonte: POTAFOS (1996).

A maioria dos solos contém centenas de quilos de potássio, frequentemente 20.000 quilos ou mais por hectare. Porém, somente uma pequena quantidade está disponível para as plantas em todo o período de desenvolvimento, provavelmente menos que 2%. O potássio no solo existe em três formas:

- **Potássio indisponível:** é encontrado nos minerais do solo. Ele é liberado muito vagarosamente para estar disponível para a cultura em desenvolvimento no ano.
- **Potássio pouco disponível:** é "fixado" ou aprisionado entre as camadas de certas argilas do solo. Solos altamente intemperizados (regiões tropicais) não contém muito dessa argila.
- **Potássio disponível:** é encontrado na solução do solo e retido na forma trocável pela matéria orgânica e pelas argilas.

O potássio movimenta-se por difusão no solo, um processo vagaroso. As raízes da cultura geralmente contactam menos que 3% do solo na qual elas crescem. Isto significa que os solos devem ser bem supridos com potássio para garantir a disponibilidade e o suprimento adequado para cada estágio de desenvolvimento, até a colheita (DAS NEVES, 2006).

Há várias fontes de fertilizante potássico. Cada uma tem sua vantagem. A fonte mais comumente usada é o cloreto de potássio (KCl), ou muriato de potássio. Porém, as necessidades de culturas especiais frequentemente justificam o uso de outras fontes, incluindo sulfato de potássio (K_2SO_4), sulfato de potássio e magnésio ($K_2SO_4 \cdot 2MgSO_4$) e nitrato de potássio (KNO_3). A escolha da fonte deve ser baseada nas necessidades do solo e da cultura, nos métodos de aplicação, no preço e na disponibilidade.

Um dos sintomas mais comuns de deficiência de potássio é o secamento ou queimamento das margens das folhas, normalmente aparecendo primeiro nas folhas mais velhas.

As plantas deficientes em potássio crescem vagarosamente e desenvolvem pouco o sistema radicular. Os caules são quebradiços e o acamamento é comum. A semente e os frutos são pequenos e enrugados; as culturas mostram pouca resistência a doenças e ao estresse por umidade. A qualidade de muitos produtos é ajudada pelo potássio: teor de açúcar na cana, tamanho dos frutos cítricos, resistência ao transporte e ao armazenamento no caso de hortaliças e outras culturas (DAS NEVES, 2006).

CAPÍTULO 2. INDÚSTRIA DE FERTILIZANTES

2.1. Estrutura técnica produtiva

O ciclo produtivo da indústria de fertilizantes minerais em geral se compõe, basicamente, de quatro diferentes etapas:

1. indústria extrativa mineral, fornecendo as matérias-primas básicas para os fertilizantes, que são:

- rocha fosfática;
- enxofre;
- gás natural e subprodutos das refinarias de petróleo, e
- rochas potássicas.

2. indústria química de fabricação de produtos químicos inorgânicos, produzindo as matérias-primas intermediárias:

- ácido sulfúrico;
- ácido fosfórico, e
- amônia anidra.

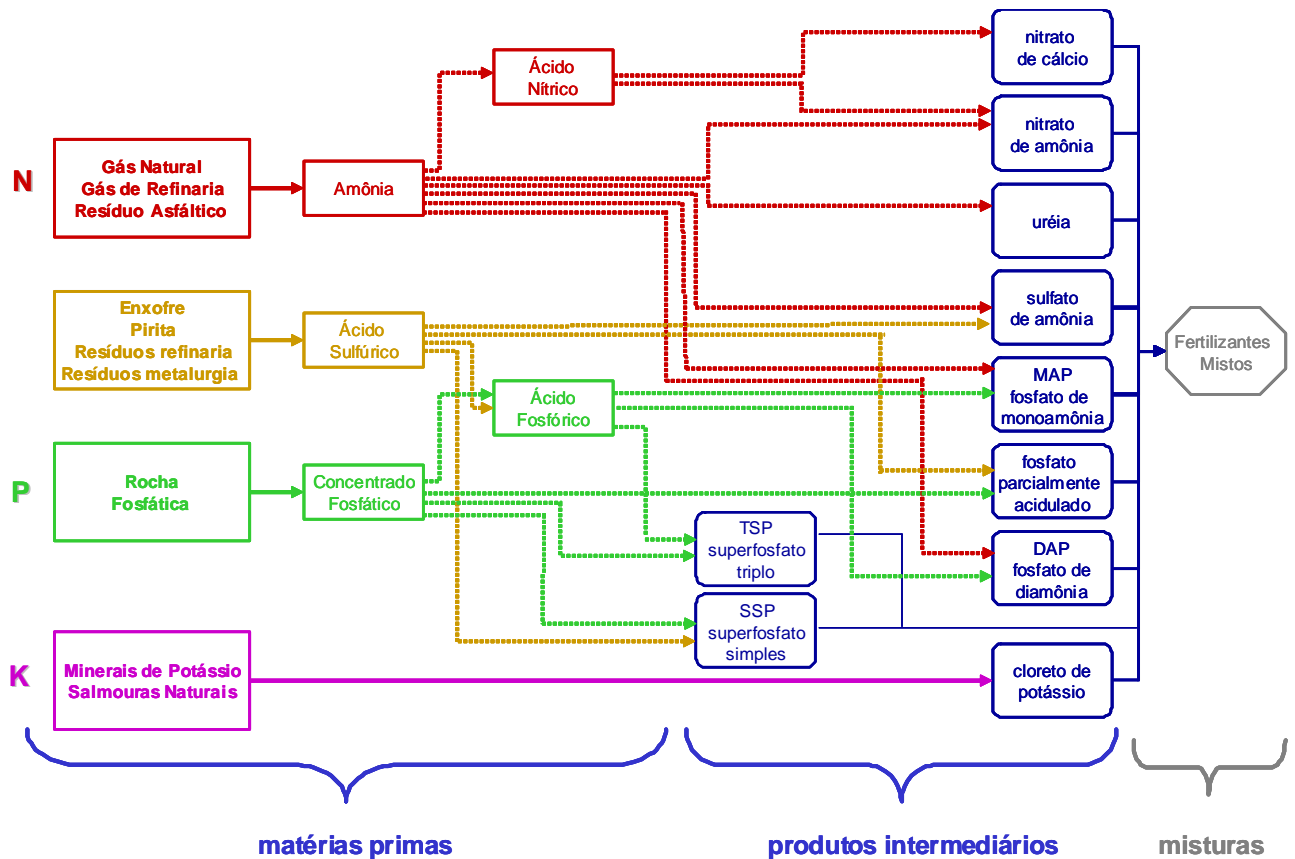
3. indústria de fabricação de fertilizantes simples, que podem ser:

- fosfatados: superfosfato simples (SSP); superfosfato triplo (TSP); fosfatos de amônio (MAP e DAP); termofosfatos; rocha fosfática parcialmente acidulada;
- nitrogenados: nitrato de cálcio; nitrato de amônia e uréia;
- potássicos: cloreto de potássio.

4. indústria de fabricação de fertilizantes mistos e granulados complexos (NPK).

Os principais elementos da cadeia produtiva e suas inter-relações estão sintetizados na Figura 12 a seguir. Os estágios iniciais da cadeia estão intimamente associados com os setores de mineração (P e K) e petroquímica (N). Os segmentos relativos ao fósforo e nitrogênio são caracterizados por maior complexidade industrial e diversidade de produtos e processos quando comparados com o segmento do potássio.

Figura 12 - Estrutura Técnica Produtiva de Fertilizantes Minerais



Fonte: Albuquerque 2001

2.2 Matérias-primas básicas para os fertilizantes

As matérias-primas básicas utilizadas nos fertilizantes são a rocha fosfática, o enxofre, o gás natural e subprodutos das refinarias de petróleo e rochas potássicas.

Rocha fosfática

Os concentrados fosfáticos, contendo 30% a 38% de P_2O_5 , são as fontes primárias e únicas de fósforo dos fertilizantes fosfatados.

A própria rocha fosfática, finamente moída, embora possa ser aplicada diretamente ao solo com a função de fertilizante, possui baixa solubilidade, devendo ser, por esta razão, transformada em outros adubos mais solúveis (KULAIIF, 1996).

A obtenção da rocha fosfática se dá no âmbito da indústria extrativa mineral. Para se chegar a esse produto são necessárias várias etapas, que passam pela prospecção e pesquisa geológica, pesquisa tecnológica e de desenvolvimento do projeto de

mineração e, na fase produtiva, pela lavra e beneficiamento do minério. As fases de prospecção e pesquisa geológica e de pesquisa tecnológica, que antecedem a extração mineral de uma jazida, são fundamentais, pois cada depósito é único e apresenta uma série de especificidades. Estas diferenças deverão ser reduzidas para se chegar a um produto padronizado, que é o concentrado do minério, com um determinado teor de P_2O_5 (KULAIF, 1996).

As concentrações de fosfato de importância econômica podem ser encontradas em dois tipos de rochas: sedimentares e ígneas.

De origem sedimentar existem os fosforitos, os depósitos de guano e os aluminofosfatos. Os de origem ígnea estão principalmente associados a ocorrências de rochas de composição ultrabásica e alcalina.

Com exceção dos depósitos de guano e dos aluminofosfatos, uma característica une as duas principais formas de ocorrência de mineralizações de fosfato: tanto os fosforitos quanto os depósitos de origem ígnea, apesar de apresentarem maiores concentrações em algumas regiões do mundo, estão distribuídos por quase todos os continentes, podendo estar associados a terrenos de praticamente todas as idades. Uma outra característica em comum é sua associação a ambientes tectônicos de média atividade, estando ligados às primeiras e às últimas fases dos processos tectônicos de formação continental (KULAIF, 1996).

Os depósitos de fosforito são formados pela deposição e acumulação, em bacias sedimentares marinhas, não de mar profundo, de pellets fosfáticos, de excrementos de animais marinhos ou de esqueletos dos animais mortos. Formam-se normalmente a baixas latitudes (de 0 a 40°), estando alguns poucos relacionados a latitudes intermediárias. No decurso de milhões de anos, através de processos sedimentares e diagenéticos, esses depósitos adquirem concentrações que possibilitam a sua utilização econômica.

Nos fosforitos, o fósforo é encontrado na forma de hidroxifluorapatita $[Ca_5(PO_4)_3OH,F]$ ou de apatita carbonatada $[Ca_5(PO_4,CO_3OH)_3F]$. Este material pode ocorrer quase puro, mas em geral apresenta-se misturado a areia, argila ou carbonato para formar arenitos, folhelhos e calcários fosfáticos.

A espessura de uma camada de fosforito pode variar de alguns centímetros até uma dezena de metros. Em alguns casos, porém, essas camadas podem estender-se lateralmente por vários quilômetros, mantendo espessuras e teores de P_2O_5 relativamente homogêneos (KULAIF, 1996).

Quanto ao teor, os depósitos podem apresentar desde percentagens muito baixas até teores de 35% de P_2O_5 . Hidrocarbonetos de cor marrom escura a preta geralmente estão presentes nas camadas, associados a quantidades variáveis de material detrítico, principalmente quartzo.

Os depósitos de guano são formados pela acumulação de excrementos de aves marinhas e sua posterior assimilação pelas rochas subjacentes, normalmente formadas por calcários coralíferos porosos.

Quando essas acumulações ocorrem sobre rochas de composição ferro-aluminosa, como, por exemplo, bauxitas, lateritas ou rochas feldspáticas, formam-se depósitos de minerais amorfos de fosfato de alumínio hidratado e fosfato de ferro, conhecidos como alumino-fosfatos (KULAIIF, 1996).

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

Nessas rochas o fósforo é encontrado na forma de apatita, principalmente fluorapatita [$Ca_5(PO_4)_3F$], podendo se apresentar, nos mantos de intemperismo que recobrem os maciços, na forma de fosfatos secundários de bário e estrôncio (gorceixita e goyazita) e de terras-raras (rabdofanita) (KULAIIF, 1996).

Enxofre

O enxofre é uma matéria-prima de origem mineral que é a base para a fabricação do ácido sulfúrico, podendo ser obtido de fontes muito diversas.

Ao mesmo tempo em que é encontrado e extraído na forma elementar nativa, a partir de jazidas minerais, também é obtido como subproduto do refino de petróleo e do gás natural. Além disso, ele pode ser recuperado já na forma de ácido sulfúrico, este também produzido como subproduto de outras atividades, como a metalurgia de minérios sulfetados (KULAIIF, 1996).

O enxofre elementar nativo é encontrado em três tipos básicos de depósitos:

- calcários anidrítricos recobrimdo ou localizados nos flancos de domos salinos;
- evaporitos anidrito-gipsíticos acamados e basais, e
- depósitos vulcânicos inconsolidados.

Nos dois primeiros casos, a gênese do enxofre está ligada à redução da anidrita, associada a depósitos de hidrocarbonetos, em processo auxiliado pela ação de bactérias.

Os calcários anidrítricos recobrimdo domos salinos formam grandes depósitos que são minerados nas regiões de costa do Golfo do México, tanto dos EUA quanto do México (KULAIF, 1996).

Os depósitos de evaporitos estão em produção nos Estados Unidos (oeste do Texas), Polônia, Rússia e Iraque. Sua produção é geralmente feita pelo processo Frasch de extração com água quente. Os depósitos vulcânicos são produzidos pela reação entre o sulfeto de hidrogênio exalado e o dióxido de enxofre; são localmente importantes e estão presentes principalmente na região do Cinturão do Pacífico.

Como já mencionado, o enxofre elementar é obtido também como subproduto do gás natural e das refinarias de petróleo, de rochas betuminosas e de carvão.

O gás sulfídrico ocorre como um componente do gás natural em várias partes do mundo. Para que o gás natural seja aproveitado, o sulfeto de hidrogênio precisa ser removido, o que o faz um necessário subproduto.

No caso do petróleo, de rochas betuminosas e do carvão, eles apresentam compostos orgânicos sulfurados complexos em uma larga gama de concentrações, que durante o processo de refino ou queima são removidos, sendo o enxofre recuperado na sua forma elementar (KULAIF, 1996).

Desde que a demanda por combustíveis fósseis cresceu, o enxofre elementar obtido como subproduto da produção de gás natural ganhou destaque entre as fontes de enxofre. Os principais depósitos de gás natural contendo gás sulfídrico ocorrem no oeste do Canadá, Oriente Médio e Rússia, além dos Estados Unidos, México, França, Alemanha e Venezuela.

Com o aumento das restrições ambientais em todo o mundo, tem aumentado a parcela do enxofre removido quando do refino do petróleo ou do betume dos xistos, folhelhos e arenitos betuminosos. As grandes reservas de petróleo do Oriente Médio contêm altas percentagens de enxofre, assim como algumas recentemente descobertas no México e na plataforma continental da costa oeste dos Estados Unidos (KULAIF, 1996).

Além dessas fontes, o enxofre está contido no ácido sulfúrico, que é obtido a partir do beneficiamento e metalurgia de minérios sulfetados, que podem ser:

- sulfetos de ferro (pirita, marcassita e pirrotita), com baixos teores de diversos metais não-ferrosos, e que são geralmente minerados pelo seu conteúdo de enxofre. Os concentrados de pirita com 40% a 50% de enxofre contido são ustulados (submetidos a uma alta temperatura em presença do ar para o converter num composto oxigenado) para produzir o gás SO_2 , que então é transformado em ácido sulfúrico, e
- sulfetos de metais não-ferrosos (sulfetos de zinco, cobre, chumbo, molibdênio, níquel e outros), que são minerados pelo seu conteúdo desses metais, sendo que o enxofre, recuperado na forma de ácido sulfúrico, pode ser retirado tanto das piritas que se concentram no rejeito do tratamento daqueles sulfetos, quanto através da dissolução dos gases (SO_2) expelidos no processo metalúrgico. Esta produção é também chamada de involuntária, por ser principalmente motivada pela necessidade de controle da poluição ambiental.

Outra potencial fonte de enxofre são os depósitos de sulfatos, incluindo aqueles de anidrita, gipsita e os rejeitos de “fosfogesso” produzidos junto às fábricas de ácido fosfórico em todo o mundo. Esses materiais representam uma das maiores e também das mais inexploradas fontes de enxofre. Nos processos de recuperação conhecidos, o gipso e a anidrita são decompostos por métodos químicos e pirometalúrgicos, produzindo ou enxofre elementar ou ácido sulfúrico. Geralmente esses processos estão associados à obtenção de cal como subproduto, que normalmente é utilizada na fabricação de cimento. Esses vários métodos, porém, são ainda considerados de alto custo, mesmo quando associados à produção de cimento, e têm encontrado aplicação limitada, principalmente na Europa e na África do Sul (KULAIF, 1996).

O enxofre pode ainda ser recuperado das piritas encontradas em várias concentrações nos depósitos de carvão e que compõem os rejeitos de sua mineração. No Brasil, a experiência da Indústria Carboquímica Catarinense - ICC demonstrou sua viabilidade no período de 1982 a 1993, e esta fonte tem sido considerada uma alternativa para a obtenção do enxofre em várias partes do mundo.

Gás natural e subprodutos das refinarias de petróleo

A fonte primária de nitrogênio é a atmosfera, sendo este seu principal componente, perfazendo 75% do total em peso. O nitrogênio atmosférico, entretanto, é um gás inerte e insolúvel. Nestas condições, ele não pode ser absorvido pelas plantas, necessitando estar combinado com outros elementos fixadores, para tornar-se um fertilizante.

Antes do início do século XX, as fontes de compostos de nitrogênio fixado estavam limitadas aos materiais orgânicos naturais, aos nitratos naturais (salitre do Chile) e aos subprodutos da destilação da hulha e do coque metalúrgico (KULAIF, 1996).

No começo do século XX, porém, foi desenvolvido na Alemanha o processo Haber-Bosch, o qual produz amônia pela combinação química do nitrogênio com o hidrogênio em condições de alta temperatura e pressão na presença de catalisadores, sendo esta, até hoje, a principal fonte de amônia anidra.

Por esse processo, as matérias-primas para a produção de amônia anidra passaram a ser o gás natural (e as frações dele recuperadas), as naftas, os gasóleos, os gases residuais de refinaria e os resíduos líquidos provenientes do processamento do petróleo, ou do óleo de xisto e outras rochas betuminosas, todos como fornecedores de hidrogênio, e a atmosfera para o nitrogênio. É importante notar, porém, que existem outras fontes não-petroquímicas de matérias-primas, que são as originadas da carboquímica (carvão) e da alcoolquímica (álcool etílico obtido da cana-de-açúcar, da mandioca e de outras culturas), representando uma alternativa não convencional de suprimento (KULAIF, 1996).

Rocha Potássica

Os sais potássicos ocorrem como depósitos subterrâneos ou em lagos salgados. Em relação ao panorama mundial, o Canadá com 59,7% e a Rússia com 13,5%, são os dois principais países em reservas, bem como os maiores produtores mundiais, com cerca de 47,8%. O Brasil ocupa a 7ª e 11ª colocação em termos de reservas e produção mundial, respectivamente (DNPM, 2004).

O beneficiamento da rocha potássica se inicia pela moagem e classificação do minério. Este é, por conseguinte, tratado com uma salmoura, que lixívia a carnalita,

retira a lama e separa os sais de potássio em material fino e grosso. Depois desta separação, os finos são desenlameados num hidrosseparador, tratados por uma amina e amido, e combinados com os sais brutos, que são tratados da mesma forma. Os finos e os grossos são levados às células de flotação, a fim de separarem os sais de potássio e o cloreto de sódio. Quando o minério é tratado pela salmoura, a carnalita se decompõe, dissolvendo-se o cloreto de magnésio, e principia a cristalização do cloreto de potássio. A adição contínua de água impede que a salmoura fique saturada pelo cloreto de magnésio. Embora haja dissolução de uma certa quantidade de cloreto de potássio, a salmoura efluente contém, na quase totalidade, o cloreto de sódio e o cloreto de magnésio.

2.3. Matérias-primas intermediárias para os fertilizantes

As matérias-primas intermediárias principais no processo de produção dos fertilizantes são o ácido sulfúrico, o ácido fosfórico, a amônia anidra e o ácido nítrico.

Ácido sulfúrico

O ácido sulfúrico é um insumo essencial para a fabricação do ácido fosfórico, do superfosfato simples (SSP) e da rocha fosfática parcialmente acidulada. Ele é usado para reagir com o concentrado de rocha fosfática, atuando no sentido de deslocar o fósforo para uma forma mais solúvel e assim mais assimilável pelas plantas. Esta reação pode ser parcial, como a que ocorre na produção do superfosfato simples e da rocha fosfática parcialmente acidulada, ou completa, como a do processo de fabricação do ácido fosfórico (KULAIF, 1996).

O ácido sulfúrico pode ser produzido a partir de enxofre elementar, quando é queimado na presença de excesso de ar seco, no chamado processo de contato. Pode também ser obtido pela ustulação de pirritas (FeS_2) e pirrotitas (FeS), que são minerais que contêm entre 45% e 48% e entre 30% e 32% de enxofre contido, respectivamente.

O processo de produção de ácido sulfúrico que mais tem crescido em importância é o do aproveitamento dos gases de ustulação advindos da metalurgia de concentrados de sulfetos de metais não-ferrosos, já descrito anteriormente (KULAIF, 1996).

Ácido fosfórico

O ácido fosfórico é a matéria-prima intermediária mais importante, porque é insumo indispensável na fabricação de todos os principais fertilizantes fosfatados, excetuando-se o superfosfato simples e a rocha fosfática parcialmente acidulada.

Existem dois métodos para sua obtenção, por via úmida e por via térmica, sendo que o último fornece um produto de maior pureza (KULAIF, 1996).

Nos processos por via úmida, o concentrado de rocha fosfática é digerido por um ácido, normalmente o ácido sulfúrico, obtendo-se daí o ácido fosfórico. Esta reação produz também como subprodutos o fosfogesso e o ácido fluossilícico.

Na via térmica, o concentrado de rocha fosfática é carregado em fornos elétricos com coque e sílica, em proporções adequadas, obtendo-se o fósforo líquido. Este é então queimado em uma câmara de combustão na presença de ar, onde os gases, ao se resfriarem, se transformam, por hidratação, em ácido fosfórico.

O teor de P_2O_5 do ácido fosfórico varia normalmente entre 52% e 55% para o obtido por via úmida, e até 69% para o obtido por via térmica.

O ácido fosfórico, ao passar por um processo de desidratação, poderá chegar a um teor de 68% a 72%, ou de 75% a 83% de P_2O_5 , se os processos de obtenção forem por via úmida ou térmica, respectivamente. Este produto é chamado de ácido superfosfórico, e apresenta como vantagem em relação ao anterior a diminuição dos custos de transporte, que é fator econômico importante, principalmente no comércio exterior via marítima.

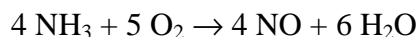
O ácido superfosfórico é utilizado na fabricação de fertilizantes líquidos de grande concentração ou de superfosfatos triplos concentrados (com teor de 54% de P_2O_5) (KULAIF, 1996).

Amônia anidra

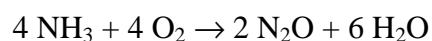
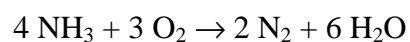
A amônia anidra é produzida pela reação entre o nitrogênio atmosférico e o hidrogênio obtido de uma das fontes anteriormente referidas, predominantemente o gás natural. A reação é realizada em condições de alta temperatura e pressão e na presença de catalisadores (KULAIF, 1996).

Ácido Nítrico

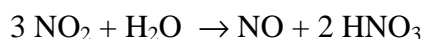
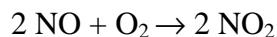
O ácido nítrico é um produto intermediário da indústria de fertilizantes. Ele é obtido a partir da amônia, que é vaporizada misturada com o ar, e aquecidos na presença de um catalisador de platina e ródio (DAS NEVES, 2006). Monóxido de nitrogênio e água são então formados de acordo com a seguinte reação:



Simultaneamente, óxido nitroso e nitrogênio são formados de acordo com as reações:



O óxido nítrico é então oxidado a dióxido de nitrogênio, que posteriormente é absorvido em água para gerar o ácido nítrico:



2.4 Fertilizantes simples

Os principais fertilizantes simples são o superfosfato simples (SSP), o superfosfato triplo (TSP), os fosfatos monoamônico (MAP) e diamônico (DAP), os termofosfatos, a rocha fosfática parcialmente acidulada, o nitrato de amônia, o nitrato de cálcio, a uréia e o cloreto de potássio.

Superfosfato simples (SSP)

O SSP é o fertilizante fosfatado há mais tempo conhecido. Apresenta baixa concentração de fósforo, com teores de P_2O_5 assimilável variando entre 16% e 22%. Perante outros fertilizantes fosfatados, o superfosfato simples tem como vantagem o

fato de fornecer também enxofre (contém aproximadamente 12% deste macronutriente secundário em sua composição), e de sua produção poder se dar em unidades industriais de pequena capacidade produtiva e baixo investimento (KULAIF, 1996).

O SSP é produzido através do ataque químico do ácido sulfúrico sobre a rocha fosfática, finamente moída, e sua fabricação compreende três etapas:

- mistura do concentrado de rocha fosfática com o ácido sulfúrico;
- secagem da mistura em um reator, obtendo-se um produto sólido, e
- cura, que consiste em empilhar o produto e deixar que complete a reação de acidulação que, em processos convencionais, leva de três a quatro semanas.

O produto é comercializado em pó, se realizados a moagem e o peneiramento, ou na forma granulada, através do processo de granulação a vapor (KULAIF, 1996).

Superfosfato triplo (TSP)

O TSP é produzido pela reação entre o concentrado de rocha fosfática e o ácido fosfórico. Ele apresenta maior concentração que o superfosfato simples, com 44% a 48% de P_2O_5 na forma hidrossolúvel.

A principal diferença entre os processos de produção do TSP e do SSP é que a massa resultante da mistura no TSP se solidifica muito mais rapidamente.

Também como no SSP, o TSP pode ser ensacado na forma pulverizada ou granulada (KULAIF, 1996).

Fosfatos de amônio (MAP e DAP)

Os fosfatos monoamônico (MAP) e diamônico (DAP) são obtidos pela reação entre o ácido fosfórico e a amônia anidra.

O MAP é um fertilizante NP rico, com 48% a 55% de P_2O_5 e 9% a 12% de N. Além de ser utilizado diretamente como adubo, ele é também um insumo intermediário para a fabricação de formulações NPK de alta concentração de nutrientes. É fabricado em duas formas: em pó e granulado (KULAIF, 1996).

O fosfato monoamônico vem gradualmente substituindo o superfosfato simples (SSP) como componente de fertilizantes NPK granulados. Suas vantagens são o alto conteúdo de nutrientes total, alta solubilidade em água e maior conteúdo de P_2O_5 , além

de ser completamente compatível com todos os outros componentes normalmente utilizados nos fertilizantes mistos (Phosphorus & Potassium, 1993).

O fosfato diamônico (DAP) contém dois moles de P_2O_5 para cada mol de amoníaco, com aproximadamente 46% de P_2O_5 e 18% de N. Este produto tem adquirido maior importância relativa, sendo, atualmente, dentre os fertilizantes fosfatados, o mais largamente utilizado e comercializado internacionalmente. Isto se dá pelo fato de, além da alta solubilidade, ele também apresentar maior relação N/P, adequando-se melhor às recomendações agronômicas, principalmente em países de clima temperado, que, via de regra, são os maiores consumidores de fertilizantes no mundo.

Com pequenas alterações, os mesmos equipamentos podem ser usados na manufatura, tanto do MAP quanto do DAP (KULAIF, 1996).

Termofosfatos

Os termofosfatos podem ser definidos como sendo fertilizantes fosfatados resultantes do tratamento térmico de rochas fosfáticas, com ou sem adição de outros materiais. Este tratamento térmico, consistindo de calcinação ou fusão, visa à destruição da estrutura cristalina do mineral apatita, formando-se compostos em que o fósforo está em uma forma mais disponível aos vegetais. Esta forma, apesar de não ser solúvel em água, o é em ácido cítrico ou em citrato de amônio.

Rocha fosfática parcialmente acidulada

A rocha fosfática parcialmente acidulada ou fosfato parcialmente acidulado é obtida pela reação da fração fina do concentrado fosfático, contendo teores de impurezas R_2O_3 de 4 a 5%, com o ácido sulfúrico, adicionado em uma proporção menor do que a utilizada para a produção de superfosfato simples (KULAIF, 1996).

Nitrato de amônio e nitrocálcio

O nitrato de amônio é produzido pela neutralização do ácido nítrico com amônia gasosa. A reação é exotérmica, produzindo solução de nitrato de amônio e vapor. Para

produzir o nitrocálcio, a solução de nitrato de amônio é misturada com carbonato de cálcio (DAS NEVES, 2006).

Uréia

A uréia é produzida através da combinação de amônia e dióxido de carbono a alta pressão (140-200 bar) e alta temperatura (180- 190°C) para formar o carbamato de amônio, que é então desidratado por aquecimento para formar uréia e água, de acordo com a seguinte reação (DAS NEVES, 2006):



Cloreto de Potássio

O cloreto de potássio é o principal fertilizante básico na categoria dos fertilizantes potássicos. Ele é obtido através do beneficiamento da rocha potássica, que pode ser constituída de silvinita (x NaCl.KCl) ou carnalita (KCl.MgCl₂.6 H₂O) (DAS NEVES, 2006).

2.5. Fertilizantes mistos e granulados complexos (NPK)

Os fertilizantes mistos e granulados complexos (NPK) são aqueles que contêm dois ou três macronutrientes primários, podendo ainda conter um ou mais macronutrientes secundários e/ou micronutrientes.

Os fertilizantes NPK podem ser de vários tipos, sendo os seguintes os processos utilizados em sua produção:

- mistura a seco de materiais pulverizados ou não granulares;
- granulação de materiais misturados a seco por processos nos quais as reações químicas não são parte essencial do processo;
- mistura de materiais granulados, podendo ser comercializados tanto ensacados como a granel;

- granulação de materiais misturados a seco com a adição de materiais que reagem quimicamente, normalmente amônia ou soluções contendo amônia e, freqüentemente, ácidos sulfúrico ou fosfórico;
- granulação a úmido, em que os materiais a serem granulados estão na forma semilíquida, normalmente derivados da reação dos ácidos sulfúrico, nítrico ou fosfórico com amônia, rocha fosfática ou uma combinação destes materiais. Em algumas variações deste processo, materiais sólidos podem ser adicionados à pasta durante a granulação e em outros, todos os materiais já estão incorporados à pasta;
- granulação de uma massa fundida, na qual toda ou a maior parte da mistura a ser granulada está na forma de uma massa fluida e quente, normalmente contendo menos de 2% de água, e que solidifica com o resfriamento, e
- fertilizantes fluidos ou líquidos, podendo ser dos tipos suspensões ou soluções.

Os três primeiros processos podem ser chamados de processos mecânicos, sendo os produtos obtidos designados por fertilizantes mistos. Em contraposição, os quatro últimos processos se caracterizam pelo fato de terem nas reações químicas a sua parte essencial, sendo seus produtos chamados de fertilizantes complexos.

CAPÍTULO 3. O MERCADO DE FERTILIZANTES

3.1 MERCADO INTERNACIONAL

Entende-se que não é possível focar o desenvolvimento e a configuração de um ramo industrial em uma economia aberta sem se discutir os parâmetros que permeiam essa mesma indústria internacionalmente.

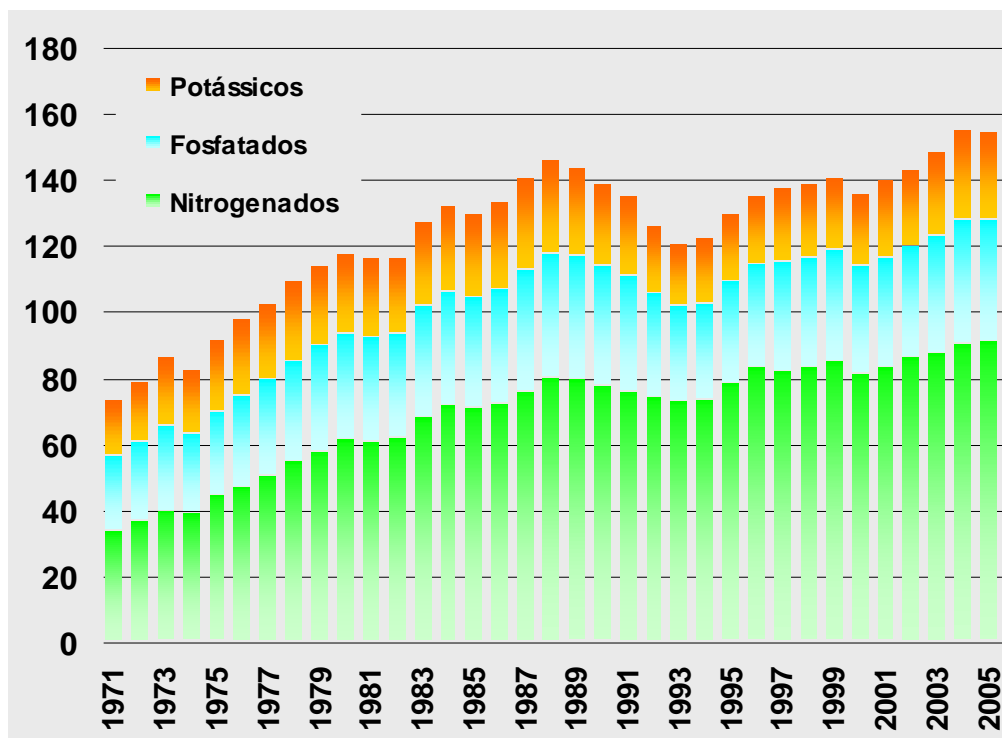
No caso dos fertilizantes, por ser esta uma indústria produtora de commodities e ter um significativo comércio internacional, apresentando-se bastante vulnerável à concorrência externa, essa questão encontra-se ainda mais destacada.

São essencialmente duas as características que fazem com que a maior parte dos insumos e produtos fertilizantes apresente um significativo comércio internacional. A primeira é a sua padronização física e química, e sua estabilidade ao longo do tempo, que são características típicas dos produtos primários e semi-elaborados. E a segunda é a importância estratégica da disponibilidade a baixos custos das matérias-primas básicas principais, para o abastecimento da indústria, o que faz com que a produção dos fertilizantes se realize com maior competitividade em países possuidores de reservas de boa qualidade do bem mineral, sendo estes os principais fornecedores para o resto do mundo (KULAIF, 1996).

A indústria de fertilizantes, segundo a International Fertilizer Industry Association (IFA), movimentava anualmente cerca de 154 milhões de toneladas de nutrientes. A indústria vem crescendo a uma taxa anual de 2,16% desde 1971. O consumo atingiu seu ápice em 2004 com 155 milhões de toneladas. Na última década este crescimento foi interrompido apenas entre 1990 e 1994 quando da reestruturação política e econômica da antiga União Soviética (ex-URSS), que respondia por 19% do consumo global. Em 1994 o consumo atingiu o mínimo de 120 milhões de toneladas e desde então vem se recuperando.

A evolução da demanda de nutrientes no mundo em milhões de toneladas está representada na Figura 13 a seguir.

Figura 13 - Demanda global de fertilizantes em milhões de toneladas

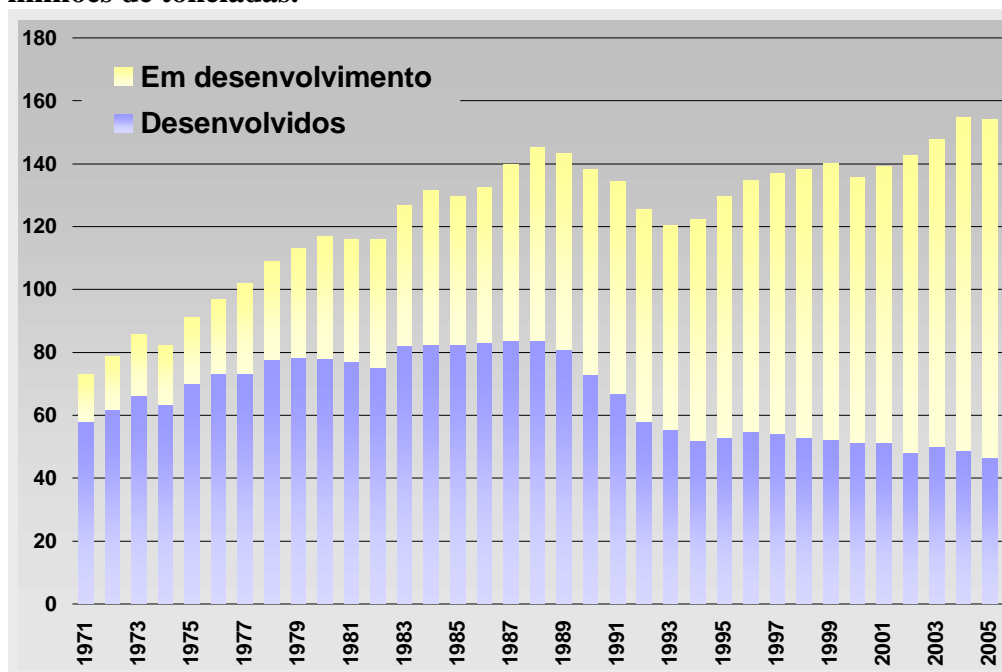


Adaptado de International Fertilizer Industry Association – IFA, 2005.

Pela Figura 13, podemos observar que o nitrogênio é o nutriente mais consumido no mundo. Em 2005 a demanda por nitrogênio foi de 91 milhões de toneladas, o que representa mais da metade de todos os nutrientes. Por sua vez, no mesmo ano, foram consumidos 37 milhões de toneladas de P_2O_5 e 26 milhões de toneladas de K_2O .

A partir de 1992 os países em desenvolvimento tornaram-se os consumidores mais importantes e em 2005 demandaram por 70% do total consumido. A demanda global dividida em países desenvolvidos e em desenvolvimento desde 1971 até 2005 pode ser verificada na Figura 14 a seguir.

Figura 14 - Demanda global de fertilizantes por blocos econômicos em milhões de toneladas.



Fonte: International Fertilizer Industry Association – IFA, 2005.

Pela série histórica apresentada na Figura 14 anterior, observa-se que a demanda por fertilizantes nos países desenvolvidos recuou de um consumo de 58 milhões de toneladas em 1971 para 47 milhões de toneladas em 2005. Por outro lado, no mesmo período, a demanda nos países em desenvolvimento cresceu de 15 para 107 milhões de toneladas, correspondendo a um crescimento anual médio de 5,8%. As expectativas de médio prazo são de crescimento moderado nos países em desenvolvimento e de estagnação nos países desenvolvidos.

O consumo de nutrientes por região e as respectivas razões entre os nutrientes estão consolidados na Figura 15. As principais regiões consumidoras são a Ásia (China e Índia), América do Norte (USA e Canadá), Europa Ocidental e a América Latina (Brasil, México e Argentina).

Figura 15 – Consumo e razão de nutrientes por região (média entre 2000 e 2005)

	Demanda (Mt)				Razão dos Nutrientes (x/N)		
	N	P2O5	K2O	Total	N	P2O5	K2O
Europa Ocidental	9,03	2,88	3,35	15,25	1	0,32	0,37
Europa Oriental	2,36	0,63	0,65	3,64	1	0,27	0,27
Ex-URSS	2,59	0,63	0,79	4,01	1	0,25	0,31
América do Norte	12,59	4,71	4,92	22,22	1	0,37	0,39
América Latina	5,45	4,48	4,37	14,30	1	0,82	0,80
Oceania	1,34	1,57	0,40	3,30	1	1,18	0,30
África	1,49	0,82	0,44	2,74	1	0,55	0,29
Oriente Médio	4,21	1,43	0,37	6,01	1	0,34	0,09
Ásia	47,22	17,71	9,31	74,24	1	0,37	0,20
Total	86,28	34,86	24,58	145,72	1	0,40	0,28
Países desenvolvidos	28,32	10,71	10,32	49,35	1	0,38	0,36
Países em desenvolvimento	57,96	24,16	14,26	96,38	1	0,42	0,25

Fonte: International Fertilizer Industry Association – IFA, 2005.

Pela Figura 15, constata-se que a razão dos nutrientes é bastante variável e retrata não só as características dos solos e produtos cultivados, mas também aspectos relacionados à oferta dos diferentes produtos (volume e preços). Os países em desenvolvimento aparentemente apresentam uma deficiência na aplicação de potássio, quando comparados aos países desenvolvidos.

3.2 MERCADO DOMÉSTICO

3.2.1 DEMANDA

Os fertilizantes são produtos cujo consumo depende de um único setor, o da produção agrícola. Sendo assim, apesar de alguns produtos de sua cadeia de produção ter uma parte de seus mercados voltada para o abastecimento de outros ramos industriais, os produtos finais fertilizantes estão totalmente voltados para o abastecimento dos produtores agrícolas, levando-se em conta àqueles que utilizam, em algum grau, as tecnologias modernas (KULAIF, 1996).

O conjunto dos consumidores de fertilizantes engloba desde o pequeno produtor rural, que trabalha para sua subsistência, passando por cooperativas de produtores de diversos portes, até grandes empresas transnacionais, verticalmente integradas ou não, que podem estar voltadas para o mercado interno ou para a exportação.

A função primordial dos fertilizantes é a de aumentar a produção por hectare de terra plantada, o que faz com que sejam substitutos das terras como fatores de produção.

Ao depender deste único setor consumidor, o estudo da demanda de fertilizantes engloba o acompanhamento das tendências e oscilações, tanto da oferta quanto da demanda dos produtos agrícolas.

Do ponto de vista da oferta agrícola, fatores como mudanças climáticas e política agrícola, subsídios, empréstimos a juros subsidiados, incentivo à modernização das técnicas agrícolas para aumento da produtividade, principalmente nos países em desenvolvimento, entre outras, determinam as variações no consumo dos fertilizantes (KULAIIF, 1996).

Do lado da demanda por produtos agrícolas, são fatores relevantes variáveis como o crescimento econômico, a distribuição de renda, o aumento do poder aquisitivo das populações em países que não os desenvolvidos, políticas de liberalização comercial com a globalização dos mercados, linhas de financiamento às exportações e importações e taxas de câmbio favoráveis ou desfavoráveis aos exportadores.

Os principais fatores que afetam mais diretamente a demanda por fertilizantes, influenciando em suas variações de crescimento ou decréscimo:

- preços absolutos dos fertilizantes;
- preços relativos, isto é, preço dos fertilizantes versus preços dos produtos agrícolas;
- renda ou produto bruto agrícola;
- crédito rural;
- fontes alternativas de financiamento/mecanismos de troca/venda antecipada da safra;

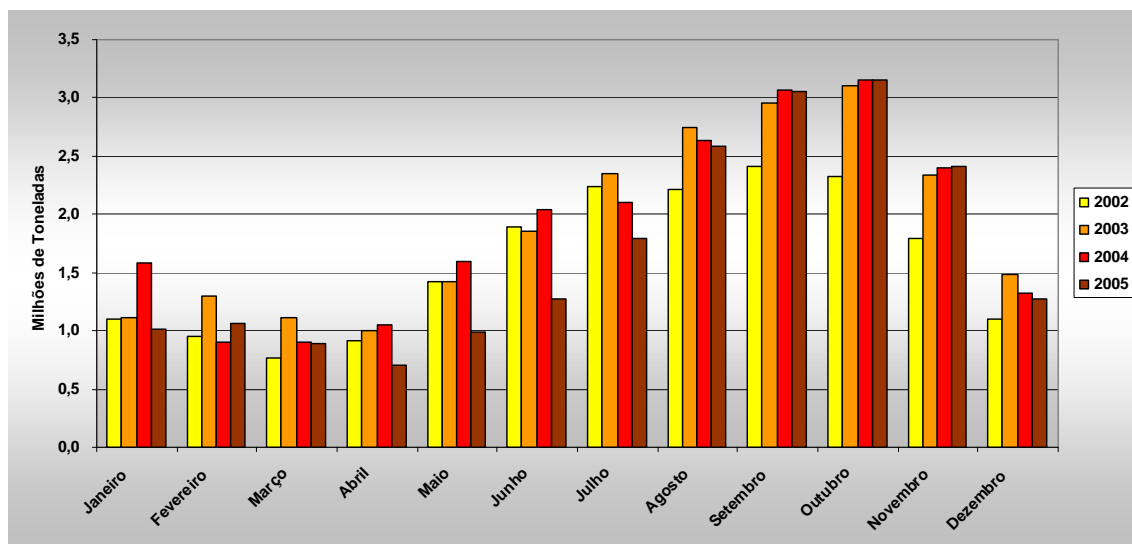
- liberalização comercial e queda das barreiras e tarifas alfandegárias, colocando o mercado interno em contato com o externo;
- custos de transporte, e
- sistema tributário (subsídios versus taxaço da agricultura).

Na análise do comportamento do consumo de fertilizantes, existe também um importante fator de sazonalidade, que varia para diferentes culturas e regiões produtoras.

É importante notar que a época de cultivo depende das estaçoões do ano e, portanto, a distribuição do consumo de fertilizantes, ao longo do ano, no hemisfério sul, é oposta à do hemisfério norte. Assim, quando no segundo semestre, na América do Sul, dá-se a época do plantio e, portanto, de consumo dos fertilizantes, as empresas produtoras de fertilizantes, no hemisfério norte, estão com seus estoques em alta e, portanto, com seus preços bastante convidativos. A sazonalidade do consumo é, portanto, um fator que atua no sentido de regular os preços dos fertilizantes no mercado internacional (KULAIF, 1996).

A sazonalidade no Brasil pode ser observada na Figura 16 a seguir mostra a quantidade de fertilizantes entregues ao consumidor final mês a mês em milhões de toneladas.

Figura 16 - Fertilizantes entregues ao consumidor final em milhões de toneladas



Fonte: Associação Nacional para Difusão de Adubos - ANDA

Embora a quantidade de fertilizante comercializada por área tenha crescido muita na década de 90, há algumas oscilações no período que podem ser explicadas por diversos fatores, destacando-se entre esses as dificuldades cambiais e as mudanças na política de crédito rural (variações no valor das taxas de juros e nas exigências de aporte de recursos próprios dos produtores) (IBGE, 2004).

Entre os fertilizantes, o potássio apresentou o maior crescimento relativo, embora o consumo de todos os nutrientes tenha crescido em torno de duas vezes no período. O potássio e o fósforo apresentam consumo similar e mais alto que o nitrogênio. O menor consumo de nitrogênio está associado ao seu baixo uso na cultura de soja, que se aproveita da fixação biológica deste nutriente. Esta é uma das vantagens ambientais da agricultura brasileira, graças à economia de recursos naturais. Do contrário, o uso intensivo de nitratos tende a contaminar o lençol freático, uma séria ameaça à saúde da população e ao uso futuro dos aquíferos subterrâneos.

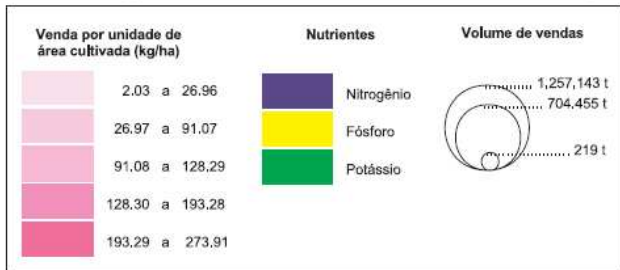
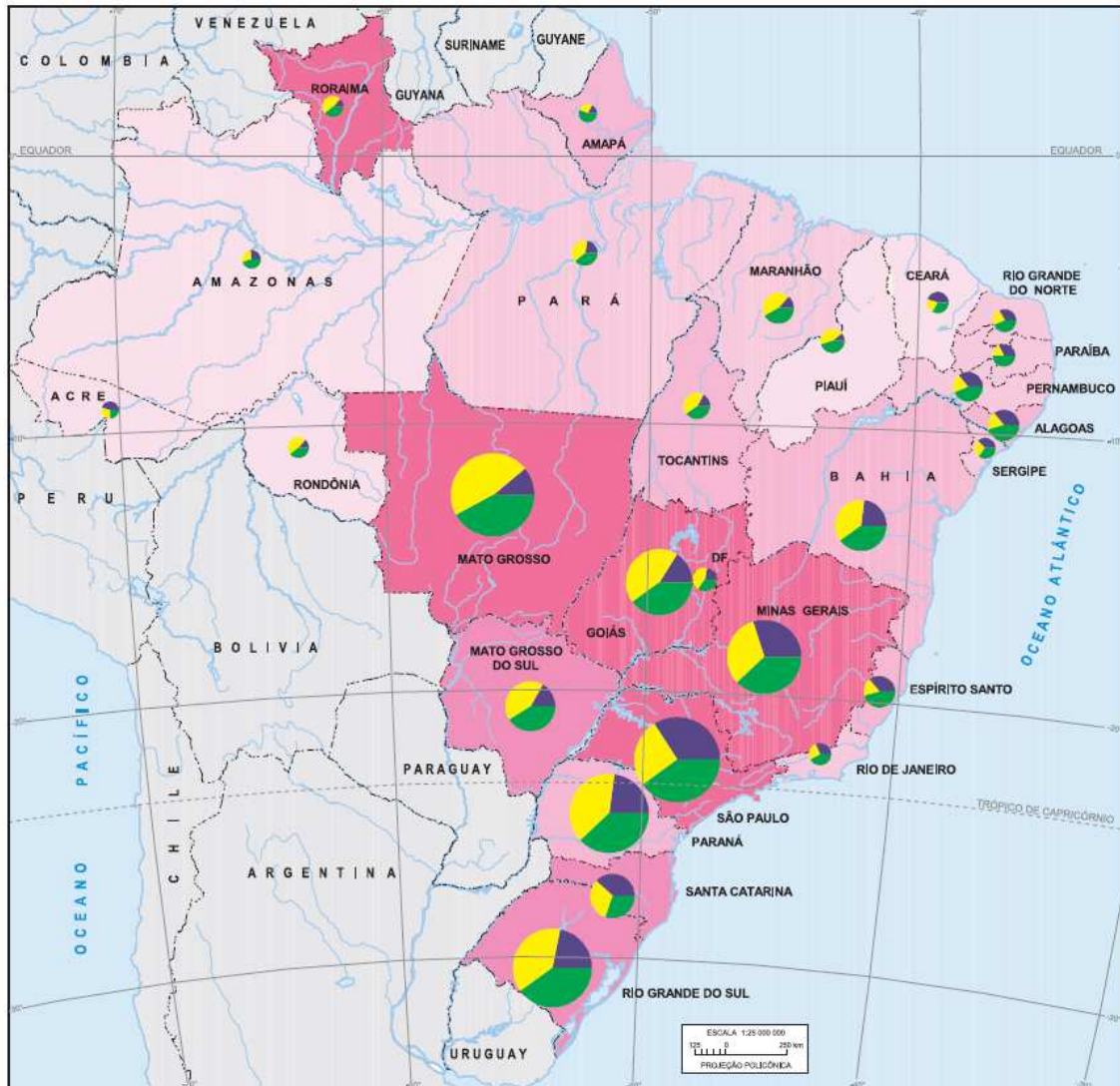
A tendência de aumento na intensidade de uso de fertilizantes na agricultura aponta para o processo de modernização do campo. Este processo traz ganhos econômicos e de produtividade, que reduzem a necessidade de abertura de novas áreas para plantio, mas também tem implicações ambientais que não foram ainda completamente avaliadas .

A agregação territorial da informação de vendas (segundo as Unidades da Federação), associada à não discriminação das culturas onde são utilizados os fertilizantes, pode mascarar a real carga de utilização destes insumos. Cada cultura apresenta necessidades nutricionais e racionalidades econômicas diferenciadas, que implicam em diferentes intensidades de uso de fertilizantes. Além disso, aquisições feitas em uma determinada região podem servir para consumo em outra. O emprego de fertilizantes não se distribui de maneira homogênea por todo o território, variando segundo os agroecossistemas, os tipos de cultivo e as técnicas de manejo das culturas (IBGE, 2004).

Dada à baixa fertilidade natural dos solos, característica da região Centro-Oeste, a agricultura já nasce num patamar tecnológico elevado, com alto consumo de fertilizantes por hectare. Por outro lado, as regiões tradicionais também desenvolveram novas tecnologias de recuperação de áreas desgastadas com os anos de uso, destacando-se, nos últimos anos, as diferentes técnicas de cultivo mínimo e de plantio direto. Este padrão de tecnologia encontra-se hoje bastante solidificado.

A heterogeneidade do emprego de fertilizantes no território brasileiro pode ser verificada na Figura 17 de vendas por unidade de área cultivada (kg/ha) em 2002 a seguir.

Figura 17 – Mapa de Vendas de Fertilizantes no Brasil



Fontes: Anuário estatístico do setor de fertilizantes 2002. São Paulo: Associação Nacional para Difusão de Adubos, 2003; Levantamento sistemático da produção agrícola: pesquisa mensal de previsão e acompanhamento das safras agrícolas no ano civil 2002. Rio de Janeiro: IBGE, v. 14, 2002-2003. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/pub/>>. Acesso em: mar. 2004.

O aumento de consumo de fertilizantes no Brasil vem sendo impulsionado pelo crescimento da intensidade de uso de fertilizantes em busca de maior produtividade agrícola. Na última década, a despeito da redução de 11% em área colhida, a produtividade por hectare aumentou 30%, em perfeita sintonia com aumento similar na intensidade de uso de fertilizantes que cresceu 32%.

A crescente produção agrícola brasileira está diretamente relacionada ao uso de tecnologias avançadas de produção, incluindo o uso adequado de fertilizantes. As culturas de exportação são aquelas responsáveis pelo grande consumo de fertilizantes no Brasil. A Figura 18 a seguir apresenta as entregas de fertilizantes por cultura no ano de 2004 (DAS NEVES, 2006).

Figura 18 - Entregas de Fertilizantes por Cultura no Brasil em 2004

Culturas	Total de Entregas (1000 t de produtos)
Soja	8.838
Milho	3.731
Cana-de-açúcar	2.695
Café	1.331
Algodão Herbáceo	1.078
Arroz	846
Trigo	755
Feijão	602
Pastagens	360
Batata	356
Fumo	517
Laranja	393
Banana	155
Sorgo	156
Tomate	110
Reflorestamento	127
Outras	717
Total	22.767

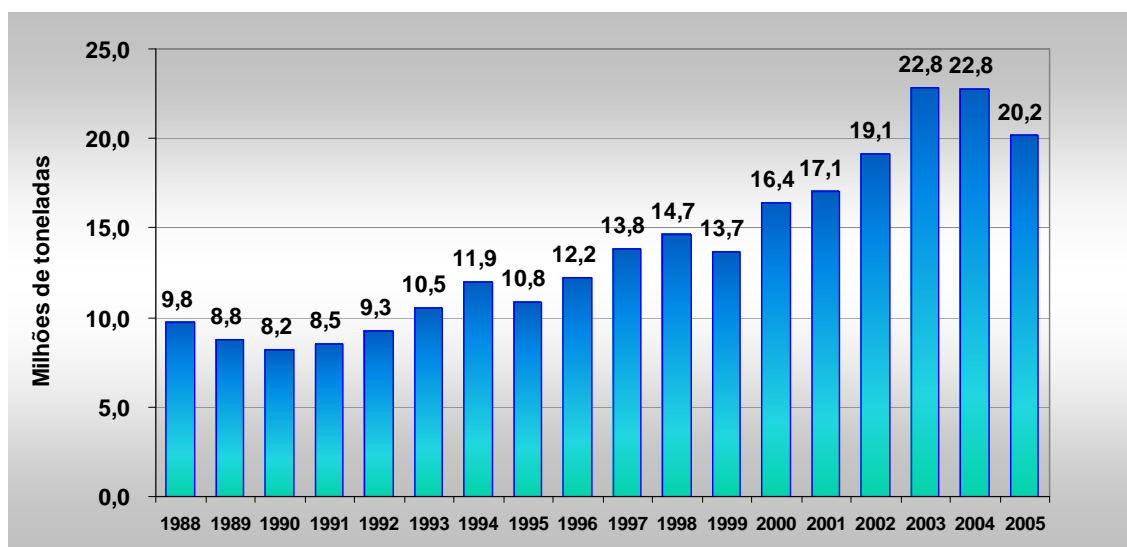
Fonte: LSPA/IBGE e ANDA, 2004

Pode-se notar que a soja é a cultura que mais consome fertilizantes no país, correspondendo a 38,8% do total. Isto pode ser explicado por dois motivos. O primeiro deles é o fato de que a soja é uma cultura de exportação, e com isso os investimentos se tornam mais viáveis para o produtor. O segundo motivo se refere ao cultivo ser realizado principalmente na região do Cerrado, que apresenta solos com séria deficiência de nutrientes, necessitando desta forma grande quantidade de fertilizantes (DAS NEVES, 2006).

O milho ocupa a segunda posição em relação às entregas de fertilizantes, embora com bastante distanciamento das entregas realizadas para o cultivo de soja. Apesar de ser considerado um produto de consumo interno, o milho apresenta um alto consumo de fertilizantes, comparáveis às culturas de exportação. Isto pode ser explicado pela produção nacional de milho ser bem superior à produção de outros produtos de consumo interno, como arroz, feijão, mandioca, etc. No período da safra 2003/2004, segundo o IBGE, foram colhidas cerca de 42 milhões de toneladas de grãos de milho, contra 13 milhões de toneladas de grãos de arroz, por exemplo.

Outras culturas que apresentam destaque em relação ao consumo de fertilizantes são cana-de-açúcar, seguida pelo café e pelo algodão herbáceo, todos considerados como produtos de exportação (DAS NEVES, 2006). A Figura 19 a seguir apresenta a evolução das vendas de fertilizantes no Brasil em milhões de toneladas.

Figura 19 – Vendas de Fertilizantes (milhões de toneladas)

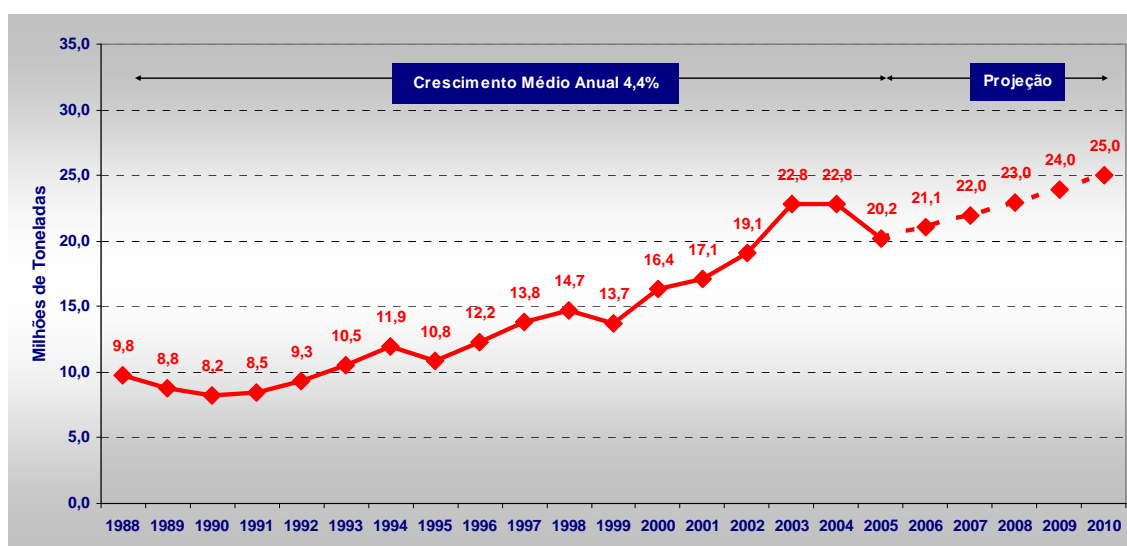


Fonte: Associação Nacional para Difusão de Adubos - ANDA

A demanda brasileira por fertilizantes, segundo a Associação Nacional para Difusão de Adubos (ANDA), alcançou em 2005 cerca de 20,2 milhões de toneladas, um crescimento de 138% em 15 anos. Cerca de 44% dos fertilizantes consumidos foram produzidos no país e os restantes 56% importados.

A projeção de crescimento das vendas de fertilizantes para os próximos anos, calculada em função da série histórica, pode ser visualizada na Figura 20 a seguir.

Figuras 20 - Fertilizantes entregues ao consumidor final em milhões de toneladas



Fonte: Associação Nacional para Difusão de Adubos - ANDA

Nos últimos dezoito anos, 2003 foi o ano que apresentou o maior volume de fertilizantes entregues ao consumidor final, atingindo 22,8 milhões de toneladas. Neste período o volume de fertilizantes entregue cresceu em média 4,4% a.a. Considerando a mesma taxa de crescimento para os próximos cinco anos, chegaremos em 2010 ao volume de 25 milhões de toneladas.

3.2.2 OFERTA

A indústria de fertilizantes, em termos mundiais, apresenta uma estrutura bastante heterogênea.

Na produção das matérias-primas básicas, intermediárias e de fertilizantes simples, o mercado é dominado por grandes empresas transnacionais ligadas aos setores de mineração, químico e petroquímico, apresentando uma estrutura essencialmente verticalizada. Estes conglomerados movimentam quantias da ordem de bilhões de dólares, sendo quase sempre a produção de fertilizantes apenas um dos seus ramos de atividade (KULAIIF, 1996).

Já na produção das diferentes formulações NPK para consumo final, encontra-se um grande número de pequenas empresas, chamadas de misturadoras, que adquirem os seus insumos de terceiros e que competem nos mercados locais com as empresas integradas.

São características da indústria de produtos químicos básicos, da qual os fertilizantes fazem parte, uma estrutura de produção complexa e tecnologicamente interdependente, as grandes escalas de produção, a importância estratégica das matérias-primas, a alta competitividade nos mercados internacionais, os altos investimentos iniciais e os altos custos de atualização tecnológica.

São específicos da indústria de fertilizantes, conforme mostrado anteriormente, os problemas ligados à sazonalidade do seu consumo, levando à existência de capacidade ociosa durante boa parte do ano, com conseqüentes altos custos de estoques e capital de giro, acarretando a diminuição da rentabilidade dos investimentos.

Por essas razões, dentro das grandes empresas diversificadas, os fertilizantes têm sido cada vez mais preteridos nas decisões de novos investimentos (KULAIIF, 1996).

As empresas que se mantêm no mercado, porém, têm investido pesadamente na globalização de suas operações, tendo passado, nos últimos anos, por um intenso processo de fusões e aquisições.

Dentre os fornecedores nacionais, os principais são: (i) a Fosfertil, fornecedora de superfosfato triplo, superfosfato simples, MAP, ácido sulfúrico, e ácido fosfórico; (ii) a Ultrafertil, fornecedora de uréia, Nitrato de amônio e amônia anidra; (iii) a Bunge, fornecedora de fosfato bicálcico e superfosfato simples; (iv) a Petrobrás, fornecedora de

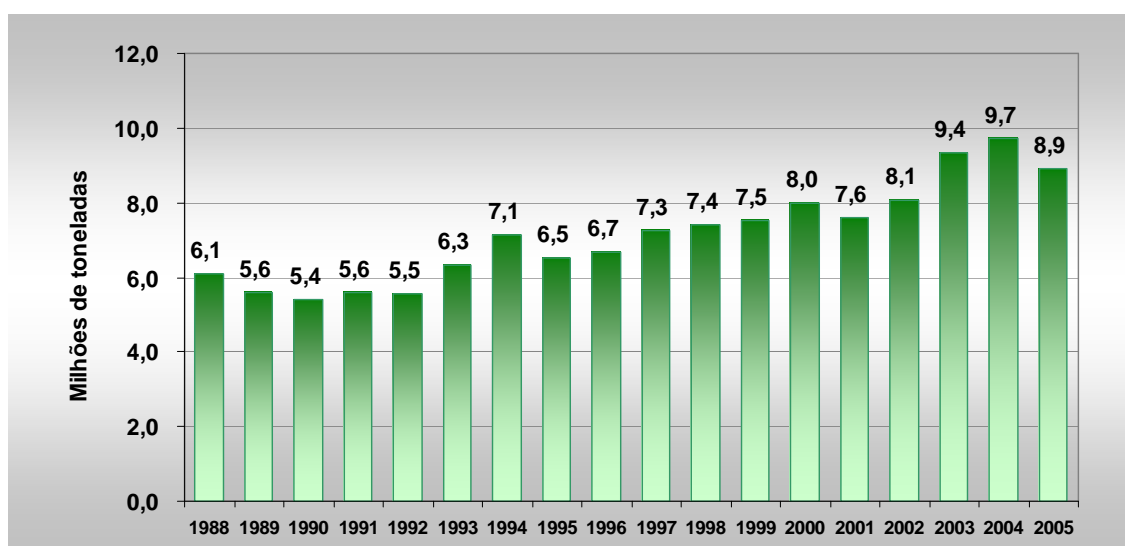
uréia; (v) a Copebrás, fornecedora de superfosfato simples, superfosfato triplo e MAP; e (vi) a Companhia Vale do Rio Doce, fornecedora de cloreto de potássio. A Figura 21 a seguir apresenta a relação dos principais fornecedores nacionais com os respectivos produtos:

Figura 21 – Principais Fornecedores de Fertilizantes e respectivos produtos

FORNECEDORES	PRODUTOS
Fosfertil	STP, SSP, MAP, ácido sulfúrico e fosfórico
Ultrafertil	Uréia, Nitrato de Amônio e Amônia Anidra
Bunge	Fosfato Bicálcico e SSP
Petrobrás	Uréia
Copebrás	STP, SSP e MAP
Companhia Vale do Rio Doce	Cloreto de Potássio

A Figura 22 a seguir mostra a série histórica da produção brasileira de fertilizantes em milhões de toneladas.

Figura 22 – Produção brasileira de fertilizantes em milhões de toneladas

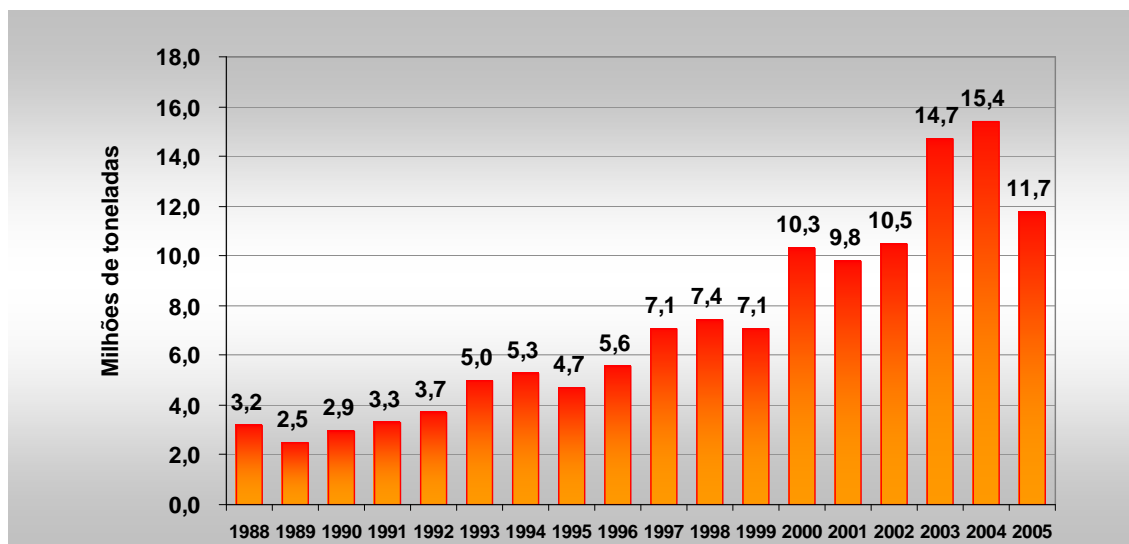


Fonte: Ministério da Fazenda

Em 2004, a produção brasileira de fertilizantes atingiu o volume recorde de 9,7 milhões de toneladas suprimindo apenas 42% das necessidades domésticas. Já em 2005 a produção brasileira alcançou o volume de 8,9 milhões toneladas, correspondendo a 44% da demanda apresentada. O produto importado supriu os 56% restantes.

Como verificado anteriormente, a produção brasileira não é suficiente para suprir a demanda por fertilizantes, dessa forma muitos produtores agrícolas recorrem ao mercado externo para atender suas necessidades. A Figura 23 a seguir mostra a evolução destas importações.

Figura 23 – Importação de Fertilizantes no Brasil em milhões de toneladas



Fonte: Ministério da Fazenda

Também foi em 2004, o recorde na importação de fertilizantes no Brasil, correspondendo ao volume de 15,4 milhões de toneladas. Em 2005 a importação brasileira teve uma redução de 24% em relação ao ano anterior, atingindo o volume de 11,7 milhões toneladas. No entanto, a redução na importação não se deve à adição de capacidade de produção, mas a uma redução na demanda por fertilizantes na ordem de 11%.

3.3 TENDÊNCIAS

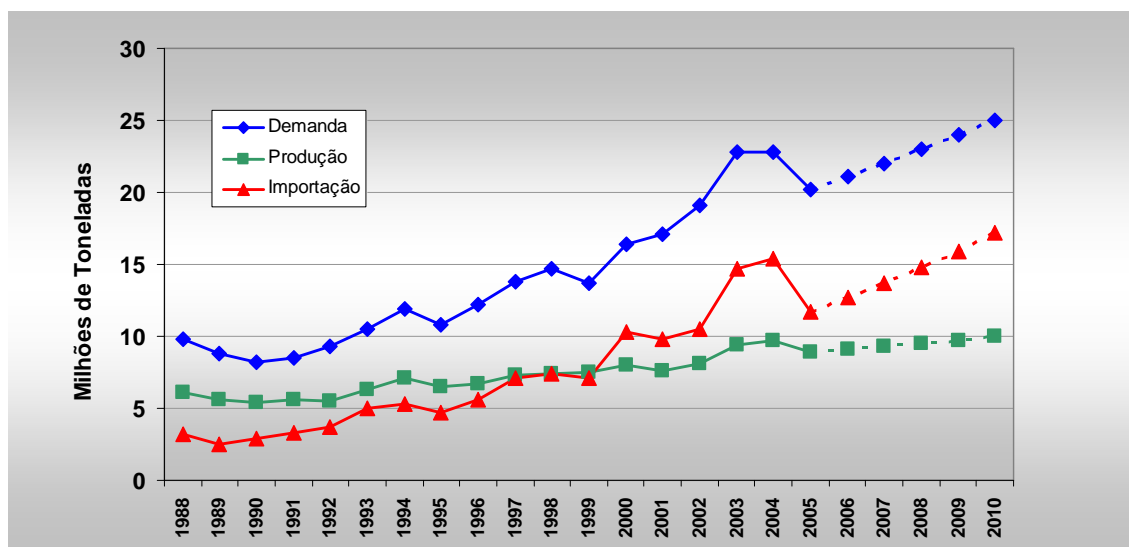
A estiagem no Rio Grande do Sul no final de 2004 foi um indício de que 2005 seria um ano difícil para o setor agrícola. E as previsões iniciais se confirmaram. Dados levantados pela ANDA – Associação Nacional para a Difusão de Adubos comprovam uma redução de 11,4% no volume de vendas de adubos e fertilizantes em 2005. Foram comercializadas no mercado interno 20,2 milhões de toneladas. O faturamento líquido do segmento teve um decréscimo de 21,3%, caindo de R\$ 16,4 bilhões para R\$ 12,9 bilhões.

Um dos principais fatores de influência sobre o segmento foi a valorização do real frente ao dólar e ao euro, o que afetou negativamente a renda agrícola, diminuindo o poder de compra dos empresários do campo e agravando os problemas de crédito no agronegócio. As exceções ao cenário de contração em 2005 foram a cana-de-açúcar, o café, o citrus e a celulose. Nessas culturas, houve aumento na demanda por fertilizantes. As exportações de fertilizantes, que tiveram crescimento de 4,1% em 2005, somaram US\$ 200 milhões e as importações alcançaram US\$ 2,4 bilhões, com queda de 10,9% na comparação com 2004 (ABIQUIM, Relatório Anual 2005).

Analisando os dados da série histórica apresentados anteriormente da demanda, da produção e da importação dos fertilizantes no Brasil, constata-se que a taxa de crescimento anual da produção nacional, calculada em 2,3% a.a., não acompanhou a taxa de crescimento da demanda, na ordem de 4,4% a.a., enquanto que a taxa de crescimento da importação de fertilizantes para o mesmo período, chegou a 8,0% a.a. O fato de a importação ter crescido quase quatro vezes mais que a produção nacional é explicado pela falta de incentivos do Governo Federal a políticas de incentivo à produção.

O comportamento histórico da demanda, produção e importação de fertilizantes, assim como a projeção para os próximos anos pode ser visualizado na Figura 24 a seguir.

Figura 24 – Série histórica e projeção de demanda, produção e importação de fertilizantes no Brasil.



Fonte: Ministério da Fazenda

Considerando que se mantenham as taxas de crescimento das séries históricas, teremos em 2010 um volume de 17,2 milhões de toneladas de fertilizantes importados, volume 47% maior que o importado em 2005. Em contra partida, a produção chegará em 2010 na ordem de 9,9 milhões de toneladas produzidas, apenas 12% mais que a produzida atualmente.

Se nada for feito para reverter esta situação, como, por exemplo, um incentivo maior do Governo Federal a investir na produção nacional, teríamos em 2010 um déficit ainda maior na balança comercial do setor da indústria química e por consequência uma redução no superávit da balança comercial brasileira.

CAPÍTULO 4. DEFENSIVOS: CONCEITUAÇÃO, CLASSIFICAÇÃO E TOXICIDADE

Os defensivos agrícolas podem ser definidos como quaisquer produtos de natureza biológica, física ou química que têm a finalidade de exterminar pragas ou doenças que ataquem as culturas agrícolas (Planeta Orgânico, 2006).

De acordo com o Decreto nº 4.074, de 4 de janeiro de 2002, que regulamenta a Lei nº 7802/1989, os defensivos agrícolas, ou agrotóxicos, são produtos e agentes de processos físicos, químicos ou biológicos, destinados ao uso nos setores de produção, no armazenamento e beneficiamento de produtos agrícolas, nas pastagens, na proteção de florestas, nativas ou plantadas, e de outros ecossistemas e de ambientes urbanos, hídricos e industriais, cuja finalidade seja alterar a composição da flora ou da fauna, a fim de preservá-las da ação danosa de seres vivos considerados nocivos, bem como as substâncias de produtos empregados como desfolhantes, dessecantes, estimuladores e inibidores de crescimento.

Defensivos agrícolas são chamados também de produtos agroquímicos ou, preconceituosamente, de agrotóxicos - este último, inclusive, é o termo bastante utilizado no Brasil em função da definição equivocadamente dada em legislação nacional.

Os defensivos agrícolas podem ser classificados de acordo com os seguintes critérios (Planeta Orgânico, 2006):

Quanto à finalidade

- inseticidas: ação contra insetos, larvas e formigas.
- fungicidas: ação contra fungos.
- herbicidas: ação contra ervas daninhas.

Outros grupos em importância são:

- rodenticidas: ação contra roedores.
- acaricidas: ação contra ácaros.

nematicidas: ação contra nematóides.

molusquicidas: ação contra moluscos (caramujo da esquistossomose).

fumigantes: ação contra bactérias, insetos.

Quanto à maneira de agir

- através de ingestão: a praga deve ingerir a planta com o produto

- microbiano: o produto contém microorganismos que atacam a praga ou o agente causador da doença

- por contato: ao tocar o corpo da praga o produto já faz efeito.

Quanto à origem

- inorgânica

- orgânica

Os pesticidas inorgânicos foram muito utilizados no passado, porém, atualmente não representam mais do que 10% do total de pesticidas em uso. São eles produtos à base de arsênico e flúor e os compostos minerais que agem por contato matando a praga por asfixia (visto que os insetos respiram através da "pele").

Os pesticidas orgânicos compreendem os de origem vegetal e os organo-sintéticos. Os primeiros, muito utilizados por algumas correntes da Agroecologia são de baixa toxicidade e de curta permanência no ambiente (como o piretro contido no crisântemo e a rotenona extraída do timbó). Já os organo-sintéticos, além de persistirem muitos anos nos ecossistemas, contaminando-os, também trazem uma série de problemas de saúde para os seres humanos, o que torna seu uso proibido pelas correntes agroecológicas (Planeta Orgânico, 2006).

4.1 Especificidade de Uso

A especificidade de uso é uma característica importante dos defensivos agrícolas, moléculas químicas que atuam biologicamente sobre as pragas e ervas que atacam a produção agrícola. A cada molécula ou família de moléculas, que denominaremos de estrutura, correspondem algumas atividades biológicas específicas. Este conjunto estrutura-atividades segmenta o mercado de defensivos em vários subconjuntos, para efeitos analíticos (IPEA, 1996).

A especificidade inicialmente determina três conjuntos, de acordo com as grandes classes de uso: fungicidas, herbicidas e inseticidas. Numa segunda instância, agrupa os produtos, em cada classe de uso, de acordo com cada cultura; e, finalmente, em uma nova segmentação, reúne os produtos de acordo com as indicações específicas de suas potenciais atividades no combate às pragas/ ervas de uma determinada cultura.

Cabe salientar, neste ponto, que é neste último nível de segmentação, especificidade de uso, que os mercados de defensivos são realmente definidos, pois somente nesse momento são agrupados os produtos que efetivamente possuem características técnicas que os tornam substitutos próximos. Portanto, é neste nível de segmentação que o processo de competição torna-se efetivo e a questão dos preços relativos é explicitada (IPEA, 1996).

Uma outra segmentação necessária, e bastante comum, na análise do setor de defensivos é a divisão entre produtos técnicos e formulados. Esta segmentação refere-se, na realidade, ao grau de verticalização da produção. Os produtos técnicos são os defensivos imediatamente egressos dos processos químicos que lhes dão origem. Nesta fase, são produtos químicos unimoleculares e, como tal, com parâmetros físicos e químicos bem definidos. No entanto, para o uso, têm ainda de passar por várias transformações físicas. Serão sucessivamente misturados, diluídos e alterados fisicamente até atingirem a composição adequada para seu uso final. Os produtos técnicos e formulados são estágios independentes do ponto de vista do processo produtivo, ou seja, os conhecimentos técnicos necessários para cada uma das etapas são diferentes. Essa situação permite que empresas possam atuar em uma etapa sem atuar na outra. Dessa forma, existem empresas

que atuam somente na produção de produtos técnicos, e outras, somente na de formulados. As empresas líderes do setor atuam em ambas as etapas (IPEA, 1996).

4.2 Coeficientes Técnicos

Os coeficientes técnicos são elementos que definem as características dos defensivos agrícolas como insumo produtivo. O primeiro é o coeficiente técnico de uso, a dose por hectare, o qual, associado à área plantada e ao preço, define os custos absolutos da utilização do defensivo. O segundo é o grau de eficácia esperado no combate à praga/erva, o grau de cobertura, o qual indicaria a proporção em que os objetivos do uso do defensivo são alcançados.

Esta proporção depende não somente das características do binômio estrutura-atividade como também das condições técnicas associadas aos múltiplos aspectos do processo produtivo agrícola: tipos de solos, rotatividade de culturas, condições de aplicabilidade, tipos de sementes, etc. Ademais, depende também das condições climáticas durante todo o período produtivo. O acompanhamento do conjunto das condições técnicas contribui para a formação da visão global da relação custo-benefício associada à efetividade, ou seja, a influência sobre a produtividade final. Sendo assim, o coeficiente técnico de uso está associado aos custos, enquanto o grau de eficácia está associado à produtividade e conseqüentemente, à renda final que será gerada. Além disso, o coeficiente técnico de uso é o único dos parâmetros fixados a curto prazo, com o qual o produtor agrícola entra em contato antes da colheita. A eficácia e a efetividade são parâmetros confirmados no longo prazo, pois a comprovação somente se realiza após a safra ou, na realidade, após várias safras, devido à interferência das condições técnicas complementares necessárias e das condições (erráticas) do clima para a confirmação das propriedades propaladas (IPEA, 1996).

4.3 Toxicidade dos Defensivos Agrícolas

Há padrões de qualidade e de quantidade para os defensivos agrícolas. A produção, comércio e uso dos defensivos dependem de registro prévio junto ao governo federal. Este registro está condicionado ao grau de perigo que o produto representa para o ambiente. Este registro pode ser negado e, se concedido, pode ser posteriormente cancelado. Não se pode registrar defensivos agrícolas, por exemplo, para o qual não se disponha de antídoto e método de desativação no Brasil; que possa causar doenças como o câncer e que causem danos ambientais (Planeta Orgânico, 2006).

Pode-se impugnar e pedir cancelamento de registros de defensivos, questionando prejuízos ao ambiente, aos recursos naturais e à saúde dos trabalhadores. Além disso, eles têm de ser vendidos com rótulos que informem a todos sobre seus perigos, possíveis efeitos prejudiciais, precauções, instruções para caso de acidente.

A cor dos rótulos é dada por lei e varia de acordo com a toxicologia do produto (Planeta Orgânico, 2006):

Classe toxicológica I (Rótulo Vermelho): produto no qual se encontram substâncias ou compostos químicos considerados "altamente tóxicos" para o ser humano. Exemplo: defensivos fosforados.

Classe toxicológica II (Rótulo Amarelo): produto considerado medianamente tóxico para o ser humano. Exemplo: defensivos que contenham carbamatos.

Classe toxicológica III (Rótulo Azul): produto considerado pouco tóxico ao ser humano.

Classe toxicológica IV (Rótulo Verde): produto considerado praticamente "não-tóxico" para o ser humano.

A toxicidade da maioria dos defensivos é expressa em termos do valor da Dose Média Letal (DL50), por vias orais, representadas por miligramas do produto tóxico por quilo de peso vivo, necessário para matar 50% de ratos e outros animais testes (EMBRAPA, 2003).

Assim, para fins de prescrição das medidas de segurança contra riscos para a saúde humana, os produtos são enquadrados em função do DL50, conforme Figura 25 a seguir.

Figura 25 - Classificação toxicológica dos defensivos agrícolas por grupos, segundo “DL 50”. Adaptado de Trapé (1994).

Classe	Grupos	Cor Faixa	DL 50 (mg/kg)	Dose capaz de matar uma pessoa adulta
I	Extremamente tóxico	Vermelha	menos de 5	1 pitada - algumas gotas
II	Altamente tóxico	Amarela	de 5 à 50	Algumas gotas - 1 colher de chá
III	Medianamente tóxico	Azul	de 50 à 500	1 colher de chá - 2 colheres de sopa
IV	Pouco tóxico	Verde	de 500 à 5000	2 colheres de sopa - 1 copo
	Muito pouco tóxico		5000 ou mais	1 copo - 1 litro

De acordo com a classificação de toxicidade, alguns defensivos organo-sintéticos são proibidos de serem usados na agricultura agroecológica, como por exemplo (Planeta Orgânico, 2006):

Clorados: grupo químico de defensivos compostos por um hidrocarboneto clorado que tem um ou mais anéis aromáticos. Embora sejam menos tóxicos que outros organo-sintéticos, são também mais persistentes no corpo e no ambiente, causando efeitos patológicos no longo prazo. O defensivo organoclorado atua no sistema nervoso, interferindo nas transmissões dos impulsos nervosos. O famoso DDT faz parte deste grupo.

Cloro-fosforados: grupo químico de defensivos que possuem um éster de ácido fosfórico e outros ácidos à base de fósforo, que em um dos radicais da molécula possui também um ou mais átomos de cloro. Apresentam alta toxidez, atuando sobre uma enzima fundamental do sistema nervoso (a colinesterase) e nas transmissões de impulsos nervosos.

Fosforados: grupo químico formado apenas por ésteres de ácido fosfórico e outros ácidos à base de fósforo. Em relação aos defensivos clorados e carbamatos, os organofosforados são mais tóxicos, mas se degradam rapidamente e não se acumulam nos tecidos gordurosos. Atua inibindo a ação da enzima colinesterase na transmissão dos impulsos nervosos.

Carbamatos: grupo químico de defensivos compostos por ésteres de ácido metilcarbônico ou dimetilcarbônico. Em relação aos pesticidas organoclorados e organofosforados, os carbamatos são considerados de toxicidade média, sendo degradados rapidamente e não se acumulando nos tecidos gordurosos. Os carbamatos também atuam inibindo a ação da colinesterase na transmissão dos impulsos nervosos cerebrais. Muitos desses produtos foram proibidos em diversos países também em virtude de seu efeito altamente cancerígeno.

A classificação dos defensivos, neste caso, é importante na medida em que auxilia na diferenciação e na adoção do tratamento específico em casos de acidentes.

CAPÍTULO 5. O USO DOS DEFENSIVOS NA AGRICULTURA

O uso de defensivos na agricultura tem carreado problemas que ameaçam a saúde dos agricultores. O fenômeno adquire importância ao extrapolar seus limites de ocorrência, atingindo a população em geral e causando impacto negativo no meio ambiente pela degradação dos ecossistemas (EMBRAPA, 2003).

Profissionais do setor agrícola, com certeza, são os que mais estão expostos aos efeitos dos defensivos, seja por contato direto no manuseio do “veneno” quando do preparo de “caldas” (coquetéis ou misturas, diluições de tipos diferentes de defensivos); por aplicações mediante a utilização de bombas costais, tratores, mangueiras com fonte estacionária, e por contato indireto quando do desenvolvimento das práticas de capina, plantio, roçado, entre outras.

Instruções para o uso de defensivos agrícolas na agricultura

As principais determinações para com o manejo dos defensivos, aqui descritas, seguem as normativas de uso correto e as exigências preconizadas aos trabalhadores que diretamente entram em contato com os defensivos agrícolas (EMBRAPA, 2003):

5.1 - Receituário agrônômico

Somente os engenheiros agrônomos e florestais, nas respectivas áreas de competência, estão autorizados a emitir a receita. Os técnicos agrícolas podem assumir a responsabilidade técnica de aplicação, desde que o façam sob a supervisão de um engenheiro agrônomo ou florestal (Resolução CONFEA No 344 de 27-07-90).

Para a elaboração de uma receita é imprescindível que o técnico vá ao local com problema para ver, avaliar, medir os fatores ambientais, bem como suas implicações na ocorrência do problema fitossanitário e na adoção de prescrições técnicas.

As receitas só podem ser emitidas para os defensivos registrados na Secretaria de Defesa Agropecuária - DAS do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, que poderá dirimir qualquer dúvida que surja em relação ao registro ou à recomendação oficial de algum produto.

Aquisição dos defensivos agrícolas

- Procurar orientação técnica com o engenheiro agrônomo ou florestal;
- Solicitar o receituário agrônômico;
- Adquirir o produto em lojas cadastradas;
- Verificar se é o produto recomendado (nome comercial, ingrediente ativo e concentração);
- Observar a qualidade da embalagem, lacre, rótulo e bula;
- O prazo de validade, o número de lote e a data de fabricação devem estar especificados.

5.2 - Equipamentos de proteção individual – EPIs

Os EPIs mais comumente utilizados são: máscaras protetoras, óculos, luvas impermeáveis, chapéu impermeável de abas largas, botas impermeáveis, macacão com mangas compridas e avental impermeável. Os EPIs a serem utilizados são indicados via receituário agrônômico e nos rótulos dos produtos (EMBRAPA, 2003).

Recomendações relativas aos EPIs:

- Devem ser utilizados em boas condições, de acordo com a recomendação do fabricante e do produto a ser utilizado;
- Devem possuir Certificado de Aprovação do Ministério do Trabalho;
- Os filtros das máscaras e respiradores são específicos para defensivos e têm data de validade;
- As luvas recomendadas devem ser resistentes aos solventes dos produtos;
- O trabalhador deve seguir as instruções de uso de respiradores;
- A lavagem deve ser feita usando luvas e separada das roupas da família;
- Devem ser mantidos em locais limpos, secos, seguros e longe de produtos químicos

5.3 - Transporte dos defensivos

O transporte de defensivos pode ser perigoso, principalmente, quando as embalagens são frágeis, devendo-se tomar as seguintes precauções (EMBRAPA, 2003):

- Nunca transportar defensivos agrícolas junto com alimentos, rações, remédios etc.;
- Nunca carregar embalagens que apresentem vazamentos;
- Embalagens contendo defensivos e que sejam suscetíveis a ruptura deverão ser protegidas durante seu transporte usando materiais adequados;
- Verificar se as tampas estão bem ajustadas;
- Impedir a deterioração das embalagens e das etiquetas;
- Evitar que o veículo de transporte tenha pregos ou parafusos sobressalentes dentro do espaço onde devem ser colocadas as embalagens;
- Não levar produtos perigosos dentro da cabine ou mesmo na carroceria se nela viajarem pessoas ou animais;
- Não estacionar o veículo junto às casas ou locais de aglomeração de pessoas ou de animais;

- Em dias de chuva sempre cobrir as embalagens com lona impermeável se a carroceria for aberta.

5.4 - Armazenamento dos defensivos

Um fator importante na armazenagem é a temperatura no interior do depósito. As temperaturas mais altas podem provocar o aumento da pressão interna nos frascos, contribuindo para a ruptura da embalagem, ou mesmo, propiciando o risco de contaminação de pessoas durante a abertura da mesma. Pode ocorrer ainda a liberação de gases tóxicos, principalmente daquelas embalagens que não foram totalmente esvaziadas, ou que foram contaminadas externamente por escorrimentos durante o uso. Estes vapores ou gases podem colocar em risco a vida de pessoas ou animais da redondeza (EMBRAPA, 2003).

Recomendações gerais:

- Armazenar em local coberto de maneira a proteger os produtos contra as intempéries;
- A construção do depósito deve ser de alvenaria, não inflamável;
- O piso deve ser revestido de material impermeável, liso e fácil de limpar;
- Não deve haver infiltração de umidade pelas paredes, nem goteiras no telhado;
- Funcionários que trabalham nos depósitos devem ser adequadamente treinados, devem receber equipamento individual de proteção e ser periodicamente submetidos a exames médicos;
- Junto a cada depósito deve haver chuveiros e torneira, para higiene dos trabalhadores;
- Um “chuveirinho” voltado para cima, para a lavagem de olhos, é recomendável.
- As pilhas dos produtos não devem ficar em contato direto com o chão, nem encostadas na parede;
- Deve haver amplo espaço para movimentação, bem como arejamento entre as pilhas;

- Estar situado o mais longe possível de habitações ou locais onde se conservem ou consuma alimentos, bebidas, drogas ou outros materiais, que possam entrar em contato com pessoas ou animais;
- Manter separados e independentes os diversos produtos agrícolas;
- Efetuar o controle permanente das datas de validade dos produtos;
- As embalagens para líquido devem ser armazenadas com o fecho para cima;
- Os tambores ou embalagens de forma semelhante não devem ser colocados verticalmente sobre os outros que se encontram horizontalmente ou vice-versa; Deve haver sempre disponibilidade de embalagens vazias, como tambores, para o recolhimento de produtos vazados;
- Deve haver sempre um adsorvente como areia, terra, pó de serragem ou calcário para adsorção de líquidos vazados;
- Deve haver um estoque de sacos plásticos, para envolver adequadamente embalagens rompidas;
- Nos grandes depósitos é interessante haver um aspirador de pó industrial, com elemento filtrante descartável para se aspirar partículas sólidas ou frações de pós-vazados;
- Se ocorrer um acidente que provoque vazamentos, tomar medidas para que os produtos vazados não alcancem fontes de água, não atinjam culturas, e que sejam contidos no menor espaço possível. Recolher os produtos vazados em recipientes adequados. Se a contaminação ambiental for significativa, avisar as autoridades, bem como alertar moradores vizinhos ao local.

Pequenos depósitos

- Não guardar defensivos agrícolas ou remédios veterinários dentro de residências ou de alojamento de pessoal;
- Não armazenar defensivos nos mesmos ambientes onde são guardados alimentos, rações ou produtos colhidos;

- Se defensivos forem guardados num galpão de máquinas, a área deve ser isolada com tela ou parede, e mantida sob chave;
- Não fazer estoque de produtos além das quantidades previstas para uso a curto prazo, como uma safra agrícola;
- Todos os produtos devem ser mantidos nas embalagens originais. Após remoção parcial dos conteúdos, as embalagens devem ser novamente fechadas;
- No caso de rompimento de embalagens, estas devem receber uma sobrecapa, preferivelmente de plástico transparente para evitar a contaminação do ambiente. Deve permanecer visível o rótulo do produto;
- Na impossibilidade de manutenção na embalagem original, por estar muito danificada, os produtos devem ser transferidos para outras embalagens que não possam ser confundidas com recipientes para alimentos ou rações. Devem ser aplicadas etiquetas que identifiquem o produto, a classe toxicológica e as doses a serem usadas para as culturas em vista. Essas embalagens de emergência não devem ser mais usadas para outra finalidade.

5.5 - Cuidados no manuseio dos defensivos

O preparo da calda é uma das operações mais perigosas para o homem e o meio ambiente, pois o produto é manuseado em altas concentrações. Normalmente esta operação é feita próxima a fontes de captação de água, como poços, rios, lagos, açudes etc. Geralmente ocorrem escorrimentos e respingos que atingem o operador, a máquina, o solo e o sistema hídrico, promovendo desta forma a contaminação de organismos não alvos, principalmente daqueles que usarão a água para sua sobrevivência (EMBRAPA, 2003).

Cuidados antes das aplicações

- Siga sempre orientação de um técnico para programar os tratamentos fitossanitários;

- Leia atentamente as instruções constantes do rótulo do produto e siga-as corretamente. O rótulo das embalagens deve conter informações, como: dosagem; número e intervalo entre aplicações; período de carência; culturas, pragas, patógenos etc. indicados; DL50; classe toxicológica; efeitos colaterais no homem, animal, planta e meio ambiente; recomendações gerais em caso de envenenamento; persistência (tempo envolvido na degradação do produto); modo de ação do produto; formulação; compatibilidade com outros produtos químicos e nutrientes; e precauções.
- Inspecione sempre o plantio;
- Abra as embalagens com cuidado, para evitar respingo, derramamento do produto ou levantamento de pó;
- Mantenha o rosto afastado e evite respirar o defensivo, manipulando o produto de preferência ao ar livre ou em ambiente ventilado;
- Evitar o acesso de crianças, pessoas desprevenidas e animais aos locais de manipulação dos defensivos;
- Não permita que pessoas fracas, idosas, gestantes, menores de idade e doentes, apliquem defensivos. As pessoas em condições de aplicarem defensivos devem ter boa saúde, serem ajuizadas e competentes;
- Estar sempre acompanhado quando estiver usando defensivos muito fortes;
- Use aparelhos sem vazamento e bem calibrados, com bicos desentupidos e filtros limpos;
- Use vestuários EPIs durante a manipulação e aplicação de defensivos. Após a operação, todo e qualquer equipamento de proteção deverá ser recolhido, descontaminado, cuidadosamente limpo e guardado.

Cuidados durante as aplicações

- Não pulverizar árvores estando embaixo delas;
- Evitar a contaminação das lavouras vizinhas, pastagens, habitações etc;
- Não aplique defensivos agrícolas em locais onde estiverem pessoas ou animais desprotegidos;

- Não aplique defensivos nas proximidades de fontes de água;
- Não fume, não beba e não coma durante a operação sem antes lavar as mãos e o rosto com água e sabão;
- Não use a boca - nem tampouco arames, alfinetes ou objetos perfurantes - para desentupir bicos, válvulas e outras partes dos equipamentos;
- Não aplique defensivos quando houver ventos fortes, aproveite as horas mais frescas do dia;
- Não fazer aplicações contra o sentido do vento;
- Não permitir que pessoas estranhas ao serviço fiquem no local de trabalho durante as aplicações;
- Evitar que os operários durante a operação trabalhem próximo uns dos outros.

Cuidados após as aplicações

- As sobras de produtos devem ser guardadas na embalagem original, bem fechadas;
- Não utilize as embalagens vazias para guardar alimentos, rações e medicamentos; queime-as ou entere-as;
- Não entere as embalagens ou restos de produto junto às fontes de água;
- Queime somente quando o rótulo indicar e evite respirar a fumaça;
- Respeite o intervalo recomendado entre as aplicações;
- Respeite o período de carência;
- Não lave equipamentos de aplicações em rios, riachos, lagos e outras fontes de água;
- Evite o escoamento da água de lavagem do equipamento de aplicações ou das áreas aplicadas para locais que possam ser utilizados pelos homens e animais;
- Ao terminar o trabalho, tome banho com bastante água fria e sabão. A roupa de serviço deve ser trocada e lavada diariamente.

Descarte das embalagens vazias

O destino das embalagens vazias é atualmente regulamentado por lei e de responsabilidade do fabricante do produto, que periodicamente deve recolhê-las.

5.6 - Manutenção e lavagem dos pulverizadores

A manutenção e limpeza dos aparelhos que aplicam defensivos, devem ser realizadas ao final de cada dia de trabalho ou a cada recarga com outro tipo de produto, tomando os seguintes cuidados (EMBRAPA, 2003):

- Colocar os EPIs recomendados;
- Após o uso, certificar de que toda a calda do produto foi aplicada no local recomendado;
- Junto com a água de limpeza, colocar detergentes ou outros produtos recomendados pelos fabricantes;
- Repetir o processo de lavagem com água e com o detergente por no mínimo, mais duas vezes;
- Desmontar o pulverizador, removendo o gatilho, molas, agulhas, filtros e ponta, colocando-os em um balde com água;
- Limpar também o tanque, as alças e a tampa, com esponjas, escovas e panos apropriados;
- Certificar-se de que o pulverizador está totalmente vazio;
- Verificar se a pressão dos pneus é a correta, se os parafusos de fixação apresentam apertos adequados, se a folga das correias é a conveniente etc.;
- Verificar se há vazamento na bomba, nas conexões, nas mangueiras, registros e bicos, regulando a pressão de trabalho para o ponto desejado, utilizando-se somente a água para isso;
- Destruar a válvula reguladora de pressão, quando o equipamento estiver com a bomba funcionando sem estar pulverizando. O mesmo procedimento deverá ser seguido nos períodos de inatividade da máquina;

- No preparo da calda, utilizar somente água limpa, sem materiais em suspensão, especialmente areia;
- Regular o equipamento, sempre que o gasto de calda variar de 15% em relação ao obtido com a calibração inicial;
- Trocar os componentes do bico sempre que a sua vazão diferir de 5% da média dos bicos da mesma especificação.

5.7 - Causas de fracassos no controle fitossanitário

- Aplicação de defensivos deteriorados. O defensivo pode deteriorar-se pelas condições de armazenagem e preparo;
- Uso de máquinas e técnicas de aplicação inadequadas;
- Não observância dos programas de tratamento, tanto no que diz respeito à época, intervalo, como em número de aplicações;
- Escolha errônea dos defensivos.
- Início do tratamento depois que grande parte da produção já está seriamente comprometida;
- Confiança excessiva nos métodos de controle químico.

CAPÍTULO 6. O MERCADO DE DEFENSIVOS AGRÍCOLAS

6.1 MERCADO

A indústria mundial de defensivos agrícolas apresenta um faturamento global de cerca de US\$ 30,0 bilhões/ano, ocupando o Brasil o 3º lugar com US\$ 4 bilhões, seguindo-se aos Estados Unidos e Japão. Mas, quando se leva em conta a área tratada, o Brasil usa pouco os defensivos agrícolas em comparação com os países desenvolvidos, ou seja, 3,5 Kg/ha de produto técnico, enquanto a Holanda aplica 17,5 kg/ha, a Bélgica 11,0 a Itália 8,0 e a Alemanha 4,5 (SINDAG, 2002). As desigualdades regionais do nosso país-continente explicam em parte o fenômeno, mas é evidente a necessidade de incorporação e difusão plena das tecnologias de manejo desses produtos para um maior número de agricultores.

Quando se fala em moderna tecnologia agrícola, referência imediata é feita a máquinas, sementes, fertilizantes. Pouco destaque é dado aos defensivos agrícolas. O controle de pragas pela aplicação de herbicidas, fungicidas, acaricidas e inseticidas é um dos maiores desafios dos produtores agrícolas. Se tal controle não for eficiente, pode haver substancial redução de produtividade das culturas, redução da rentabilidade da atividade produtiva e aumento dos preços dos produtos agrícolas (MDIC, 2004).

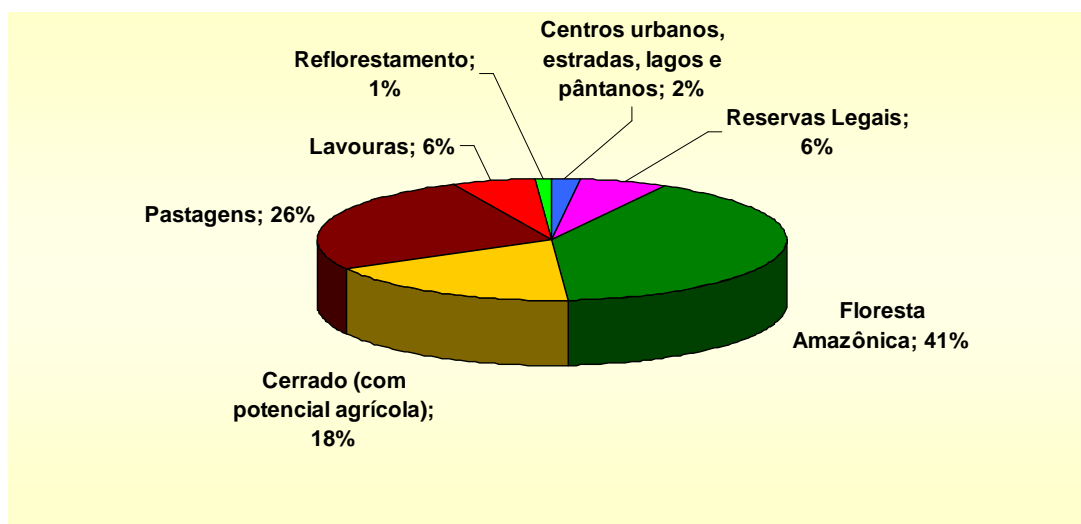
O conceito do manejo integrado das culturas envolve a combinação das tecnologias mais eficientes disponíveis para eliminar as pragas. Isso, normalmente, inclui o uso seletivo de defensivos agrícolas e a rotação de produtos. Assim, pode-se afirmar, com segurança, que os sucessivos aumentos de produtividade da produção agrícola brasileira não teriam sido alcançados sem a correta e segura utilização dos defensivos agrícolas.

Dados do Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Defesa Agrícola – SINDAG indicam que além de um faturamento anual da ordem de US\$ 4 bilhões, há a geração de cerca de 9.000 empregos diretos, além de 30.000 empregos indiretos. Entretanto, apesar da importância estratégica dos defensivos agrícolas para a agricultura brasileira, parcela considerável desses produtos tem sido importada pelo País, correspondendo a aproximadamente US\$ 700 milhões em importações, enquanto as exportações estão em torno de US\$ 230 milhões.

Pode-se alegar que os elevados saldos na balança comercial dos produtos agrícolas e do agronegócio como um todo são mais do que suficientes para cobrir os déficits na balança comercial dos defensivos agrícolas. Os números apresentados são enfáticos, nesse sentido. No entanto, o segmento de defensivos agrícolas representa parte importante do déficit na balança comercial de produtos químicos, que o governo pretende reduzir (MDIC, 2004).

A ocupação dos 850 milhões de hectares que constituem as terras brasileiras está distribuída conforme a Figura 26 a seguir:

Figura 26 – Distribuição da ocupação das terras brasileiras



Fonte: Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior – Secretaria do Desenvolvimento da Produção

Pode-se observar pelos dados da Figura 2 que as lavouras utilizam pouco mais de 50 milhões de hectares e a pecuária cerca de 220 milhões de hectares. O crescimento horizontal das lavouras tem sido pequeno nas últimas duas décadas em razão do crescimento vertical, ou seja, no mesmo espaço plantado foi possível dobrar a produção, mercê do emprego de tecnologia, especialmente nas lavouras graníferas e na cana-de-açúcar.

Ressalte-se, ainda, que o complexo agroindustrial representa cerca de 27% do PIB nacional, contribui com mais de 40% das exportações e gera 37% do total de empregos no

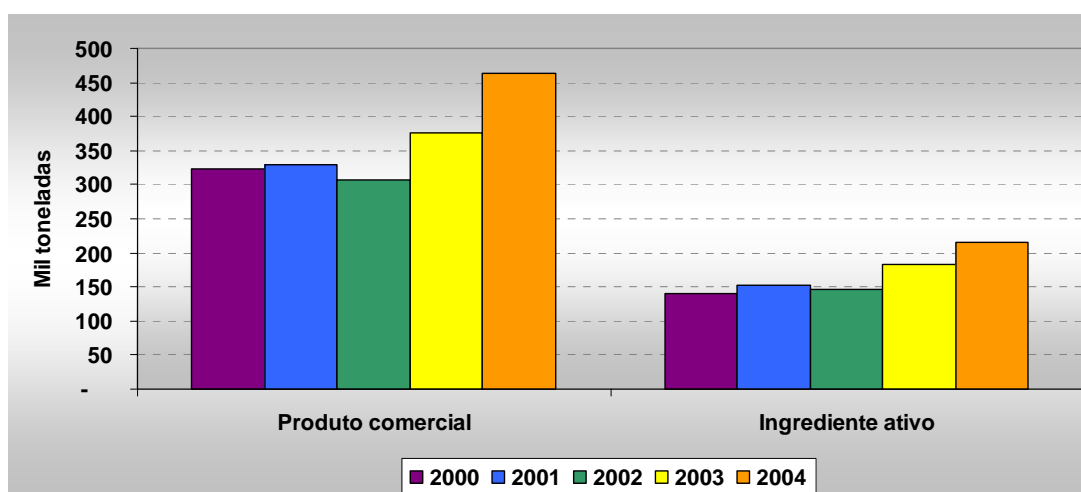
Brasil. É o setor que mais incorporou tecnologia nos últimos anos: a área plantada cresceu 14% a partir de 1990, enquanto a produção em toneladas aumentou 107%. Se os ganhos em produtividade não tivessem sido alcançados neste período e se a produtividade média atual fosse a de duas décadas atrás, é fácil concluir que a única alternativa para se ter o volume de produção que alcançamos hoje, seria a conquista de novas áreas agrícolas, em muitos casos, às expensas de florestas e do cerrado (MDIC, 2004).

É nesse contexto que se insere o segmento dos defensivos agrícolas. Em 2005, o mercado brasileiro deste insumo ficou no patamar de 4,0 bilhões de dólares, ocupando posição importante entre os cinco maiores mercados do mundo.

6.1.1 DEMANDA

As vendas totais de defensivos agrícolas no Brasil, em 2004, atingiram valor recorde. Alcançaram o valor de US\$ 4,495 bilhões contra US\$ 3,136 bilhões no ano anterior, o que representa acréscimo de 43,3% no faturamento do setor, de acordo com o Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Defesa Agrícola (SINDAG, 2005). Em termos de quantidade física, foram vendidas 463,6 mil toneladas de produto comercial (aumento de 23,3%) e 214,7 mil toneladas de princípio ativo (incremento de 17,7%), conforme mostrado na Figura 27 a seguir.

Figura 27 – Quantidade Vendida de Defensivos Agrícolas no Brasil



Fonte: SINDAG, 2005.

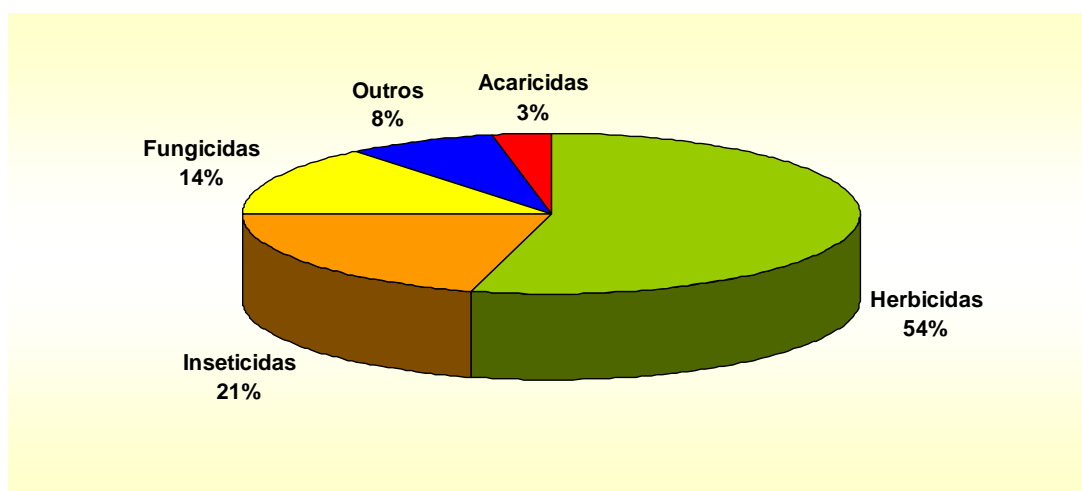
O aumento do consumo de defensivos pode ser explicado principalmente pelo acréscimo na demanda por fungicidas, em função da ocorrência da ferrugem asiática nas plantações de soja no País e da expansão da área plantada de várias culturas na safra 2004/05. O quarto levantamento da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2005) apontou crescimento de 8,6% na área de soja, em relação à safra 2003/04, de 11,9% na área de trigo, de 6,1% na de algodão e de 5,5% na de arroz.

O consumo de defensivos em 2004, em quantidade de produto comercial, cresceu para diversas culturas, quando comparado com o do ano anterior. São exemplos o trigo (53,2%), o algodão (36,3%), a soja (36,2%), a banana (34,1%), o arroz irrigado (16,2%), o arroz sequeiro (11,4%), o café (13,1%), a cana-de-açúcar (12,3%) e a batata inglesa (9,6%).

Segundo o SINDAG, a cultura que mais consumiu defensivos agrícolas em 2004 foi a da soja, com a quantidade estimada em 208.381 toneladas de produto comercial, o que corresponde a 44,9% do total. Em seguida, aparecem milho (11,7%), algodão herbáceo (7,9%), cana-de-açúcar (6,5%), citros (5,8%) e café (4,2%), o que perfaz, somente essas seis culturas, 81,0% da quantidade consumida nesse ano. Ao considerar as vendas para tratamento de sementes de soja, algodão e milho, a participação desse conjunto de culturas sobe para 82,1% da quantidade total comercializada.

A Figura 28 a seguir apresenta a participação das classes de defensivos na quantidade total vendida.

Figura 28 – Participação das Classes na Quantidade Vendida de Defensivos



Fonte: SINDAG, 2004.

Todos os segmentos do setor com exceção dos acaricidas, apresentaram resultados econômicos positivos em 2004 para a indústria, quando comparados com os do ano anterior.

Os herbicidas responderam por 54,1% da quantidade vendida de defensivos. O faturamento, de US\$ 1,830 bilhão, cresceu 20,1% quando comparado com o de 2003, em função do maior consumo em várias culturas, tais como soja, cana-de-açúcar, algodão, arroz, feijão e trigo.

A cultura da soja respondeu por 55,1% do valor das vendas de herbicidas. Também se destacaram as participações da cana-de-açúcar (12,3%) e do milho (10,9 %). Assim, somente essas três culturas respondem por 78,3% das vendas.

Os fungicidas foram o segmento que apresentou o maior aumento em termos de valor (94,5%), passando de US\$ 713,5 milhões em 2003 para US\$ 1,388 bilhão em 2004. Isto se deve ao crescimento no uso desse insumo, especialmente para o combate da ferrugem asiática na soja. De acordo com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 2005), a ferrugem é causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi*, que provoca desfolha precoce da soja e redução do peso do grão.

As vendas de inseticidas, que representaram 23,7% do valor total, acusaram aumento de 47,0% (US\$ 1,066 bilhão em 2004 em relação aos US\$ 725,2 milhões de 2003). Destinaram-se principalmente à soja (27,1%), seguida de algodão (25,2%), tratamento de sementes (11,4%), milho (9,0%), cana-de-açúcar (5,3%) e café (4,2%) (MDIC, 2004).

A comercialização de acaricidas movimentou US\$ 78,0 milhões em 2004, valor 2,6% inferior, em termos nominais, ao registrado em 2003 (US\$ 80,0 milhões). O consumo de acaricidas no Brasil está concentrado quase na sua totalidade em São Paulo. Em 2004, o Estado respondeu por 85,8% das vendas brasileiras em quantidade de produto comercial e representou 85,2% do faturamento dessa classe. Isto pode ser explicado pelo fato de a citricultura ser

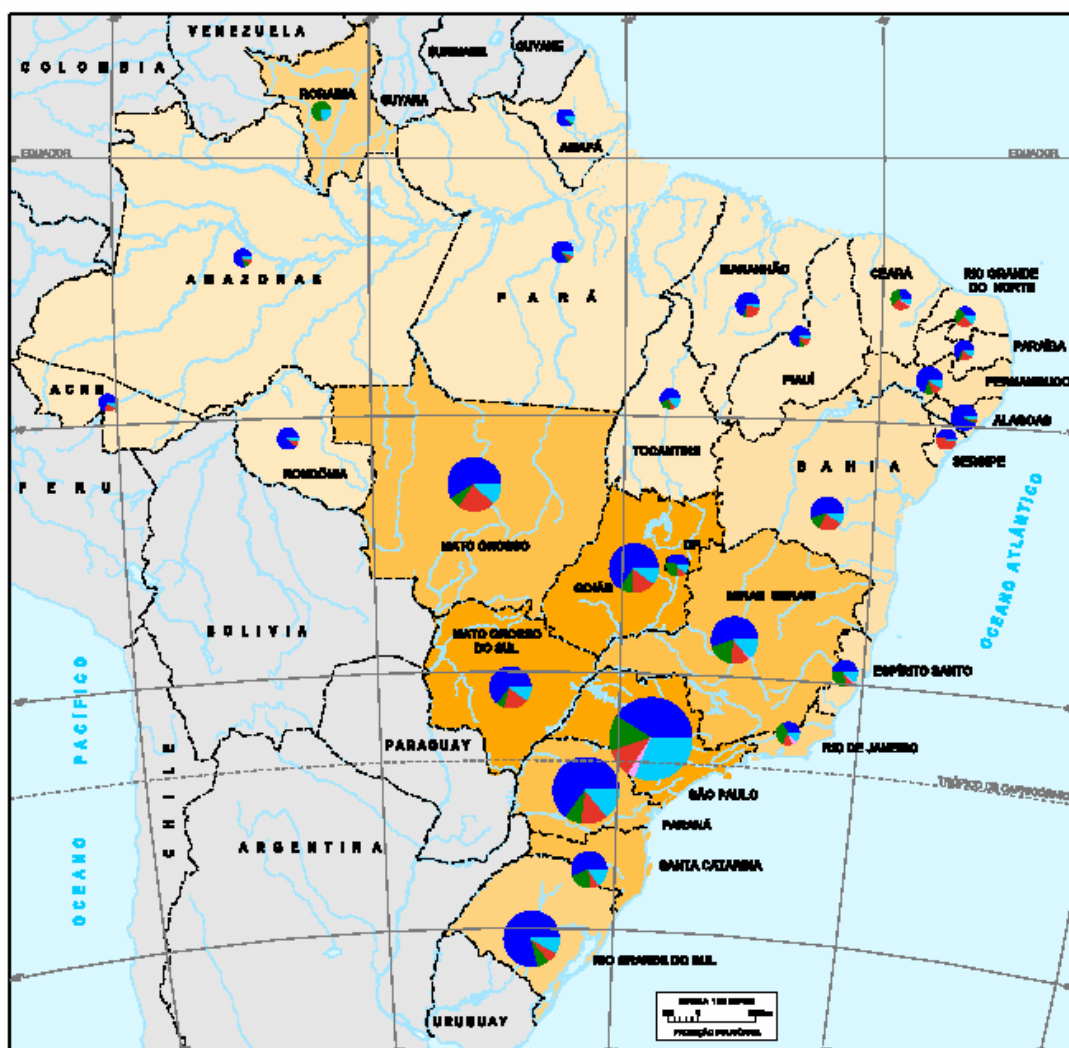
responsável por 93,1% da quantidade nacional comercializada de acaricidas e São Paulo ser detentor de mais de 70,0% da área colhida com laranja no País (587,9 milhões de hectares na safra 2004).

No segmento "outros", que engloba antibrotantes, reguladores de crescimento, espalhantes adesivos e óleo mineral, registrou-se incremento de 40,1% nas vendas (US\$ 131,5 milhões em 2004 em relação a US\$ 93,8 milhões em 2003). Isto se deve, especialmente, ao acréscimo nas vendas para as culturas de soja, algodão, cana-de-açúcar, arroz, café e fumo.

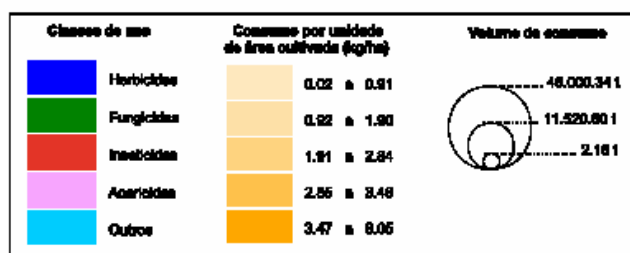
No caso de tratamento de sementes, soja e milho são as culturas que vêm apresentando nos últimos anos os maiores gastos na compra de inseticidas (US\$ 46,8 milhões e US\$ 38,5 milhões, respectivamente, em 2004). Em menor proporção, aparecem o algodão, o arroz, o trigo e o feijão. Por sua vez, quanto se considera os fungicidas, destacam-se as aquisições especialmente para a soja (US\$ 36,2 milhões, em 2004), seguida de trigo, milho, algodão, arroz e feijão (MDIC, 2004).

A Figura 29 a seguir mostra a distribuição regional do consumo nacional de ingredientes ativos de defensivos no Brasil em 2001.

Figura 29 - Mapa de Vendas de defensivos no Brasil



Fontes: Relatório de consumo de ingredientes ativos de agrotóxicos e afins no Brasil 2001. Brasília, DF: IBAMA, 2003; Levantamento sistemático da produção agrícola: pesquisa mensal de previsão e acompanhamento das safras agrícolas no ano civil 2001. Rio de Janeiro: IBGE, v. 13, 2001-2002. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/pub/>>. Acesso em: mar. 2004



No exame do comportamento das vendas, em termos de valor, por Unidade da Federação, o Estado do Mato Grosso ocupou a primeira posição (19,2%), seguido de São Paulo (17,7%), Paraná (15,7%), Rio Grande do Sul (10,1%), Goiás (9,6%), Minas Gerais

(8,2%), Mato Grosso do Sul (6,9%) e Bahia (4,4%). As demais unidades da Federação, juntas, responderam por 8,2%.

A agregação territorial da informação de consumo por Unidades da Federação pode mascarar aquisições feitas em uma determinada região para consumo em outra. O indicador, embora permita que se conheça a distribuição espacial genérica do consumo de defensivos por área, apresenta algumas limitações. O consumo por cultura, por exemplo, não pode ser inferido. Caso essa distinção fosse possível, poderia se diferenciar o consumo das áreas com olericultura, onde tradicionalmente há uma grande utilização de insumos, entre esses os defensivos, das áreas com cultura de grãos, que apresentam índices bem mais baixos de consumo (IBGE, 2004).

6.1.2 OFERTA

O País, nos anos 70 e 80, implementou um programa de incentivo à produção local, daí resultando um salto do ponto de vista tecnológico, com a síntese de diversas moléculas. A produção local atingiu 80% da demanda em volume. Com a abertura às importações iniciadas em 1988, e as características dos produtos novos introduzidos no mercado e a evolução tecnológica decorrente, a dependência externa hoje representa aproximadamente 50% em relação ao valor das vendas internas, considerando-se a soma das importações de matérias primas, produtos técnicos (princípios ativos) e produtos formulados (MDIC, 2004).

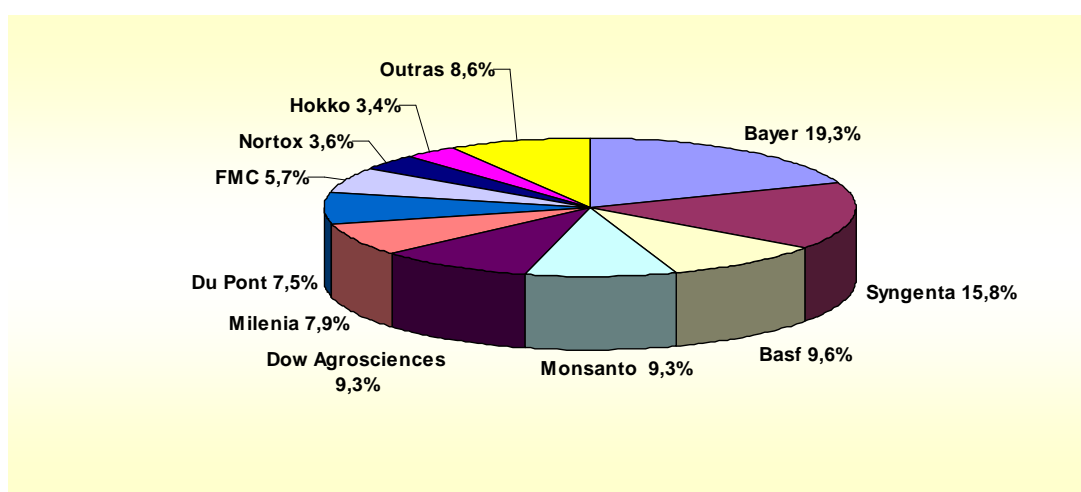
Os produtos podem ser divididos em duas categorias: os cobertos por patentes e aqueles cuja patente já expirou. Segundo o SINDAG, os produtos sem patente correspondem a cerca de 70% do mercado brasileiro de defensivos agrícolas, em termos quantitativos e cerca de 50%, em termos de faturamento.

Pode-se afirmar que quanto à concentração, de forma semelhante a outros setores da indústria química, o setor de defensivos pode ser caracterizado como um oligopólio diferenciado. Este tipo de oligopólio caracteriza-se por apresentar um significativo número de empresas em termos absolutos, mas, no entanto, um pequeno número destas detêm uma parcela relativamente grande da produção / vendas da indústria. Além disso, para os compradores os produtos são identificados ou pelas suas características físicas e/ou

químicas, e/ou são associados por estes às empresas produtoras por alguma mensagem/imagem do produtor e/ou do produto, como marcas, estilo de propaganda, embalagem, qualidade superior entre outros (IPEA, 1996).

As cinco principais empresas do setor detêm aproximadamente 63% do mercado e dez empresas respondem por 89% da oferta, conforme pode ser observado na Figura 30 a seguir.

Figura 30 – Market Share Estimado na Indústria de Defensivos Agrícolas no Brasil

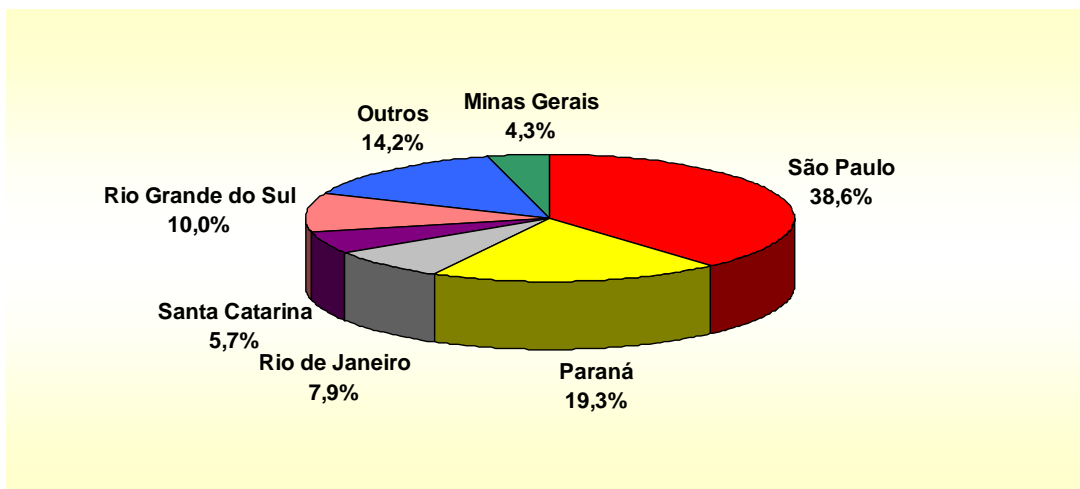


Fonte: Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior – Secretaria do Desenvolvimento da Produção.

A partir da década de 70, verificou-se, em todo o mundo, uma tendência de fusões e incorporações, que atingiram seu ápice nos anos 90. As fusões e incorporações concorreram para concentrar a oferta, muito embora o objetivo almejado fosse a redução dos custos de pesquisa, de fabricação e de marketing dos defensivos agrícolas. As empresas que ainda estão independentes ficam tentadas a incorporar-se a um dos mega grupos para otimizar suas operações (MDIC, 2004).

As empresas produtoras de defensivos agrícolas no Brasil concentram-se nas regiões Sul e Sudeste, correspondendo a aproximadamente 86% do total. São Paulo é o estado que apresenta o maior número de empresas produtoras do Brasil com 38,6% seguido de Paraná e Rio Grande do Sul com 19,3% e 10,0% respectivamente. Essa distribuição regional está representada na Figura 31 a seguir.

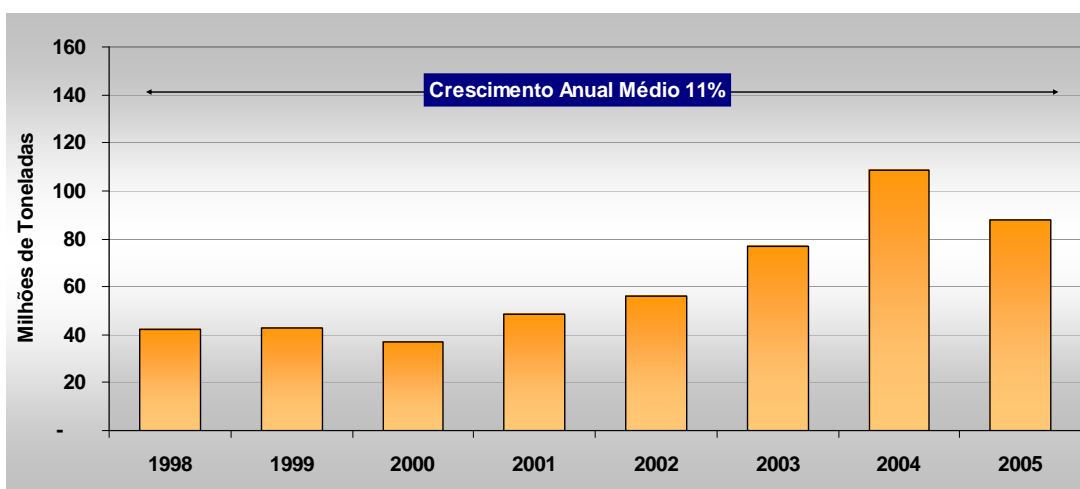
Figura 31 – Distribuição Espacial das Empresas na Fabricação de Defensivos



Fonte: Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior – Secretaria de Desenvolvimento da Produção.

Nos últimos oito anos, as importações cresceram 108% em volume, obtendo um crescimento anual médio de 11%. O ano de 2004 apresentou o maior volume de Defensivos Agrícolas importados no período chegando a ordem de 109 milhões de toneladas e US\$ 780 milhões. A evolução das importações em milhões de toneladas pode ser visualizada na Figura 32 a seguir.

Figura 32 – Evolução das Importações de Defensivos em milhões de toneladas



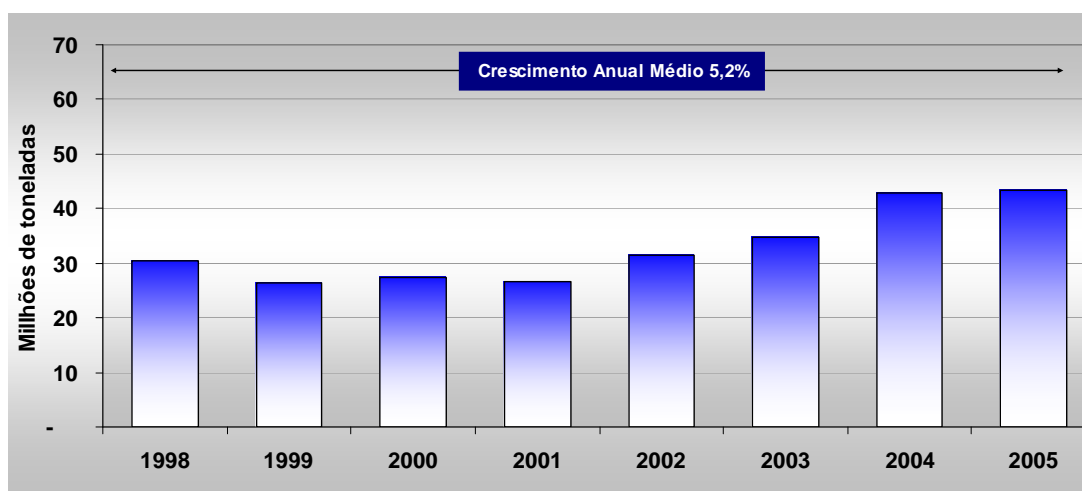
Fonte: Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior – Secretaria de Desenvolvimento da Produção.

Como já mencionado anteriormente, uma das principais causas do aumento expressivo das importações foi a redução da alíquota de importação, o que acabou por desestimular o investimento em capacidade adicional de produção, apesar do Brasil ser um dos maiores consumidores de defensivos agrícolas no mundo.

Embora as importações tenham crescido acentuadamente, o mesmo não se observou com relação às exportações. No mesmo período analisado, o volume de defensivos exportados aumentou 42%, o que representa menos da metade do crescimento verificado nas importações. Ao contrário das importações, 2005 foi o ano em que se teve o maior volume exportado, atingindo aproximadamente 45 milhões de toneladas e US\$ 240 milhões.

O crescimento anual médio do volume de exportações foi 5,2% como pode ser observado através da Figura 33 a seguir.

Figura 33 – Evolução das Exportações de Defensivos em milhões de toneladas



Fonte: Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior – Secretaria de Desenvolvimento da Produção.

6.2 TENDÊNCIAS

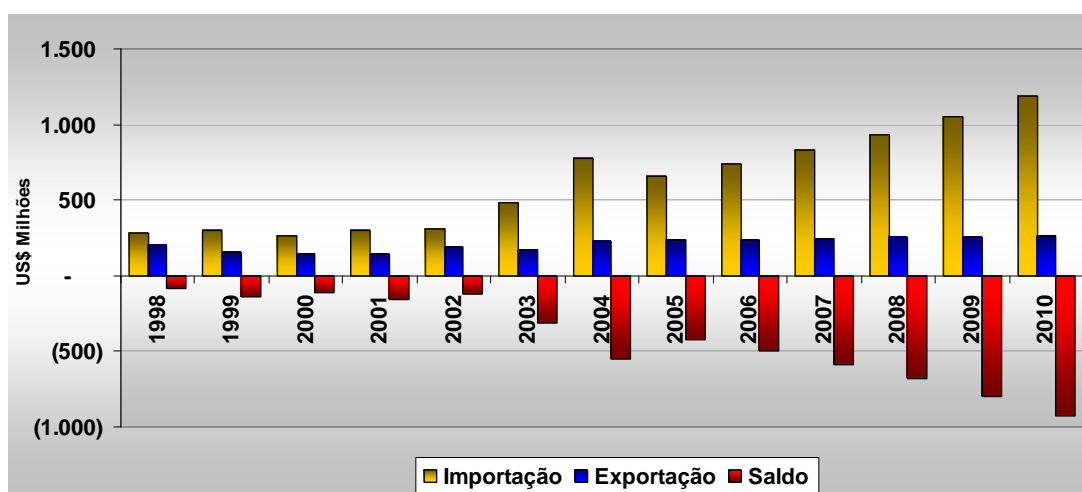
O crescimento alcançado na área agrícola em 2003 e 2004 elevou as expectativas para 2005 e impulsionou grandes investimentos dos agricultores, que esperavam um forte aumento na demanda. No entanto, as expectativas positivas foram substituídas por muita preocupação, em decorrência da taxa de câmbio, da elevação dos custos, principalmente em função do preço do petróleo, e pelo aumento do endividamento dos agricultores. Os dados do Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Defesa Agrícola – SINDAG mostram que o volume de vendas caiu para 365,5 mil toneladas em 2005, com redução de 21% em relação a 2004. O faturamento alcançou US\$ 4 bilhões, com queda de 18%. Em reais, o faturamento chegou a R\$ 9,7 bilhões, com redução de 32%. O SINDAG defende a ampliação do crédito rural, a criação do seguro agrícola e a regularização da entrada de genéricos no mercado como forma de estimular o segmento (ABIQUIM, Relatório Anual 2005).

O déficit da balança comercial brasileira de defensivos agrícolas, considerando apenas os produtos técnicos classificados em posições específicas na Nomenclatura Comum do Mercosul (NCM) e os produtos formulados, foi, em 2005, de US\$ 420 milhões. Este déficit é 24% menor que o verificado no ano de 2004 (MDIC, 2004).

A redução do déficit é resultado da queda de 16% das importações, de US\$ 777 milhões em 2004 para US\$ 655 milhões em 2005, e do aumento de aproximadamente 5% das exportações, de US\$ 224 milhões em 2004 para US\$ 234 milhões em 2005. As razões que mais contribuíram para esse resultado foram a redução das importações de produtos técnicos, principalmente herbicidas e inseticidas, e o aumento das exportações de produtos formulados como um todo e de produtos técnicos para herbicidas.

A Figura 34 a seguir mostra as evoluções da importação e exportação de defensivos agrícolas em US\$ milhões entre 1998 e 2005, com o respectivo saldo comercial e as projeções estimadas até 2010.

Figura 34 – Evolução do Saldo Comercial de Defensivos em US\$ milhões



Fonte: Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior – Secretaria de Desenvolvimento da Produção.

Apesar da redução aparente do déficit da balança de 2004 para 2005, isto não é o que se espera para os próximos anos. Mantendo os mesmos ritmos de crescimento médio tanto da importação 11% a.a., quanto da exportação 5,2 % a.a., espera-se que em 2010 o déficit da balança comercial de defensivos agrícolas esteja em torno de US\$ 1 bilhão, atingindo cerca de 150 milhões de toneladas importadas. Esse volume é aproximadamente 70% maior que o encontrado em 2005.

Outro fator que poderia mudar o cenário de demanda por Defensivos Agrícolas no Brasil e conseqüentemente alterar as tendências do setor é o cultivo de culturas transgênicas (organismos que têm sua genética modificada em laboratório por cientistas).

As empresas multinacionais que hoje dominam a produção de transgênicos eram originalmente especializadas em produtos químicos e farmacêuticos, muitas delas, como a Monsanto, produtoras de inseticidas, herbicidas e fungicidas, que acabaram por desenvolver transgênicos tolerantes a seus próprios defensivos (a soja Roundup Ready foi desenvolvida para ser resistente ao herbicida Roundup[®], sendo que ambos são produzidos pela Monsanto). Apesar dos alimentos transgênicos, que contém genes que conferem resistência a antibióticos, poderem provocar transferência desta característica para bactérias existentes no organismo humano, tornando-as uma ameaça sem precedentes à saúde

pública, as grandes multinacionais afirmam que os transgênicos são inócuos para a saúde e para o meio ambiente e que estes produtos são a única saída para alimentar o mundo no futuro. A melhoria na qualidade dos alimentos e o aumento da produtividade vêm sendo publicamente mencionados para fundamentar a necessidade de utilização dos transgênicos na agricultura. Porém, na realidade, apenas 2% das pesquisas com transgenia estão relacionadas à melhoria na qualidade dos alimentos. A maioria das pesquisas (72%) ocupa-se com a tolerância das plantas a herbicidas. E, entre essas plantas pesquisadas, a soja é a mais atingida: 59% das pesquisas até agora realizadas.

Os três principais argumentos que têm sido apresentados para justificar a introdução da transgenia na produção de soja são: 1) De que a soja tolerante a herbicida, teria um impacto maior na produtividade, mas o que se verifica na verdade é que a soja transgênica não é, de forma alguma, mais produtiva do que a convencional, pois, com exceção da tolerância a herbicida, ela não possui nenhuma outra qualidade que possa diferenciá-la da convencional; 2) De que as quantidades de herbicida seriam diminuídas e essa redução poderia gerar economia, pois diminuiria os custos de produção, porém, os agricultores que se decidem pela soja transgênica seguramente compram herbicidas, mesmo que até então não tenham feito uso, o que, logicamente, aumenta o número de consumidores de herbicidas, isto porque os agricultores acreditam que com a prometida economia com aplicação de herbicida possam compensar o custo da semente transgênica, muito mais cara que a convencional, e nisso os fornecedores faturam duas vezes: uma com a venda da semente e outra com a venda dos herbicidas, ambos produzidos pela mesma empresa e 3) De que a diminuição na quantidade de herbicida aplicado reduziria a contaminação ambiental e melhoraria a qualidade dos alimentos, mas como a diminuição da quantidade de herbicida não confere, também deixa de ter validade o argumento de uma menor contaminação ambiental e melhoria da qualidade dos alimentos. Isso significa dizer que, a princípio, nem consumidores, nem meio ambiente, nem a saúde da população e nem os governos são beneficiados com a soja transgênica e, portanto, a demanda por defensivos, pelo menos em função dos transgênicos, não deve sofrer alterações drásticas em relação à atual tendência.

Considerando a importância estratégica do agronegócio na economia brasileira não se pode ficar na dependência excessiva de importações deste importante insumo. O importante é construir uma política industrial que estimule a fabricação local competitiva internacionalmente, que gere empregos, aumente a renda nacional e recolha tributos ao Estado.

Vale destacar que aqueles defensivos agrícolas bem como outros insumos agrícolas fabricados no Brasil já são competitivos no mercado internacional, principalmente quando os preços internos são comparados com preços FOB de produtos similares praticados em outros países (MDIC, 2004).

CAPÍTULO 7. CONCLUSÃO

No início dos anos 80, a diretriz do desenvolvimento da indústria química nacional envolvia a manutenção das taxas de investimento nos setores básicos, especialmente a petroquímica, fornecedora de matérias-primas para a indústria de fertilizantes, e o ingresso no setor de tecnologia mais avançada genericamente conhecido com química fina, como por exemplo, princípios ativos para defensivos agrícolas.

Inúmeros projetos na área da indústria química foram deslanchados a partir de meados da década de 80.

A abertura comercial do início dos anos 90 alcançou estes projetos em sua fase final de conclusão ou início de operação. Em janeiro de 1995, a indústria química produtora no Brasil foi afetada pela redução do imposto de importação de seus produtos acabados, devido ao início da vigência da Tarifa Externa Comum - TEC, acordada entre os países do MERCOSUL.

Com o início deste processo de abertura comercial e da redução da proteção tarifária incidente sobre os intermediários de síntese e os produtos acabados a produção interna destes insumos foi interrompida e o volume de importações avançou significativamente. A maior parte dos projetos iniciados na década de 80 não resistiu à concorrência de seus similares importados, oriundos de empresas já maduras, com seus investimentos já amortizados e operando em escalas de produção muito mais elevadas.

Hoje, o valor total das importações de matérias primas, produtos técnicos e produtos acabados, no setor de fertilizantes, é equivalente a 56% do total das vendas segundo a Associação Nacional para Difusa de Adubos (ANDA), e no setor de defensivos agrícolas corresponde a 50% do total das vendas do setor, segundo os dados do Sindicato Nacional da Indústria para a Defesa Agrícola (SINDAG).

O desenvolvimento dos setores industriais de fertilizantes e de defensivos agrícolas encontra-se intimamente relacionado à importância crescente da produção agrícola brasileira.

O rápido e sensível declínio do preço da soja em meados de 2004 se constituiu no primeiro importante revés para o dinamismo do Agronegócio que, até então, parecia inabalável frente ao excelente panorama no mercado externo, onde prevaleciam preços elevados e demanda crescente pelos produtos do complexo.

O anúncio, no segundo trimestre de 2004, de que os EUA colheriam uma excelente safra naquele ano fez o mercado tremer. No segundo semestre daquele ano, os Estados Unidos colheram a safra recorde de 85,0 milhões de toneladas, o que estabeleceria, quase irremediavelmente, uma trajetória de estoques crescentes para os meses seguintes; e reforçaria a perspectiva de pouco espaço para uma subida dos preços da commodity salvo, é claro, no caso de ocorrência de algum acidente climático.

Não obstante o forte recuo do preço da soja no segundo semestre de 2004, o desempenho anual do principal segmento do Agronegócio foi invejável. O governo eufórico com os resultados obtidos, assim como as instituições oficiais de crédito, não perderam tempo em embarcar no processo de expansão da produção, assim destinando acréscimos vultosos de recursos financeiros, principalmente para a compra de máquinas e implementos agrícolas.

A explosiva combinação de fatores como o real apreciado, os juros altos, a escassez de crédito, a queda do preço internacional da soja e do milho, as secas ocorridas em 2004 no Sul do país e 2005/06 no Cerrado, os velhos e conhecidos gargalos logísticos da cadeia de escoamento da produção, entre outros, acabou por desencadear uma crise na agricultura. Nisso foram amparados financeiramente pela indústria de insumos, fertilizantes e defensivos.

Além disso, a alta do preço do petróleo trouxe bastante desconforto ao setor, na medida em que impediu a redução do preço (em R\$) dos fertilizantes (apesar da valorização cambial), já que os produtos nitrogenados são diretamente influenciados pela evolução da nafta (um dos principais produtos derivados do petróleo).

Como resultado global, a receita das lavouras de grãos registrou corte drástico em 2005. Esse fato teve efeito devastador sobre os setores vinculados mais diretamente à lavoura de grãos. A indústria de fertilizantes sofreu duro golpe, com vendas registrando recuo de 11%. A indústria de defensivos foi também bastante castigada, com um declínio de 5% de vendas.

O desenvolvimento da atividade agrícola já é, por definição, uma empreitada de risco, uma vez que o produtor se defronta, em caráter quase permanente, com intempéries climáticas, disseminação de pragas, entre outros fatores adversos.

No Brasil, a atividade agrícola se reveste de risco ainda maior, pois, suas linhas de financiamento são caras e escassas, colocando-se em posição assimétrica à das lavouras européia e norte-americana, onde é injetada, regularmente, uma montanha de subsídios. Ou seja, a agricultura brasileira dispõe de armas menos poderosas e competitivas do que a de seus principais concorrentes.

As dificuldades dos produtores de grãos, entretanto, não param nesse ponto. Para que o produto brasileiro chegue ao seu destino é comum que ele transite por estradas precárias e portos deficientes, que encarecem o escoamento da produção. Essa mesma qualidade de infra-estrutura faz com que o recebimento de insumos (fertilizantes, defensivos) seja igualmente mais custoso, o que torna o planejamento logístico, ao final das contas, seja uma tarefa bastante difícil.

Pode-se constatar, entretanto, que o Agronegócio, apesar de suas naturais adversidades, desempenhou um grande papel na economia brasileira nos últimos 10 anos. Contribuiu para a reversão das contas externas, reduziu a inflação, aumentou a renda disponível das famílias, criou novos pólos de crescimento econômico e emprego, desconcentrando a riqueza de há muito acumulada no eixo Sudeste-Sul.

Por outro lado, porém, o setor recebeu baixo retorno do Poder Executivo, que, nesse mesmo período, demonstrou indiferença no tratamento de questões vitais para a sustentação e o desenvolvimento da atividade.

Pode-se alegar que os elevados saldos na balança comercial dos produtos agrícolas e do agronegócio como um todo são mais do que suficientes para cobrir os déficits na balança comercial dos fertilizantes e dos defensivos agrícolas.

No entanto, os segmentos de fertilizantes e defensivos agrícolas representam parte importante do déficit na balança comercial de produtos químicos, que o governo pretende reduzir.

Seria possível considerar, ainda, que nenhum país pode ser auto-suficiente em todos os setores, sendo normal que os déficits em determinados produtos sejam cobertos pelos saldos em outros produtos. Trata-se, entretanto, de setores estratégicos, sobretudo para um país que se destaca como um dos maiores produtores agrícolas mundiais, cabendo, naturalmente examinar a conveniência do estímulo ao aumento da produção no País.

Hoje se constata uma falta de estímulo à produção no País. Em parte, isso se deve aos reflexos de políticas públicas conflitantes, tais como:

- abertura abrupta da economia, ao final da década de 80, sem as requeridas salvaguardas e o estímulo à produção doméstica;
- falta de infra-estrutura dos órgãos registrantes, acarretando demora excessiva na liberação de registro para comercialização interna e registro para exportação;
- falta de crédito adequado para investimentos e para o giro do negócio.

A globalização dos mercados, com as produções centradas em países que ofereçam melhores condições para a fixação das empresas, contribui também e muito para o desestímulo da produção local.

No Brasil ainda não existe a percepção da importância no investimento em pesquisa e desenvolvimento, e portanto não há expectativa de inovações tecnológicas nesse cenário.

Tanto o setor de fertilizantes quanto o setor de defensivos agrícolas requer investimentos intensivos em pesquisa e desenvolvimento. No caso dos defensivos agrícolas, por exemplo, a pesquisa e desenvolvimento é uma atividade de ponta da química industrial e também, mais recentemente, da biotecnologia. Hoje em dia, o foco das pesquisas está voltado para o desenvolvimento de formulações de usos mais eficientes,

toxicologicamente mais leves e ambientalmente mais aceitáveis. Estas são competências relevantes para a competitividade das empresas neste mercado, não só por motivos econômicos como também para cumprir regulamentos sanitários e ambientais cada vez mais restritivos.

O segmento de defensivos agrícolas apresenta elevada dinâmica, com constante renovação de produtos, o que exige grande esforço de P&D das empresas que pretendem manter-se competitivas em relação a produtos fabricados em outros países. A possibilidade de substituição seletiva de importações é substancialmente dependente do desenvolvimento de tecnologias adaptativas às facilidades locais de produção, assim como de inovações incrementais dos processos industriais envolvidos. A produção nacional de defensivos agrícolas vem perdendo posições em relação a produtos importados. A reversão dessa tendência só será obtida com um grande esforço do País.

A empresa é o agente que identifica, desenvolve e incorpora inovações aos produtos e processos produtivos. Do descobrimento de uma nova molécula até o lançamento do produto, as atividades de P&D consomem, em média, cerca de sete anos.

Para levar o segmento a alcançar o desenvolvimento tecnológico necessário para competir melhor, o fomento deveria ser direcionado para as empresas, com políticas de indução e suporte, por meio de parcerias Estado-empresas, visando o rateio do elevado risco do esforço em P&D. Não é essa, porém, a cultura e a prática no País.

Para se tornar um player neste cobiçado mercado, inclusive em nível internacional, o Brasil conta com uma vantagem comparativa de base, que é a pujança do mercado agrícola doméstico. Não aproveitá-la como base de sustentação de uma indústria própria de fertilizantes e defensivos pode redundar em efeito diametralmente oposto: um enorme risco para o agronegócio brasileiro.

No Brasil, o registro de produtos agroquímicos é obrigatório e extremamente moroso, devido, principalmente, à deficiente infra-estrutura de pessoal envolvendo os três ministérios: a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), ligada ao Ministério da Saúde; o Ibama, do Ministério do Meio Ambiente, e o Ministério da Agricultura. O processo demanda testes de qualidade, de eficácia do produto, de degradação dos resíduos,

ambientais e de toxicidade. São controles compatíveis com os de países do primeiro mundo, o que encarece o processo e, conseqüentemente, os produtos. Isto é inevitável, na medida em que defensivos agrícolas têm impacto ambiental e sobre a saúde humana. Ocorre que a análise dos pedidos é extremamente lenta, em parte pela excessiva burocracia, mas também por uma série de indefinições sobre diretrizes e pela falta de critérios que facilitem a tramitação do registro de produtos quimicamente equivalentes, o que acarreta ônus adicionais para os fabricantes.

Como sugestão algumas ações deveriam ser consideradas a fim de agilizar a obtenção do registro, como por exemplo, regularizar o uso dos defensivos em pequenas culturas, monitorar os resíduos, melhorar o nível profissional e técnico do pessoal que avalia os processos de registro nos três órgãos do Governo e estabelecer procedimentos formais para a avaliação de produtos em cada um dos órgãos do Governo, de forma a evitar conflitos de interpretação entre os técnicos.

Ao contrário da maioria das atividades industriais, a atividade agrícola tem ciclos de produção longos e está sujeita permanentemente a riscos nem sempre calculáveis, decorrentes de irregularidades climáticas e pragas. Esse conjunto de fatores faz o custo do capital aumentar, daí a importância do financiamento agrícola. Ponderando-os frente ao caráter estratégico da produção de alimentos, os países de primeiro mundo concedem não apenas crédito farto aos seus agricultores como também subsídios que os estimulem a permanecer na atividade.

No Brasil, em parte pela escassez de recursos decorrente de sucessivas crises econômicas e em parte também por um passado repleto de casos de desvio de dinheiro dos fundos de financiamento agrícola, hoje a oferta de crédito oficial para a agricultura é uma das menores do mundo, segundo a Organização Mundial de Comércio.

Atualmente, o governo responde por não mais que 20% do volume total de financiamento no setor. O principal é bancado pelos próprios produtores, por outras instituições de crédito (a custos mais altos) e por fornecedores dos insumos químicos, que financia 88% das suas vendas, oferecendo taxas de juros abaixo das praticadas pelo mercado. Nesse cenário, com o crédito convertido em fator de competição para os

fornecedores, levam vantagem as grandes empresas transnacionais, que têm mais capacidade de financiamento e eventualmente até condições de aceitar o pagamento em produtos.

O importante é construir uma política industrial que estimule a fabricação local competitiva internacionalmente dos insumos químicos, que gere empregos, aumente a renda nacional e recolha tributos ao Estado. Vale destacar que estes insumos químicos fabricados no Brasil já são competitivos no mercado internacional, principalmente quando os preços internos são comparados com preços FOB de produtos similares praticados em outros países.

O Brasil ainda é um país essencialmente agroexportador. O agronegócio é de extrema importância para a economia brasileira, correspondendo a 8,4% do PIB em 2005 segundo fontes do IBGE. A grande desenvoltura adquirida pelo agronegócio trouxe importantes benefícios macroeconômicos ao país. Entre os anos de 1997 e 2005, o agronegócio acumulou um saldo comercial da ordem de US\$ 155 bilhões, sendo bastante representativo na Balança Comercial Brasileira como um todo.

Portanto, considerando a importância estratégica do agronegócio na economia brasileira não se pode ficar na dependência excessiva de importações dos insumos químicos - fertilizantes e defensivos agrícolas - que são utilizados na agricultura. Cabe ao governo adotar medidas no sentido de estimular a produção e a formulação local, bem como garantir a competitividade do setor de fertilizantes e do setor de defensivos agrícolas, contribuindo para reduzir o déficit na balança comercial de produtos químicos. Tais medidas deveriam contemplar:

- Programa de apoio à pesquisa e desenvolvimento, visando fabricar no País não só produtos técnicos cujas patentes já tenham caducado, mas também novos produtos para culturas específicas da região.
- Programa de crédito rural;
- A reestruturação do sistema de registro, visando a agilização do processo, simplificando os procedimentos para tomada de decisão, o que viria contribuir para dinamizar a operacionalidade do setor e para estimular novos investimentos;

- Política tarifária, onde aplicável;
- Apoio aos pequenos agricultores com vistas ao aumento de sua competitividade.

Como sugestões para trabalhos futuros, seria interessante estudar a viabilidade econômico-financeira de se instalar novas unidades produtoras de fertilizantes e defensivos no Brasil, a fim de reduzir as importações desses importantes insumos químicos utilizados no agronegócio, e conseqüentemente reduzir o déficit da Balança Comercial da Indústria Química Brasileira.

REFERÊNCIAS

ABIFINA - Associação Brasileira das Indústrias de Química Fina, Biotecnologia e suas Especialidades. Disponível em <<http://www.abifina.org.br>>. Acesso em novembro de 2006.

ABIQUIM - Associação Brasileira da Indústria Química. Anuário da Indústria Química Brasileira, São Paulo 1994.

ABIQUIM - Associação Brasileira da Indústria Química. Relatório de Estatística de Comercio Exterior – RECE dezembro 2005.

ABIQUIM - Associação Brasileira da Indústria Química. Relatório Anual 2005 – A indústria química em 2005.

ABIQUIM - Associação Brasileira da Indústria Química. Disponível em <<http://www.abiquim.org.br>>. Acesso em setembro de 2006.

AENDA - Associação Brasileira de Defensivos Genéricos. Disponível em <<http://www.aenda.org.br>>. Acesso em setembro de 2006.

ANDA - Associação Nacional para Difusão de Adubos. Disponível em <<http://www.anda.org.br>>. Acesso em setembro de 2006.

ANDEF - Associação Nacional de Defesa Vegetal. Disponível em <<http://www.undef.com.br>>. Acesso em setembro de 2006.

BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social. Disponível em <<http://www.bndes.gov.br>>. Acesso em agosto de 2006.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em <<http://www.agricultura.gov.br>>. Acesso em agosto de 2006.

BRASIL Ministério da Fazenda. Disponível em <<http://www.fazenda.gov.br>>. Acesso em outubro de 2006.

BRASIL Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior - Secretaria do Desenvolvimento da Produção. Defensivos Agrícolas: Um setor estratégico para o sucesso do Agronegócio Brasileiro. Fórum de Competitividade, maio 2004. Disponível em <<http://www.desenvolvimento.gov.br>>. Acesso em setembro de 2006.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Quarto levantamento de avaliação de safras 2004/2005. Brasília, abril 2005. Disponível em <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em outubro de 2006.

CONTINI, Elísio. O Futuro do Agronegócio. Fórum Brasileiro de Fertilizantes 2006.

DAS NEVES, Lidiane Pereira. Aspectos Técnicos, Econômicos e Ambientais da Indústria de Fertilizantes no Brasil. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química). Programa de Pós-graduação em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos, Universidade Federal do Rio de Janeiro - Escola de Química, Rio de Janeiro, 2006.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Disponível em <<http://www.embrapa.br>>. Acesso em setembro de 2006.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Indicadores de desenvolvimento sustentável - Brasil 2004. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em agosto de 2006.

IFA – International Fertilizer Association. Disponível em <<http://www.fertilizer.org/ifa/>>. Acesso em outubro de 2006.

IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Tarifas, Preços e a Estrutura Industrial dos Insumos Agrícolas: O Caso dos Defensivos (Relatório Final), maio 1996. Disponível em <<http://www.ipea.gov.br>>. Acesso em outubro de 2006.

KULAIF, Yara - A Nova Configuração da Indústria de Fertilizantes Fosfatados no Brasil. Série Estudos e Documentos, Rio de Janeiro, 1996.

MARINO, Matheus Kfourri. Implementações de Estratégias e Governança: Estudo de múltiplas Firmas de distribuição de defensivos agrícolas no Brasil. Dissertação (Doutorado em Administração). Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Departamento de Administração, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

PLANETA ORGÂNICO. Disponível em <<http://www.planetaorganico.com.br>>. Acesso em outubro de 2006.

RC CONSULTORES. Paulo Rabello de Castro E Fabio Silveira - De Celeiro a Poeira: A crise agrícola de 2006 e seus efeitos. Junho 2006. Disponível em <<http://www.rcconsultors.com.br>>. Acesso em outubro de 2006.

RC CONSULTORES. Paulo Rabello de Castro. A Política Econômica do Agronegócio no Brasil. Abril 2006. Disponível em <<http://www.rcconsultors.com.br>>. Acesso em outubro de 2006.

SILVA, Ilsa I. da G. Saúde e segurança em um sistema produtivo agrícola com uso de agrotóxicos: uma análise ergonômica. 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

SINDAG - Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Defesa Agrícola. Disponível em <<http://www.sindag.com.br>>. Acesso em setembro de 2006.