



BR98S0118

ETDE - BR -- 0042

CONSUMO ENERGÉTICO NA INDÚSTRIA BRASILEIRA DE FERTILIZANTES

MASTER

Coordenação: Maria Aparecida Sanches da Fonseca

Equipe Técnica: Carlos Augusto Camargo
Maria Aparecida Sanches da Fonseca
Antonio José Braga do Carmo

RECEIVED
DEC 02 1998
OSTI

DISTRIBUTION OF THIS DOCUMENT IS UNLIMITED
FOREIGN SALES PROHIBITED

Resumo do Trabalho

Desenvolvimento e Implantação do Sistema Integrado de Planejamento Energético. Estudos Setoriais: vol. III Fertilizantes, realizado para as Centrais Elétricas Brasileiras S.A. - ELETROBRÁS, outubro de 1990, apresentado no Seminário CEE/BRAS - Setores Industriais Intensivos em Energia, realizado em São Paulo, de 23 a 25 de março de 1992

DISCLAIMER

**Portions of this document may be illegible
in electronic image products. Images are
produced from the best available original
document.**

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	01
1.1 Evolução do Setor	01
2 A ESTRUTURA DA INDÚSTRIA DE FERTILIZANTES E O CONSUMO DE ENERGIA	02
2.1 Empresas do Setor	02
2.2 Processos de Produção:	
2.2.1 Amônia	05
2.2.2 Uréia	05
2.2.3 Nitrato de amônio e/ou nitrocálcio	05
2.2.4 Sulfato de amônio	05
2.2.5 Ácido sulfúrico	07
2.2.6 Concentrado fosfático	07
2.2.7 Ácido fosfórico	07
2.2.8 Superfosfatos (SSP e TSP)	07
2.2.9 Fosfatos de amônia (MAP e DAP)	09
2.2.10 Termofosfatos	09
2.2.11 Fertilizantes granulados	09
2.2.12 Ácido nítrico	09
3 ENERGÉTICOS UTILIZADOS	10
4 CONSUMO ENERGÉTICO	10
4.1 Evolução do Consumo Energético e Políticas Energéticas voltadas para o Setor de Fertilizantes	10
4.2 Consumo Específico por Produto:	
4.2.1 Amônia	11
4.2.2 Uréia	11
4.2.3 Ácido nítrico	13
4.2.4 Nitrato de amônio	13
4.2.5 Nitrocálcio	13
4.2.6 Ácido sulfúrico	13
4.2.7 Concentrado fosfático	14
4.2.8 Ácido fosfórico	14
4.2.9 Superfosfatos (SSP e TSP)	14
4.2.10 Fosfatos de amônia (MAP e DAP)	15
4.2.11 Termofosfato	15
4.2.12 Fertilizantes granulados	15
4.2.13 Mistura simples de fertilizantes	15
4.3 Utilidades	15
4.4 Efluentes Residuais e Impactos Ambientais	16
5 PERSPECTIVAS	16

1 INTRODUÇÃO

O setor de fertilizantes é um dos mais novos da indústria brasileira. Embora ele exista no país de longa data, sua implantação efetiva ocorreu a partir de 1974, quando foram elaborados e implantados o Segundo Plano Nacional de Desenvolvimento (II PND) e o Primeiro Programa Nacional de Fertilizantes e Calcário Agrícola (I PNFCA).

A partir da implantação do I PNFCA, o setor deixou de ser apenas um misturador de matérias-primas importadas e passou a fabricar grande parte delas, bem como a fabricar produtos intermediários, tanto para nitrogenados quanto para fosfatos. Na área de potássicos, o país é totalmente importador.

A comparação das tecnologias empregadas no setor brasileiro de fertilizantes, com a tecnologia existente internacionalmente mostra que, em alguns segmentos, não há defasagem; enquanto que, em outros, há. Esta defasagem não é tanto nos processos, mas nas melhorias efetuadas nos mesmos e na própria operação das unidades industriais.

Na década de 80, praticamente, não foram feitos investimentos em novas unidades; os poucos investimentos realizados foram para *revamp* e ampliação das unidades, já existentes. No entanto, pode-se dizer que, em alguns segmentos, poderia haver elevação da produtividade e considerável redução no consumo de energia. Mas, a baixa rentabilidade do setor não tem incentivado a introdução de melhorias nas unidades já existentes e a falta de recursos, tanto da iniciativa privada quanto governamental, tem impedido a implantação de novas unidades, especialmente daquelas propostas no Plano Nacional de Fertilizantes, elaborado pela Associação Nacional para Difusão de Adubos e Corretivos Agrícolas (ANDA).

1.1 Evolução do Setor

A evolução do setor nacional de fertilizantes tem várias fases. A primeira, vem desde sua instalação no país até a crise do petróleo e o lançamento do Programa Nacional de Fertilizantes e Calcário Agrícola (PNFCA), que alteraram profunda e qualitativamente o setor. A segunda fase caracteriza-se pela implantação do PNFCA e vai de 1974 a 1980; a terceira fase é a da consolidação dos projetos; e, a fase final, a partir de 1984, mostra a retomada do crescimento da demanda e a necessidade de um novo plano de investimentos no setor.

A indústria mundial de fertilizantes é heterogênea, com grandes produtores, entre os quais os gigantes da indústria mundial, produtores das principais matérias-primas para fertilizantes, constituindo importante parcela da indústria de mineração e petroquímica. No outro extremo, há inúmeras pequenas empresas, que não produzem matérias-primas, mas as adquirem para elaboração de misturas.

A oferta mundial de fertilizantes deriva-se de poucas matérias-primas, algumas também utilizadas diretamente como fertilizantes: energia, fosfato mineral, sais potássicos e enxofre; as matérias-primas intermediárias são os ácidos fosfórico, sulfúrico, nítrico e a amônia.

Usando poucas matérias-primas, o número de rotas químicas para a fabricação de produtos acabados é relativamente pequeno. No entanto, no final da cadeia produtiva, há grande diversidade de produtos, cada um apresentando vantagens para determinadas culturas, solos e/ou clima.

O consumo mundial em 1987/88 foi de 140 milhões de toneladas de nutrientes e espera-se para 1992/93, um consumo de 161 milhões de toneladas de nutrientes, contidas em cerca de 495 milhões de toneladas de produto. Em 1991/92, espera-se uma produção mundial de fertilizantes de 152 milhões de nutrientes.

Os maiores consumidores mundiais de fertilizantes são a União Soviética, a China e os Estados Unidos que, juntos, consomem 48% do total mundial. O Brasil consome cerca de 2,6% deste total.

Houve um deslocamento geográfico da indústria mundial de fertilizantes, em direção ao bloco oriental e aos países em desenvolvimento. Tal deslocamento alterou o balanço existente entre propriedade privada e estatal das empresas de fertilizantes no mundo; houve uma escalada do Estado, pois a expansão da indústria foi realizada através do Estado.

O setor de nitrogenados mundial sofreu grandes modificações, pois a indústria deslocou-se em direção dos países ricos em gás natural, fechando várias plantas que utilizavam

derivados de petróleo. O saldo final desse movimento foi um excesso de amônia, com razoável parcela dessa sobra centrada em fábricas construídas para o mercado de exportação, resultando em queda nos preços internacionais. Se todos os projetos previstos forem executados haverá, até meados dos anos 90, excedente de nitrogenados.

O balanço oferta/demanda mundial, atual e potencial de fertilizantes fosfatados mostram excedentes nos anos 90. O maior excedente será nos Estados Unidos, onde a capacidade excederá a demanda em 6 milhões de toneladas de P_2O_5 , seguido do Norte da África; os investimentos em expansão nestas regiões, foram planejados em 1979 e 1980, época de preços atraentes. As demais regiões do mundo são importadoras líquidas de fosfato processado.

Há grande concentração geográfica das reservas mundiais de potássio. Atualmente, há excedente na produção mas, considerando-se o crescimento esperado na demanda mundial, a existência de capacidade ociosa, expansão da produção em algumas áreas e o gradual declínio da produção em velhas minas, é esperado que o balanço oferta/demanda fique mais equilibrado em meados dos anos 90.

2 A ESTRUTURA DA INDÚSTRIA DE FERTILIZANTES E O CONSUMO DE ENERGIA

Até início da década de 70, a produção nacional de fertilizantes era muito reduzida e pouco diversificada. Houve um aumento na oferta interna de fertilizantes, principalmente nos anos 70, devido, em grande parte, ao impulso dado pela implantação do PNFCA.

As importações brasileiras de fertilizantes cresceram em compasso com o consumo até a implantação do PNFCA. Hoje, praticamente só importamos sulfato de amônio e DAP, além dos potássicos que são quase que totalmente importados. Os principais fornecedores são: cloreto de potássio: Canadá, Israel, Alemanha e URSS; enxofre: Espanha e Polônia; rocha e ácido fosfórico: Marrocos e EUA, e sulfato de amônio: EUA. Vale lembrar que, simultaneamente à redução das importações de fertilizantes, houve um deslocamento na pauta de importações em direção a algumas matérias-primas básicas e intermediárias. O valor das importações atingiu um pico em 1980 e vem oscilando nos últimos anos.

O consumo aparente de fertilizantes, no Brasil que, em 1969/70 foi de 812 mil toneladas passou para 9,2 milhões de toneladas anuais entre 1987 e 1989. Esta elevação resultou de várias medidas tomadas pelo setor público e privado, que afetaram o comportamento do agricultor em relação à utilização de adubos químicos. Tal consumo está concentrado em poucas culturas. Soja, cana-de-açúcar e milho respondem por 51% do consumo total; somando-se a este consumo o proveniente das culturas de café, e trigo tem-se 75% do consumo total. Também, o consumo não se distribui uniformemente em todo país. A Região Centro (que inclui São Paulo, Minas Gerais, Rio de Janeiro, Espírito Santo, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso e Goiás) é responsável por mais de 75% do consumo nacional. Ademais, o consumo não se distribui uniformemente ao longo do ano; as entregas concentram-se no segundo semestre, o que tem grande impacto sobre o funcionamento das empresas; seu consumo de energia e sobre o sistema de transportes.

2.1 Empresas do Setor

Em 1987, havia no Brasil 342 estabelecimentos produtores de fertilizantes sólidos, dos quais 260 localizados na Região Centro. No Estado de São Paulo, estavam localizados 161 estabelecimentos, ou seja, 47% do total nacional.

Em 1990, a capacidade instalada de produção de amônia ainda é de 1,2 milhão t/ano, a de rocha fosfática é de 4,8 milhões t/ano e a de ácido fosfórico é de 854 mil t/ano (em P_2O_5). A capacidade de granulação é de 7 milhões t/ano e a capacidade de mistura é de cerca de 14 milhões de toneladas. Há, também, grande capacidade de produção de fertilizantes simples e de matérias-primas, conforme dados das Tabelas 1 e 2. A utilização da capacidade instalada varia por produto; na área de mistura, há cerca de 40% de capacidade ociosa; na área de fosfatados, há grande ociosidade, enquanto que ela não existe na de nitrogenados.

TABELA 1 - Capacidade Instalada de Produção de Mat. Primas para Fertilizantes, 1990

(1000 t/ano)

Empresas	Localidade	Materias-primas básicas				AC. NITR.	MATERIAS-PRIMAS INTERM.		
		Amonia Anidra	Rocha Fosf. ato 32%	32%	Total		AC. SULF.	AC. FOSF. (P2O5)	
Elektroz	Varzea Pta-SP						252		
Quimbrasil	Stº Andre-SP						90		
Matarazzo	Sao Paulo-SP						29		
Nitroquimica	Sao Paulo-SP						312		
Rodhia (1)	Paulínia-SP								
Cotia	Mogi Cruzes-SP						52		
Fosfanil	Meia-SP						22		
Quimbrasil	Jacupiranga-SP						110		
Serrana	Jacupiranga-SP						271		148
Ultrafertil	Cubatão-SP						420*	335	72
INDAG	Cubatão-SP						251		
Copebras	Cubatão-SP						545		149
Votorantim	Votorantim-SP						20		
	Subtotal	SP	201	0	525	525	472	2237	369
Fosfertil	Uberaba-MG							1000	
Fosfertil	Tapira-MG							365	
Profertil	Sta Luzia N-AL							33	
Fosfertil	Patos Minas-MG								
Morro Velho	Nova Lima-MG							130	
Bayer	Nova Iguaçu-RJ							300	
EPQ	Mosquita-MG							15	
Nitrofertil	Laranjeiras-SE								
Trevo	Lagamar-MG								
Parabuna	Julz Fora-MG								
ICC	Imbituba-SC							110	
Caraíbas Metais	Dias D'Avila-BA							324	
Goiásfertil	Catalão-Go							440	
Copebras	Catalão-Go								
Sulfab	Camacari-BA								
Tibras	Camacari-BA							132	
Nitrofertil	Camacari-BA							232	
Nuclebras	Caldas-MG								
Araferil	Araxá-MG								
Ultrafertil	Araucária-PR								
Monte Dourado	Almeirim-PA								
TOTAL EM 1990			1238	500	4322	4822	502	5288	854
Ampliações Previstas									
Nitrofertil	Camacari-BA						47		
Ultrafertil	Araucária-PR								
Ultrafertil	Cubatão-SP		44						
			10						

OBS: (1) Unidade de amônia da Rhodia em 'stand by'

(*) 4 plantas

FONTE: ANDA - Revisão do Plano Nacional de Fertilizantes, Brasil, 1990.

TABELA 2 - Capacidade Instalada de Granulação e de Produção de Fertilizantes, 1990

(1000 t prod/ano)

Empresa	Localidade	Nitrogenados				Fosfatados						POTAS	GRANU-			
		Ureia	NAM	Nitro	SAMI	SSP	TSP	SSP/TSP	MAP	DAP	P.Acid.	Term.	Gr/Fosf	KCL	LACOES	
Elekeiroz	Varzea Gde-SP					70									100	
Quimbrasil	Sto Andre-SP														110	
Fertibase	Sao Vicente-SP														250	
Fertisul	Sao Paulo-SP														70	
Galvani	Paulinia-SP														180	
Fertibras	Osasco-SP														120	
Benzenex	Osasco-SP														120	
Cotia	Mogi Cruzes-SP					119									100	
Fosfanil	Maua-SP					185										
Copas	Maua-SP					275										
Quimbrasil	Jacupiranga-SP														421	
Elekeiroz	Guara-SP					110									60	
Ultrafertil	Cubatao-SP	330	130												280	
Trevo	Cubatao-SP														150	
Solorroco	Cubatao-SP														380	
Manah	Cubatao-SP														360	
Copebras	Cubatao-SP														300	
Indag	Cubatao-SP														450	
Mitsul	Jundiai															
Femecap	Campinas-SP														120	
Subtotal		SPI	0	330	130	165	759	0	2230	300	297	0	70	377	0	3691
Fosfertil	Uberaba-MG															680
Manah	Uberaba-MG															
Profertil	Sta Luzia N-AL															
Trevo	Rio Grande-RS															
Centralsul	Rio Grande-RS															
Ipir.Serrana	Rio Grande-RS															
CRA	Rio Grande-RS															
Defer	Rio Grande-RS															
Manah	Rio Gde-RS															
Quimbrasil	Ponta Grossa-PR															
Fospar	Paranagua-PR															
Mitsul	Pocos Caldas-MG															
Fosfertil	Patos -MG															
Cia.Niquel BR	Liberdade-MG															
Nitrofertil	Laranjeiras-SE	327														
Petromisa	Ros.Catete-SE															
Copebras	Catalao-GO															
Sotave	Anapolis-GO															
Petromisa	Carmopolis-SE															
Nitrofertil	Camacari-BA	350														
Metacril	Camacari-BA															
Nitrocarbono	Camacari-BA															
Arafertil	Araxa-MG															
Ultrafertil	Araucaria-PR	439														
Total		1118	330	130	278	1174	332	4084	1499	297	447	250	1752	557	8921	
Ampliações Programadas																
Metacril	Camacari-BA					24										
Nitrocarbono	Camacari-BA					63										
Nitrofertil	Laranjeiras-SE					196										
Ultrafertil	Araucaria-PR					165										
Obs.: ampliações previstas para 1992																

FONTE: ANDA - Revisão do Plano Nacional de Fertilizantes, SP, 1990

Quanto a área de atuação geográfica das empresas, pode-se dizer que apenas as pequenas misturadoras têm mercado local. As empresas produtoras de matérias-primas e as semi-integradas têm mercado mais amplo, como por exemplo a Trevo e a Manah que atendem o mercado nacional.

O Estado detém, atualmente, grande parte da produção de matéria-prima para fertilizantes e parte da produção de fertilizantes sendo as empresas privadas quase todas de capital nacional. A concentração da produção na mão do Estado ocorreu, de certa forma, pelas mesmas razões pelas quais este fato ocorreu no mercado internacional.

No final da década de 70, houve uma mudança fundamental na atuação do Estado na indústria de fertilizantes, pois este se retirou da ponta não vendendo diretamente ao agricultor.

No mercado final de fertilizantes, a concentração da produção é menor. Tomando-se por base as importações de cloreto de potássio, que são uma proxy da produção de fertilizantes, tem-se que, na média do período 1984 a 1989, três empresas produziram 30,7% do que foi consumido pelo mercado: Ipiranga/Serrana com 13,1%, Trevo com 10,1% e Manah com 7,5%.

2.2 Processos de Produção

2.2.1 Amônia

Os processos de produção de amônia mais comuns utilizam hidrocarbonetos como fonte de hidrogênio. No Brasil, conforme informações da Tabela 3, dois processos são utilizados: o processo clássico de reforma com vapor d'água e de oxidação parcial. As matérias-primas processadas pela indústria nacional são: gás natural, gás natural associado a petróleo, gás residual de refinaria, óleo residual e resíduo asfáltico. Nêta é utilizada na falta de gás.

Para produção de hidrogênio, a partir de derivados de petróleo, há diferentes tecnologias que estão associadas à matéria-prima. Quando se utiliza gás natural e naftas leves utiliza-se reforma de hidrocarbonetos com vapor de água e, quando se processa óleos pesados e resíduo asfáltico, a tecnologia empregada é da oxidação parcial. A tecnologia de reforma catalítica é fornecida mundialmente por: Kellog, Uhde, Exxon e Foster Wheeler. A tecnologia de oxidação parcial é fornecida pela Texaco e pela Shell. Utiliza-se a tecnologia de Haber-Bosh para a síntese da amônia. Entre os licenciadores da tecnologia de síntese destacam-se: Kellog, Casale, ICI, Haldor Topsoe, Uhde e CF Braun.

2.2.2 Uréia

No Brasil, as quatro unidades produtoras de uréia são de reciclo total e utilizam como sistema de acabamento a perolação. Três unidades utilizam o processo convencional (tecnologia Mitsui Toatsu - processo Tipo C modificado) e a quarta utiliza a tecnologia de estripagem (Stamicarbon). As quatro produtoras de uréia estão integradas a complexos produtores de amônia-uréia.

2.2.3 Nitrato de amônio e/ou nitrocálcio

No Brasil, somente a Ultrafértil - Unidade de Piaçaguera fabrica nitrato de amônio perolado utilizando tecnologia do licenciador D.M.Wheatherly. A unidade de Cubatão da Ultrafértil produz nitrocálcio perolado com tecnologia licenciada pela Uhde.

2.2.4 Sulfato de amônio

Há vários processos de produção de sulfato de amônio. No Brasil três unidades industriais produzem sulfato de amônio, sendo que em duas delas ele é um subproduto da produção de caprolactama e metacrilato de metila (Nitrocarbono e Metacril) e somente uma empregando o processo combinado reação-evaporação. A IAP, em Cubatão, é que produz sulfato de amônio pelo processo direto, utilizando a tecnologia Quimigal.

TABELA 3 - Brasil, Tecnologias Empregadas nas Unidades de Fabricação da Amônia para fins Fertilizantes

EMPRESA	LOCAL	MATERIA PRIMA	TECNOLOGIA (a)	
			GAS DA SINTESE	SINTESE
ULTRAFERTIL	CUBATAO, SP	GAS DE REFINARIA	OXIDACAO PARCIAL - TEXACO 16 atm (b)	CASALE (680 atm) (c)e(b)
	PIACAGUERA	GAS DE REFINARIA OU NAFTA	REFORMA COM VAPOR D'AGUA -FOSTER WHEELER (24 atm)	ICI (140 atm)
	ARAUCARIA	RESIDUO ASFASTICO	OXIDACAO PARCIAL - SHELL/LURGI (47 atm)	KOBE STEEL/UHDE (220 atm)
NITROFERTIL	CAMACARI, BA (COPEB I)	GAS NATURAL	REFORMA COM VAPOR D'AGUA -FOSTER WHEELER (19 atm)	CASALE (476 atm)
	CAMACARI, BA (COPEB II)	GAS NATURAL	REFORMA COM VAPOR D'AGUA KELLOG (26 atm)	KELLOG (130 atm)
	LARANJEIRAS, SE	GAS NATURAL ASSOCIADO	REFORMA COM VAPOR D'AGUA KELLOG (25 atm)	KELLOG (135 atm)

FONTE: CNP-FINEP-IPT - Conservação de Energia na Indústria de Fertilizantes - Manual de Recomendações, São Paulo, 1985

OBS:(a) Informação dada pelas empresas

(b) Pressão de trabalho do reator de síntese, em termos absolutos

(c) Pressão em que é produzido o gás de síntese em termos absolutos

(d) Tipo de compressor: Ultrafértil, Cubatão - Alternativo; demais centrífugo

2.2.5 Ácido sulfúrico

A produção de ácido sulfúrico pode ser através de enxofre elementar, pirita ou pelo aproveitamento de gases residuais de processos metalúrgicos que contém óxidos de enxofre. No Brasil, a produção de ácido sulfúrico, para a indústria de fertilizantes, ocorre a partir de enxofre elementar (absorção simples e dupla), havendo somente uma unidade que obtém o ácido sulfúrico a partir dos gases efluentes de metalurgia do cobre e outra que produz via ustulação da pirita. As unidades produtoras de ácido sulfúrico em geral utilizam tecnologia Monsanto e Topsoe.

No Brasil, as unidades produtoras de ácido sulfúrico para fins fertilizantes são relativamente antigas, exceção feita às unidades da Elekeiroz e Nitroquímica, e não foram instaladas no conceito de alta recuperação de energia.

Houve grande desenvolvimento tecnológico nas plantas de ácido sulfúrico. Atualmente, com o "Sistema de Recuperação de Vapor" (HRS) da Monsanto, 95% do calor do processo pode ser recuperado na forma de vapor.

O programa de pesquisa da Monsanto, no entanto, obteve um outro grande avanço, na economia de energia, através da combinação, altamente sinergética, de duas tecnologias: HRS e o processo catalítico via úmida. O novo processo aumenta a geração de energia elétrica em mais de 50% (uma planta 2.500 t/dia pode exportar no mínimo 32 MW de eletricidade). O processo é altamente econômico, com um investimento para energia incremental variando de US\$ 280 a US\$ 1000/kW. Segundo a Monsanto, na nova planta o produto principal é a energia, sendo o ácido sulfúrico um subproduto.

2.2.6 Concentrado fosfático

O concentrado fosfático no Brasil é produzido a partir da rocha fosfática nacional, sendo a apatita o mineral de fósforo preponderante nos depósitos em exploração. Dadas as características dos minérios fosfáticos brasileiros desenvolveu-se tecnologia específica para seu processamento industrial, que consiste, basicamente, de três segmentos de operação: lavra, beneficiamento e secagem.

2.2.7 Ácido fosfórico

Grande parcela da produção mundial de ácido fosfórico é feita pelo processo de "via-úmida". Os processos industriais, para a fabricação de ácido fosfórico, podem ser classificados de acordo com a forma de hidratação, na qual o sulfato de cálcio se cristaliza: anidro, hemidrato e dihidrato. No Brasil, o processo dihidrato é o mais difundido. Na Tabela 4, aparecem os processos utilizados pelas unidades produtoras de ácido fosfórico no país.

A tecnologia utilizada na fabricação de ácido fosfórico depende muito da quantidade da rocha disponível. Para a rocha brasileira e da África do Sul apenas alguns processos servem. Os fornecedores de tecnologia de ácido fosfórico são: Prayon, Norsk Hydro, Rhône Poulenc e Nissan.

No processo Nissan-C, há um consumo bem mais baixo de energia do que o observado no Nissan-H, pois a rocha não tem que ser moída (operação na qual eram utilizados dois moinhos de 450 cv cada energia elétrica) e, também, porque pelo processo H o ácido é tirado com 27% de P_2O_5 e com o processo C o ácido sai com 47% de P_2O_5 , necessitando, portanto, uma quantidade bem menor de vapor para sua concentração a 52% de P_2O_5 .

2.2.8 Superfosfatos (SSP e TSP)

O superfosfato simples é obtido pela reação de concentrado fosfático com ácido sulfúrico (superfosfato simples) ou com ácido fosfórico (superfosfato triplo). A utilização do ácido, para atacar o concentrado fosfático, objetiva transformar o fósforo contido em formas mais solúveis. Os processos industriais utilizados no Brasil são: "processo tipo pó", que pode ser contínuo ou

TABELA 4 - Brasil, Processos Empregados nas Unidades Produtoras de Ácido Fosfórico para fins Fertilizantes

EMPRESA	LOCAL	TIPO DE PROCESSO/ ORIGEM DA TECNOLOGIA	CONCENTRACAO TIPICA DO ACIDO (% P2 O5)	CONCENTRACAO TIPICA DO ACIDO NO PRODUTO FINAL
ULTRAFERTIL	CUBATAO, SP	DIHIDRATO/DORR OLIVER	27-30	34-42
COPEBRAS	CUBATAO, SP	HEMI-H NISSAN (PROCESSO C)	47	52
QUIMBRASIL	JACUPIRANGA, SP	DIHIDRATO/FISONS	30	46
FOSFERTIL	UBERABA, MG	DIHIDRATO/RHONE POULENC	30	52
ICC	IMBITUBA	DIHIDRATO/RHONE POULENC	27	53

FONTE: Empresas do setor

OBS.: COPEBRAS utilizava NISSAN - Processo H e passou para o Processo C.

PROCESSO H - 1 filtração com o Dihidrato Ácido com 27 a 30%.

PROCESSO C - 2 filtrações com Hemidrato (Ácido com 47%) e Dihidrato.

descontínuo, também denominados processo tipo *den* reator de correia, *run of pile* etc.; e, processo tipo granulado, também conhecido como tipo *slurry*, que é contínuo e permite a produção direta de TSP na forma granulada.

O processo descontínuo foi o primeiro a ser utilizado para a fabricação de SSP - pó e ainda está em uso, sendo que as unidades industriais empregam, em sua grande maioria, tecnologia Sturtevant. O processo contínuo (reator de correia ou *run of pile process*) é de concepção mais atual e se presta a SSP ou TSP em pó.

Hoje, praticamente, todos os fabricantes brasileiros utilizam a tecnologia Kuhlmann, que é a mais difundida no mundo, com algumas adaptações.

2.2.9 Fosfatos de amônia (MAP e DAP)

Tais produtos contêm N e P e são obtidos a partir da reação de amônia anidra e ácido fosfórico, podendo ser produzidos na forma de pó ou, por processo direto na forma granulada.

O processo tipo pó é usado na fabricação de MAP e no Brasil as tecnologias empregadas provêm da Fisons (processo Minifos) e da Gardiner. Pelo processo tipo granulação pode se produzir DAP ou MAP e ele é constituído de: etapa de reação, que pode utilizar diferentes tecnologias (ex. TVA, Weatherly e Davy Mackee); e etapa de granulação.

2.2.10 Termofosfatos

Os termofosfatos são os fertilizantes que utilizam processo de tratamento térmico para a solubilização do fósforo contido nos constituintes minerais disponíveis.

No Brasil, em escala industrial, é produzido o termofosfato magnesiano fundido, baseado na fusão de mistura de um material portador de fósforo, com fontes de sílica e magnésio, seguida de resfriamento rápido do material fundido.

2.2.11 Fertilizantes granulados

Para a produção de fertilizantes granulados a partir de matérias-primas sólidas e líquidas são utilizados os seguintes processos: água-vapor, granulação química e granulação por fusão. No Brasil, a maioria das plantas de granulação opera pelo processo de água-vapor, apesar de possuir características de construção dos equipamentos do processo de granulação química.

Observa-se nas unidades brasileiras que é exígua a quantidade de pré-neutralizadores, por ser prática comum utilizar apenas o tambor granulador como reator. Tal prática limita o aporte de N via amônia nos produtos, sendo necessário recorrer-se a outros nitrogenados para suprir o teor total de N desejado. Recentemente, nas unidades de granulação química um novo tipo de reator, tubular, passou a ser utilizado com função de pré-neutralizador. O reator tubular tem vantagens, do ponto de vista energético, com menor demanda de energia na operação de secagem dos produtos.

2.2.12 Ácido nítrico

O ácido nítrico é obtido pela reação da amônia com o ar atmosférico. Os processos comerciais são classificados de acordo com a pressão usada e são: mono-pressão e pressão dual, conforme as pressões usadas no estágio de conversão e absorção. As unidades modernas, em geral, tem reatores de média pressão ou alta pressão.

A tecnologia empregada nas unidades de ácido nítrico no Brasil, acompanhou a evolução tecnológica na área, podendo-se dizer que, excetuando-se a planta de baixa pressão da Ultrafértil, em Cubatão, todas as outras plantas estão à altura da tecnologia mundial, com implantação de melhorias na área de recuperação de energia, na área de tecnologia de materiais e equipamentos, sofrendo adaptações para atender as exigências da política ambiental (Tabela 5).

TABELA 5 - Brasil, Tecnologia e Processos Empregados nas Unidades de Ácido Nítrico

EMPRESA	LOCAL	TECNOLOGIA	TIPO DE PROCESSO
Ultrafértil	Cubatão-SP	UHDE	Mono - Baixa Pressão
	Cubatão-SP	Grande Paroisse	Dual - Baixa e Média Pressão
	Piaçaguera-SP	D.M. Weatherly Co.	Mono - Alta Pressão
Nitrofértil	Camaçari-BA	Grande Paroisse	Mono - Média Pressão

FONTE: IPT - Conservação de Energia na Indústria de Fertilizantes. Manual de Recomendações, São Paulo, 1985

3 ENERGÉTICOS UTILIZADOS

Na indústria de fertilizantes, os energéticos utilizados são:

- nafta, que tanto pode ser combustível como matéria-prima;
- gás natural, que é o insumo dominante na produção de amônia, podendo ser usado como combustível e como matéria-prima;
- gás de refinaria, que também pode ser utilizado como combustível e matéria-prima.;
- óleo combustível; utilizado na produção de vapor no complexo amônia-uréia;
- energia elétrica, utilizada para acionamento de motores, ventiladores, compressores e sistemas de transportes.

Podem ainda ser citados o GLP, óleos combustíveis e óleo diesel, com consumo restrito a partidas e paradas das plantas e apoio à área de utilidades das diversas unidades.

4 CONSUMO ENERGÉTICO

4.1 Evolução do Consumo Energético e Políticas Energéticas voltadas para o Setor de Fertilizantes

A única estimativa existente sobre o consumo de energia no setor de fertilizantes é a que aparece no "Manual de Recomendações sobre Conservação de Energia na Indústria de Fertilizantes", elaborado pelo IPT (1985). Nesta publicação o valor estimado para o setor em pauta, em 1984, foi de $1,26 \times 10^8$ tEP (equivalente a $52,67 \text{ GJ} \times 10^6$) representando 2,5% da demanda energética brasileira em termos de petróleo, em 1983, e 23% da demanda energética da indústria química no país, (Balanço Energético Nacional, 1984).

Não há dados que permitam analisar a evolução do consumo de energia neste setor, mas alguns fatores devem ser mencionados. Inicialmente, há que se lembrar que, até a implantação do I PNFC, a indústria nacional de fertilizantes fazia basicamente mistura, atividade que consome pouca energia. Com a implantação do I PNFC elevou-se a produção de matéria-prima e produtos intermediários, aumentando com isso o consumo de energia.

Como não se espera investimentos em novas plantas no setor de fertilizantes e, tampouco, nas plantas já existentes, também, não se espera reduções consideráveis no atual consumo de energia do setor. Menciona-se ainda o fato de que a elevação da produção

doméstica de matéria-prima e produtos intermediários aliada à localização da indústria próxima aos portos e ao mercado consumidor ocupando imensa área geográfica, criam um elevadíssimo consumo de energéticos no transporte.

4.2 Consumo Específico por Produto

4.2.1 Amônia

O IPT (1985) estimou que nas seis unidades de amônia, em média, 69% do consumo global de energia (CEE_g) correspondem ao equivalente energético da matéria-prima e os 30,5% restantes referem-se à demanda de energia do processo. Considerando apenas as unidades que utilizam o processo via reforma com vapor estes percentuais são de 66,2% e 33,8%, respectivamente, que são valores próximos aos melhores valores observados para o processo de reforma com vapor em unidades de gás natural. Constatou-se que, nas duas unidades que utilizam o processo de oxidação parcial, o consumo de vapor é alto. Na unidade que utiliza resíduo asfáltico, o consumo de combustível foi negativo, representando, na verdade, um fluxo de combustível exportado por módulo, sendo a maior parcela de gás combustível conhecida como off-gas.

O valor médio do consumo específico global observado para as unidades de amônia no Brasil, 38,7 GJ/t NH_3 , estava cerca de 20% acima do valor possível de ser atingido por unidades mais eficientes energeticamente; a análise de cada unidade mostrou que, em algumas delas, há grande potencial de recuperação de energia.

Em 1987, a planta de produção de amônia, Fafer (Cubatão-SP), foi fechada, porque um estudo técnico-econômico concluiu que as modificações que teriam que ser realizadas, eram economicamente inviáveis.

Após 1985, a Petrofértil realizou, também, um estudo na unidade de amônia de Piaçaguera e na Copeb I, que tinha três objetivos: instrumentação da planta; redução do consumo energético; e expansão da capacidade da unidade. No entanto, o *revamp* não foi implantado por falta de recursos e, também, porque a rentabilidade do investimento era questionável.

A planta da Ultrafértil, em Piaçaguera (SP), entrou em operação em 1970, resultante de um projeto do início dos anos 60. Teoricamente, é a planta de amônia brasileira que mais gasta combustível; é tecnologicamente antiga, pouco instrumentada, e continua operando com custos fixos muito baixos. Se o preço do combustível e da matéria-prima se elevar muito (US\$ 100/t) talvez ela perca competitividade.

Em levantamento realizado junto às empresas, em 1980, constatou-se que os consumos nas unidades de amônia (Tabela 6) praticamente não melhoraram de 1983 para 1990.

4.2.2 Uréia

Os principais insumos energéticos utilizados na produção de uréia são a entalpia de vapor e energia elétrica para acionamento.

A pesquisa realizada pelo IPT (1985) encontrou um consumo específico médio de energia para conversão de amônia em uréia perolada de 4,43 GJ/t uréia. Incluindo-se o consumo específico equivalente da amônia ao consumo específico de energia de processo, obtém-se o consumo específico global de energia - CEE_g ; neste caso obteve-se um valor de CEE_g de 25,9 GJ/t uréia (equivalente a 56,3 GJ/t N). Na pesquisa realizada pelo IPT (1985), constatou-se que 83% do consumo específico global observado na produção da uréia provém da matéria-prima e os 17% restantes do processo. Portanto, qualquer ganho obtido na produção de amônia tem forte impacto na cadeia dos nitrogenados, da qual ela é a base.

No Brasil se fabrica uréia na forma perolada; as próprias companhias detentoras de tecnologia de síntese oferecem este processo para acabamento. Atualmente, há predileção pela uréia granulada, porque suas propriedades físicas são superiores às da uréia perolada. No entanto, transformar as unidades de uréia perolada em unidades de uréia granulada exige investimentos muitos elevados, o que dificilmente ocorrerá no Brasil.

TABELA 6 - Brasil, Consumos Específicos Médios de Energia na Produção de Amônia na Indústria, em 1983 e 1990

(em GJ/t NH₃)

INSUMOS UTILIZADOS NA UNIDADE INDUSTRIAL	CE VAPOR	CE E. ELETRICA	CE COMBUST.	CE E. ELETR. + COMBUSTIVEL + MATERIA-PRIMA	CE PROCESSO	CE ENERGIA EQUIVALENTE	CEE GLOBAL
GAS NATURAL	1983 1990	-2.31	1.01	11.42 35.5	36.58 10.12	24.15	34.27
GAS NATURAL	1983 1990	-3.90	3.23	11.65 41.8	38.56 10.98	23.68	34.66
GAS NATURAL	1983 1990 (*)	0.43	0.21	14.98	39.35 15.62	24.16	39.78
GAS REFINARIA	1983 1990	-3.14 5.04	4.13 1.03	11.93 17.79	40.58 -	12.97 24.52 25.58	37.49
GAS REFINARIA	(1983) FECHOU	7.58	5.93	0.92	37.32 14.43	30.47	44.90
RESIDUO ASFALTICO	1983 1990	7.61 11.39	0.44 0.64	-2.02 -3.56	33.56 29.7	6.03 8.47 35.14 32.60	41.17 41.07

OBS.: 1 GJ = 0.23885 Gcal

Os valores negativos representam entalpia do vapor exportado da unidade.

(*) sem informações.

FONTE: IPT Conservação de energia na Indústria de fertilizantes. Manual de recomendações, São Paulo, 1985; e levantamento realizado pelo IPT/DEES em 1990.

4.2.3 Ácido nítrico

Na pesquisa realizada pelo IPT (1985) foram consideradas as unidades que produzem ácido nítrico diluído (55% a 63%). Três das quatro unidades pesquisadas tinham consumo específico de energia negativo, havendo, então, exportação de energia na forma de entalpia de vapor. Considerando-se, ainda, o valor médio para o equivalente energético referente a matéria-prima amônia, obteve-se, para as unidades de ácido nítrico pesquisadas, um consumo específico global de energia de 7,86 GJ/t HNO₃ (100% HNO₃). O consumo específico de energia elétrica variou de 0,02 a 1,78 GJ/t HNO₃ (100% HNO₃) nas unidades pesquisadas.

Na Baixada Santista, há quatro fábricas de ácido nítrico da Ultrafértil, sendo duas em Cubatão e duas em Piaçaguera. São plantas pequenas e que por serem várias têm um custo operacional alto. Seria mais econômico se a Ultrafértil tivesse apenas uma fábrica de ácido nítrico, que poderia ser de 1.200 t/dia.

4.2.4 Nitrato de amônio

Na produção de nitrato de amônio, as matérias-primas são ácido nítrico ($\pm 1,43$ t/t nitrato) e amônia ($\pm 0,223$ t/t nitrato). Considerando-se o equivalente energético representado pelas matérias-primas constatou-se, na pesquisa do IPT (1985), que a parcela referente a esses insumos alcança 96% do equivalente energético global do produto, enquanto que os 4% restantes são aplicados no processo.

Na unidade analisada, constatou-se um consumo específico de energia elétrica de 0,6 GJ/t de nitrato e de 0,79 GJ de vapor/t de nitrato, resultando em um consumo específico de energia de processo de 0,85 GJ/t de nitrato; este valor é muito diferente do citado pelo IFDC (1982), entre 3,20 e 5,69 GJ/t nitrato. Tal diferença pode ser explicada em parte pela não aplicação, nesta unidade, por ocasião da realização da pesquisa, de equipamentos para a redução de carga poluente, cuja demanda energética é significativa. Adicionando-se, ao CEE_G, a parcela de 19,8 GJ/t nitrato referentes a produção do ácido nítrico e da amônia, resulta em CEE_G = 20,7 GJ/t nitrato.

Em 1985, foi realizada a operação de revamp da fábrica de nitrato de amônio, com o objetivo de enquadrá-la nos padrões permitidos de emissão.

Foram instalados equipamentos para controle de emissão de particulados, o que elevou o consumo de energia elétrica na planta da Ultrafértil, localizada em Piaçaguera (SP).

4.2.5 Nitrocálcio

Segundo IPT (1985), cerca de 92% do consumo específico global de energia, utilizada na produção de nitrocálcio, é proveniente das matérias-primas, e o restante refere-se à energia aplicada ao processo. O consumo específico de vapor é de 1,26 GJ/t nitrocálcio e o de energia elétrica é de 0,12 GJ/t nitrocálcio. O vapor é utilizado como insumo energético e a energia elétrica para acionamento de equipamentos. O consumo específico de energia equivalente, referente a amônia e ácido nítrico, pode ser estimado em 17,8 GJ/t nitrocálcio, valor obtido, pelo IPT, considerando-se os consumos específicos de matéria-prima, multiplicados pelo consumo específico global de energia da produção de amônia e ácido nítrico. Somando-se a este valor o consumo específico de energia de processo 1,38 GJ/t nitrocálcio, obteve-se o CEE_G = 1,92 GJ/t nitrocálcio.

Na pesquisa IPT (1985) só foi considerada a unidade que produz sulfato de amônio via síntese e foi estimado somente o consumo específico de energia elétrica para acionamento de equipamentos, que é cerca de 0,10 GJ/t produto.

4.2.6 Ácido sulfúrico

Na pesquisa realizada pelo IPT (1985), verificou-se que o vapor recuperado destina-se, principalmente, ao fundidor de enxofre, turbo-soprador, turbo gerador, unidade de fosfórico, turbina de bomba d'água de caldeiras, dissuperaquecedor. As informações obtidas junto às

empresas, em 1990, não foram suficientes para verificar o consumo energético nas unidades de sulfúrico.

4.2.7 Concentrado fosfático

No processo de obtenção de concentração fosfático, há três segmentos: lavra, beneficiamento e secagem.

Na lavra do minério, a energia requerida para desmonte, manuseio e transporte é suprida, principalmente, por combustível derivado de petróleo; eventualmente, as escavadeiras e dragas são acionadas por energia elétrica. No beneficiamento, é, o acionamento, o principal demandador de energia, em geral elétrica. Na secagem, tradicionalmente, é utilizado o óleo combustível para queima na fornalha; em alguns casos está sendo utilizada biomassa.

Vale lembrar que as empresas produtoras de rocha têm investido em pesquisa visando reduzir o consumo de energia e a perda de P_2O_5 . Em 1989, na Goiasfértil, o consumo de energia, na britagem, homogeneização e concentração foi de 0,434 GJ/t enquanto na pesquisa do IPT (1985) verificou-se um consumo de 0,626 GJ/t.

4.2.8 Ácido fosfórico

Considerando-se o vapor e energia elétrica utilizados para a produção de ácido fosfórico, o IPT (1985) estimou um consumo específico médio de energia de processo de 5,81 GJ/t P_2O_5 (concentração de 52% P_2O_5), com o consumo específico de energia elétrica variando entre 0,50 e 1,15 GJ/t P_2O_5 e o de vapor entre 3,80 e 6,32 GJ/t P_2O_5 . Como o consumo específico de energia equivalente, representado pelas matérias-primas, é de 1,40 GJ/t P_2O_5 do produto, tem-se um consumo específico global de energia de 4,41 GJ/t P_2O_5 do produto com o ácido a uma concentração de 52% P_2O_5 . Este valor é cerca de metade do valor citado pelo IFDC (1982).

Esta diferença não pode ser explicada. Talvez ela seja porque nas unidades nacionais não foi considerada a energia requerida para manuseio e disposição do fosfogesso.

A Copebrás, que utilizava tecnologia da Nissan (processo H), ampliou sua unidade e passou a utilizar o processo Nissan-C, que tem um consumo bem menor de energia elétrica. Esta unidade consumia 4 GJ/t em meados da década de 80 e atualmente consome 3,0 GJ/t.

4.2.9 Superfosfatos (SSP e TSP)

A produção de SSP e TSP utiliza tecnologia, relativamente, simples e de uso não intensivo em energia. A maior demanda energética está nas matérias-primas utilizadas.

Segundo IPT (1985), na amostra pesquisada, o consumo específico global de energia na produção de SSP-pó foi de 0,54 GJ/t produto, obtido considerando-se nulo o equivalente energético da produção de ácido sulfúrico, 0,47 GJ/t SSP-pó referente à produção do concentrado fosfático e 0,07 GJ/t SSP-pó referente ao consumo energético no processo de produção de SSP-pó.

Como o IPT (1985) não obteve o consumo no processo de moagem, adotou-se o valor do IFDC (0,41 GJ) que, acrescido do consumo específico de energia equivalente, referente ao concentrado fosfático resultou em um $CEE_g = 0,88$ GJ/t.

Considerando-se o consumo específico equivalente decorrente da produção do concentrado fosfático e do ácido fosfórico, e o consumo específico de energia referente ao processo de produção de SSP, tem-se um $CEE_g = 1,98$ GJ/t TSP-pó. Acrescentando-se a este total a energia necessária à moagem do concentrado fosfático (0,41 GJ), o IPT (1985) obteve um $CEE_g = 2,39$ GJ/t TSP-pó.

Na granulação dos superfosfatos em pó, pelo processo água-vapor, utiliza-se vapor, energia elétrica para acionamento de equipamentos e combustíveis para geração de gases quentes aplicados como agentes de secagem. O IPT (1985) obteve, neste caso, apenas o consumo de combustível. Estimou-se um consumo específico médio de 1,12 GJ/t SSP granulado (cerca de 26,05 kg óleo/t SSP-granulado) e 1,05 GJ/t TSP-granulado (24,42 kg óleo/t TSP-granulado).

4.2.10. Fosfatos de amônia (MAP e DAP)

A fabricação de MAP e DAP não é intensiva no uso de energia, sendo o maior consumo energético devido às matérias-primas (amônia e ácido fosfórico), que provêm de processos intensivos em energia, resultando em consumo específico de energia elevado para produção de DAP e MAP. Pelo processo direto, usando-se pré-neutralizadores convencionais estima-se um consumo específico de energia de 0,94 GJ/t produto, incluindo a secagem (MAP = 11-54-0 e DAP = 18-46-0). Considerando os consumos específicos de energia equivalente, referentes à amônia e ácido fosfórico, obtém-se consumos específicos globais de energia de 10,8 GJ/t MAP granulado e 14,3 GJ/t DAP granulado.

4.2.11 Termofosfato

As etapas de fusão e de resfriamento são as que requerem maior consumo de energia, especialmente elétrica, na produção de termofosfato fundido. Um forno de fusão com capacidade nominal de 4 t/h de termofosfato, requer uma potência instalada de 4 MW.

De 1,20 MWh/t produto (4,32 GJ/t produto) entre 0,90 e 0,95 MWh/t produto é destinado aos fornos, sendo o restante, basicamente, aplicado em acionamento de equipamentos e bombas de água. Acrescentando-se ao total de 4,32 GJ/t produto, 0,26 GJ/t produto necessários à fase de secagem, tem-se $CEE_g = 4,58 \text{ GJ/t}$ termofosfato fundido.

4.2.12 Fertilizantes granulados

Segundo IPT (1985), na granulação física (água-vapor), usa-se energia no transporte (interno) de matérias-primas e produtos, em geral, consumindo óleo diesel e/ou energia elétrica; também, é utilizada para acionamento de tambores de mistura e de secagem, granuladores, peneiras classificadoras e moinhos. O vapor é o agente de ligação e compactação no granulador e combustível para gerador de gases quentes para secagem. Na fornalha, utiliza-se óleo combustível, e, eventualmente lenha ou energia elétrica. Na granulação química, a energia é utilizada nas mesmas atividades porém, devido a liberação de energia das reações químicas o vapor e a energia elétrica são utilizados em menor quantidade.

4.2.13 Mistura simples de fertilizantes

As misturas de fertilizantes sólidas dividem-se, basicamente, em dois grupos: mistura de pó ou farelado e mistura de grânulos.

O processo de mistura é simples; é meramente físico e demanda energia, basicamente, para manuseio de materiais e acionamento de equipamentos. Tal demanda é suprida por energia elétrica e por algum tipo de combustível para acionamento de veículos.

Na pesquisa realizada pelo IPT (1985), verificou-se um consumo específico médio de 0,42 óleo diesel/t produto e 2,03 kWh/t produto. Isto equivale a um $CEE_g = 0,166 \text{ GJ/t}$, valor próximo ao citado pelo IFDC.

4.3 Utilidades

Na pesquisa realizada pelo IPT (1985), fez-se um levantamento das utilidades existentes nas unidades do setor de fertilizantes e a análise dos dados obtidos foi feita como um todo e não por subsetor produtivo. No levantamento, foram analisadas as caldeiras de utilidades e as fornalhas para geração de gases quentes, embora estas não estejam alocadas na área de utilidades.

Nas unidades industriais amostradas, havia 37 caldeiras, sendo 17 aquotubulares e as demais flamatubulares. Em termos de faixa de pressão, 40,5% das caldeiras operam entre 4-

8 kgf/cm², 27% entre 8-12 kgf/cm² e 27% operam acima de 20 kgf/cm². Com capacidade nominal entre 0 e 10 t de vapor/h estavam 64,9%, entre 10 e 20 t/h estavam 10,8% e com acima de 20 t/h estavam 24,3%. Estimou-se um consumo anual de combustível, para geração de vapor, em torno de $3,1 \times 10^8$ GJ.

4.4 Efluentes Residuais e Impactos Ambientais

O setor de fertilizantes pode ser considerado, potencialmente, como um grande emissor de poluentes, sendo os principais processos poluidores desta indústria: a fabricação de ácido sulfúrico, de ácido nítrico e de ácido fosfórico; a síntese da amônia; a purificação de gases e seus processos de separação (CO₂, H₂); fabricação de nitrato de amônio e de nitrocálcio; fabricação de superfosfatos; e a granulação.

Os principais poluentes desta indústria podem ser agrupados em: sólidos, líquidos (hídricos) e gasosos.

Os resíduos sólidos da indústria de fertilizantes são: o fosfogesso; fluoretos; e, pó. Com relação aos efluentes hídricos, destaca-se o ácido fluossilícico. Há, ainda, os poluentes que contaminam os efluentes industriais como a amônia, resíduos de processos de lavagem ou absorção de gases (como monoetanol, amina, soda cáustica, etc), ácidos e álcalis de regeneração e trocadores de íons, entre outros.

Os poluentes atmosféricos mais significativos neste setor são: óxido de enxofre, fluoretos, óxidos de nitrogênio e material particulado.

As principais causas de descontrole de emissão de poluentes são: subdimensionamento de equipamentos, falta dos controles necessários, manutenção imprópria no equipamento e sistemas de controle, matérias-primas de composição não homogênea e dificuldades de adaptação das plantas industriais ao uso destas, chaminés mal projetadas, não preocupação com problemas de poluição no projeto das plantas, uso de tecnologias já ultrapassadas, elevado custo de sistemas de abatimento da poluição.

5 PERSPECTIVAS

As perspectivas para o setor de fertilizantes, dependem, basicamente, das perspectivas da agricultura, que são boas, pois se espera crescimento da população e melhoria no nível de renda. No entanto, restrições à utilização de adubos por razões ecológicas, a utilização mais eficaz dos adubos orgânicos e a evolução da biotecnologia, permitindo a fixação simbiótica de nitrogênio, são fatores que contribuem negativamente para o crescimento do consumo de fertilizantes.

Nas entrevistas realizadas com técnicos do setor, ficou claro que várias providências foram tomadas, no período que vai de 1983 (quando foi realizado o estudo do IPT) a 1990, no sentido de reduzir o consumo específico de energia nas unidades produtoras de matérias-primas e de produtos acabados.

Vale lembrar, no entanto, que as unidades produtoras estão mais velhas, pois raras foram as unidades instaladas na década de 80, e que, dada a baixa rentabilidade do setor, nos últimos anos, poucos investimentos foram realizados. Hoje, o parque produtor brasileiro é relativamente velho. Os estudos, por exemplo, mostram, a necessidade de *revamp* das unidades produtoras de amônia, grandes consumidoras de energia, mas a falta de recursos, impediu a realização dos investimentos.

As unidades produtoras de ácido sulfúrico, também, são tecnologicamente defasadas, quando comparadas à novas tecnologias disponíveis mundialmente.

Na produção de ácido fosfórico, há um consumo elevado de energia que poderá ser reduzido, se o ácido for para o concentrador, com grau mais elevado de P₂O₅ (como no caso do processo Nissan-C).

A modernização e eventual, expansão, do parque industrial produtor de fertilizantes exigirá investimentos. Deve-se lembrar que muitas empresas do setor são de propriedade do Estado e estão na lista das empresas a serem privatizadas. A análise do comportamento das multinacionais do setor mostrou que elas têm maior interesse em fornecer tecnologia, e

eventualmente, financiar a compra de equipamentos do que em serem parceiros no processo produtivo, portanto, dificilmente uma empresa multinacional interessaria-se-ia em adquirir uma empresa brasileira produtora de fertilizantes.

No entanto, há necessidade de investimentos no setor para evitar seu sucateamento.