

Universidade Federal do Rio de Janeiro

Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Processos
Químicos e Bioquímicos

**ASPECTOS TÉCNICOS E ECONÔMICOS DA INDÚSTRIA
DE FERTILIZANTES NPK NO BRASIL**

Pedro Igor Veillard Farias

Dissertação de Mestrado

Rio de Janeiro

2015

ASPECTOS TÉCNICOS E ECONÔMICOS DA INDÚSTRIA DE FERTILIZANTES NPK NO BRASIL

Pedro Igor Veillard Farias

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em
Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos, Escola de Química,
Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos para a
obtenção do grau de Mestre.

Aprovado por:

Maria Letícia Murta Valle, D.Sc.

Escola de Química – UFRJ

Claudio Gerheim Porto, D.Sc.

Departamento de Geologia – UFRJ
Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais

Paulo César Teixeira, D.Sc.

Embrapa Solos

Orientado por:

Estevão Freire, D.Sc.

Escola de Química – UFRJ

Rio de Janeiro

2015

Farias, Pedro Igor Veillard.

Aspectos Técnicos e Econômicos da indústria de fertilizantes NPK no Brasil.

Rio de Janeiro: UFRJ/EQ, 2015.

XV; 172 p.

Orientador: Estevão Freire

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola de Química, Programa de Pós-graduação em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos, 2014.

1. Gestão e inovação tecnológica na Indústria Química. 2. Fertilizantes.

I. Freire, Estevão. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Programa de Pós Graduação em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos, Escola de Química. III. Aspectos Técnicos e Econômicos da Indústria de Fertilizantes NPK no Brasil

*“Busca satisfazer seu próprio
desejo aquele que se isola;
ele se insurge contra toda sabedoria.”*

Provérbios de Salomão 18:1

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu pai Antônio Luís de Brito Farias, pelo exemplo de garra, dedicação e compromisso.

Agradeço a minha mãe Sandra Helena Veillard Farias, pela ternura e carinho. Não mediu esforços para que eu estivesse aqui hoje.

Agradeço ao meu irmão Luis Filipe Veillard Farias, pelo companheirismo e incentivo.

Agradeço a toda minha família, por ter me apoiado e entendido minhas ausências nestes últimos meses. Padrinhos, tios, primos, avó, todos. E aos que permanecem somente na lembrança.

Agradeço à Clara, por alegrar a minha vida. E às famílias Schreiber e Maia.

Agradeço aos meus amigos. Qualidade ímpar, futuro deste país.

Agradeço à ETFQ, por ter me iniciado na trajetória “química”.

Agradeço à Escola de Química da UFRJ, por me tornar engenheiro químico e em breve mestre. Aos antigos e atuais professores. Aos funcionários.

Agradeço ao Instituto Nacional da Propriedade Industrial e ao Instituto Militar de Engenharia, instituições nas quais também cursei créditos durante o mestrado.

Agradeço à Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), por permitir a continuidade de meus estudos. Aos meus atuais companheiros de *laborator* e à minha gestora Maria Alice Ibañez Duarte.

Agradeço aos meus antigos colegas de trabalho da Locarrier, Shell, Petrobras, Coca-Cola, Schlumberger. São parte da formação do meu “eu profissional”.

Agradeço aos ilustres senhores que aceitaram compor esta banca e avaliar meu trabalho.

Agradeço ao meu orientador Estevão Freire, pela disponibilidade, paciência e profissionalismo acadêmico ao longo da elaboração deste trabalho.

Finalmente, agradeço a Deus, por ter me concedido resiliência para superar as dificuldades ao longo desta etapa. E por ter colocado todas estas pessoas especiais em meu caminho

RESUMO

Farias, Pedro Igor Veillard. Aspectos técnicos e econômicos da indústria de fertilizantes NPK no Brasil. Rio de Janeiro, 2015. Dissertação (Mestrado) - Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos – Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2015.

O Brasil possui vocação para a agroindústria: dimensão continental, clima e tecnologia. Enquanto a balança comercial brasileira apresentou um déficit de U\$ 3,9 bilhões de dólares em 2014, apenas a exportação de Soja foi responsável pela receita de U\$ 31,4 bi. Todavia, o Brasil ainda é importador de fertilizantes. O principal segmento responsável pelo provimento de matérias primas é o extrativista mineral. O gás natural, as rochas fosfáticas e as rochas potássicas são as principais matérias primas para a produção dos fertilizantes NPK mais utilizados. Atualmente, o Brasil importa cerca de 25 milhões de toneladas de fertilizantes ao ano, valor equivalente a U\$ 8.4 bilhões (FOB) negativos na balança comercial. O potássio é o nutriente que apresenta maior dependência em importação. Há projetos em andamento visando a expansão da produção de fertilizantes no Brasil. Ao longo desta dissertação, buscou-se discutir questões técnicas (de processamento mineral e geológicas) e mercadológicas. O presente trabalho é um panorama atual da indústria de fertilizantes e pode servir como fonte de informações para os mais diversos estudos futuros. A dissertação também busca projetar o cenário brasileiro para a indústria de fertilizantes em 2020

Palavras-chave: Gestão e inovação tecnológica na indústria química, Fertilizantes.

ABSTRACT

Farias, Pedro Igor Veillard. Technical and economic aspects of NPK fertilizer industry in Brazil. Rio de Janeiro, 2015. Thesis (Master's degree) - Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos – Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2015.

Brazil has the vocation for agribusiness: continental dimension, climate and technology. While the Brazilian trade balance showed a deficit of \$ 3.9 billion in 2014, only the export of soy was responsible for the export of US \$ 31.4 billion.

Nevertheless, Brazil is a fertilizer importer. The main sector in charge of providing raw material is the mineral extractivist. Natural gas, phosphate rocks and potassic rocks are the main raw materials for the production of the most used NPK fertilizers. Currently, Brazil imports approximately 25 million tons of fertilizers per year, equivalent to US \$ 8.4 billion (FOB) negative in trade balance. Potassium is the nutrient that has the major external dependence. There are ongoing projects aimed at expanding production of fertilizers in Brazil. Throughout this dissertation, we attempted to discuss technical issues (geological and mineral processing) and market. This work is a current overview of the fertilizer industry and can be used as a source of information for different future studies. The dissertation also intends to project the fertilizer industry market in 2020.

Keywords: Management and innovation in chemical industry, Fertilizers.

Lista de Figuras

Figura 1 - Faturamento da Indústria Química (1996 a 2012)	2
Figura 2 - Principais indicadores de fertilizantes	3
Figura 3 - Evolução da produtividade agrícola no experimento de Broadbalk	11
Figura 4 - Ciclo do Nitrogênio, Sistema solo/planta/atmosfera	13
Figura 5 - Fluxograma da síntese de amônia a partir do gás natural	22
Figura 6 – Produção de ureia - Adaptado de Malavolta e Moraes (2009).....	26
Figura 7 - Produção de ureia com reciclo (Queda de pressão gradual)	26
Figura 8 - Esquema de produção de Ureia com Stripping	27
Figura 9 - Fluxo da cadeia de fertilizantes	28
Figura 10 - Processo dihidrato de fabricação do ácido fosfórico.	30
Figura 11 - Fluxograma de manufatura do SSP	31
Figura 12 – Compatibilidade entre corretivos e fertilizantes	32
Figura 13 - Processo de fabricação TSP granulado	33
Figura 14 - Processo de dissolução/cristalização de silvinita	37
Figura 15 - Produção Mundial de Amônia	41
Figura 16 - Consumo global de amônia por setores	41
Figura 17 - Produção de Amônia em 2014 por país e respectiva porcentagem da produção global	42
Figura 18 - Histórico da produção mundial de rocha fosfática.	50
Figura 19 - Distribuição da Produção de Fosfato	51
Figura 20 - Distribuição das Reservas Mundiais de Fosfato	52
Figura 21 - Posicionamento dos principais depósitos de fosfato do Marrocos e Saara Ocidental	53
Figura 22 - Produção Mundial de Potássio	60
Figura 23 - Produção global de Potássio	61
Figura 24 - Reservas Mundiais de Potássio	62
Figura 25 - Produção de Potássio em Uralkali, Rússia.	63
Figura 26 - Cotação do cloreto de potássio	64
Figura 27 - Produção de Potássio no Mar Morto	65
Figura 28 - Balança comercial de fertilizantes brasileira	71
Figura 29 - Cotação Internacional de Fertilizantes..com/.....	73
Figura 30 - Importações Brasileiras de Fertilizantes Nitrogenados.	74
Figura 31 - Importações Brasileiras de Fertilizantes Fosfatados.	74
Figura 32 - Importações Brasileiras de Fertilizantes Potássicos	75
Figura 33 - Importações Brasileiras de Fertilizantes NPK	76
Figura 34 - Distribuição da produção de Amônia no Brasil.....	77
Figura 35 - Histórico da produção de nitrogenados no Brasil	78
Figura 36 - Estrutura da distribuição de gás natural da Região Sudeste e Sul	83
Figura 37 - Estrutura da distribuição de gás natural da Região Nordeste	84
Figura 38 - Importação de Nitrogenados no Brasil em kg.	87
Figura 39 - Importação de Nitrogenados no Brasil em U\$.	88
Figura 40 - Importação de fertilizantes nitrogenados, por porto, em kg.	88
Figura 41- Importação de Ureia no Brasil, em kg, por país	89
Figura 42 - Importação de Ureia no Brasil, em kg, por porto	90
Figura 43 - Preço de importação da ureia, por país.	90
Figura 44 - Importação de Sulfato de Amônio no Brasil, em kg, por país	91

Figura 45 - Importação de Sulfato de Amônio no Brasil, em kg, por porto	91
Figura 46 - Preço de importação de Sulfato de Amônio, por país.	92
Figura 47- Importação de Nitrato de Amônio no Brasil, em kg, por país	92
Figura 48 - Importação de Nitrato de Amônio no Brasil, em kg, por porto	93
Figura 49 - Preço de importação de Nitrato de Amônio, por país	93
Figura 50 - Consumo de Fertilizantes Nitrogenados no Brasil (em toneladas de N) e projeções futuras de consumo	94
Figura 51 - Consumo de Fertilizantes Nitrogenados no Brasil (em toneladas de N) por região	95
Figura 52 - Distribuição da Produção de Rocha Fosfática no Brasil	97
Figura 53 - Produção, consumo aparente e comércio exterior de rocha fosfática no Brasil de 1950 a 1995	97
Figura 54 – Histórico recente da produção de fertilizantes fosfatados no Brasil	98
Figura 55 - Cadeia produtiva nacional do fosfato	99
Figura 56 - Principais depósitos de fosfato magmatogênicos no Brasil	103
Figura 57 - Principais depósitos de fosfato sedimentar no Brasil	104
Figura 58- Perfil de importação de fosfatados	108
Figura 59 - Importação de Fertilizantes Fosfatados, por porto, em kg	108
Figura 60 - Importação de MAP no Brasil, em kg, por país	109
Figura 61 - Importação de MAP no Brasil, em kg, por porto	110
Figura 62 - Preço de importação do MAP, por país.....	110
Figura 63 - Importação de DAP no Brasil, em kg, por país.....	111
Figura 64 - Importação de DAP no Brasil, em kg, por porto	111
Figura 65 - Preço de importação do DAP, por país	112
Figura 66- Importação de SSP no Brasil, em kg, por país	112
Figura 67- Importação de SSP no Brasil, em kg, por porto	113
Figura 68- Preço de importação do SSP, por país	113
Figura 69- Importação de TSP no Brasil, em kg, por país	114
Figura 70- Importação de TSP no Brasil, em kg, por porto.....	115
Figura 71 - Preço de importação do TSP, por país	115
Figura 72 - Importação de Rocha Fosfática no Brasil, em kg, por país	117
Figura 73 - Importação de Rocha Fosfática no Brasil, em kg, por porto	117
Figura 74 - Preço de importação da Rocha Fosfática, por país.....	118
Figura 75 - Consumo de Fertilizantes fosfatados no Brasil (em toneladas de P ₂ O ₅) e projeções futuras de consumo	118
Figura 76 - Consumo de Fertilizantes Fosfatados no Brasil (em toneladas de P ₂ O ₅) por região	119
Figura 77- Histórico da produção de potássio no Brasil.	120
Figura 78 - Minerador Marieta em escavação	122
Figura 79 - Perfil de importação de intermediários potássicos no Brasil.....	123
Figura 80 - Importação de KCl no Brasil, em kg, por país	124
Figura 81 - Importação de fertilizantes potássicos no Brasil, em kg, por porto	124
Figura 82- Preço de importação do KCl, por país	125
Figura 83 - Consumo de fertilizantes potássicos no Brasil (em termos de K ₂ O) e projeções futuras de consumo	125
Figura 84 - Consumo de fertilizantes potássicos no Brasil (em toneladas de K ₂ O) por região	126
Figura 85 - Perspectiva de expansão da indústria de fosfatados no Brasil	131

Lista de Tabelas

Tabela 1 – Faturamento da Indústria Química Brasileira por segmento industrial	2
Tabela 2 - Consumo Mundial de Fertilizantes Nitrogenados	46
Tabela 3 - Principais fluxos comerciais de ureia	47
Tabela 4 - Principais fluxos comerciais de amônia	48
Tabela 5 - Reservas Naturais de Gás e Produção de Amônia	49
Tabela 6 - Consumo Mundial de Fertilizantes Fosfatados	58
Tabela 7 - Fluxo de exportações de Rocha Fosfática	59
Tabela 8 - Fluxo de exportações de MAP e DAP	60
Tabela 9 - Fluxo de exportação de Cloreto de Potássio	67
Tabela 10 - Consumo Mundial de Fertilizantes Potássicos	69
Tabela 11 - Produção de fertilizantes nitrogenados no Brasil	77
Tabela 12 - Produção de fertilizantes nitrogenados na Região Nordeste	79
Tabela 13 - Produção de fertilizantes nitrogenados na Região Sudeste	81
Tabela 14 - Produção de fertilizantes nitrogenados na Região Sul	82
Tabela 15 - Balanço de Gás Natural do Brasil	85
Tabela 16 - Preço do Gás Natural no Brasil	86
Tabela 17 - Produção de fertilizantes fosfatados no Brasil	96
Tabela 18 – Produção de fertilizantes fosfatados na Região Nordeste	100
Tabela 19 - Produção de fertilizantes fosfatados na Região Sudeste	101
Tabela 20 - Produção de fertilizantes fosfatados na Região Sul	101
Tabela 21 - Produção de fertilizantes fosfatados na Região Centro-Oeste	102
Tabela 22 - Produção de fertilizantes potássicos no Brasil	119

Siglas e Abreviaturas

ABIQUIM	Associação Brasileira da Indústria Química
ALICEWEB	Sistema de Análise das Informações de Comércio Exterior via Internet
ANDA	Associação Nacional para Difusão de Adubos
CAPEX	<i>Capital Expenditures</i> (Investimento em bens de capital)
CBMM	Companhia Brasileira de Metalurgia e Mineração
CBPM	Companhia Baiana de Pesquisa Mineral
CGS	<i>Geological Survey of China</i>
CIF	<i>Cost, Insurance and Freight</i>
CPRM	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
DAP	Diamonifosfato
DEA	Dietanolamina
DNPM	Departamento Nacional de Produção Mineral
FAFEN	Fábrica de Fertilizantes Nitrogenados
FOB	<i>Free On Board</i>
FOSFERTIL	Fertilizantes Fosfatados S.A.
GASBOL	Gasoduto Bolívia-Brasil
GASENE	Gasoduto Sudeste- Nordeste
GNL	Gás Natural Liquefeito
HLR	Hidrocarboneto Leve de Refino
IAC	Instituto Agrônômico de Campinas
IFA	<i>International Fertilizer Industry Association</i>
IFDC	<i>International Fertilizer Development Center</i>
MAP	Monoamoniofosfato
MATOPIBA	Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia
MDIC	Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior
MEA	Monoetanolamina
MME	Ministério de Minas e Energia
NA	Nitrato de Amônio
NCM	Nomenclatura Comum do Mercosul
NITROFERTIL	Fertilizantes Nitrogenados do Nordeste
NPK	Nitrogênio, Fósforo e Potássio
PETROBRAS	Petróleo Brasileiro S.A.
PETROFERTIL	Petrobras Fertilizantes S.A
PIB	Produto Interno Bruto
PLANGAS	Plano de Antecipação da Produção de Gás
PND	Plano Nacional de Desestatização
REPAR	Refinaria do Paraná (ou Refinaria Pres. Getúlio Vargas)
RF	Rocha Fosfática
RPBC	Refinaria Presidente Bernardes - Cubatão
SA	Sulfato de Amônio
SSP	Superfosfato Simples (<i>Single Super Phosphate</i>)
TSP	Superfosfato Triplo (<i>Triple Super Phosphate</i>)
UFN	Unidade de Fertilizantes Nitrogenados
UNIDO	<i>United Nations Industrial Development Organization</i>
UPGN	Unidade de Processamento de Gás Natural
USGS	<i>United States Geological Survey</i>

Sumário

1. Introdução	1
2. Objetivos e Metodologia	4
2.1. Objetivos gerais	4
2.2. Objetivos específicos	4
2.3. Metodologia	4
3. Fertilizantes	8
3.1. História	8
3.2. Fertilizantes Nitrogenados	13
3.3. Fertilizantes Fosfatados	14
3.4. Fertilizantes Potássicos	17
3.5. Fertilizantes Macronutrientes Secundários (Ca, Mg, S)	19
4. Revisão da Tecnologia de Produção de Fertilizantes	21
4.1. Tecnologia de Produção dos Principais Fertilizantes Nitrogenados	21
4.1.1. Amônia	21
4.1.2. Sulfato de Amônio (SA)	23
4.1.3. Nitrato de Amônio (NA)	24
4.1.4. Ureia	24
4.2. Tecnologia de Produção dos Principais Fertilizantes Fosfatados	27
4.2.1. Da Rocha Fosfática ao Concentrado Fosfático	27
4.2.2. A Produção de Acido Fosfórico	29
4.2.3. A Produção de Superfosfato Simples (SSP)	30
4.2.4. A Produção de Superfosfato Triplo (TSP)	32
4.2.5. Fosfatos de Amônio	33
4.2.6. Fertilizantes Alternativos Fosfatados	34
4.2.6.1. Termofosfatos	34
4.2.6.2. Rochagem	35
4.3. Tecnologia de Produção dos Principais Fertilizantes Potássicos	35
4.3.1. Produção de Cloreto de Potássio a Partir da Silvinita	35
4.3.2. A Produção de KCl a Partir da Carnalita	37
4.3.3. A Produção de Sulfato de Potássio	38
4.3.4. A Produção de Nitrato de Potássio	39
5. Fertilizantes: Uma Visão Mundial	40
5.1. Fertilizantes Nitrogenados	40

5.2.	Fertilizantes Fosfatados	50
5.3.	Fertilizantes Potássicos	60
6.	O Mercado de Fertilizantes no Brasil	71
6.1	A Indústria de Fertilizantes Nitrogenados do Brasil	76
6.1.1.	A Produção de Matérias Primas e Intermediários para Fertilizantes Nitrogenados na Região Nordeste	78
6.1.2.	A Produção de Matérias Primas e Intermediários para Fertilizantes Nitrogenados na Região Sudeste	80
6.1.3.	A Produção de Matérias Primas e Intermediários para Fertilizantes Nitrogenados na Região Sul	81
6.1.4.	Gás Natural para a Indústria de Fertilizantes	82
6.1.5.	Importação de Fertilizantes Nitrogenados	86
6.1.5.1.	Ureia	89
6.1.5.2.	Sulfato de Amônio	90
6.1.5.3.	Nitrato de Amônio	92
6.1.6.	O Consumo de Fertilizantes Nitrogenados no Brasil	94
6.2	A Indústria de Fertilizantes Fosfatados no Brasil	95
6.2.1.	Produção de Matérias Primas e Intermediários para Fertilizantes Fosfatados na Região Nordeste	99
6.2.2.	A Produção de Matérias Primas e Intermediários para Fertilizantes Fosfatados na Região Sudeste	100
6.2.3	Produção de Matérias Primas e Intermediários para Fertilizantes Fosfatados na Região Sul	101
6.2.4.	Produção de Matérias Primas e Intermediários para Fertilizantes Fosfatados na Região Centro-Oeste	102
6.2.5.	Principais Depósitos de Fosfato no Brasil	103
6.2.5.1.	Província Alcalino-Carbonatítica do Alto Parnaíba	104
6.2.5.2.	A Província Alcalina/Carbonatítica da Serra do Mar	106
6.2.5.3.	Outros	106
6.2.6.	Importação de Matérias Primas e Intermediários para Fosfatados	107
6.2.6.1.	MAP – Fosfato Monoamônico	109
6.2.6.2.	DAP - Fosfato Diamônico	110
6.2.6.3.	SSP – Superfosfato Simples	112
6.2.6.4.	TSP - Superfosfato Triplo	114
6.2.6.5.	A Importação de Rocha Fosfática	116
6.2.7.	Consumo de Fertilizantes Fosfatados no Brasil	118
6.3.	A Indústria de Fertilizantes Potássicos no Brasil	119

6.3.1.	Produção de Matérias Primas e Intermediários para Fertilizantes Potássicos no Brasil	119
6.3.2.	As Principais Reservas de Potássio no Brasil	121
6.3.2.1.	Sergipe	121
6.3.2.2.	Amazonas	122
6.3.3.	Importação de matérias primas e intermediários para potássicos	123
6.3.4.	Consumo de Fertilizantes Potássicos no Brasil	125
7.	Expansão da Capacidade de Produção de Fertilizantes no Brasil	127
7.1.	Expansão da Capacidade de Produção de Nitrogenados	127
7.1.1.	Fábrica de Fertilizantes Nitrogenados UFN III	127
7.1.2.	Complexo Gás Químico UFN IV	128
7.1.3.	Planta de Amônia UFN V	129
7.1.4.	Unidade de Sulfato de Amônio - Sergipe	129
7.1.5.	Conclusões:	130
7.2.	Expansão da Capacidade de Produção de Fosfatados.	130
7.2.1.	Goiás II – ANGLO	131
7.2.2.	Itafós Arraias – MBAC	131
7.2.3.	Santana – MBAC	132
7.2.4.	Araxá – MBAC	132
7.2.5.	Transferência da Planta de SSP/TSP-Vale	133
7.2.6.	Salitre – Vale	133
7.2.7.	Ampliação de Angico Dias – Galvani	133
7.2.8.	Serra do Salitre – Galvani	133
7.2.9.	O Projeto Fosfato Brasil – CPRM	134
7.2.10.	Conclusões	134
7.3.	Expansão da Capacidade de Produção de Potássicos	135
7.3.1.	Carnalita – VALE	135
7.3.2.	Fosfato do Amazonas - Brazil Potash	136
7.3.3.	Conclusões	137
8.	Considerações Finais e recomendações	138
	Referências	143
	Anexos	159
	ANEXO I - Principais indicadores de fertilizantes	159
	ANEXO II - Importações Brasileiras de Fertilizantes em kg	160
	ANEXO III - Importações Brasileiras de Fertilizantes em U\$	161
	ANEXO IV - Principais exportadores de fertilizantes para o Brasil (em U\$)	162

ANEXO V – Produção mundial de amônia	163
ANEXO VI - Produção mundial de rocha fosfática	164
ANEXO VII - Histórico da Reserva Mundial de Fosfato	165
ANEXO VIII - Produção Mundial de Potássio	166
ANEXO X - Tabela Cronoestratigráfica Universal	167
ANEXO XI - <i>Global Fertilizer Trade Map</i>	168
ANEXO XII - Importação total de intermediários nitrogenados em 2014	169
ANEXO XIII – Histórico de consumo de fertilizantes no Brasil	170
ANEXO XIV - Importação total de intermediários fosfatados em 2014, por país	171
ANEXO XV - Importação total de intermediários potássicos em 2014, por país	171

1. Introdução

A indústria de fertilizantes brasileira pode ser dividida em diversas fases, marcadas por diferentes políticas setoriais. A primeira fase, anterior a 1966, é caracterizada por produções pequenas. Os primeiros projetos começaram a ser implantados no início da década de 60. A segunda fase compreende o período entre 1967 e 1973. Com a política agroexportadora adotada pelos militares e, também, com o advento da revolução verde, a demanda por fertilizantes aumentou muito. Foram feitos diversos investimentos na indústria para aumentar a produção interna. Na terceira fase, de 1974 a 1979, foi lançado o I Programa Nacional de Fertilizantes e Calcário Agrícola, implantando uma forte indústria nacional de fertilizantes, baseada em capital estatal. A quarta fase compreende a consolidação da indústria nacional de fertilizantes (1980 a 1988), em resposta aos investimentos realizados no período anterior. De 1988 a 1995 (quinta fase), o Brasil passou por muitas mudanças nas políticas governamentais em relação aos fertilizantes. Houve saída do capital estatal na indústria de fertilizantes e a indústria de fertilizantes deixou de ser vista como estratégica (KULAIF; FERNANDES, 2010).

Atualmente, o Brasil consome cerca de trinta e dois milhões de toneladas de fertilizantes anualmente, sendo que a maior parte deste total é importada (www.anda.org.br). A indústria nacional de fertilizantes precisa elevar o volume da produção a fim de diminuir o déficit na balança comercial causado pelo setor de fertilizantes

Os fertilizantes são classificados segundo a Associação Brasileira da Indústria Química – ABIQUIM – como pertencentes ao bloco de produtos químicos de uso final. O segmento de fertilizantes compõe uma fração considerável da indústria química nacional (Tabela 1). Em 2012, representou 11,2 % da produção da indústria química nacional.

Tabela 1 – Faturamento da Indústria Química Brasileira por segmento industrial – Adaptado de ABIQUIM (2014).

Faturamento líquido da indústria química brasileira – 1996 a 2012* - US\$ bilhões								
Segmentos	1996	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012*
Produtos químicos de uso industrial	19,9	45,4	55,1	62,8	46,9	61,2	73,8	71,2
Produtos farmacêuticos	7,6	11,9	14,6	17,1	15,4	20,6	25,8	25,5
Fertilizantes	3	5,6	9	14,2	9,7	11,5	17,4	17,1
Hig. pessoal, perf. e cosméticos	4,2	6,9	8,8	10,5	11,1	13,4	15,1	14,3
Produtos de limpeza e afins	2,8	4,6	5,5	6,3	6,1	7,7	8,7	7,8
Defensivos agrícolas	1,8	3,9	5,4	7,1	6,6	7,3	8,5	9,4
Tintas, esmaltes e vernizes	2	2,1	2,4	3	3	3,9	4,5	4,3
Fibras artificiais e sintéticas	n.d.	n.d.	1,1	1,1	1	1,1	1,3	1,3
Outros	n.d.	n.d.	1,1	1,1	1	1,1	1,3	1,3

Enquanto o faturamento líquido da indústria química brasileira aumentou em 268% no período de 1996 a 2012, a indústria de fertilizantes aumentou seu faturamento em 470% (Figura 1). Pode-se considerar, assim, que o aumento do faturamento na indústria de fertilizantes causou impacto positivo no aumento da indústria química brasileira. Todavia, ao longo da dissertação será demonstrado que este fenômeno é relacionado à elevação de preços no mercado de fertilizantes durante este período.

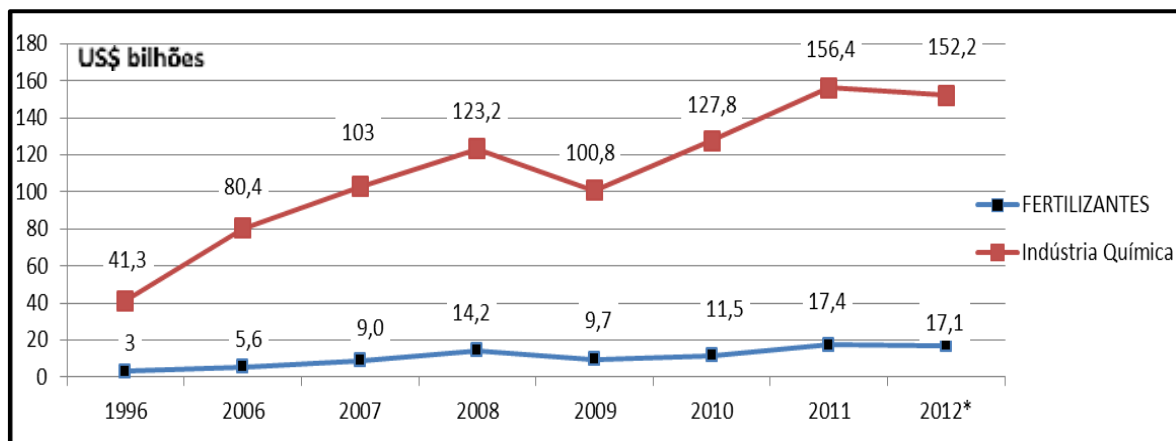


Figura 1 - Faturamento da Indústria Química (1996 a 2012) - Adaptado ABIQUIM (2014).

Os principais indicadores nacionais relativos ao setor de fertilizantes são: 1) Fertilizantes entregues ao consumidor final; 2) Produção nacional de fertilizantes intermediários; 3) Importação de fertilizantes intermediários; 4) Principais exportações de fertilizantes e formulações NPK. O Anexo I sumariza estes indicadores (www.anda.org.br).

A Figura 2 apresenta o histórico nacional do mercado dos fertilizantes de 1998 a 2014. Analisando os principais indicadores globais de fertilizantes do Brasil, percebe-se que houve um aumento global no consumo de fertilizantes de 5,0 % de 2013 para 2014. A produção nacional de fertilizantes intermediários caiu 5,3 % neste mesmo período. Para que o fertilizante chegasse ao seu consumidor final, a importação de fertilizantes intermediários aumentou em 12,6 %.

Verifica-se que o mercado brasileiro de produção de fertilizantes não acompanhou a demanda esperada pelo mercado de 1998 a 2014. Neste período, a produção de fertilizantes aumentou 18%, enquanto o consumo aumentou 119%. A indústria brasileira de fertilizantes se encontra praticamente estagnada neste período de 16 anos.

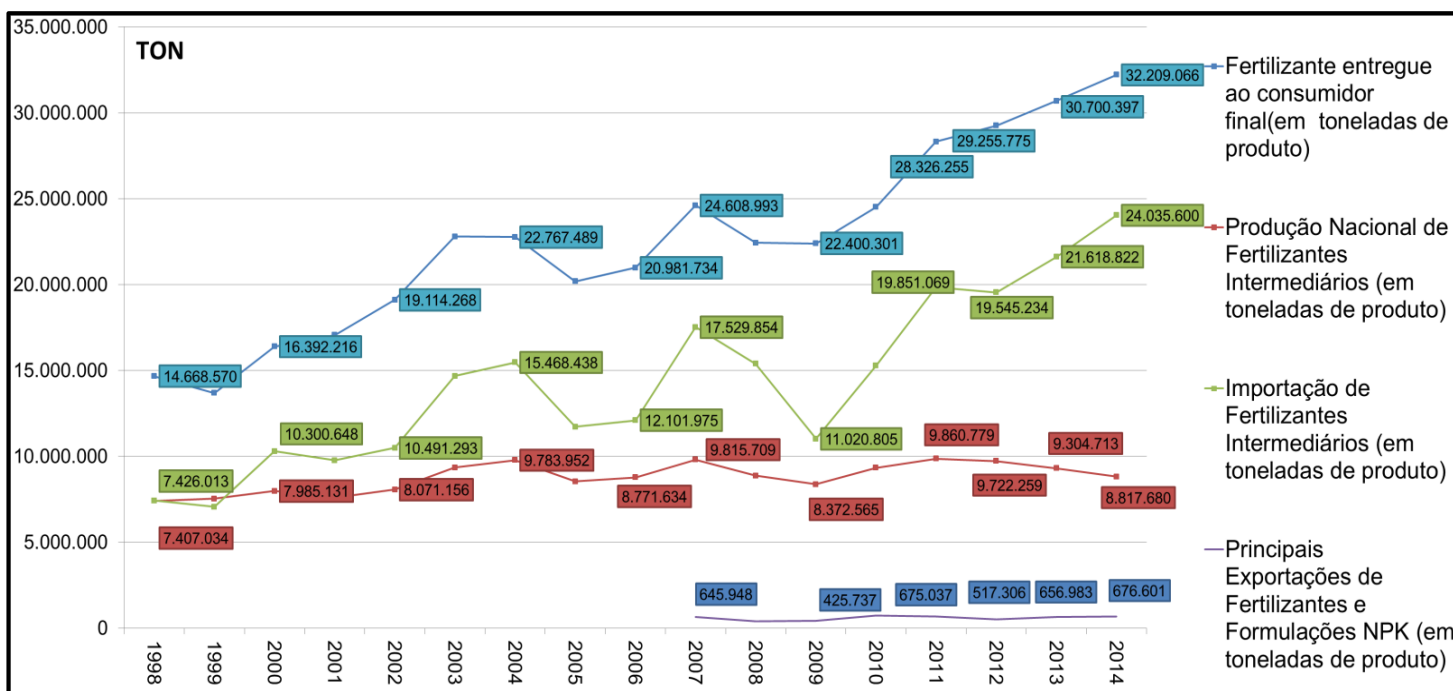


Figura 2 - Principais indicadores de fertilizantes – Adaptado de Anexo I.

Tendo em vista os dados apresentados, pretende-se nesta dissertação abordar tópicos considerados fundamentais à compreensão e ao desenvolvimento da indústria nacional de fertilizantes nos próximos anos.

2. Objetivos e Metodologia

2.1. Objetivos gerais

Esta dissertação tem como objetivo geral realizar um mapeamento tecnológico, econômico e de mercado da cadeia de fertilizantes NPK, identificando os principais gargalos na produção deste tipo de fertilizante.

2.2. Objetivos específicos

- a) Identificar cenário futuro de redução de importações de fertilizantes NPK no Brasil;
- b) Identificar os principais produtores e exportadores de cada fertilizante individualmente, sua indústria, tecnologia de produção e principais reservas;
- c) Estabelecer o panorama de mercado para os principais fertilizantes identificados neste estudo, baseados na disponibilidade de matéria prima e dos projetos em andamento no Brasil.

2.3. Metodologia

Os dados relativos à balança comercial brasileira são produzidos pelo Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC), no Departamento de Comércio Exterior. Por meio do Aliceweb (Sistema de Análise das Informações de Comércio Exterior), é possível analisar a importação, exportação, o preço, a origem, o porto de destino, além de outras informações sobre os fertilizantes e intermediários no Brasil. Os fertilizantes constam no capítulo 31 da classificação SH2.

A ABIQUIM (Associação Brasileira da Indústria Química) está estruturada para realizar o acompanhamento estatístico do setor no Brasil, promover estudos específicos sobre as atividades e produtos da indústria química, acompanhar as mudanças na legislação e assessorar as empresas associadas em assuntos econômicos, técnicos e de comércio exterior. Por meio da ABIQUIM, é possível acompanhar o faturamento, produção, gastos com P&D, mão de obra, novos projetos, capacidade instalada das empresas produtoras de fertilizantes e intermediários.

O Ministério de Minas e Energia, através do DNPM (Departamento Nacional de Produção Mineral), fornece anualmente a descrição do mercado para os principais recursos minerais produzidos no Brasil. É possível obter informações como oferta mundial, produção interna, importação, exportação, consumo interno, projetos em andamento/previstos e fatores relevantes sobre o mercado mineral mundial e brasileiro. A CPRM (também vinculada ao MME) é o órgão responsável pela difusão do conhecimento geológico no Brasil. Através da CPRM, é possível obter resultados de estudos realizados a fim de revelar potenciais reservas minerais necessárias ao aumento da produção nacional de fertilizantes.

A ANDA (Associação Nacional para Difusão de Adubos) produz anualmente o “Anuário Estatístico do Setor de Fertilizantes”. Através do anuário, é possível obter informações sobre produção, consumo, importação, exportação seccionados por estados no Brasil.

A IFA (International Fertilizer Industry Association) publica anualmente os dados do comércio exterior de fertilizantes mundial, assim como muitos estudos tecnológicos e de mercado. Tais estudos completos não são disponibilizados gratuitamente.

O USGS (United States Geologic Survey) publica anuários sumarizados para cada mineral, apresentando perspectivas de mercado, produção e

reservas dos principais países. Serviços geológicos de outros países também serão utilizados ao longo do trabalho. Todavia, o USGS foi o mais utilizado por apresentar relatórios mais completos.

Dados das instituições acima apresentadas foram, exaustivamente, utilizados para a elaboração da presente dissertação, e são citados ao longo da mesma. Outras fontes também foram utilizadas, todavia verifica-se que sem as mesmas supracitadas, não haveria a possibilidade de execução deste trabalho.

Ao longo do capítulo 1, foi introduzida a necessidade deste presente estudo. O setor de fertilizantes representa uma lacuna na indústria brasileira e permeia o setor da indústria química, mineração e agronegócio.

O capítulo 3 apresenta o conceito de fertilizantes. Relata tópicos selecionados relativos à história, à evolução do uso de adubos nos últimos séculos e à importância individual de cada nutriente nas atividades agrícolas.

O capítulo 4 trata da tecnologia de produção dos fertilizantes. Para a compreensão desta indústria, considerou-se necessária a presença de uma breve revisão sobre as matérias primas, a tecnologia de processamento e os fertilizantes produzidos. Foram escolhidos os processos mais difundidos na literatura e os fertilizantes produzidos em larga escala.

No capítulo 5, o mercado global de fertilizantes é abordado. São discutidos tópicos como a produção mundial, agentes relevantes na indústria de fertilizantes NPK (produtores, consumidores, importadores, exportadores e portadores de reservas), matérias primas, tecnologias aplicadas, evolução histórica, rotas comerciais importantes e tendências para o futuro. Foi abordada também a disponibilidade de matéria prima para a produção de fertilizantes ao longo do mundo. Antes de estudar o mercado brasileiro, considerou-se mandatória a elaboração deste panorama do mercado mundial.

O capítulo 6 trata do mercado brasileiro de fertilizantes. Estudou-se a produção de fertilizantes segregada por produto e por região (Norte, Nordeste, Sul, Sudeste e Centro-Oeste). A partir destes estudos, identificou-se as principais fábricas/minas produtoras em cada região. Buscou-se obter informações sobre as mesmas, como produção e histórico. Para cada região, julgou-se necessário identificar a disponibilidade de matérias primas para a produção de fertilizantes NPK. Após, foram pesquisados os dados relativos à importação (quantidade, origem, porto de destino e preço) e consumo.

No capítulo 7, foram avaliados os projetos em andamento capazes de promover acréscimo na produção brasileira de fertilizantes. Finalmente, traçou-se um paralelo entre o consumo (projeção para 2020, realizada por extrapolação de tendências através de um histórico de 20 anos), produção e necessidade de importação, a fim de simular como será o cenário brasileiro para cada fertilizante em 2020. A perspectiva escolhida (5 anos a partir de 2015) se dá em conta dos projetos atuais de expansão da capacidade de fertilizantes. Em fases de pesquisa prévia à elaboração da dissertação, não foi encontrado nenhum projeto em andamento que cause mudança no panorama brasileiro entre os anos de 2020 e 2030.

No capítulo 8, são apresentadas as conclusões e recomendações relativas à presente dissertação.

3. Fertilizantes

3.1. História

O papel do Brasil como produtor e exportador de produtos agrícolas firmou-se no século XX, principalmente após os anos 70. O aumento de produtividade, diversidade e rendimento no setor agrícola é resultado de esforços em pesquisa, inovação e difusão deste conhecimento, além de utilização de tecnologias importadas. Percebeu-se que a única maneira de elevar a produção agrícola necessária ao aumento da demanda mundial por alimentos é manter o solo agriculturável. O desenvolvimento de atividades agrícolas é uma ação antrópica que retira dos solos os nutrientes, sendo necessário devolver aos solos estes mesmos.

No período de 1970 a 2003, a produção das 16 principais culturas brasileiras passou de 49,6 para 190,7 milhões de toneladas (em base seca). A produtividade aumentou de 1,4 ton/ha para 3,3 ton/ha. O aumento da fertilidade do solo é capaz de reduzir as áreas necessárias à agricultura, e essa pode ser a maior contribuição ambiental da indústria de fertilizantes (LOPES; GUILHERME, 2009).

Relatos históricos antigos já mencionavam o uso de fertilizantes. Documentos escritos em 2500 a.C. na Mesopotâmia mencionam relações entre a fertilidade da terra a produção de cevada, com rendimentos variando entre 86 e 300 (unidades desconhecidas) em uma mesma área. Aproximadamente em 500 a.C, o historiador Heródoto relata suas viagens pela mesma região e menciona produtividades excepcionais obtidas pelos agricultores na região. Estas altas produções eram resultado de avançados sistemas de irrigação e solos de alta fertilidade. Esta fertilidade pode ser atribuída às enchentes anuais dos rios. Teofrasto (grego, 300 a.C.) foi outro pesquisador a registrar que na região a água era deixada o máximo possível em contato com a terra, de forma a ocorrer deposição de silte (fração

granulométrica menor que a areia fina e maior que argila). Teofrasto também escreveu sobre uso de esterco e adubos verdes como fertilizantes (LOPES; GUILHERME, 2009).

Lopes e Guilherme (2009) descrevem que nos primeiros 13 séculos da era cristã, reinaram os conhecimentos agrícolas obtidos/formulados nas civilizações que eram centro de cultura e ciência: Cairo, Marrakesh, Alexandria, Bagdá (Antiga Mesopotâmia), Damasco, Istambul, entre outros. Tais conhecimentos foram difundidos, principalmente, por conta da extensão do império romano nos primeiros séculos. Pouco se avançou em tecnologia e conhecimento durante um longo período depois do declínio do Império Romano.

Miranda (1983) enuncia que a principal contribuição árabe na cultura ocidental foi a agricultura. A origem de produtos agrícolas como café, arroz, açúcar, laranja e algodão é árabe. Reivindica-se para o agricultor árabe Ibn Al Awan a autoria da primeira obra científica (*O livro da Agricultura*, 1500 páginas) e é considerado por muitos orientais como o patrono da agronomia. Ibn Al Awan estudou diversos tipos de fertilizantes orgânicos, assim como utilização de margas e calcários.

Justus von Liebig (1803-1873), químico alemão, foi considerado por muitos o pai da química agrícola. Liebig formulou a “lei do mínimo”, segundo a qual o crescimento de um organismo é limitado pelo elemento essencial cuja concentração estiver inferior ao requerido pelo mesmo. O conceito originalmente foi formulado pelo botânico Carl Sprenger, que verificou que adicionando individualmente mais nutrientes do que o necessário a planta não cresceria mais do que o normal. Entretanto a ideia ficou conhecida e popularizada por Liebig (museuvirtualliebig.com). Ele acreditava também (erroneamente) que o íon amônio era a única forma de absorção de nitrogênio. Embora nem todas as ideias de Liebig estivessem corretas, elas dominaram o pensamento científico por muito tempo (LOPES; GUILHERME, 2009).

Um evento marcante após a formulação das leis de Liebig ocorreu em Rothamsted. Entre 1843 e 1856, Laeys e Gilbert iniciaram experimentos de campo durante nove longos anos. Estes ficaram conhecidos como os experimentos “Clássicos”. São os primeiros experimentos contínuos em agronomia da história, que tinham como principais objetivos mensurar e entender os efeitos sobre o rendimento das culturas modificando as quantidades de nitrogênio, fósforo, potássio, sódio e magnésio. Os materiais utilizados foram os superfosfatos (preparados em Rothamsted tratando ossos com ácido sulfúrico), sulfatos (de Na, K e Mg) e sais de amônio, além de nitrato de sódio como fonte alternativa de nitrogênio. Estes fertilizantes inorgânicos foram testados isoladamente e em várias combinações (ROTHAMSTED, 2012).

Os experimentos de Rothamsted foram realizados no século XIX, considerado um século ruim para a agricultura. Os dados das colheitas para todas as combinações de fertilizantes foram registrados e posteriormente foram realizadas análises químicas nos produtos das colheitas. Os resultados mostraram que a quantidade de nitrogênio, potássio e fósforo no solo diminuía ou acumulavam, dependendo do tipo de fertilizante utilizado; ou seja, a variação de outros nutrientes influenciava a absorção de NPK da planta. O resultado destes testes foram disponibilizados aos fazendeiros, mostrando a vasta e positiva ampliação da produção (ROTHAMSTED,2012).

Um dos experimentos, denominado Broadbalk (Figura 3), vigora até hoje e monitora o rendimento médio dos grãos de trigo. Até a Primeira Guerra Mundial, o experimento foi conduzido manualmente. Todavia, a escassez de força de trabalho no período de guerra para retirar as ervas daninhas fez com que houvesse uma diminuição de rendimento. Eventos como mecanização da agricultura, calagem, o uso de fertilizantes, herbicidas e de fungicidas foram determinantes, junto aos fertilizantes, na otimização do rendimento do experimento ao longo destes anos (ROTHAMSTED, 2012).

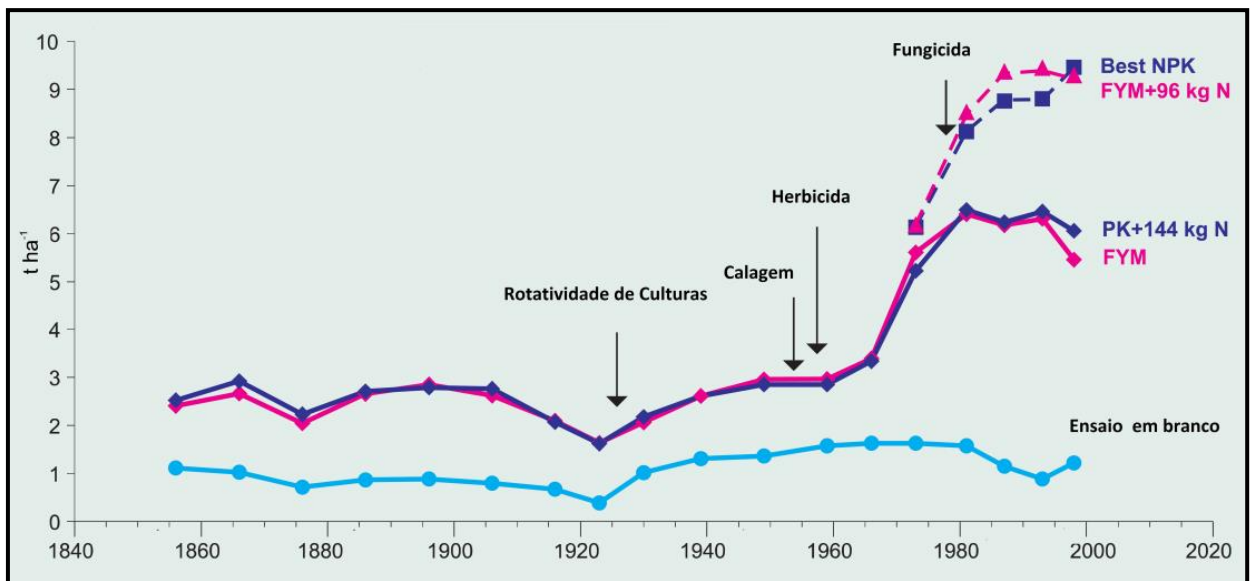


Figura 3 - Evolução da produtividade agrícola no experimento de Broadbalk – Adaptado de Rothamsted (2012).

Ao longo do século XX, muito se desenvolveu em torno de ciência da produtividade agrícola. O aumento do poder analítico em laboratórios permitiu o entendimento maior da dinâmica do ciclo dos fertilizantes nas plantas. Novas tecnologias de irrigação foram desenvolvidas, principalmente para regiões mais áridas. Novos pesticidas e herbicidas foram desenvolvidos. Espécies mais resistentes às pragas e mais eficientes em termos de rendimento foram desenvolvidas e cultivadas.

No Brasil, acredita-se que os primeiros estudos realizados sobre fertilizantes foram realizados no IAC (Instituto Agrônomo de Campinas). O instituto foi fundado em 1887 pelo Imperador Dom Pedro II, sendo chamado Instituto Agrônomo de Campinas. Em 1892, passou para a administração do governo do estado de São Paulo. Para sua direção, o Governo Imperial Brasileiro contratou na Áustria o professor F. W. Dafert, que o dirigiu até 1897. Dafert geriu o IAC de maneira muito produtiva, produzindo clássicos da literatura agrônoma, especialmente, relacionada ao cultivo do café, produto brasileiro em destaque na época. Na década de 30, iniciaram-se experimentos com enfoques estatísticos em relação à aplicação de fertilizantes, afastando o

empirismo. Na mesma época, as pesquisas biológicas foram intensificadas (O AGRONÔMICO, 2007).

A ANDA (Associação Nacional para Difusão de Adubos) foi fundada em 13 de abril de 1967(Pacaembu-SP), com missão específica de convencer os agricultores sobre o custo-benefício do uso de fertilizantes. Apenas 30% das áreas cultivadas usavam adubos. Assim, quatorze empresas se reuniram a fim de criar a ANDA: Benzenex, CBA, Copas, Copebrás, Fertibrás, Granubrás, IAP, Itaú, Manah, Murakami, Uimbrasil, Takenaka, Ultrafertil e Zanaga (www.anda.org.br).

Em 1969, A ANDA promoveu a instalação de quinhentos campos de demonstração dos resultados do uso de adubos (fertilizantes) em arroz, milho, feijão e algodão no sul de Goiás, no Triângulo Mineiro e no sul de Minas Gerais. O projeto estendeu-se a Mato Grosso. Após 6 anos, foram gerados 3 mil campos de demonstração. Em 1981, a ANDA criou o Programa Colaborativo de Controle de Qualidade com o objetivo de discutir a qualidade na produção de fertilizantes. Desde 1986, a Anda produz seu anuário estatístico, o mais respeitado banco de dados de fertilizantes do Brasil. Segundo a IFA (*Fertilizer Industry Association*), só existem anuários similares no Japão e nos Estados Unidos (www.anda.org.br).

Empresas como a Petrobras e a Fosfertil foram os principais agentes na estruturação da indústria nacional de fertilizantes. A Petrofertil (criada em 1976, subsidiária da Petrobras) incorporou todas as empresas do setor por meio de aquisição, de modo que em 1983 a Ultrafertil, Nitrofertil, Goiásfertil e Fosfertil estavam sob seu controle. A Fosfertil foi criada em 1977 como uma subsidiária da Petrofertil a fim de operar fosfato em Patos de Minas (MG), tendo incorporado a Valefertil e a Valep em 1979. Todas estas foram privatizadas na década de 90 (KULAIF; FERNANDES, 2010).

3.2. Fertilizantes Nitrogenados

O nitrogênio participa da estrutura de todos os aminoácidos e proteínas. Compõe a clorofila e as bases purínicas e pirimidínicas do DNA e RNA. Não é um mineral primário ou acessório, todavia está presente em todos os solos. (MALAVOLTA; MORAES, 2006). Valero (2008) representa o ciclo do nitrogênio na Figura 4.

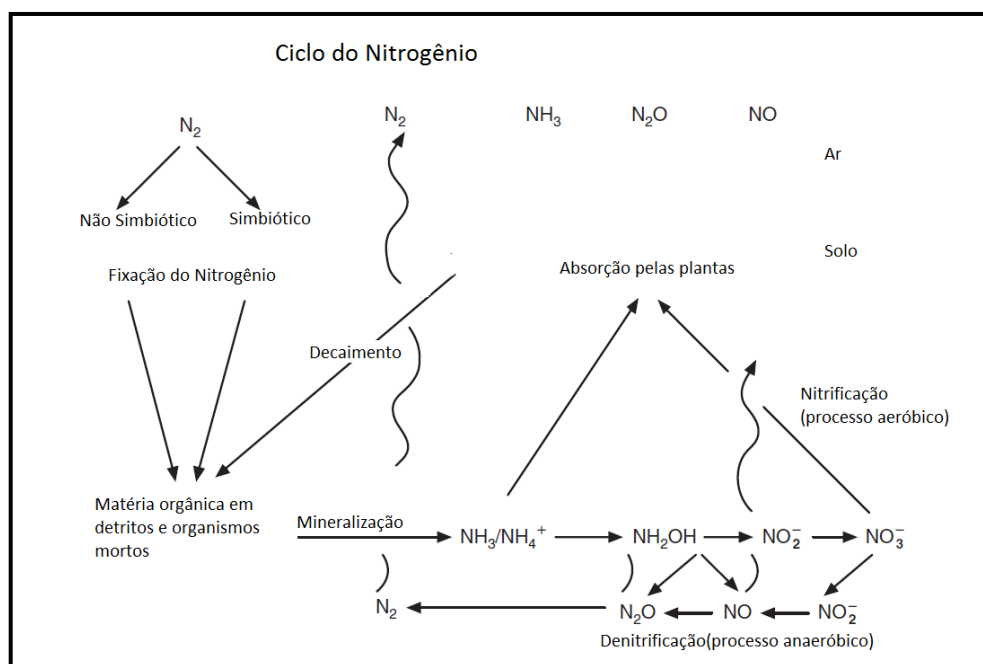


Figura 4 - Ciclo do Nitrogênio, Sistema solo/planta/atmosfera – Adaptado de Valero (2008)

Ainda segundo Malavolta e Moraes (2006), a principal responsável pela fixação do nitrogênio no solo é a fixação biológica. A reação ocorre por meio da enzima nitrogenase (eq. 01). Há duas etapas para esta reação, uma endergônica e outra exergônica.



As plantas leguminosas fixam cerca de 15 milhões de toneladas de nitrogênio por ano e as outras espécies como algas, fungos e bactérias fixam cerca de 40 milhões de toneladas por ano no mundo. A fixação industrial

(adubos) é de 30 milhões de toneladas por ano. Os eventos naturais como chuvas e descargas elétricas fixam cerca de 10 milhões de toneladas por ano. A contribuição de vulcões é a menor, totalizando 200 mil toneladas ao ano. O processo inverso, de desnitrificação devolve à atmosfera cerca de 85 milhões de toneladas de nitrogênio ao ano (GOMES et al., 2008) .

A amônia é o composto chave para produção de quase todos os fertilizantes minerais, tais como: amônia anidra, aquamônia, cianamida de cálcio, cloreto de amônio, fosfato diamônico , fosfato monoamônico, fosfossulfato de amônio, nitrato de amônio, nitrato de cálcio(magnésio, manganês, potássio ou sódio), nitrofosfato, nitrossulfocálcio, sulfato de amônio, sulfonitrato de amônio e ureia. Para padronizar o consumo/produção de fertilizantes nitrogenados trabalha-se com a quantidade de nitrogênio contido nos mesmo. A amônia, por exemplo, contem 82 % (massa) de nitrogênio. Assim, uma tonelada de amônia contem 820 kg de nitrogênio.

A indústria de fertilizantes nitrogenados é dependente, principalmente, da indústria de gás natural, maior fornecedora de hidrogênio para a síntese de amônia. O nitrogênio está disponível em abundância para o processo. Ao contrário do fosfato e do potássio, a indústria de fertilizantes nitrogenados não depende da mineração. Entretanto, a integração entre estas indústrias é importante para a produção de fertilizantes mistos (BUCHEL, 2003).

3.3. Fertilizantes Fosfatados

O fósforo (P), estável na forma do ânion fosfato, ocorre em diversos compostos ativos no metabolismo vegetal e não possui substituto na agricultura. É, assim, essencial para o desenvolvimento das plantas e para a atividade agrícola. O fósforo ocorre na crosta terrestre em concentrações de 0.1% a 1%. É um elemento litófilo, siderófilo (apresenta afinidade pelo ferro) e biófilo, formando compostos orgânicos e participando ativamente no metabolismo de animais e plantas (CPRM, 2011).

Relativamente escasso na natureza, o fósforo é fundamental a todos os seres vivos. Sua participação é essencial nos processos energéticos das células. A deficiência em fósforo provoca um desbalanceamento no sistema ATP/ADP, comprometendo o armazenamento e transporte de energia celular (GOMES et al., 2008).

As fontes primárias de fósforo são as rochas que originam os solos. As apatitas são os principais minerais que contém fósforo. Liberados destas rochas, o fósforo inicia seu ciclo biogeoquímico. O fósforo movimentam-se entre o solo, água e organismos vivos, principalmente, de maneira hídrica. Estima-se 19 bilhões de toneladas de fósforo em rochas e minerais primários, assim como 96 a 160 bilhões de toneladas como quantidade total existente nos solos. A principal utilização do fósforo é agrícola. Comparada à utilização agrícola, a utilização industrial é pouco expressiva. (GOMES et al., 2008)

Para migrar do solo à biosfera, o fósforo é absorvido pelas plantas e microorganismos. O caminho contrário é percorrido mediante a decomposição da matéria orgânica proveniente de plantas, animais e microorganismos. Nesta etapa, o fósforo pode ser reabsorvido pelas plantas ou ligar-se aos minerais de argila. Em um sistema delimitado, sempre ocorre perda de fósforo, seja por lixiviação ou por exportação de colheitas vegetais. A absorção pelas plantas é a principal fonte de entrada do fósforo na biosfera, assim como a mineralização da matéria orgânica é o principal canal de saída da biosfera em direção ao compartimento abiótico (GOMES et al., 2008). Ao contrário do carbono, nitrogênio e enxofre, o fósforo não apresenta significância na fase atmosférica, salvo raros casos, como a formação do composto volátil fosfina. (ETHERINGTON, 1975).

Segundo CPRM (2011), a forma mineralógica mais comum para os depósitos de fósforo é a apatita $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{F}/\text{OH}/\text{Cl})$, mineral acessório encontrado em diversas rochas. Variações composicionais se dão pela troca dos ânions $(\text{PO}_4)^{3-}$ por carbonato, fluoreto, cloreto ou hidroxila. Os mais

comuns são a fluoroapatita $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{F})$, cloroapatita $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{Cl})$, carbonatofluoroapatita $(\text{Ca},\text{Na},\text{Mg})_5(\text{PO}_4,\text{CO}_3)_3(\text{F},\text{OH})$, hidroxi-apatita $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{OH})$, carbonatohidroxiapatita $\text{Ca}_5(\text{PO}_4,\text{CO}_3)_3(\text{OH})$. As apatitas impuras são também chamadas fosforitas.

Os depósitos de fosfato magmatogênicos são representados por concentrações anômalas de apatita ligadas a processos ígneos. Os depósitos fosfáticos magmatogênicos de importância comercial estão ligados a processos alcalinos e alcalino-carbonáticos, com filiações petrogenéticas sódicas e potássicas. As rochas alcalinas ocorrem nos seguintes ambientes tectônicos: concentram-se principalmente nas regiões intraplaca e nas zonas de rifte divergentes de placa. Zonas de rifte são zonas do globo onde a crosta e litosfera sofre fraturas acompanhadas por afastamento em direções opostas. Nestas regiões se formam os complexos alcalinos-carbonáticos. O magma alcalino-carbonático sujeito aos processos de diferenciação são de extrema importância para a geração de depósitos de fosfato. Estes depósitos são comuns no Brasil, Rússia e África do Sul (CPRM, 2011).

Os depósitos de fosfato de origem sedimentar são os de maior importância. São predominantemente marinhos e influenciados por diversos fatores: glaciogênese, upwelling, correntes marinhas, atividade biogênica, paleografia, clima, taxa de sedimentação, elevação do nível do mar, condensação, diagênese e outros. Vários são os modelos fosfogenéticos e ainda não há um consenso formal sobre eles. Os primeiros modelos consideraram a decomposição de organismos como componente extremamente importante. Kazakov (em 1937) introduziu a hipótese em que as correntes de surgência (*upwelling*) proporcionariam um fornecimento contínuo de fósforo a partir de águas profundas e frias. Muitos depósitos ocorrem em áreas de *upwelling* onde o fosfato, regenerado da reciclagem de matéria orgânica em ambientes profundos é levado às áreas da costa, alimentando os organismos e elevando a produtividade primária. Os maiores depósitos

mundiais de rocha fosfática são sedimentares: Marrocos/Saara Ocidental, China, Oriente Médio e EUA (CPRM, 2011).

Em 2014, as reservas mundiais de fosfato estavam avaliadas em 67 bilhões de toneladas. O maior detentor de reservas é o Marrocos/Saara Ocidental (USGS, 2015). As maiores reservas mundiais de fosfato são de origem sedimentar. As brasileiras são predominantemente magmáticas e apresentam maior custo de beneficiamento, tornando algumas minas inviáveis economicamente.

3.4. Fertilizantes Potássicos

Da mesma maneira que o fósforo é um elemento indispensável aos organismos vivos, o potássio está envolvido em diversos processos metabólicos. Nas plantas, atua em ativação enzimática, controle osmótico da água, produção e quebra de carboidratos (NASCIMENTO; LAPIDO-LOUREIRO, 2004).

Plantas deficientes em potássio reduzem a capacidade de utilizar a água do solo, diminuindo, conseqüentemente, a capacidade de absorção de outros nutrientes. O potássio é conhecido como nutriente da qualidade, devido a sua influência em aspectos macroscópicos das plantas, tais como tamanho, forma, cor e sabor (GOMES et al., 2008).

O potássio é um elemento alcalino e entra na composição de muitos minerais como elemento menor. É um dos elementos mais abundantes da crosta terrestre, compondo 2,59% da mesma. É importante ressaltar que a quantidade de potássio no solo não indica sua fertilidade, pois deve se avaliar sua biodisponibilidade (NASCIMENTO; LAPIDO-LOUREIRO, 2004).

O potássio está presente no solo sob quatro formas. A primeira corresponde ao potássio como componente estrutural de minerais primários,

como micas e feldspatos. A segunda é o potássio temporariamente fixado entre camadas de argilas. O terceiro é o potássio trocável, retido de maneira eletrostática pelos colóides do solo, podendo ser substituído e extraído. O quarto é o potássio solúvel, presente em pequena quantidade no solo. Estes dois últimos representam o potássio biodisponível às plantas e são as formas mais importantes em se tratando de agricultura (GOMES et al., 2008).

Os solos brasileiros são, de maneira geral, deficitários dos macronutrientes fósforo e potássio, sendo esta carência um pouco mais acentuada no caso do potássio (NASCIMENTO; LAPIDO-LOUREIRO, 2004).

O potássio explorado tem como principal fonte mineral a silvita, fonte de cloreto de potássio. A silvita é encontrada em rochas sedimentares conhecidas como evaporitos, às vezes associada à halita (cloreto de sódio). Juntas, são denominadas silvinita.

Os depósitos de minerais denominados evaporitos são rochas sedimentares que apresentam camadas de minerais salinos. São depositadas diretamente de salmouras em forte evaporação e em bacias de sedimentação. O principal ambiente de formação é o de lagunas em climas tropicais com evaporação forte e contínua, acompanhada de reposição de água salgada do mar com poucos sedimentos clásticos. A precipitação ocorre quando se atinge o ponto de saturação do componente. Assim, as camadas se depositam dos sais menos solúveis (primeiro) para os sais mais solúveis. Exemplo: gipsita nas camadas inferiores, halita, silvita, carnalita nas camadas superiores. Outro possível ambiente com depósitos salinos é a região de *playas* (lagos rasos) em regiões desérticas (<http://sigep.cprm.gov.br/glossario/verbete/evaporito.htm>).

Há silicatos ricos em potássio tais como feldspato potássicos, moscovita e leucita. Embora estes possam conter entre 10% e 20% de K_2O , ainda não constituem importantes fontes de potássio porque são poucos solúveis em meio aquoso e o potássio é de difícil extração. O aproveitamento destas rochas

ígneas se limita à recuperação de outros compostos, obtendo o potássio como subproduto (OLIVEIRA, 2014).

Os solos brasileiros, originalmente, não possuem teores adequados de potássio para agricultura. A fixação (indisponibilização) de potássio adicionado na forma de adubos em solos brasileiros não constitui desafio, pois o mesmo não possui teor considerável de vermiculitas, que são minerais capazes de fixar potássio (SIMPÓSIO SOBRE O POTÁSSIO NA AGRICULTURA BRASILEIRA¹ e², 2004).

“As reservas mundiais são de grande limitação e a produção concentra-se basicamente em 12 países. Canadá, Rússia, Bielorrússia, Alemanha e China são os maiores produtores. A produção em 2009 foi de 20,6 milhões de toneladas. Os maiores demandantes são mais uma vez China, EUA, Índia e Brasil, com 64% da demanda global (COSTA; SILVA, 2012).”

3.5. Fertilizantes Macronutrientes Secundários (Ca, Mg, S)

O estudo dos macronutrientes secundários não é alvo desta dissertação. No entanto, a presença destes macronutrientes é observada na composição de diversos fertilizantes mistos do tipo NPK.

O cálcio, magnésio e enxofre são os denominados macronutrientes secundários. Esta denominação não inferioriza o papel biológico destes três importantes nutrientes no desenvolvimento das plantas; a deficiência destes pode limitar o crescimento das plantas tanto quanto os macronutrientes primários. Eles são assim chamados apenas porque as quantidades de nutrientes exigidas nas culturas geralmente são menores que os macronutrientes primários NPK (LOPES, 2005).

O cálcio é absorvido pelas plantas na forma do cátion Ca^{2+} . O mesmo possui funções de estimular o crescimento de raízes e folhas, compor a parede celular, participar da redução de nitratos nas plantas, ativar sistemas enzimáticos, neutralizar ácidos orgânicos, diminuir acidez do solo, reduzir solubilidade e toxidez de manganês, cobre e alumínio. A deficiência do cálcio é verificada, principalmente, na forma de pouco crescimento radicalar, além de aspecto gelatinoso nas pontas das folhas (LOPES, 2005).

O magnésio também é absorvido pelas plantas na forma catiônica Mg^{2+} . Junto ao nitrogênio, são os dois únicos nutrientes do solo presentes na clorofila, participando diretamente da atividade de fotossíntese. A maior parte do magnésio é encontrada na clorofila e algumas culturas também possuem alta concentração nas sementes. Além disso, participa do metabolismo de fosfato, da respiração e da ativação de algumas enzimas. A deficiência de magnésio é verificada através das folhas mais velhas, que passam a perder a coloração verde, sendo que altas relações cálcio/magnésio podem acentuar a deficiência de magnésio na planta (LOPES, 2005).

Ao contrário do cálcio e do magnésio, o enxofre é absorvida na forma aniônica como sulfato. Ainda, pode entrar nas folhas das plantas na forma gasosa (dióxido de enxofre presente no ar). O enxofre é parte de cada célula viva e constitui dois dos vinte aminoácidos fundamentais, formando as proteínas. O enxofre ajuda a desenvolver enzimas e vitaminas, promove a fixação de nitrogênio em leguminosas, ajuda na produção de sementes e é necessária a formação da clorofila (apesar de não ser um constituinte). Plantas com deficiência de enxofre apresentam coloração verde pálida e folhas enrugadas, além de caules delgados e frágeis (LOPES, 2005).

4. Revisão da Tecnologia de Produção de Fertilizantes

4.1. Tecnologia de Produção dos Principais Fertilizantes Nitrogenados

4.1.1. Amônia

A amônia é o composto base para a produção de quase todos os fertilizantes nitrogenados no mundo. Cerca de 85% da amônia produzida no mundo é destinada à indústria de fertilizantes. No processo de produção de amônia (NH₃), o nitrogênio é proveniente do ar atmosférico, enquanto o hidrogênio geralmente é proveniente de gás natural. A reação de síntese de amônia está descrita na equação 02 (BUCHEL, 2003):



Para manter altas taxas de reação, é necessário o uso de catalisadores. A primeira planta industrial resultou da cooperação entre as empresas Bosch e Mittasch (ambas pertencentes a BASF) e foi comissionada em 1913 (BUCHEL, 2003).

O processo de produção (Figura 5) da amônia envolve as seguintes operações principais: conversão de hidrocarbonetos em gás de síntese (etapas de reforma); conversão de CO a CO₂ mediante reação com vapor de água; remoção de CO₂ e, finalmente, a síntese da amônia. Atualmente, as unidades de produção de amônia produzem o hidrogênio principalmente por meio do processamento de gás natural. Para utilizar o gás natural, faz-se necessário uma etapa de purificação, onde o H₂S e o CO₂ devem ser removidos, pois a presença de H₂S reduz a atividade catalítica. O H₂S pode ser retirado por adsorção em óxido de ferro ou carvão ativo. Já o CO₂ é eliminado por absorção em MEA (monoetanolamina) ou DEA (dietanolamina) (CASTRO, 2011).

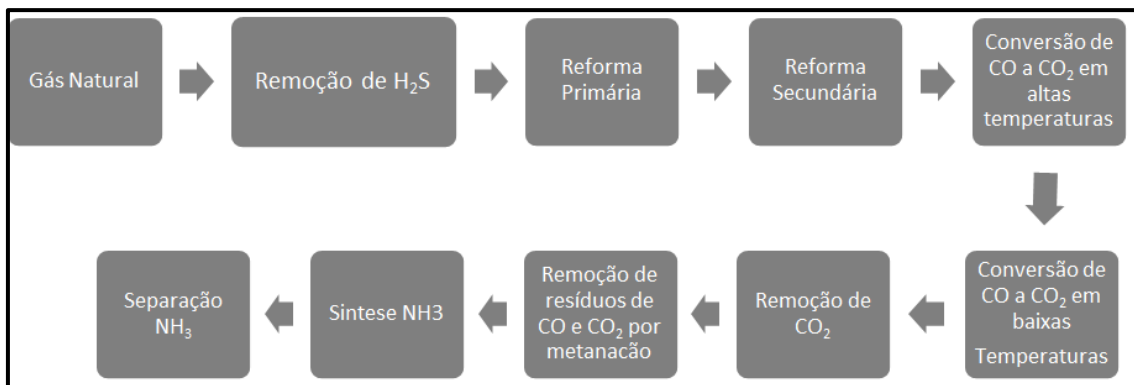
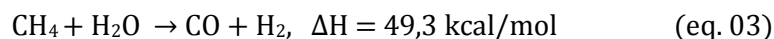


Figura 5 - Fluxograma da síntese de amônia a partir do gás natural - Adaptado de Buchel (2003).

Para a conversão dos hidrocarbonetos em gás de síntese, utiliza-se uma reforma catalítica em duas etapas. Na reforma primária, cerca de 75% do gás é reformado e 25% é utilizado como combustível. A reação ocorre na presença de catalisadores, entre 790 °C e 880 °C, com pressões de 38 bar a 42 bar. Deve haver excesso estequiométrico de vapor de água a fim de evitar reações laterais como coqueamento (CASTRO, 2011). A reação da reforma é:



A reação é finalizada no reformador secundário. A reforma secundária é uma oxidação parcial, cujo principal objetivo é introduzir o N_2 na corrente gasosa para chegar a etapa de síntese com a relação $\text{H}_2:\text{N}_2$ de 3:1. O gás oriundo da reforma primária alimenta a reforma secundária a 900 °C. A temperatura de reação pode chegar a 1400 °C. A reação ocorre em duas etapas. Na primeira, há reação do hidrogênio com o oxigênio, gerando energia. A segunda etapa, endotérmica, é uma reação entre a água gerada na primeira reação e o metano, produzindo gás de síntese (CASTRO, 2011).

Após a etapa de separação do CO_2 , o sistema é constituído por H_2 , N_2 e traços de CO , CO_2 e CH_4 . É necessária uma etapa de metanação para eliminar os traços de CO e CO_2 , pois os mesmos são prejudiciais aos catalisadores durante a etapa de síntese da amônia. O processo ocorre em duas etapas: a primeira, em temperaturas mais altas, favorece a cinética da reação; a

segunda, em temperaturas mais baixas, favorece o equilíbrio. A metanação é a reação inversa da reforma (CASTRO, 2011).

Em escala industrial, a reação de síntese da amônia ocorre em reatores pressurizados em um processo cíclico (*loop*), no qual a amônia formada é removida continuamente e os gases não reagidos retornam ao reator. Além da amônia, gases inertes e o calor formado devem ser retirados do processo. O excesso de calor desta reação pode ser aproveitado para aquecer o gás de síntese de alimentação, assim como para a geração de vapor. Há perda de pressão durante a passagem pelo *loop*, e esta é compensada pela compressão da carga de alimentação do reator (BUCHEL, 2003).

A reação de síntese ocorre entre 400 °C e 500 °C e a pressão varia entre 250 bar e 350 bar. A reação é exotérmica, portanto, temperaturas baixas favorecem o equilíbrio no sentido da produção de amônia. Temperaturas altas aumentam a taxa de reação. Temperaturas superiores a 530 °C podem danificar o catalisador. Diversos tipos de reatores podem ser utilizados: tubular paralelo, tubular contra corrente e de leito fixo (BUCHEL, 2003).

4.1.2. Sulfato de Amônio (SA)

O sulfato de amônio – $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ – é obtido pela reação da amônia com o ácido sulfúrico. O processo ocorre em reator onde o ácido sulfúrico e a amônia superaquecida são pulverizados em uma solução supersaturada de SA. Os cristais em suspensão são drenados, filtrados, secos, resfriados e revestidos. O teor de N é de 21 % e o de S é 24 % (MALAVOLTA; MORAES, 2009). Segundo Shreve e Brink (1997), o SA tem grande tendência a se aglutinar durante a estocagem.

O SA possui menor concentração de nitrogênio do que a ureia. Todavia, o sulfato de amônio proporciona menores perdas por lixiviação e volatilização

(www.br.com.br). De acordo com dados de MDIC (2015), é o segundo fertilizante nitrogenado mais importado, ficando atrás apenas da ureia.

4.1.3. Nitrato de Amônio (NA)

O NA é obtido através da neutralização de ácido nítrico com amônia gasosa em uma reação extremamente exotérmica (eq.04):



A amônia vaporizada e o ácido nítrico são injetados abaixo do nível do neutralizador. O calor gerado é utilizado para concentrar a solução até cerca de 83 %. Segue-se a concentração até 95%. As gotas caem do fundo da torre, em contracorrente ao ar, solidificando-se. Os grânulos são coletados, classificados, secados e resfriados. Adiciona-se argila como agente antiempedante (MALAVOLTA; MORAES, 2009).

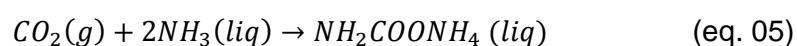
É o terceiro fertilizante nitrogenado mais importado no Brasil. Possui um alto teor de nitrogênio (33%). De acordo com Shreve e Brink (1997), a rápida atuação dos nitratos, combinada à lenta atuação do íon amônio, é uma combinação poderosa. Por conter um radical nítrico e outro amoniaco, o produto sofre menor perda por volatilização e acidifica menos o solo.

4.1.4. Ureia

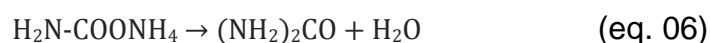
A ureia foi identificada em 1773, quando isolada a partir da cristalização de urina. Foi preparada sinteticamente pela primeira vez em 1828 por Wohler a partir de amônia e ácido cianúrico. Assim, foi o primeiro composto orgânico preparado a partir de compostos inorgânicos, invalidando a ideia vigente de que compostos orgânicos só poderiam ser produzidos por organismos vivos (UNIDO; IFDC, 1998).

A ureia é o fertilizante nitrogenado com o maior volume de produção mundial, assim como o mais utilizado na agricultura. Possui teor de nitrogênio de 46%. No Brasil, é o fertilizante nitrogenado mais importado, chegando ao valor de 4 milhões de toneladas em 2014. Industrialmente, a ureia é produzida a partir da amônia e do dióxido de carbono. Como o CO₂ é um subproduto da planta de produção de amônia, é comum que plantas de ureia estejam integradas às plantas de produção de amônia.

Na primeira etapa do processo, ocorre reação entre a amônia e o dióxido de carbono para formar o carbamato de amônio:



Na segunda etapa, ocorre a desidratação do carbamato de amônia em ureia e água. Esta transformação se dá na fase líquida aquecida. A reação (eq. 06) deve ocorrer com pressões menores que a primeira etapa para facilitar a decomposição do carbamato em CO₂ e NH₃ (MALAVOLTA; MORAES, 2009).



Ao final do ciclo, a amônia e o dióxido de carbono não convertidos, assim como o carbamato que não se decompôs, devem ser recuperados e reutilizados (SHREVE; BRINK, 1997).

Segundo Buchel (2003), as primeiras plantas utilizavam processo em etapa única (sem reciclo), como o da Figura 6. A mistura de amônia e dióxido de carbono não reagidos em carbamato era enviada para produção de nitrato de amônio ou sulfato, com o dióxido de carbono não sendo aproveitado.

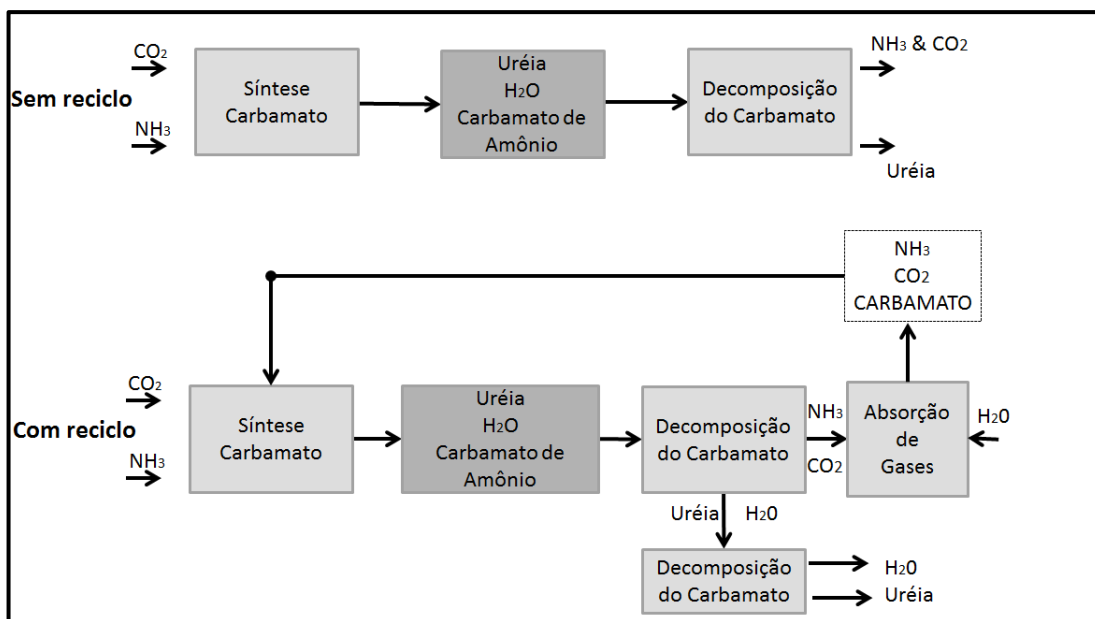


Figura 6 – Produção de ureia - Adaptado de Malavolta e Moraes (2009).

As plantas atuais trabalham com sistema de reciclo para o CO_2 e para a amônia, a fim de minimizar as perdas processuais. O sistema de reciclo pode ser convencional (Figura 7) ou por *stripping* (Figura 8).

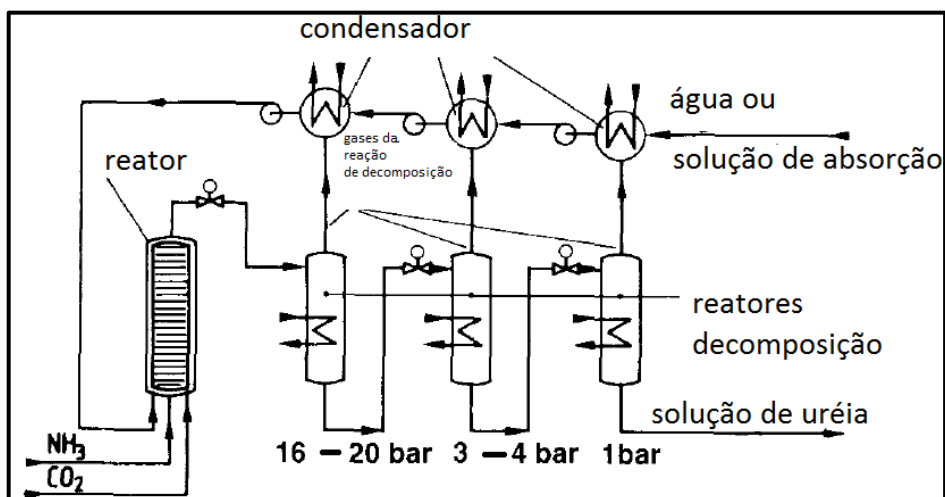


Figura 7 - Produção de ureia com reciclo (Queda de pressão gradual) – Adaptado de Buchel (2003).

Nos processos com *stripping*, a solução que deixa o reator é alimentada no topo de um evaporador de filme operado na pressão da reação, no qual a solução fica em contato em contracorrente com todo o CO_2 requerido pelo processo. Neste separador, o carbamato se decompõe. A corrente de CO_2 de

alimentação, a amônia e o CO₂ de decomposição saem pelo topo e vão para um condensador, e depois para realimentação na carga. A ureia, água e traços de carbamato seguem para o fundo do separador (BUCHEL,2003).

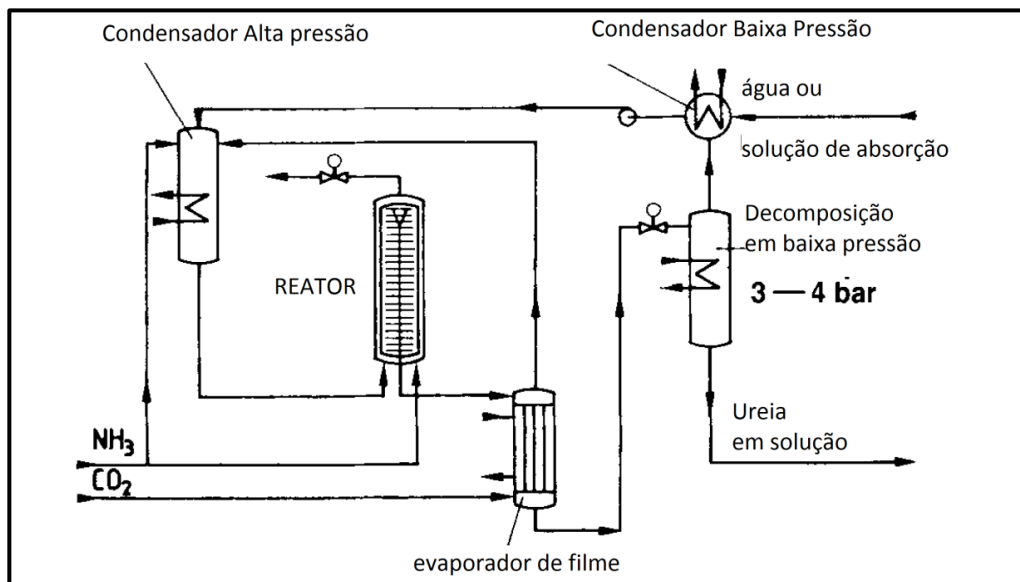


Figura 8 - Esquema de produção de Ureia com Stripping – Adaptado de Buchel (2003).

4.2. Tecnologia de Produção dos Principais Fertilizantes Fosfatados

4.2.1. Da Rocha Fosfática ao Concentrado Fosfático

O processo de beneficiamento no Brasil, geralmente, compreende etapas de britagem (primária, secundária, em alguns casos terciária), estocagem e homogeneização, moagem e separação, desmagnetização (opcional), moagem secundária, deslamagem, concentração por flotação e espessamento por secagem (LAPIDO-LOUREIRO; MELAMED, 2009).

De maneira geral, as rochas fosfáticas sedimentares são de mais fácil mineração e beneficiamento do que as rochas magmáticas. No Brasil, predominam as rochas magmáticas, com baixos teores de P₂O₅ e elevados teores de contaminantes. Para viabilizar economicamente a produção de rocha fosfática no Brasil, é interessante verificar a produção de subprodutos como

urânio e terras raras. As jazidas brasileiras possuem cerca de 10 % de P_2O_5 , e o concentrado fosfático 35 %.

O processo requer, por razões econômicas, que as plantas de beneficiamento se localizem o mais próximo possível das jazidas minerais. Estas minas geralmente se encontram em áreas afastadas no Brasil. Assim, todos estes empreendimentos de mineração requerem a instalação de linhas de transmissão de energia elétrica, as quais estão associadas a enormes impactos ambientais negativos (KULAIF, 2009).

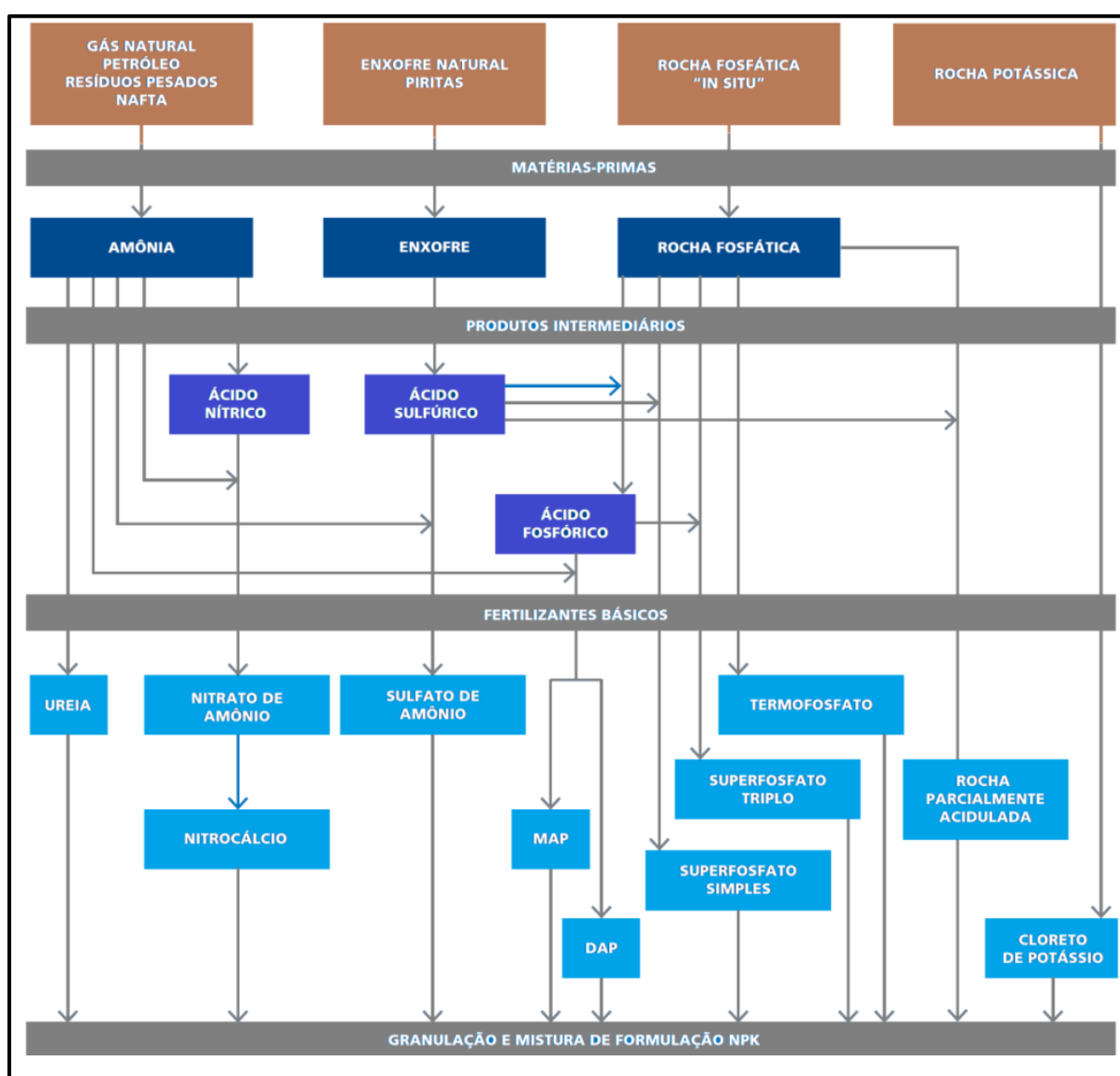


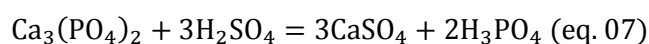
Figura 9 - Fluxo da cadeia de fertilizantes – Adaptado de Dias e Fernandes (2006).

A partir da rocha fosfática, chega-se a todos os fertilizantes fosfatados. Ao analisar o fluxograma simplificado (Figura 9) de produção de fertilizantes NPK, pode-se avaliar a importância e a economicidade que pode ser gerada ao integrar as cadeias de nitrogênio, fósforo e potássio. A primeira seção da cadeia compõe a indústria extrativa mineral e de petróleo. A segunda é composta pelo tratamento e produção da matéria prima. A terceira seção é composta pelas indústria de produtos químicos intermediários. A quarta seção compreende a produção de fertilizantes intermediários básicos. Nesta etapa, verifica-se a importância da integração da indústria de nitrogênio e fosfato. A quinta seção compreende a granulação e mistura de fertilizantes NPK.

4.2.2. A Produção de Ácido Fosfórico

A produção de ácido fosfórico pode ocorrer a partir do concentrado fosfático por duas vias: ataque úmido pelo ácido sulfúrico e pelo método térmico, no qual o fósforo é reduzido a fósforo elementar e depois oxidado e hidratado. O método mais comum é o ataque por via úmida, principalmente, porque os custos energéticos do método térmico são altos. O processo tem o objetivo de extrair o máximo de P_2O_5 presente no concentrado fosfático, gerar $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ (gipsita, gesso ou fosfogesso) que seja facilmente precipitado, além de produzir ácido fosfórico de alta pureza e concentração (CASTRO, 2011).

O fosfato de cálcio reage de acordo com a reação mostrada na equação 07. Dependendo da condição de processo, o sulfato de cálcio precipita como dihidrato ou hemihidrato. No caso de presença de porção fluorídrica na apatita, a mesma é removida como SiF_4 e é absorvida em *scrubbers*. Traços de flúor permanecem no ácido (BUCHEL, 2003).



O processo de via úmida compreende quatro estágios: moagem, reação, filtração e concentração. A gipsita é um subproduto do processo. O ácido fosfórico é concentrado até 52 % de P_2O_5 . Nesta concentração ideal, o ácido fosfórico pode ser enviado para fabricação de fertilizantes MAP (monoamoniofosfato), DAP (diamoniofosfato) e TSP (superfosfato triplo) (LAPIDO-LOUREIRO; MELAMED, 2009).

O processo de digestão (reação) pode ser classificado em duas categorias. O primeiro é o processo no qual o sulfato de cálcio dihidratado ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$ - gipsita) é formado e separada (Figura 10). No segundo processo há formação do hemihidrato ($CaSO_4 \cdot \frac{1}{2}H_2O$), que pode ser filtrado diretamente ou recristalizado como dihidrato para ser separado. O processo dihidrato é o mais tradicional. O processo hemihidrato produz o ácido fosfórico na concentração desejada à manufatura do fertilizante (CASTRO, 2011).

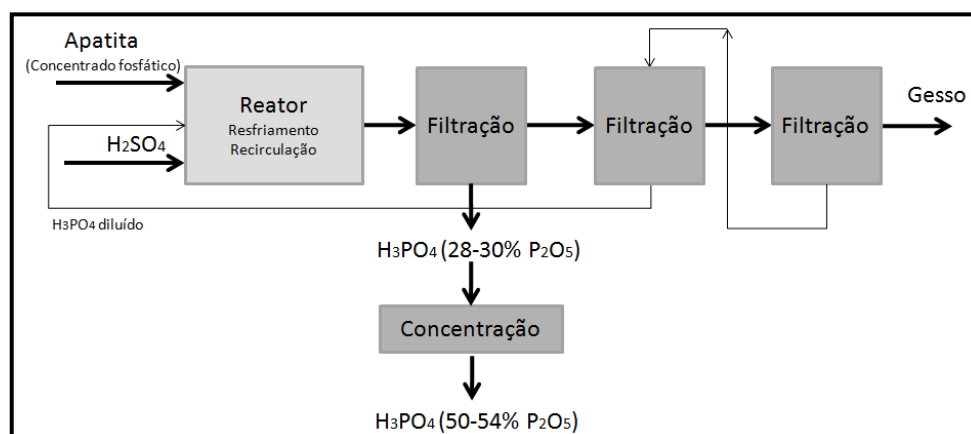


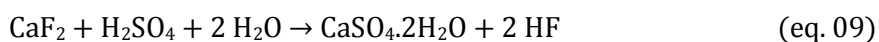
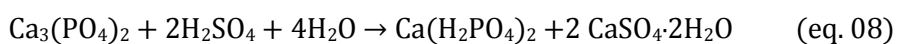
Figura 10 - Processo dihidrato de fabricação do ácido fosfórico. Adaptado de Buchel (2003).

4.2.3. A Produção de Superfosfato Simples (SSP)

O superfosfato simples é o principal ingrediente de fertilizantes mistos, resultado da acidificação da rocha fosfática. Possui teor de P_2O_5 entre 16,0 % e 18,0 %. A presença de ferro e alumínio na matéria prima aumenta o consumo de ácido necessário à acidificação de rocha fosfática, produzindo SSP de

menor qualidade e limitando às minas viáveis para a produção de SSP (LAPIDO-LOUREIRO; MELAMED, 2009).

Segundo UNIDO e IFDC (1998), as vantagens da produção de SSP são variadas: o processo de produção é simples, plantas pequenas podem ser economicamente viáveis, possui dois outros componentes importantes na composição - cálcio e enxofre. Segundo Shreve e Brink (1997), a produção de superfosfato simples a partir do concentrado fosfático é uma reação complexa e pode ser representada segundo as equações 08, 09 e 10:



A Figura 11 apresenta um esquema simplificado de produção de SSP.

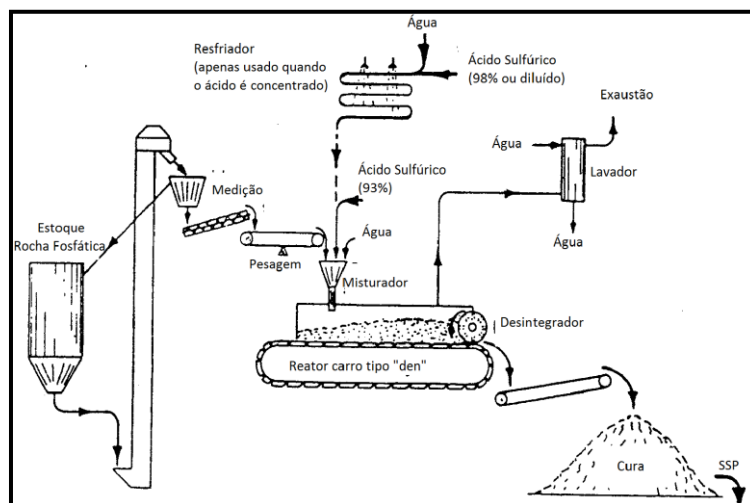


Figura 11 - Fluxograma de manufatura do SSP- Adaptado de Shreve e Brink (1997).

O processo ocorre de maneira contínua, onde a rocha fosfática (90% inferior a 100 mesh) é alimentada em um misturador e misturada com proporções definidas de ácido sulfúrico. O ácido sulfúrico é previamente diluído com água antes do misturador, o que garante a manutenção da temperatura reacional necessária. A água e o ácido são adicionados tangencialmente ao

reator em formato de cone para garantir a agitação necessária. As gotas são lançadas em um reator tipo carro *den* e se solidificam por cerca de uma hora. Após, seguem para o desintegrador, que fatia o produto para que o mesmo siga para um processo de cura. O processo de cura dura de 4 a 6 semanas para atingir a quantidade especificada de P_2O_5 . (SHREVE; BRINK, 1997).

4.2.4. A Produção de Superfosfato Triplo (TSP)

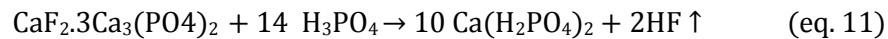
O superfosfato triplo é um fertilizante fosfatado mais concentrado em P_2O_5 (38 % - 46 %) que o SSP. O superfosfato triplo é produto da reação entre ácido fosfórico e a rocha fosfática.

Desta maneira, não é formado sulfato de cálcio, como no SSP (que apesar de possuir dois macronutrientes secundários, pode ser considerado um diluente para a concentração final de fósforo no fertilizante). As principais desvantagens do TSP em relação aos outros fertilizantes fosfatados são: menor teor de P_2O_5 que o MAP; acidez elevada; é pouco compatível em mistura com ureia (UNIDO; IFDC, 1998). A Figura 12 representa a compatibilidade entre os fertilizantes, importante consideração na formulação de fertilizantes NPK.

	Adubos Orgânicos	Nitrato de Sódio	Nitrato de Potássio	Nitrocálcio	Nitrato de Amônio	Sulfato de Amônio	Ureia	Farinha de Ossos	Fosfatos Naturais	Superfosfato Simples	Superfosfato Triplo	MAP	DAP	Escórias	Termofosfato	Cloreto de Potássio	Sulfato de Potássio	Sulfato de Potássio e Magnésio	Cal virgem hidratada, calcários calcinados	Calcários
Adubos Orgânicos	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
Nitrato de Sódio	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
Nitrato de Potássio	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
Nitrocálcio	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
Nitrato de Amônio	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
Sulfato de Amônio	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
Ureia	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
Farinha de Ossos	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
Fosfatos Naturais	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
Superfosfato Simples	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
Superfosfato Triplo	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
MAP	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
DAP	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
Escórias	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
Termofosfato	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
Cloreto de Potássio	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
Sulfato de Potássio	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
Sulfato de Potássio e Magnésio	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
Cal virgem hidratada, calcários calcinados	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
Calcários	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C

Figura 12 – Compatibilidade entre corretivos e fertilizantes – Adaptado de Lopes (2005).

A reação simplificada de formação do TSP é:



No processo com reator contínuo granular de produção de TSP (Figura 13), a rocha pulverizada é misturada com o ácido fosfórico. A lama produzida é pulverizada em um granulador. Após o granulador, o produto é seco, suas partículas são separadas por tamanho, através de peneira, e resfriado. O produto deve ficar em processo de cura por 4 a 6 semanas para prolongar a reação entre o ácido e a rocha a fim de atingir a concentração de P_2O_5 especificada (SHREVE; BRINK, 1997).

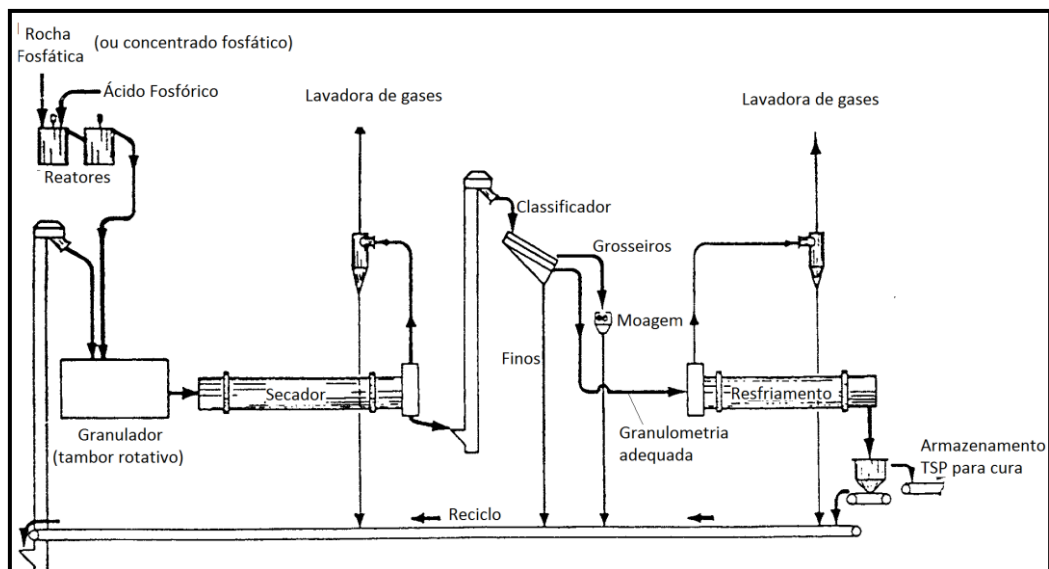


Figura 13 - Processo de fabricação TSP granulado – Adaptado de Shreve e Brink (1997).

4.2.5. Fosfatos de Amônio

O monoamoniofosfato (MAP) e o diamoniofosfato (DAP) são os fertilizantes mais comuns desta categoria. O triamoniofosfato não é utilizado comercialmente devido a sua alta pressão de vapor. Os polifosfatos de amônio são produzidos em menor quantidade, pois se apresentam na forma líquida, dificultando sua logística. O MAP possui cerca de 12 % de N e 50 % de P_2O_5 , enquanto o DAP possui cerca de 17 % de N e 47 % de P_2O_5 . Os fosfatos de

amônio podem ser preparados com matéria prima menos pura do que os superfosfatos. Todavia, os fosfatos de amônio apresentam tendência a se aglutinar (BUCHEL, 2003).

Os processos de produção consistem, de maneira geral, na neutralização do ácido fosfórico com a amônia (reação exotérmica), gerando um material sólido por meio de processo de granulação. O que vai determinar se o fertilizante vai ser MAP ou DAP é o déficit ou excesso de amônio na reação (respectivamente).

Segundo UNIDO e IFDC (1998), a utilização de reatores tubulares para produção de MAP granular tende a ser o maior avanço na produção de MAP nos próximos anos. As vantagens destes processos são: preço; não necessitar de pré-neutralização; operar com menor taxa de reciclo; menor gasto energético; maior flexibilidade operacional em termos de carga e controle mais efetivo das condições de granulação.

4.2.6. Fertilizantes Alternativos Fosfatados

4.2.6.1. Termofosfatos

O termofosfato magnésiano, denominado comercialmente *Yoorin*, representa uma oportunidade de utilização em solos ácidos. Seja pela ação da acidez do solo ou pela ação da rizosfera, há um aproveitamento gradual e constante à medida que o fósforo se disponibiliza gradualmente para o solo. No Brasil, é possível a utilização dos termofosfatos em culturas de arroz, cana-de-açúcar, milho, soja, café e frutas, principalmente a fim de corrigir rapidamente o teor de P do solo. O termofosfato magnésiano apresenta propriedades alcalinas (corrige o pH do solo) e contém magnésio e cálcio como nutrientes adicionais (SOUZA; YASUDA, 2009).

Na primeira etapa, leva-se a rocha fosfatada e os materiais contendo sílica e magnésio a um diâmetro entre 6 mm e 50 mm. Esta mistura é levada a um forno tipo arco elétrico entre 1400 °C e 1500 °C. Ao sair do forno, o material é resfriado abruptamente com jatos de água, formando grãos vítreos menores que 2 mm. A cristalização destes prejudicaria a solubilidade. Estes seguem para um secador rotativo e para um moinho de bolas (SOUZA; YASUDA, 2009).

4.2.6.2. Rochagem

O pó de rocha possui solubilidade mais lenta do que os fertilizantes convencionais. Além disso, promove aumento da capacidade de troca de cátions (CTC), devido à formação de novos minerais de argila no processo de alteração da rocha. O emprego deste modelo de remineralização do solo é mais barato, pois o único processo unitário envolvido é o de moagem das rochas utilizadas na composição do produto. Este modelo pode ser aplicado tanto para minerais fosfatados, quanto para minerais potássicos (LAPIDO-LOUREIRO; MELAMED, 2009).

4.3. Tecnologia de Produção dos Principais Fertilizantes Potássicos

Segundo Castro (2011), existe uma variedade de rochas que contêm potássio: silvita (KCl), silvinita (NaCl, KCl), carnalita (KCl, MgCl₂.6H₂O), langbeinita (K₂SO₄,MgSO₄), salitre (KNO₃), cainita (KCl, MgSO₄. 3H₂O). A silvita (63,2% de K₂O) e o salitre (46,5% de K₂O) lideram em termos de teor de potássio.

4.3.1. Produção de Cloreto de Potássio a Partir da Silvinita

A extração de cloreto de potássio (KCl) partir da silvinita (e da silvita) ocorre, principalmente, através de mineração convencional, mas processos de lixiviação *in situ* (dissolução dos sais e recuperação dos mesmos através de

bombeamento) e extração direta de lagos(salmouras naturais) também são comuns. Para separar o KCl dos demais sais presentes, podem ser usados processos como: dissolução, flotação e separação em meio denso; estes processos podem ser usados de maneira combinada.

Segundo Buchel (2003), os processos de separação através da flotação são responsáveis pelo processamento de 50 % da silvinita. Uma importante condição essencial para a utilização do processo de flotação é a disponibilidade de minerais de granulometria grossa (muito comum no Canadá, EUA, e nos países da antiga União Soviética). Há também uma planta que utiliza este processo na Alemanha.

Segundo UNIDO e IFDC (1998), os mais importantes reagentes utilizados na flotação são os condicionadores. No caso da flotação para tratar a silvinita, são adicionados condicionadores catiônicos ao minério. Os principais condicionantes para o potássio são as amins primárias alifáticas derivadas de óleos e gorduras naturais, neutralizados com ácido acético ou clorídrico.

A separação por meio denso também exige a disponibilidade de minerais com granulometria grossa. É baseada na diferença entre os pesos específicos contidos da Halita (NaCl) e da Silvita (KCl). Soluções contendo ferrosilicatos finamente moídos podem ser utilizadas, pois possuem densidade intermediária entre os dois (BUHELL, 2003). Segundo UNIDO e IFDC (1998), a separação por meio denso pode ser realizada por ferrosilicatos ou por magnetita, ambos com menos de 200 mesh. Após a separação, a magnetita ou o ferrosilicato podem ser recuperados por separação magnética e recirculados no sistema.

O processos de dissolução/cristalização de silvinita baseiam-se na diferença da solubilidade de KCl e NaCl em água. O NaCl é menos solúvel em solução quente do que na solução fria saturada com KCl. Assim, quando uma solução saturada (NaCl, KCl) é resfriada a partir do seu ponto de fusão, é possível separar a Silvita que se deposita. (SHREVE; BRINK, 1997). A Figura

14 representa o processo de dissolução/cristalização. Nos processos industriais, a ordem das operações unitárias pode variar, todavia as citadas por Shreve e Brink (1997) são as mais utilizadas.

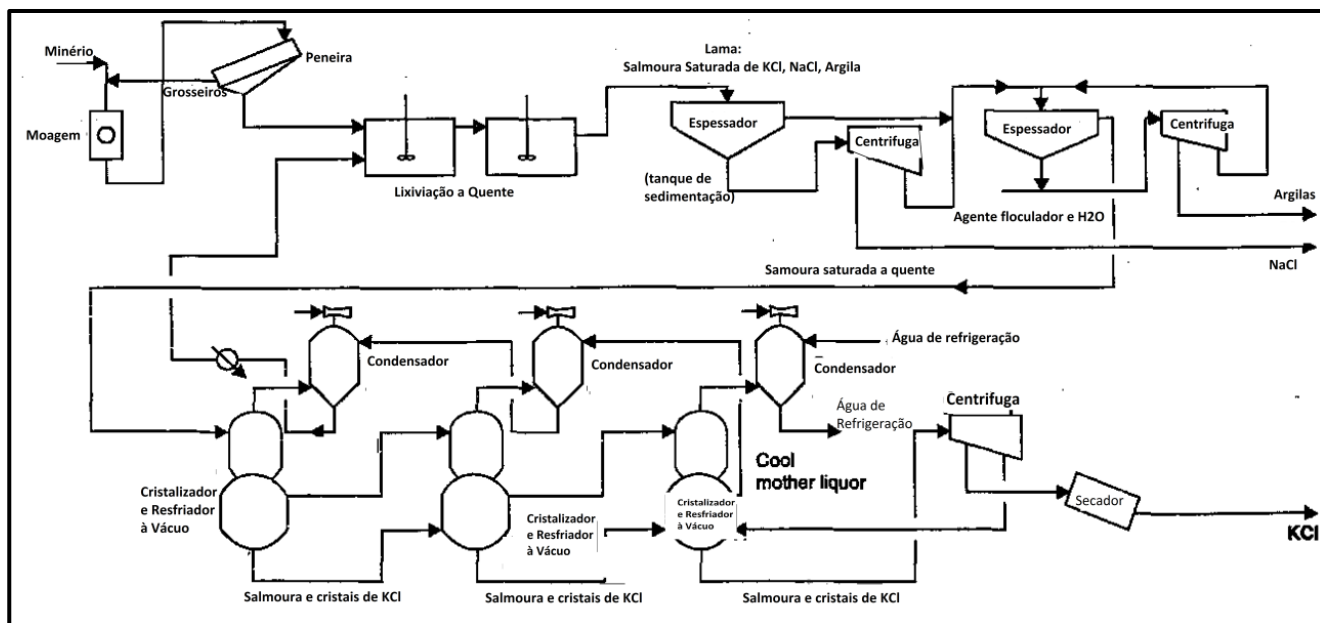


Figura 14 - Processo de dissolução/cristalização de silvinita - Adaptado de UNIDO e IFDC (1998).

4.3.2. A Produção de KCl a Partir da Carnalita

O minério de carnalita é explorado em poucas regiões do mundo, apesar de haver grandes depósitos em muitas regiões. A carnalita possui baixo teor de K_2O , mesmo pura (17 %). A carnalita não pode ser utilizada diretamente como fertilizantes por ser deliquescente (higroscópico). A exploração se dá pela maneira convencional ou por mineração de dissolução. O método para beneficiamento da carnalita mais comum é o da dissolução/cristalização, intensivo em energia e caro. O subproduto cloreto de magnésio é produzido em largas quantidades e pode representar custos em termos de disposição final. Apesar destas características, a carnalita é explorada na Alemanha, Israel, Jordânia e Espanha (UNIDO; IFDC, 1998).

Na Alemanha (minas de Hattorf e Wintershall), o minério de carnalita é cominuído até diâmetro de 4 mm. O minério é lixiviado a 90°C. O sólido restante (NaCl e kieserita - sulfato de magnésio) e a salmoura de interesse são separados. A salmoura é resfriada a 30 °C em cristalizadores a vácuo e o KCl precipitado. O KCl formado possui 40 % de K₂O.

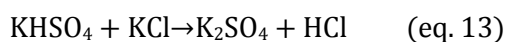
4.3.3. A Produção de Sulfato de Potássio

O sulfato de potássio (K₂SO₄) é o segundo fertilizante potássico mais produzido. É preferido em relação ao KCl porque algumas culturas (como tabaco e algumas frutas e vegetais) não toleram o íon cloreto em alta concentração. Além disso, agrega valor em culturas cujo solo é deficiente em potássio e enxofre simultaneamente (UNIDO; IFDC, 1998).

O sulfato de potássio é manufaturado a partir da reação do cloreto de potássio com ácido sulfúrico (Processo Manheim). A reação ocorre em duas etapas, sendo a primeira etapa exotérmica (equação 12):



A segunda etapa é endotérmica (equação 13):



O cloreto de potássio reage em baixa agitação no forno Manheim, aquecido por gás natural ou óleo combustível. O produto final é resfriado e pode ser compactado ou granulado (UNIDO; IFDC, 98).

Alternativamente, pode ser realizada a recuperação de sulfato de potássio de complexos de sais naturais. Os sais complexos que podem ser fontes de sulfato de potássio são: cainita (KCl, MgSO₄. 3H₂O) e langbeinita (K₂SO₄,MgSO₄) (UNIDO; IFDC, 98).

4.3.4. A Produção de Nitrato de Potássio

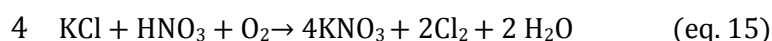
O nitrato de potássio (KNO_3) era muito utilizado no passado como constituinte da pólvora. Nos primórdios, era recuperado de pontos onde a ação de bactérias sob esterco o formava. Também é utilizado em culturas que não toleram a presença de cloretos em excesso.

O KNO_3 é produzido, industrialmente, através da reação endotérmica (equação 14) entre NaNO_3 e KCl (ambos presentes na matéria prima):



No início da reação a solução de NaNO_3 está em meio aquoso e o KCl está no fundo, insolúvel. Devido a diferença de solubilidades, à medida que se aumenta a temperatura, os cristais de KCl são substituídos pelos de NaCl no fundo da solução e a solução aquosa passa a ser composta por KNO_3 . Um pouco de solvente é adicionado para prevenir a deposição de cristais de NaCl (SHREVE;BRINK, 1997).

O nitrato de potássio também é produzido a partir do KCl pela reação de cloreto de potássio com ácido nítrico (BUCHEL, 2003).



5. Fertilizantes: Uma Visão Mundial

5.1. Fertilizantes Nitrogenados

Diferentemente do fósforo e do potássio (obtidos na indústria de mineração), a produção de fertilizantes nitrogenados está ligada à disponibilidade de fonte de hidrocarbonetos, particularmente, o gás natural, sua principal fonte de matéria prima.

A amônia é o composto inorgânico intermediário mais produzido do mundo. Segundo CEPS (2008), 80 % da amônia é utilizada para o mesmo fim, 48 % é convertida em ureia, 11 % para produção de nitrato de amônio, 20% para outros fertilizantes (sulfato de amônio, DAP, MAP) e 1% é aplicada, diretamente, como fertilizante.

Assim, por meio da produção de amônia, é possível estimar a produção de fertilizantes nitrogenados no mundo. Entretanto, apenas a análise de exportação de amônia não é suficiente à compreensão do comércio exterior de fertilizantes nitrogenados.

Segundo USGS (2015), em 2014 foram produzidas 144 milhões de toneladas (nitrogênio contido) de amônia no mundo. A amônia anidra, junto a outros fertilizantes nitrogenados, é produzida em mais de 60 países. A produção de amônia aumentou 57% nos últimos 20 anos (Figura 15).

Tanto a aplicação para fertilizantes quanto a industrial determinaram o aumento na produção de amônia nos últimos 15 anos. É possível perceber na Figura 16 a retração na produção de amônia durante a crise de 2008 a 2010. Neste período o principal setor que freou o consumo de amônia foi o industrial.

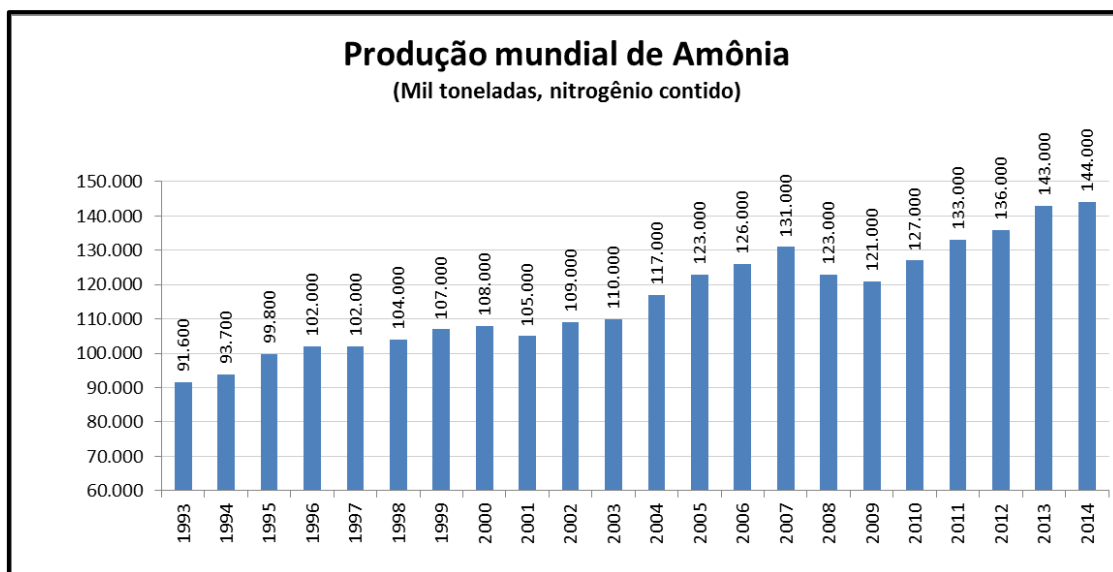


Figura 15 - Produção Mundial de Amônia - Adaptado de USGS (1997 a 2015).

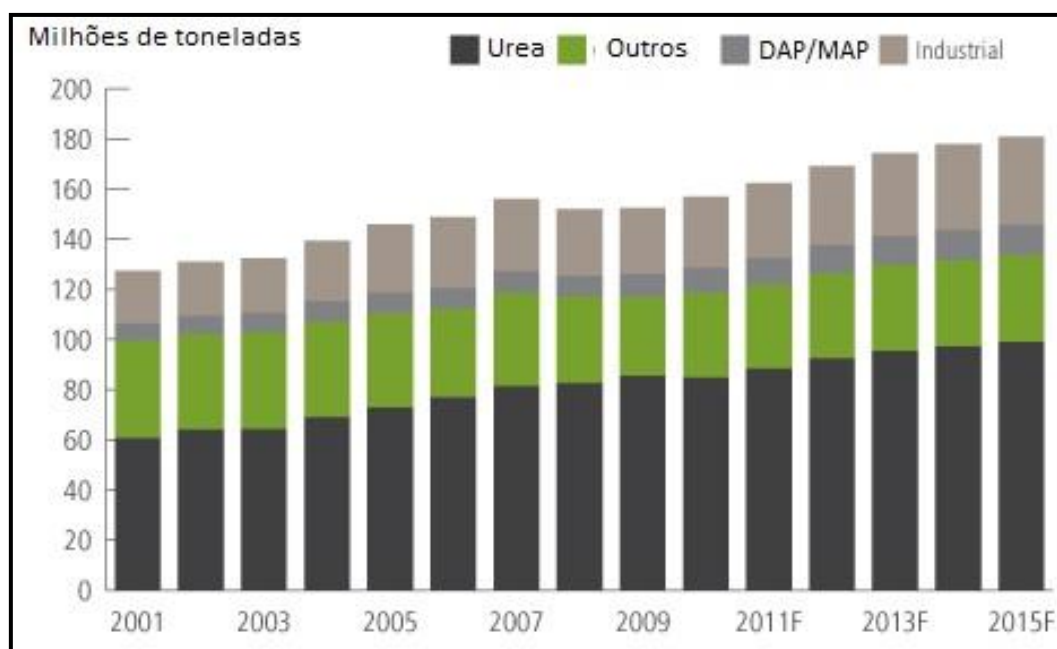


Figura 16 - Consumo global de amônia por setores – Adaptado de www.potashcorp.com.

Segundo dados do USGS (2015), apresentados na Figura 17, a China é a líder mundial de produção de amônia, seguida de Índia, Rússia e Estados Unidos. É importante ressaltar que os dados do USGS se referem à quantidade de nitrogênio contido na amônia. O histórico de produção de amônia (2008 a 2014) para os 60 maiores produtores de amônia consta no ANEXO V.

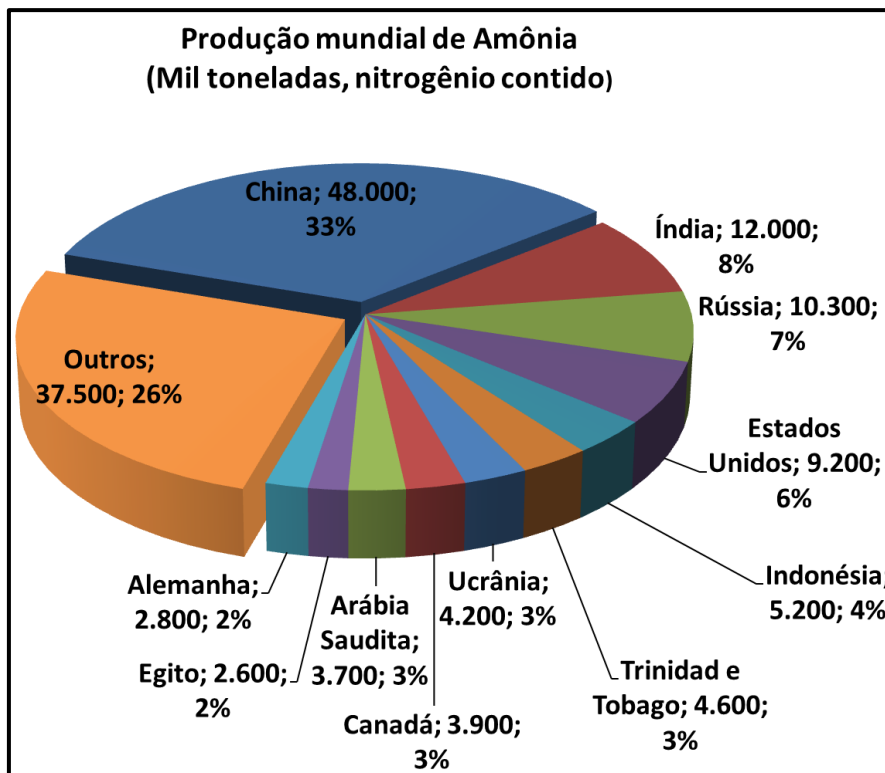


Figura 17 - Produção de Amônia em 2014 por país e respectiva porcentagem da produção global - Adaptado de USGS (2015).

Apesar de não constar no banco de dados USGS, o Brasil produzia no mesmo período cerca de 1.200 toneladas de amônia (peso total) por ano (ANDA 2014). A produção brasileira será detalhada no Capítulo 6.

Segundo USGS (2015), a China é responsável pela produção de 33% de toda amônia mundial, sendo a China também o maior mercado consumidor (consome cerca de um terço da amônia em todo o mundo). Desconsiderando algumas sazonalidades de oferta/demanda, trata-se de um país autossuficiente em amônia (www.potashcorp.com).

Segundo *Fertilizer Department of China National Chemical Information Center* (2014), em 2013 a capacidade instalada produtiva total era de 65,43 milhões de toneladas por ano, acompanhada de uma produção de 49,6 milhões. A indústria de fertilizantes chinesa existe há cerca de 60 anos, sendo que há 463 plantas em operação na China, com capacidades produtivas que

variam de 80.000 a 500.000 t/ano. As plantas de menor porte são predominantes, e há baixo grau de concentração da indústria de amônia na China. Ao contrário de muitos países, vigora a matéria prima à base de carvão (79%), contra 20% de gás natural. Os impactos ambientais desta matriz de insumo são imensos. A produção a base de nafta se extinguiu nos últimos anos. Mais de 90% da produção chinesa de amônia é destinada à indústria local de fertilizantes. Cerca de 60% é destinada a produção de ureia. O aumento de capacidade de produção da China nos últimos três anos foi devido, principalmente, à entrada de uma nova planta com capacidade de 2,2 milhões t/ano.

A expansão industrial na China no período de 2011-2015 é um desdobramento do “12th Five-Year Plan”. O plano econômico vigente possui cinco principais pilares: crescimento sustentável, *upgrade* industrial, promoção do consumo doméstico, desenvolvimento da região ocidental e melhoria da qualidade de vida dos chineses. Assim, a expansão da produção de amônia para o consumo interno está recebendo atenções especiais (KPMG, 2011).

Na indústria química chinesa, a competição se dá através de baixos preços, resultantes de grande escala de produção. Ainda, os preços das matérias primas são inferiores e há baixo custo de mão de obra. Em alguns casos, a China possui grande *market-share* e resultante alto poder de barganha. O acesso à tecnologia se dá por absorção de tecnologia já desenvolvida, acordos de transferência e engenharia reversa (BRASIL, 2011).

A estratégia chinesa envolve aumentar a eficiência de escala, garantir fornecimento adequado e desenvolver fortes marcas nacionais a fim de competir no mercado. Devem ser destacadas as empresas de defensivo-fertilizantes: Sinofert Holdings, Qinghai Salt Lake Potash, Sinopec Yizheng Chemical Fibers, Jiangsu Yangnong Chemical, Yantai Wanhua Polyurethane, Zhejiang Xinan, China Blue Chemical e Yunan Yuntianhua. A maior parte delas é estatal. Estas estão sendo encorajadas pelo governo chinês a realizar

aquisições no exterior a fim de verticalizar a cadeia de suprimentos (BRASIL, 2011).

A indústria de amônia da Índia existe há mais de 50 anos. O período inicial de desenvolvimento teve enfoque em garantir a autossuficiência, pois era um produto escasso no mercado e todos grandes produtores visavam abastecer o mercado interno. A segunda fase de desenvolvimento ocorreu nos anos 70 e 80, quando houve a necessidade de reunir esforços para melhorar a confiabilidade e a eficiência de produção fabril, pois o custo da energia estava em alta, devido à crise internacional do petróleo. Estes esforços tiveram desdobramentos até os anos 80. A indústria da ureia seguiu caminhos similares ao da amônia (NAND; GOSWAMI, 2008).

Há cerca de 30 unidades produtoras de amônia/ureia na Índia. A maioria é de grande porte, perfil diferente da indústria chinesa. Desde os anos 80, predomina o insumo de gás-natural. A capacidade instalada de produção de amônia está em torno de 13 milhões de t/ano. Quase toda a produção se destina ao mercado interno para produção da ureia. Muitos estudos de viabilidade econômica estão em desenvolvimento a fim de aumentar a produção, devido a novas reservas de gás descobertas, que necessitam de tecnologia de transporte de gás natural liquefeito (INDIA, 2011).

A Rússia produz cerca de 10,3 milhões de toneladas de amônia (em nitrogênio contido) por ano (USGS, 2015). O mercado de fertilizantes da Rússia é voltado para exportação. Do total de todos os fertilizantes produzidos (NPK), cerca de 79 % é exportado (ENIKEEVA, 2011). Ainda segundo Enikeeva (2011), essa produção foi de 13,3 milhões de toneladas (peso total) em 2010. Destes 13,3 milhões, 3,1 foram dedicados a exportação (sob a forma de amônia), 0,5 ao consumo industrial interno e os restantes 9,7 a produção de fertilizantes (para consumo interno e para exportação). Há projeção de aumento de capacidade de produção de amônia de 5,2 % até 2020.

Segundo USGS (2015), nos Estados Unidos, a produção ocorre através de 13 companhias, em 29 plantas industriais e ao longo de 15 estados. Cerca de 60 % da produção está concentrada em Louisiana, Oklahoma e no Texas, devido às grandes reservas de gás natural existentes. Em 2014, as plantas produziram 80 % da sua capacidade instalada. Os Estados Unidos são grandes produtores de amônia, assim como grandes consumidores. Produziram 9.200 milhões de toneladas em 2014 e importaram 5.160 milhões de toneladas. Cerca de 88 % do consumo de amônia total é destinado à produção de fertilizantes. A amônia importada é proveniente de Trinidad e Tobago (60 %), Canadá(17 %), Rússia (7 %), Ucrânia(7 %) e outros.

Nos Estados Unidos, é esperado um longo período com baixos preços de gás natural. Este fenômeno, causado pelo desenvolvimento da tecnologia *shale-gas*, tornou possíveis economicamente projetos de melhoria de plantas e construção de novas unidades de fertilizantes nitrogenados. Durante os próximos 5 anos, espera-se que a oferta anual de produção de ureia nos Estados Unidos aumente em 4,4 milhões de t/ano. Esta capacidade adicional minimiza, mas não elimina a importação de nitrogenados neste país (USGS, 2015).

Segundo Heffer e Prud'homme (2014), a produção global de amônia vai atingir 176 Mt/ano em nitrogênio até 2018, superando a demanda (161 Mt/ano). A adição na capacidade se dará principalmente no leste da Ásia (China, Indonésia), África (Argélia, Egito, Nigéria), oeste da Ásia (Arábia Saudita, Irã, Bahrein) e na América Latina (Venezuela, Brasil).

O leste da Ásia é o maior consumidor mundial de fertilizantes nitrogenados. O consumo é impulsionado pelo mercado Chinês. O sul da Ásia é o segundo maior, impulsionado principalmente pela Índia. Já o consumo norte-americano é impulsionado principalmente pelos EUA (Tabela 2).

Tabela 2 - Consumo Mundial de Fertilizantes Nitrogenados - Adaptado de ANDA (2014).

Consumo Mundial de Fertilizantes por Bloco Econômico			
(1000 toneladas de nutrientes - Nitrogenados)			
	2011	2012	2013
Europa (Central e Oeste)	10.328	10.868	10.963
Leste Europa e Centro Asiático	4.081	4.143	4.409
América do Norte	14.355	14.175	13.953
América Latina e Caribe	7.366	7.359	7.544
África	3.444	3.530	3.665
Ásia (Oeste)	2.775	2.925	2.955
Ásia (Sul)	21.847	21.198	22.153
Ásia (Leste)	42.083	41.888	42.944
Oceania	1.485	1.453	1.473

A ureia é o fertilizante nitrogenado mais produzido e consumido. Sua utilização tem crescido, continuamente, nos últimos anos. Uma fração pequena da ureia é produzida para outras finalidades industriais. Como o CO₂ é subproduto da produção de amônia e insumo para fabricação de ureia, geralmente estas plantas estão integradas. É possível analisar a capacidade de exportação de fertilizantes nitrogenados de um país por meio da exportação de ureia.

Os países com maior potencial de importação de ureia são: Estados Unidos e Índia (Tabela 3). Os mesmos possuem grande parque industrial instalado. Todavia, o consumo destes também é elevado.

Os dados de fluxo de exportação presentes na Tabela 3, adaptada de IFA (2015), também podem ser visualizados no Anexo XI (*Global Fertilizer Trade Map*). Neste, está presente, também, todo o fluxo comercial internacional de fertilizantes (N, P e K). Contudo, este é de mais difícil visualização e fez-se necessário o uso de tabelas.

Tabela 3 - Principais fluxos comerciais de ureia - Adaptado de IFA (2015).

Ureia - N contido		
Origem	Destino	Quantidade (mil t)
Canadá	EUA	1428
China	EUA	472
Arábia Saudita	EUA	463
Trinidade e Tobago	EUA	324
Qatar/Bahrein	EUA	539
Egito	EUA	424
Kwait	EUA	483
Iemen	EUA	1122
Indonésia	EUA	376
Rússia	México	717
Iran	México	296
China	México	402
Rússia	Brasil	965
Arábia Saudita	Brasil	480
Ucrânia	Brasil	528
Bélgica	França	570
Egito	França	1289
Ucrânia	Turquia	1543
Arábia Saudita	Tailândia	922
Qatar/Bahrein	Tailândia	541
China	Índia	3333
Iran	Índia	1811
Omã	Índia	1885
Ucrânia	Índia	489
Qatar/Bahrein	Austrália	661

Entre os principais exportadores de ureia, destacam-se China, Ucrânia, Rússia, Omã, Qatar/Bahrein, Irã e Egito. A China exporta ureia em grande quantidade para a Índia, seu principal parceiro comercial. A Rússia e a Ucrânia tem o direcionamento do setor de nitrogenados para atender ao mercado externo e possuem alta produção de petróleo e gás natural. O Irã, Qatar/Bahrein e Omã são grandes produtores de petróleo, possuindo abundância de matéria prima. Ainda, a região do oeste Asiático (Oriente Médio) apresenta baixo consumo de fertilizantes, sendo responsável apenas pelo consumo de 2,6 % de todos os fertilizantes nitrogenados consumidos no mundo.

A amônia possui um papel menor nas relações internacionais do que a ureia (Tabela 4). O fluxo comercial é menor: o produto possui menor valor agregado e é de difícil transporte, devido à pressão de vapor da amônia e às condições de segurança.

Tabela 4 - Principais fluxos comerciais de amônia, adaptado de IFA (2015).

Amônia - N contido		
Origem	Destino	Quantidade (mil t)
Trinidade e Tobago	EUA	3590
Rússia (Leste, Fronteira Ucrânia)	EUA	380
Rússia (Norte)	EUA	546
Canadá	EUA	1174
Rússia	Polônia	1452
Arábia Saudita	Coréia do Sul	499
Qatar/Bahrein	Índia	420
Arábia Saudita	Índia	443
Irã	Índia	362
Argélia	França	706
Rússia	Turquia	300
Rússia	Marrocos	387

Trinidade e Tobago se destacam na exportação de amônia. Segundo BRASIL¹ (2014), Trinidade e Tobago é um país com 1,34 milhão de habitantes e seu principal recurso natural é o petróleo/gás natural. De suas exportações, 39,7 % é direcionado ao mercado dos EUA, seu maior parceiro comercial bilateral. A amônia foi responsável por 12,9 % das exportações em 2013. É o maior fluxo atual de comércio de amônia.

A Rússia, Canadá e o Oriente Médio se destacam na exportação de amônia, assim como na ureia, porém, em menores quantidades. A Argélia possui pouca área agrícola devido à desertificação. Há pouca demanda interna por fertilizantes; entretanto, o país possui grandes reservas de gás natural, permitindo a manufatura e exportação da amônia.

É perceptível, na Tabela 5, a relação entre a disponibilidade de matéria prima (gás natural) para produção de amônia em quase todos os países, com exceção da China (que possui a matriz a base de carvão) e Alemanha (grande produtora de amônia, mas importa seus insumos).

Tabela 5 - Reservas Naturais de Gás e Produção de Amônia - Adaptado de British Petroleum (2013) e USGS (2015).

País	Reservas Naturais Provasdas (%)	Produção de Amônia (%)
Estados Unidos	4,7	6,3
Canadá	1,1	2,9
México	0,2	0,6
Trinidade e Tobago	0,2	3,3
Venezuela	3,0	0,7
Alemanha	0,0	2,0
Holanda	0,5	1,6
Polônia	0,1	1,5
Romênia	0,1	0,9
Rússia	16,8	8,3
Ucrânia	0,3	3,1
Reino Unido	0,1	0,6
Uzbequistão	0,6	0,8
Irã	18,1	1,9
Omã	0,5	1,2
Qatar	13,4	1,9
Arábia Saudita	4,4	2,4
Egito	1,1	2,3
Bangladesh	0,1	0,5
China	1,8	32,2
Índia	0,7	7,8
Indonésia	1,6	3,3
Malásia	0,6	0,7
Paquistão	0,3	1,7

O MAP e o DAP também são fertilizantes intermediários e seu fluxo de exportação será pesquisado. Todavia, a análise do MAP e do DAP leva em conta a produção da indústria de nitrogenados e fosfatados, simultaneamente. Considerou-se mais adequado o estudo deste mercado no capítulo de fosfatados.

5.2. Fertilizantes Fosfatados

Em termos mundiais, a rocha fosfática é a única matéria prima viável economicamente. Cerca de 85 % das reservas possuem origem sedimentar, 15 % ígnea e menos de 1 % biogênica (CPRM, 2011).

A produção mundial de rocha fosfática cresceu 71 % nos últimos 20 anos (Figura 18). Esta proporção corresponde a um aumento anual de 2,74 % no mesmo período. Percebe-se que de 1998 a 2001 houve redução no volume de produção de rocha fosfática. Esta retração ocorreu devido ao fechamento temporário de duas minas de grande porte nos EUA.

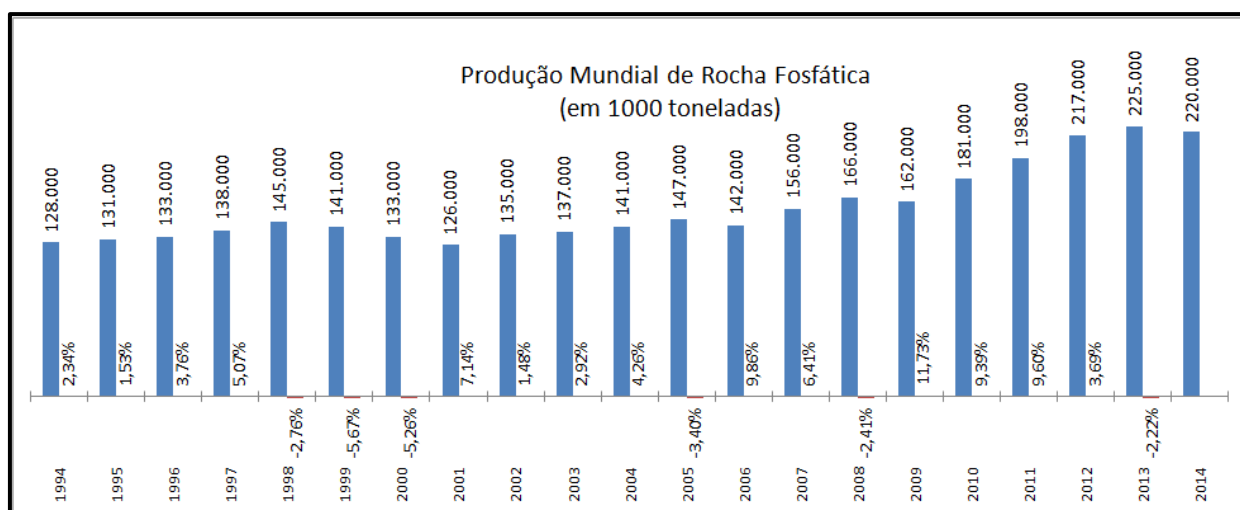


Figura 18 - Histórico da produção mundial de rocha fosfática - Adaptado de USGS (1997 a 2015).

Entre os anos de 2009 e 2011, observa-se um aumento acentuado na produção global de rocha fosfática (34%). A China e o Marrocos foram os principais responsáveis por este avanço (Anexo VI).

A China é o maior produtor mundial de fosfato, seguido de Marrocos e Estados Unidos, Rússia e Brasil (Figura 19). O Anexo VI contém o histórico de produção de rocha fosfática para os principais produtores no período de 2007 a 2014.

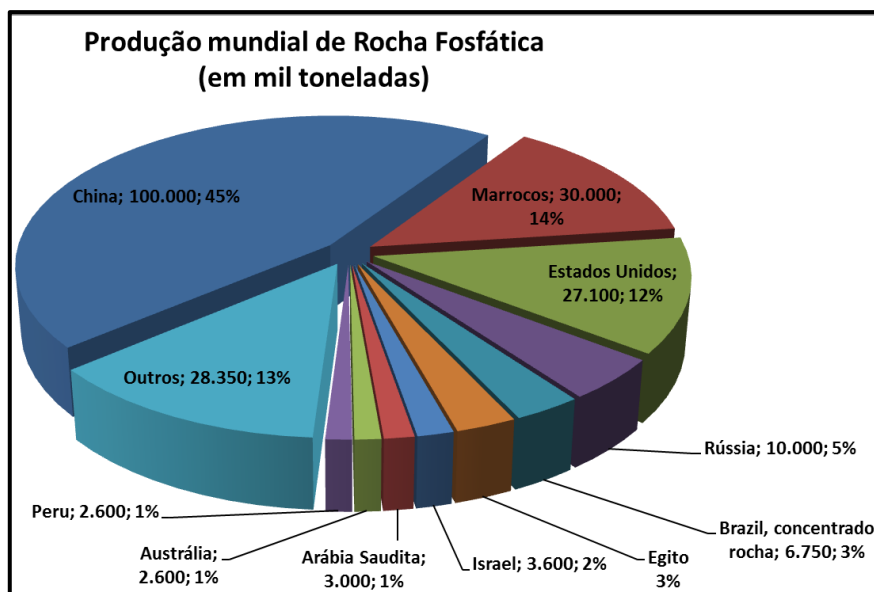


Figura 19 - Distribuição da Produção de Fosfato – Adaptado de USGS (2015).

A quantificação do tempo de vida das reservas de fósforo é muito discutida e não há um consenso geral. Em 2010, especulava-se que a produção de fósforo atingiria seu ápice em 2033/2034 e depois, inevitavelmente, sua produção decresceria por conta da depleção das reservas. As primeiras consequências para a agricultura mundial seriam relacionadas à indisponibilidade de fósforo (KAUWENBERGH, 2010).

A USGS publicou em 2011 uma revisão das reservas mundiais, com base em novas pesquisas do IFDC: *“Significant revisions were made to reserves data for Morocco, using information from the Moroccan producer and a report by the International Fertilizer Development Center”*. Este fato alterou em muito a perspectiva para o tempo de vida das reservas de fosfato. Em 2010, as reservas marroquinas estavam estimadas em 5,7 bilhões de toneladas. Depois desta nova perspectiva, as mesmas foram estimadas em 50 bilhões de toneladas (USGS 2010,2011). Esta descoberta foi a principal mudança de perspectiva no cenário mundial nos últimos anos, alterando as reservas mundiais de 16 bilhões para cerca de 70 bilhões. Os dados relativos às reservas mundiais de fosfato (e histórico recente) se localizam no ANEXO VII, e estão sumarizados na Figura 20.

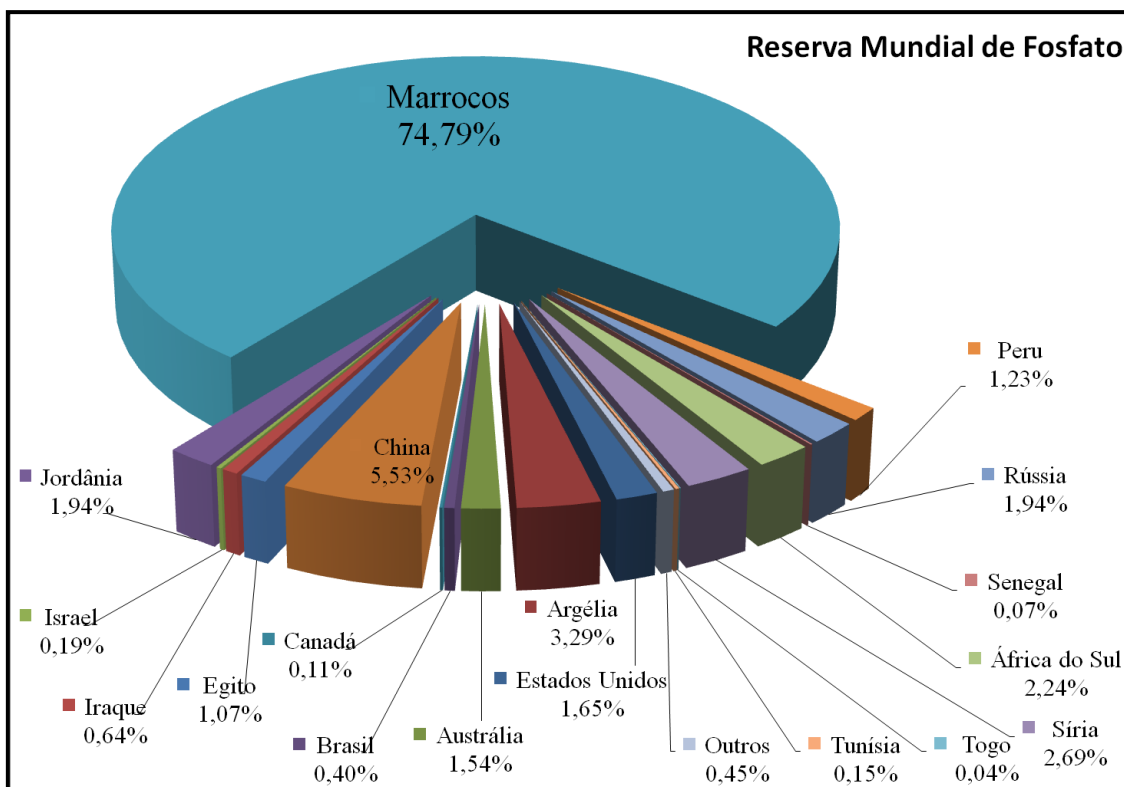


Figura 20 - Distribuição das Reservas Mundiais de Fosfato - Adaptado de USGS (2015).

A existência de fosfato sedimentar marroquino é conhecida desde 1908, mas não foram consideradas de potencial econômico até 1917, quando foram descobertos depósitos entre Oued Zem e El Borouj, ao sudeste de Casablanca. Hoje, há quatro grandes depósitos, dos quais três estão localizados na região central de Marrocos. Os principais depósitos de fosfato estão localizados nas Bacias de Oulad Abdoun (principal, depósito de Khouribga), de Ganntour Central, de Meskala (ao leste de Essaouira) e de Oued Eddahab (NOTHOLT; SHELDON; DAVIDSON, 1989).

Estes depósitos de fosfato foram formados do período Paleocênico ao Cretáceo. O fosfato marroquino é de excepcional teor de P_2O_5 , podendo atingir 35,7 % em massa (NOTHOLT; SHELDON; DAVIDSON, 1989). No Anexo X, consta a tabela cronoestratigráfica universal a fim de elucidar a escala de tempo geológica, dividida em Éons, Eras, Períodos, Épocas e Idades.

Os depósitos de fosfato na região do Saara Ocidental são conhecidos desde 1947 (na época, Saara Espanhol). Todavia, até 1963 o potencial econômico do minério era subestimado. Neste ano, foi descoberto o depósito de Bu-Craa, na bacia de Aaiun, formado por sedimentos depositados formados do período Paleocênico ao Cretáceo. Esta região se localiza a cerca de 1200 quilômetros da região de depósitos originais do Marrocos (Figura 21). O teor médio de P_2O_5 é de 32%. Junto ao depósito de Khouribga, produz a maior parte do fosfato marroquino (NOTHOLT; SHELDON; DAVIDSON, 1989). A região de Bu-craa é alvo de disputas geopolíticas, os saarianos reivindicam a independência (<http://www.onwar.com/aced/chrono/index1960.htm>).



Figura 21 - Posicionamento dos principais depósitos de fosfato do Marrocos e Saara Ocidental - Adaptado de <https://www.google.com.br/maps>

Apesar de não ser o maior portador de reservas mundiais, a China é o maior produtor atual de fosfato. Segundo dados do USGS (2015), a produção de fosfato chinesa aumentou muito nos últimos anos. De 2007 a 2014, aumentou de 45,4 milhões para 100 milhões de t/ano (120 %).

Sedimentações Cambrianas e Pré-cambrianas ocupam uma posição proeminente dentro das centenas de reservas economicamente viáveis de fosfato no mundo, principalmente, na China. Estas reservas estão distribuídas, majoritariamente, no Sul da China e no Norte/Nordeste. Três depósitos se destacam: Kunming, Kaiyang e Lao Cai (NOTHOLT; SHELDON; DAVIDSON, 1989).

Muitos dados do CGS (Serviço Geológico Chinês) estão disponíveis apenas em mandarim. Segundo Furtado (2009), esta dificuldade é encontrada em diversos grupos de pesquisa de produção mineral em torno do mundo. É difícil conhecer fidedignamente a realidade chinesa, e alguns dados presentes nesta dissertação podem estar sub ou superestimados. Muitos destes são baseados em relatórios de agências de estudo de mercado especializados em China e possuem um alto custo de aquisição.

Na China, predominam jazidas de baixo teor de fosfato, com cerca de 17% de teor médio. As jazidas de alto teor (acima de 30% de P_2O_5) compõem apenas 8,1% da produção chinesa. As rochas chinesas, de maneira geral, são de difícil tratamento. As rochas são de baixo teor e incorrem de natural insolubilidade. Poucas rochas permitem utilização direta na forma natural como fertilizante. De maneira geral, necessitam de tratamento. Em 2006, havia cerca de 1040 empresas em operação, mais de 60% delas com dimensões de até 5.000 ton/ano (FURTADO, 2009).

As políticas governamentais intervencionistas interferem na precificação do fertilizante. Com políticas protecionistas, havia menos investimento em novas tecnologias para otimização da produção e inovação tecnológica. Somente em 2009 o governo adotou economia de mercado para a precificação dos fertilizantes, exceto ao potássio (FURTADO, 2009).

Durante o período de 1986 a 1995 (sétimo e oitavo “*Five-Year Plan*” chineses), o governo construiu diversas plantas de produção de fosfato, a fim

de atender à demanda interna do setor agrícola. Importou mais de 10 plantas com tecnologia externa e construiu mais de 80 de pequeno porte com tecnologia própria. Promoveu uma reforma técnica e incentivou pesquisas científicas, possibilitando que a produção aumentasse rapidamente de 1,8 Mt/ano em 1985 para 6,2 Mt/ano em 1995. Quase toda a gama de produtos fosfatados foi aumentada em produção: DAP, MAP, TSP, NP, NPK, SSP e termofosfatos. No nono “*Five-Year Plan*” (1996 a 2000), não foram alcançados os resultados esperados. Muitas das plantas de tecnologia externa se mostraram incapazes de processar a matéria prima fosfática chinesa. Foi um período de transição muito importante para a indústria de base chinesa. Neste período, as empresas de média e larga escala não pouparam esforços para reduzir dívidas, eliminar ativos indesejáveis e adaptarem-se a transição da economia planificada para a economia de mercado. No décimo “*Five-Year Plan*”, a indústria de fosfatos chinesa se consolidou. A produção aumentou mais de 50%, com políticas de redução de importações (ZHANG, 2009).

Para expandir a capacidade produtiva em recursos minerais, o governo da China implementou em 2011 o “Plano Nacional de Exploração e Desenvolvimento”. O governo chinês investiu um capital acumulado de 350 bilhões de Yuan (cerca de U\$55 bi) em prospecção mineral (CGS, 2014).

Nos Estados Unidos, a rocha fosfática é produzida por apenas 5 empresas, em 11 minas localizadas em 4 estados. Em 2014, foram produzidas 27,1 milhões de toneladas. Assim, foi necessária a importação de 2,57 milhões de toneladas para abastecer o mercado interno. A produção dos Estados Unidos não teve uma grande variação na última década. A indústria de fosfato dos Estados Unidos está concentrada na Flórida (7 minas), Idaho (4 minas), Carolina do Norte (1 mina) e Utah (1 mina). Florida e Carolina do Norte são responsáveis por mais de 80% da produção. Todas as companhias são verticalmente integradas e as plantas se localizam próximo às minas. Mais de 95% da rocha fosfática se encaminha a produção de ácido fosfórico através do processo úmido. Cerca de 45% da matéria prima é destinada a exportação de

MAP e DAP. Os EUA importam rocha fosfática em pequena quantidade (cerca de 10% da produção) e exportam fertilizantes intermediários (USGS, 2015).

Os depósitos mais relevantes da Flórida chamam-se River-Pebble, Hard-Rock, Land-Pebble e formação Hawthorn. De maneira geral, se formaram entre o período Cretáceo e o Paleocênico.

River-Pebble (Cristais do Rio), primeiro depósito descoberto em cerca de 1880, era minerado como barras de fosfato ao longo das margens e nos *floodplains* das correntes atuais dos rios. *Floodplains* são regiões de rios que inundam em períodos de alta descarga. Os depósitos são caracterizados por uma matriz de areia de quartzo e pouca argila. Os depósitos ocorrem ao longo de correntes que cortam transversalmente antigos depósitos de fosfato. Estes possuem de 25 % a 28 % de P_2O_5 (NOTHOLT; SHELDON; DAVIDSON, 1989). Essa mineração também ocorre nas areias superficiais próximas às ilhas adjacentes ao rio, sendo chamados Land-Pebble (Cristais da Ilha). Estes depósitos possuem de 30 % a 34 % de P_2O_5 e incluem fosfato dos resíduos insolúveis da formação Hawthorn, grãos de fosfato da formação Bone Valley e fosfato da época Pleistocênica em forma de túneis. Lixiviados após a deposição por correntes ácidas, as partes superiores dos depósitos são zonas alumino-fosfatadas. Na grande parte dos depósitos, o mineral fosfático se encontra na forma de fluoroapatita carbonática (NOTHOLT; SHELDON; DAVIDSON, 1989).

Os depósitos de fosfato de Hard-Rock se localizam ao oeste da Flórida e consistem em rochas fosfáticas misturadas a calcário e silicatos em matriz de arenitos cinza e argilas. O mineral é fluoroapatita carbonática, com teores de até 36 % de P_2O_5 (NOTHOLT; SHELDON; DAVIDSON, 1989). Os depósitos da formação Hawthorn são os mais promissores em termos de reservas minerais na Florida. Estimam-se bilhões de toneladas de fosfato na formação. Teor de P_2O_5 entre 21 % e 36 % (NOTHOLT; SHELDON; DAVIDSON, 1989).

Os depósitos de fosfato na Carolina do Norte ocorrem em duas regiões: A Baía de Aurors (que contém o distrito fosfático de Aurora, em operação) e a Baía de Onslow (que contém os distritos fosfáticos de Onslow Bay e Frying Pan). As sedimentações ocorreram no período neogênico. As reservas mais proeminentes são as de Onslow, estimadas em 10 bilhões de toneladas, com teor de P_2O_5 médio de 26,5% (NOTHOLT; SHELDON; DAVIDSON, 1989).

A Rússia é o quarto maior país produtor de rocha fosfática e a maior parte da matéria prima de fosfato provém de reservas de apatita em Khibiny e Kovdor, ambos na península de Kola. Pouco é produzido na Rússia a partir de formações sedimentares (INTERNATIONAL BUSINESS PUBLICATIONS, 2011).

A apatita-nefelita de Khibiny é responsável por 90 % das reservas da Rússia, e possui teor de P_2O_5 baixo, entre 12 % e 16 %. Os minerais de Kovdor possuem teor de P_2O_5 entre 6 % e 7 %. São rochas de formação ígnea. O complexo de Kovdor foi descoberto em 1933 e explorado após a Segunda Guerra Mundial. Possui o mineral apatita-forsterita, além de minério de ferro. (NOTHOLT; SHELDON; DAVIDSON, 1989).

O complexo de apatita OAO (pertencente ao grupo PhosAgro) é responsável pela produção de 8,5 Mt/ano de concentrados de apatita-nefelita, empregando 12.500 pessoas. A nefelita é matéria prima para indústria de alumínio e cimento. A apatita-nefelita é processada em dois tipos de planta de beneficiamento. A planta “*Standard*” produz concentrados de até 39 % de P_2O_5 e a planta “*Super*” de mais de 40 %. Estima-se que as reservas de Khibiny são suficientes para manter a produção da Rússia estável até 2050. A mina aberta de Kovdor tem capacidade de processamento de 1.9 Mt/ano de concentrado de apatita. Além disso, a Rússia possui 30 depósitos de fosfato sedimentar que podem ser explorados no futuro (INTERNATIONAL BUSINESS PUBLICATIONS, 2011).

Em relação ao comércio mundial de fertilizantes fosfatados, o leste asiático é o maior consumidor, impulsionado pelo mercado chinês (Tabela 6). O sul da Ásia é o segundo maior mercado, influenciado pelo mercado indiano. O alto consumo nas Américas Latina e do Norte se deve, respectivamente, ao Brasil e aos Estados Unidos.

Tabela 6 - Consumo Mundial de Fertilizantes Fosfatados - Adaptado de ANDA (2014).

Consumo Mundial de Fertilizantes por Bloco			
(1000 toneladas de nutrientes – P₂O₅)			
	2011	2012	2013
Europa (Central e Oeste)	2.398	2.497	2.547
Leste Europa e Ásia Central	1.200	1.253	1.311
América do Norte	4.837	4.724	4.677
América Latina e Caribe	5.708	6.091	6.175
África	1.058	1.085	1.144
Ásia (Oeste)	9.56	971	1.079
Ásia (Sul)	9.137	7.991	8.436
Ásia (Leste)	14.052	14.536	14.653
Oceania	1.217	1.113	1.137

Para o SSP, composto também importante no fluxo comercial de fertilizantes, não será feita a análise. O SSP depende de fatores e informações relacionadas à indústria do enxofre, que não foi abordada neste trabalho. O TSP também não foi considerado no trabalho, por indisponibilidade de dados gratuitos da IFA. Além disso, o uso de SSP/TSP está em declínio por conta da substituição por fosfatos de amônio em alguns países. Os mesmos possuem teor de P₂O₅ similar ou superiores e custo de produção inferior (www.ipni.net).

O Marrocos é o maior fornecedor mundial de rochas fosfáticas, abastecendo, principalmente, os mercados dos EUA, México, Brasil, Espanha, Turquia, Nova Zelândia e Índia. Egito, Peru, Arábia Saudita e Rússia também possuem papéis proeminentes na exportação de rochas fosfáticas (Tabela 7).

Tabela 7 - Fluxo de exportações de Rocha Fosfática - Adaptado de IFA (2015).

Rocha Fosfática - IFA 2015		
Origem	Destino	Quantidade (Mt/ano)
Arábia Saudita	Índia	3031
Arábia Saudita	Indonésia	556
Argélia	Espanha	391
Argélia	Polônia	405
Cazaquistão	Rússia	384
China	Coréia do Sul	342
Egito	Polônia	300
Egito	Índia	1266
Egito	Malásia	380
Egito	Indonésia	596
Israel	França	390
Marrocos	EUA	2267
Marrocos	México	610
Marrocos	Brasil	564
Marrocos	Peru	623
Marrocos	Espanha	1545
Marrocos	Turquia	529
Marrocos	Nova Zelândia	374
Marrocos	Índia	1324
Peru	EUA	1225
Peru	Índia	539
Peru	Brasil	623
Rússia	Lituânia	522
Rússia	Belarus	452
Rússia	Alemanha	628
Síria	Líbano	448
Togo	Índia	664

A China, maior produtora atual de rocha fosfática, apenas exporta uma fração ínfima de sua produção para a Coréia do Sul. Sua produção é voltada para o consumo interno, produzindo DAP, MAP, SSP e TSP.

A Índia é a maior importadora mundial de rocha fosfática. Arábia Saudita, Egito, Peru e Marrocos abastecem seus mercados. Para os fosfatos, a escassez em matéria prima tem limitado a caminhada rumo à autossuficiência em fertilizantes. A produção interna apenas suporta de 5 % a 10 % da demanda de P_2O_5 (INDIA, 2011).

O MAP e o DAP possuem papel de menor relevância no comércio internacional que a rocha fosfática. As principais rotas comerciais incluem: China → Índia, EUA → Índia, Arábia Saudita → Índia, Marrocos → Brasil, Rússia → Brasil, EUA → Brasil. Estas rotas demonstram a necessidade de importação de fertilizantes nitrogenados e fosfatados mistos, especulando a não integração da indústria de fertilizantes nestes países que possuem produções agrícolas elevadas (Tabela 8).

Tabela 8 - Fluxo de exportações de MAP e DAP- Adaptado de IFA 2015.

Fertilizantes Fosfatados & Nitrogenados					
MAP			DAP		
Origem	Destino	Quantidade (mil t/ano)	Origem	Destino	Quantidade (mil t/ano)
EUA	Canadá	417	EUA	Brasil	441
Rússia	Brasil	562	Marrocos	Índia	622
Marrocos	Brasil	1027	Arábia Saudita	Índia	939
EUA	Austrália	317	EUA	Índia	1017
			China	Índia	2615
			China	Vietnã	317

5.3. Fertilizantes Potássicos

Os países maiores produtores de potássio são Canadá, Rússia, China e Bielorrússia, respectivamente (Figura 22).

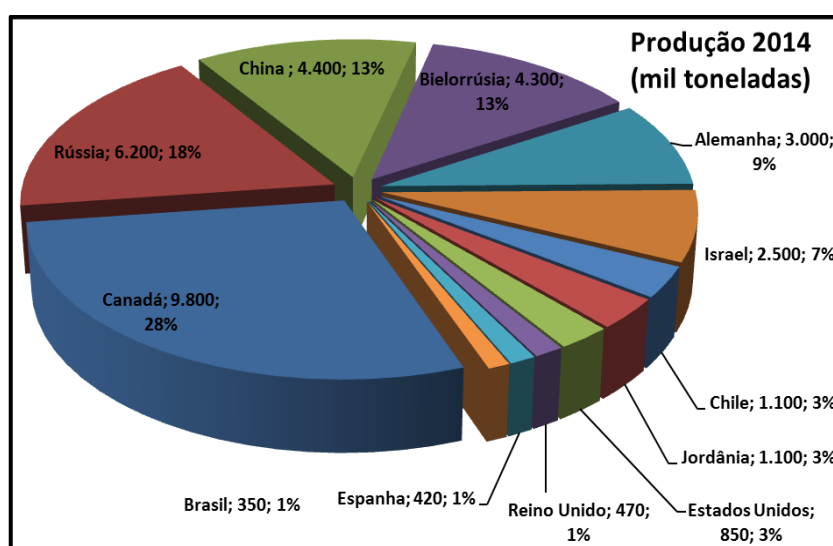


Figura 22 - Produção Mundial de Potássio - Adaptado de USGS (2015).

A produção mundial de potássio aumentou 55 % nos últimos 20 anos. Este crescimento equivale a um aumento de 2,21 % ao ano. Percebe-se também retração na produção no ano de 2009, em decorrência da crise econômica. Todavia, esta retração de produção em nada impactou a capacidade instalada e no ano de 2010 a produção retornou ao patamar anterior (Figura 23).

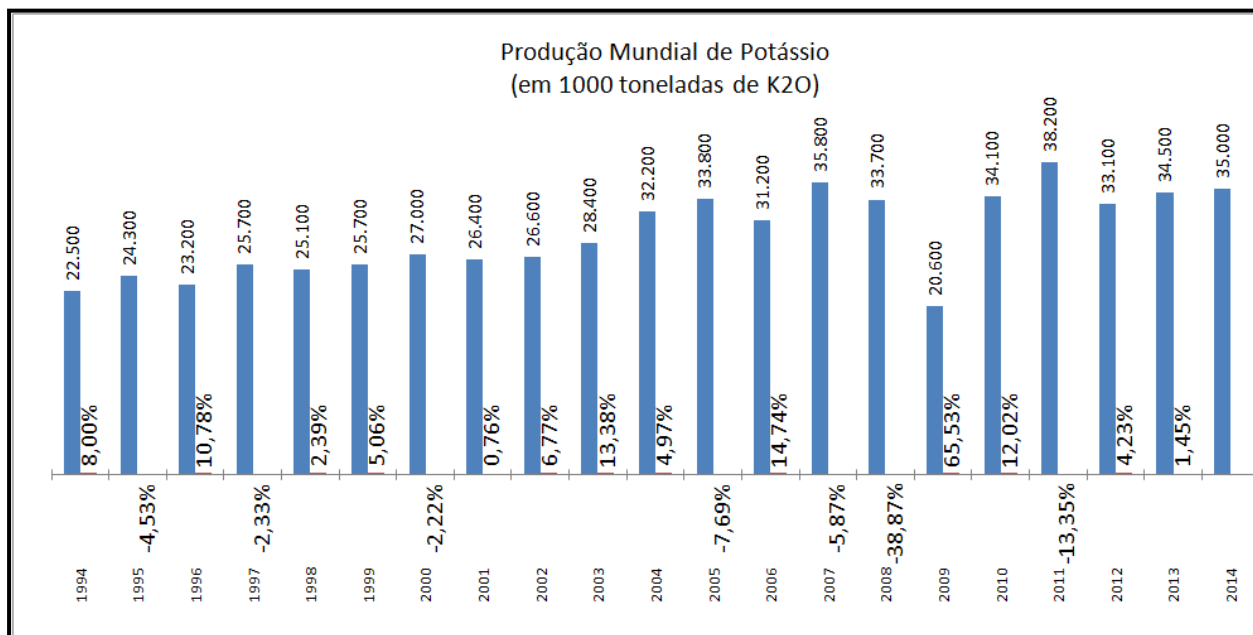


Figura 23 - Produção global de Potássio - Adaptado de USGS (1997 a 2015).

Conforme mencionado no Capítulo 4, os principais minerais aproveitados são silvita, silvinita, carnalita, langbeinita, salitre, cainita. Todos estes são cloretos ou sulfatos de potássio, podendo conter teores de magnésio. A silvita é o mineral com maior teor de potássio (63% de K₂O).

A maior reserva de potássio do mundo se encontra no Canadá (Figura 24). É o país que mais produz potássio. Os depósitos de potássio de Saskatchewan têm profundidades de 400 m a 2750 m de profundidade em relação à planície local. Ocorre na chamada formação Prairie (WARREN, 2006).

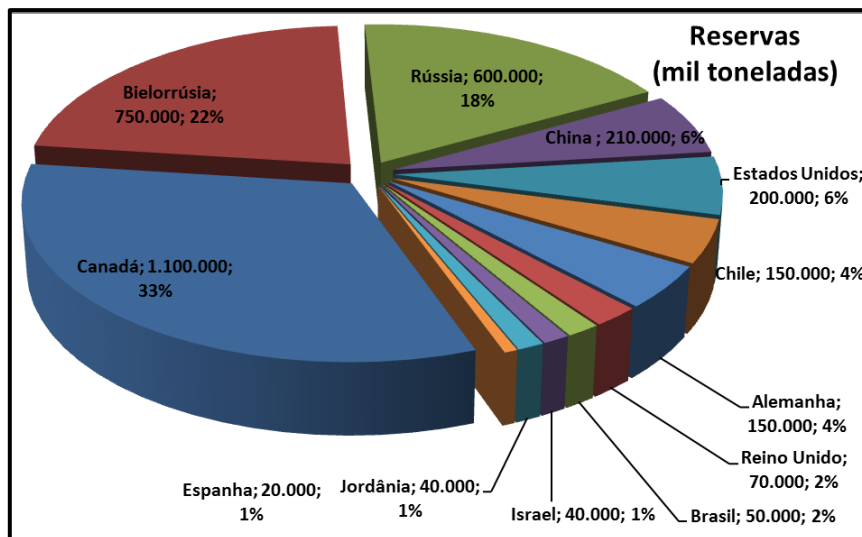


Figura 24 - Reservas Mundiais de Potássio – Adaptado de USGS (2015).

O potencial de exploração em Saskatchewan foi reconhecido apenas em 1946, após a perfuração de poços de óleo e gás em torno de 1942. Os depósitos são da ordem de grandeza de 5 bilhões de toneladas mineráveis. Os sais de potássio, provavelmente, se formaram como precipitado secundário logo abaixo da superfície e foram modificados em diferentes graus pela passagem de fluidos no ambiente de deposição. O ciclo de deposição contínua foi possível devido à combinação de fontes próximas de sais e fortes ventos (WARREN, 2006).

A primeira mina convencional de exploração de potássio iniciou suas atividades em 1962. A primeira mina (mineração em solução) iniciou as atividades em 1964, próximo a Belle Plaine. Atualmente, em Saskatchewan, cerca de 90 % dos potássios para fertilizantes são beneficiados pelo processo com flotação. A cristalização só é utilizada em pequena escala para produzir potássio de alto teor de pureza (PERUCCA, 2003).

Segundo USGS³(2013), as maiores empresas produtoras de potássio no Canadá são: Agrium Products Inc, Mosaic Potash Colonsay, Mosaic Potash Esterhazy (75% Mosaic e 25% PotashCorp), The Mosaic Co. e Potash Corp. of Saskatchewan Inc, todas localizadas em Saskatchewan.

A Rússia é a segunda maior produtora de potássio, atualmente. A indústria russa é composta por uma única companhia: a Uralkali. O depósito de potássio de Upper Kama (ou Verkhnekamskoye) é o segundo maior depósito do mundo, perdendo apenas para Saskatchewan, no Canadá. Os sais de potássio foram descobertos em 1925, durante a perfuração de um poço de petróleo. O depósito possui uma área de 3800 km² (KOVIN, 2010).

O processamento da Uralkali (Figura 25) se destina principalmente a produção de dois produtos. O “Standard MOP” é produzido por meio de flotação e possui de 95 % a 98 % de KCl. É utilizado como matéria prima para fertilizantes e indústria. O “Granular MOP” é produzido através de cristalização a frio e é utilizado em métodos de fertilização avançada. Possui maior custo e é exportado principalmente para Brasil, Índia e China (<http://www.uralkali.com/>).

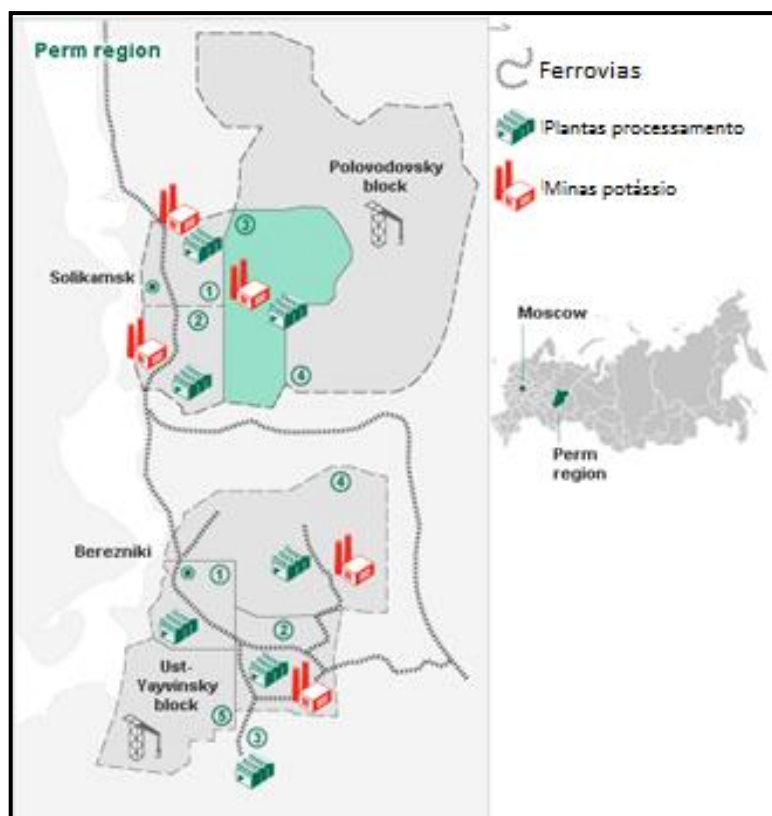


Figura 25 - Produção de Potássio em Uralkali, Rússia - Adaptado de <http://www.uralkali.com/> .

O depósito de Belaruskali (na Bielorrússia), bacia de Pripyat, é responsável por cerca de 16 % de todo o potássio produzido no mundo. Pripyat se formou por aportes repetidos de águas marinhas e é dividido em sete ciclos de evaporitos, contendo quatro horizontes potássicos. A deposição encontrada é de 1500 m de halita, rochas carbonáticas, argilas e anidrita além do potássio (COCKER, 2013).

Até 2013, as empresas Uralkali e Belaruskali formavam uma *joint-venture* denominada BPC. A BPC perdeu o direito exclusivo sobre a distribuição do potássio (pt.euronews.com). Desta maneira, ao desfazer o chamado “cartel russo”, o preço do potássio vem apresentando quedas desde 2013 (Figura 26).

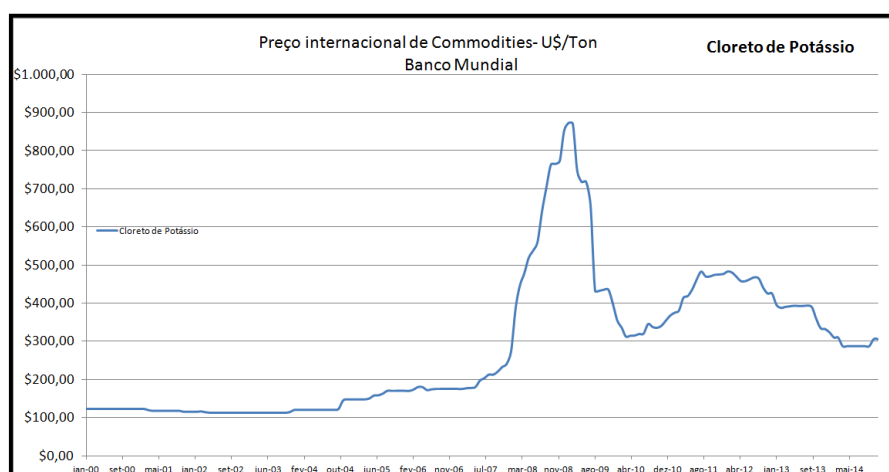


Figura 26 - Cotação do cloreto de potássio – Adaptado de www.indexmundi.com .

A Alemanha é a quarta maior produtora de potássio. A bacia de Zechstein passa por Holanda, Dinamarca, Polônia e Alemanha. O potássio extraído de Zechstein é responsável por cerca de 20 % da produção mundial de potássio. As minas da Alemanha estão em Stassfurt e são exploradas há mais de 100 anos. Em Stassfurt, predominam os depósitos de silvinita com 17 % a 18 % de K_2O . É o mais antigo depósito de potássio explorado, rico em magnésio e em sulfatos. Na Alemanha, o potássio é viável economicamente

devido à proximidade ao mercado consumidor, eficiência de mineração e subsídios governamentais (WARREN, 2006).

Israel e Jordânia possuem um perfil parecido de produção de potássio. O Mar Morto é o lago que apresenta menor nível no mundo: 396 m abaixo do nível do mar. Possui uma área de 930 km² e profundidade média de 329 m. A salmoura no Mar Morto possui alto teor de cloreto de magnésio e cloreto de cálcio. A salmoura é processada primeiro cristalizando a halita e depois seguindo com a evaporação para depositar carnalita e halita. A salmoura sem os sais é devolvida ao Mar Morto (Figura 27). Todas as operações ocorrem em escalas muito largas e o custo operacional é muito baixo (UNIDO; IFDC, 1998).



Figura 27 - Produção de Potássio no Mar Morto – Retirado de www.marionkaplan.com.

A indústria de potássio na China pode ser dividida em três momentos históricos: Primeiro Estágio (1949-1977), Segundo Estágio (1978-1999) e Terceiro Estágio (2000-atual).

A exploração de sais de potássio na China pouco existia antes da Revolução Chinesa de 1949. Após a revolução, o país organizou esforços para a prospecção e exploração de potássio. Em 1956 a “*Salt Lakes Scientific Survey Team of the Chinese Academy of Sciences*” organizou uma missão em busca de potássio e boro. Simultaneamente, o Departamento de Transportes de Chaerhan descobriu a mundialmente famosa salina de Chaerhan, ao

construir uma estrada. A partir deste fato, surgiu a indústria do potássio na China. Entretanto, a produção chinesa ainda estava longe da autossuficiência (ZHANG, 2009).

Até 1978, ainda havia poucas fontes de potássio e a produção chinesa era muito pequena comparada a de outros países. A fim de atingir a autossuficiência, a Comissão Nacional de Desenvolvimento propôs um novo modelo de exploração e planejamento para Chaerhan. Nos anos 90, Chaerhan começou a importar tecnologia de Israel, aumentando sua produção. A tecnologia importada de Israel foi a de cristalização a frio. Em 1999, foram celebradas *Joint-Ventures* entre companhias chinesas e israelenses. Esta transferência de tecnologia permitiu que, no início do século XXI, a produção chinesa saltasse de 300.000 t/ano para 1 Mt/ano (ZHANG, 2009).

A produção de potássio chilena é dependente da mineração das salmouras dos salares e das regiões áridas. A produção de potássio é associada à produção de lítio. Os depósitos de nitrato do Chile são únicos, e a formação geológica destes sais solúveis ainda são amplamente discutidas. Estes depósitos ocorrem no deserto do Atacama e são formados por sódio, potássio e nitrato, principalmente. A região do Atacama é uma das regiões mais secas do mundo, registrando períodos de até 20 anos sem chuva. O Salar do Atacama é um grande lago, de altitude de 2.300 m e seco. O Rio San Pedro é afluente nesta bacia, e a deixa parcialmente alagada. Uma salmoura complexa (rica em lítio, potássio, sulfato e cloretos) de 0,6 metros de altura é encontrada neste lago seco (UNIDO; IFDC, 1998).

Em relação aos fluxos comerciais de potássio, a exportação de potássio será medida em termos de exportação de KCl (ou MOP), o principal fertilizante potássico comercializado. Segundo a IFA (2015), os principais exportadores de potássio são Canadá, Rússia, Alemanha e Israel/Jordânia, respectivamente. Ainda, os maiores importadores são Brasil, Estados Unidos, China e Índia (Tabela 9).

Os dados de IFA (2015) utilizam banco de dados de exportação do ICIS relativos a 2012. Desta maneira, a exportação da Rússia de potássio contabiliza a produção da Rússia e da Bielorrússia, que até 2013 eram distribuídos pelos mesmos canais logísticos (através da Rússia). No banco de dados da IFA não foi possível segregar os dados de Israel e Jordânia. Apenas foram considerados fluxos de exportação maiores que 300.000 t/ano.

O Canadá exporta mais de 11 milhões de toneladas de cloreto de potássio para o mundo, tendo como principais destinos EUA, Brasil, Índia, China, Coreia do Sul, Brunei e Indonésia (Tabela 9). O Canadá é o maior produtor/exportador de potássio do mundo e a província de Saskatchewan hospeda o epicentro da produção global de potássio. Além do potássio, é o segundo maior produtor mundial de urânio. Em 2010, possuía 897 minas de exploração de não metálicos e 71 minas de metálicos. O Canadá possui a segunda maior indústria de mineração do mundo, atrás apenas dos Estados Unidos. (KPMG GLOBAL MINING INSTITUTE, 2012).

Tabela 9 - Fluxo de exportação de Cloreto de Potássio, por destino – Adaptado de IFA (2015).

Exportações de Potássio - IFA 2015		
Origem	Destino	Quantidade (mil t/ano)
Canadá	EUA	5382
Rússia	EUA	525
Canadá	Brasil	2274
Alemanha	Brasil	1363
Israel	Brasil	1022
Rússia	Brasil	2585
Chile	Brasil	401
Rússia	Alemanha	1400
Alemanha	França	1417
Espanha	França	785
Rússia	Polônia	627
Israel	Índia	685
Rússia	Índia	1336
Canadá	Índia	341

Exportações de Potássio - IFA 2015		
Origem	Destino	Quantidade (mil t/ano)
Rússia	China	2846
Canadá	China	880
Israel	China	725
Israel	China	405
Rússia	Bangladesh	578
Canadá	Coreia do	366
Rússia	Vietnam	352
Rússia	Malásia	435
Canadá	Brunei	611
Rússia	Indonésia	620
Canadá	Indonésia	1306

Segundo Brasil² (2014), o Canadá tem como o principal destino de suas exportações os Estados Unidos, absorvendo cerca de 76 % do total geral exportado. Infere-se que, em um cenário de escassez no mercado de potássio, os EUA terão relações comerciais mais fortes com o Canadá que o Brasil/China/Índia, e terão preferência em abastecimento.

O segundo maior exportador de potássio do mundo é o complexo Rússia-Bielorrússia. A Rússia possui a maior extensão territorial, e é a nona maior economia do mundo. Seu PIB (cerca de dois trilhões em 2013) é composto por 37,5 % no setor industrial, 58,3 % no setor de serviços e 4,2 % no setor agrícola. A principal direção das exportações é composta por Países Baixos, China, Itália e Alemanha, respectivamente. As principais origens das importações são China, Alemanha, Estados Unidos e Itália, respectivamente. A pauta das importações concentra-se em produtos de alto valor agregado (BRASIL³, 2015).

A indústria russa de potássicos é dominada pela empresa Uralkali e é voltada para o mercado externo. A Rússia é importante produtora de muitos compostos minerais, tais como alumínio, antimônio, arsênio, asbestos, barita, bauxita, boro, cádmio, cimento, carvão, cobalto, cobre, diamantes, diatomita, flúor, gálio, germânio, ouro, grafite, gesso, índio, minério de ferro, chumbo, compostos de magnésio, gás natural, níquel, paládio, petróleo, rocha fosfática, platina, selênio, silício, prata, aço, telúrio, titânio, tungstênio, urânio e vanádio (USGS⁵, 2013).

A Bielorrússia é a terceira maior produtora de potássio e possui a segunda maior reserva. O potássio é o único mineral da Bielorrússia que apresenta papel de destaque no mercado internacional. A empresa Belaruskali detém o monopólio da produção de potássio e de outros recursos naturais estratégicos. Apesar do país não deter reservas de combustíveis fósseis, possui infraestrutura petroleira que permite o escoamento do óleo e gás da Rússia, de onde importa sua energia a preços mais baratos (USGS², 2013).

Israel possui um papel significativo na produção de bromo, magnésio, rocha fosfática e diamante. O setor mineral foi responsável por 1.3% do PIB em 2012. A maior parte da indústria mineral de Israel é de capital privado. A principal empresa que produz nitrato de potássio é a *Haifa Chemicals*, que domina 34% do mercado. A principal produtor de potássio a partir da carnalita é a DSW (Dead Sea Works). A DSW investiu para expandir a produção de potássio de 2012 a 2014, todavia o mesmo ainda não se refletiu na produção USGS (2012). Já a Jordânia possui papel importante na produção de bromo, rocha fosfática e potássio. Está entre os três maiores produtores de bromo e é o sexto maior produtor de fosfato (USGS⁴, 2013).

Brasil, Estados Unidos, China e Índia são os principais importadores de potássio. O Brasil será tratado no Capítulo 6. O consumo destes países consta na Tabela 10.

Tabela 10 - Consumo Mundial de Fertilizantes Potássicos - Adaptado de ANDA (2014).

Consumo Mundial de Fertilizantes por Bloco			
(1000 toneladas de nutrientes – K₂O)			
	2011	2012	2013
Europa (Central e Oeste)	2.683	2.825	2.886
Leste Europa e Centro Asiático	1.312	1.346	1.422
América do Norte	4.647	4.562	4.530
América Latina e Caribe	5.636	6.093	6.230
África	510	518	543
Ásia (Oeste)	233	233	245
Ásia (Sul)	2.990	2.534	2.855
Ásia(Leste)	9.435	10.061	10.226
Oceania	301	312	320

Os Estados Unidos consumiram 5,5 milhões de toneladas equivalentes em K₂O em 2014. Destes, 4,6 milhões são importados. A indústria de fertilizantes é responsável por 85 % do consumo americano de potássio. O potássio importado é proveniente do Canadá (85%), Rússia (10%), Israel (2%), Chile (2%) e outros (USGS, 2015).

O volume de importação de potássio na China cresce a cada ano. Em longo prazo prevê-se que a demanda por potássio na China vá crescer a uma taxa de 10 % ao ano. Além de aumentar a produção interna, é necessário a China estabelecer bases de produção de fertilizantes em outros países. Seus maiores competidores em consumo de potássio são Estados Unidos, Brasil e Índia (ZHANG, 2009).

A Índia não possui reservas viáveis de potássio. Assim, todo potássio consumido no país é importado (INDIA, 2011).

6. O Mercado de Fertilizantes no Brasil

De acordo com MDIC (2015), o Brasil importou quase 8,4 bilhões de dólares (ou 24,9 milhões de toneladas) de fertilizantes de janeiro a dezembro de 2014. As exportações (363 milhões de dólares ou 801 mil toneladas) têm valores pequenos frente às importações. Os dados do MDIC (2015) são compatíveis com os dados fornecidos pela ANDA. Os dados do MDIC relativos ao histórico de importação e exportação de fertilizantes no Brasil constam no Anexo II e no Anexo III. A Figura 28 apresenta a balança comercial dos fertilizantes, separando em N, P, K e NPK.

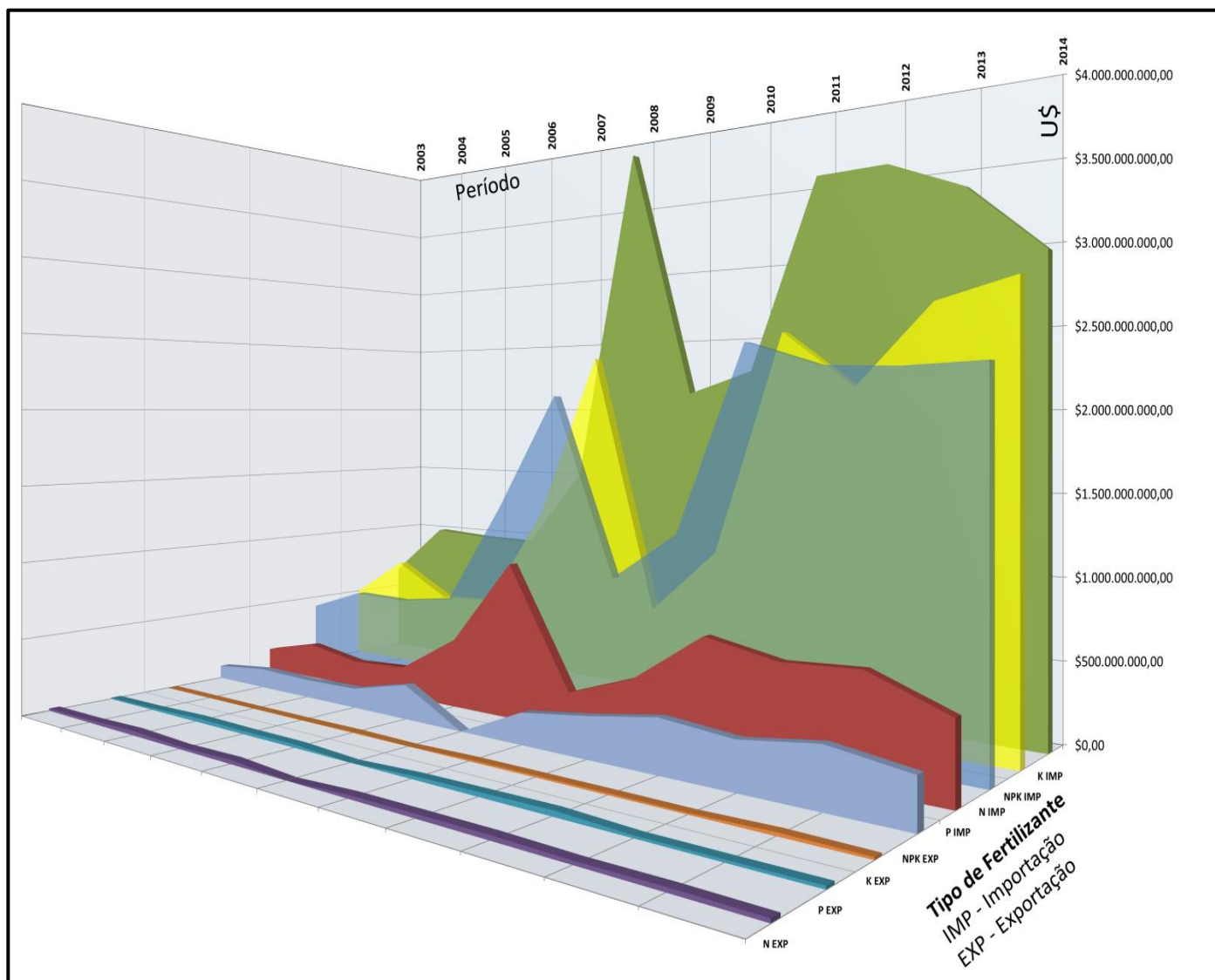


Figura 28 - Balança comercial de fertilizantes brasileira - Adaptado de MDIC (2015).

A alta dependência externa (cerca de 75 % do consumo em 2014) leva a consequências geopolíticas negativas para o Brasil. O país torna-se suscetível a flutuações de câmbios e preços, além de correr o risco de ficar sem os insumos básicos necessários à produção agrícola.

O preço dos fertilizantes aumentou muito no período de 1994 a 2009. De acordo com Lins (2009), este aumento ocorreu devido à pressão pela expansão da produtividade agrícola (fato semelhante ocorreu com os defensivos e as sementes), diminuição dos estoques internacionais de minerais fertilizantes e fertilizantes, elevação do preço do gás natural (onerando o custo de fabricação da amônia e da ureia) e, por fim, reposição da margem de lucro pela indústria de fertilizantes.

Ainda segundo Lins (2009), entende-se que a pressão pela expansão da produtividade agrícola ocorreu, principalmente, pelo aumento da renda de países emergentes com enormes populações, como China e Índia. A demanda maior por dietas mais ricas em carnes e laticínios também impulsionou o maior emprego de grãos para rações animais, aumentando a demanda. A alta no preço do petróleo onerou o frete para os alimentos, assim como as outras *commodities* em geral. Tal análise refletia a estrutura de 2009. Entretanto, em 2015, a baixa na cotação Brent do petróleo tem desonerado os preços das *commodities*.

É possível verificar na Figura 29 que os fertilizantes apresentavam tendências de aumento de preço até 2008, quando houve um recuo. O primeiro semestre de 2008 se caracterizou por demanda elevada, em função de um crescimento da área plantada entre 2007/2008 que, por sua vez, gerou aumento na demanda por fertilizantes (www.agroanalysis.com.br/).

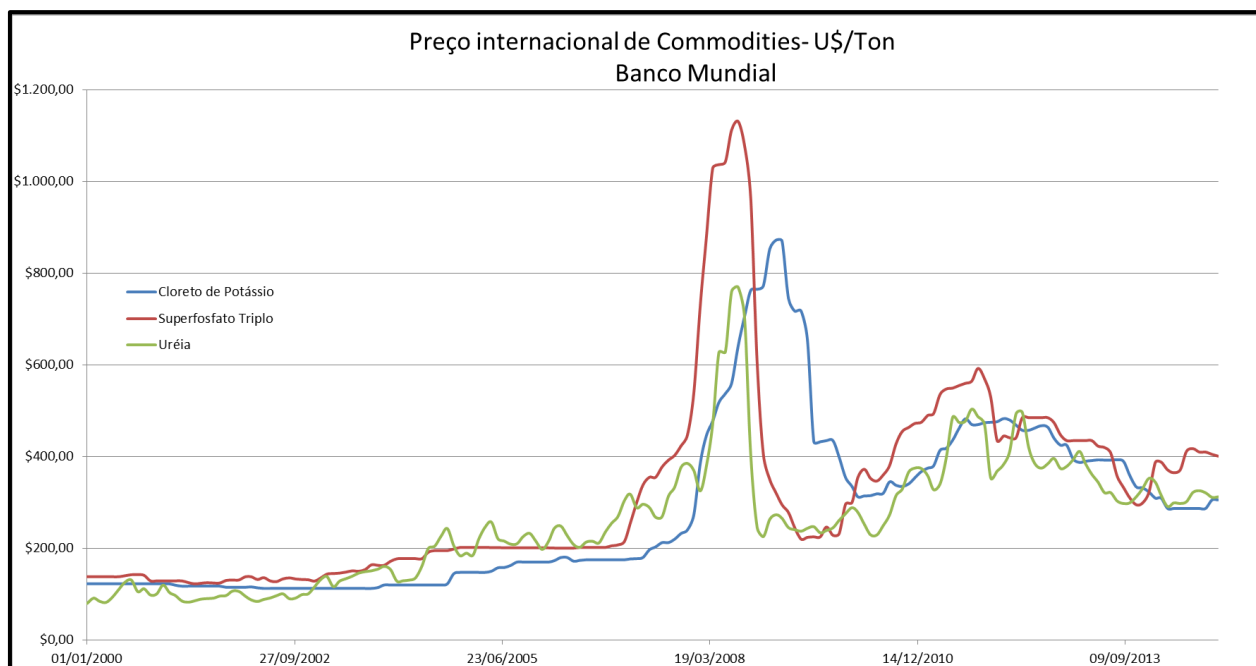


Figura 29 - Cotação Internacional de Fertilizantes - Adaptado de

<http://www.indexmundi.com/>

Face à crise econômica mundial em 2008, o crédito ficou escasso e caro e os produtores tiveram que diminuir os investimentos, principalmente em adubação e uso de defensivos. Os estoques começaram a se avolumar e a cotação das *commodities* agrícolas começou a cair. Desta maneira, os fabricantes e formuladores de misturas tiveram de diminuir o ritmo de produção e importação de matérias primas. Após 2008, os preços tendem a oscilar em patamares abaixo dos valores de 2008, mas com tendência, a longo prazo, de aumento gradual (www.agroanalysis.com.br).

O Brasil importou cerca de sete milhões de toneladas de fertilizantes nitrogenados puros em 2014, dobrando em relação ao período anterior de 10 anos. O fertilizante nitrogenado mais importado no Brasil é a ureia, seguido de sulfato de amônio e nitrato de amônio. A importação de fertilizantes nitrogenados puros gera um negativo na balança comercial de cerca de U\$2,2 bilhões (MDIC, 2015). A Figura 30 apresenta os dados de importações de fertilizantes nitrogenados de 2003 a 2014.

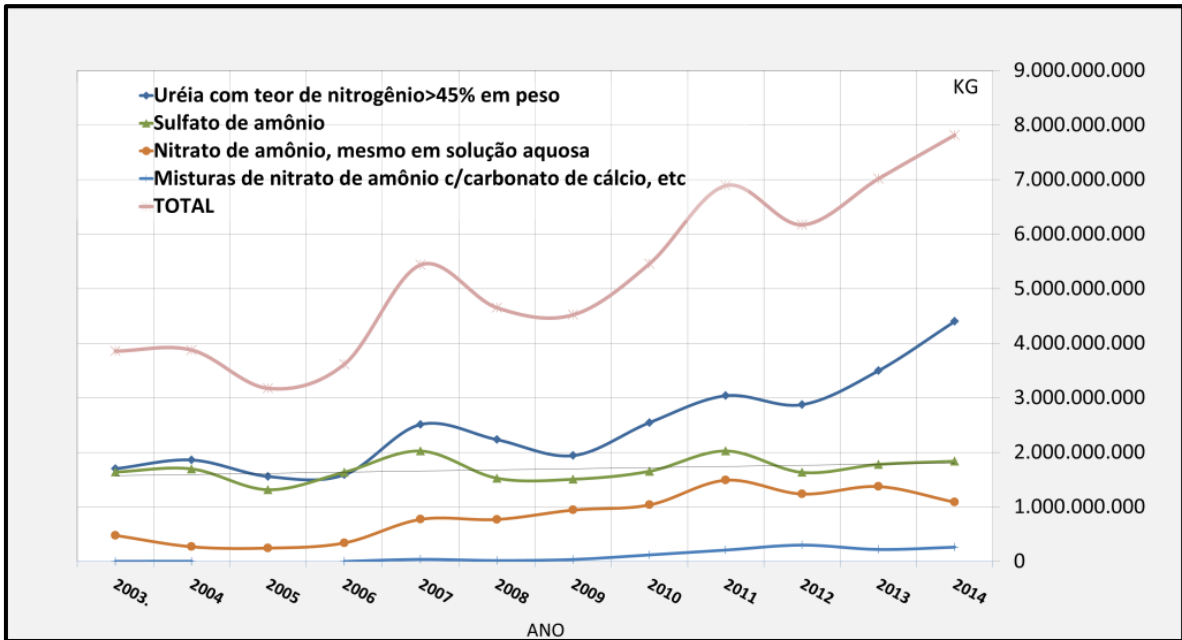


Figura 30 - Importações Brasileiras de Fertilizantes Nitrogenados - Adaptado de MDIC (2015).

Em relação aos intermediários fosfatados puros (Figura 31), o Brasil importou cerca de 1,6 milhões de toneladas nos anos de 2013 e 2014, dobrando em relação ao período anterior de 10 anos, predominando a importação de superfosfatos.

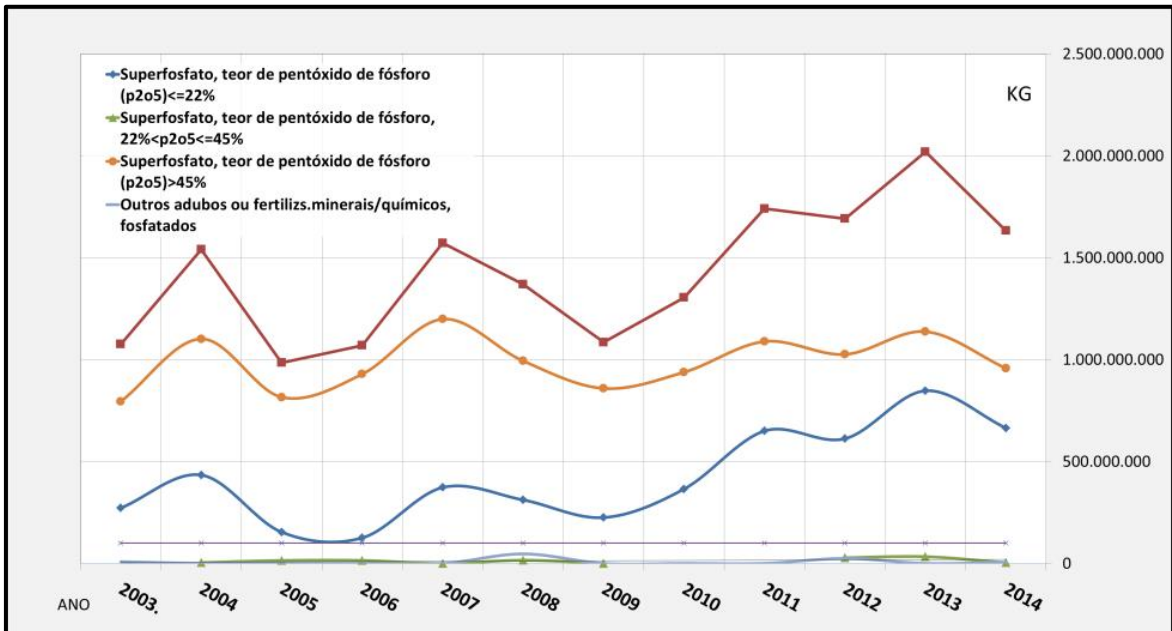


Figura 31 - Importações Brasileiras de Fertilizantes Fosfatados - Adaptado de MDIC (2015).

O potássio (Figura 32) é o fertilizante com maior defasagem na indústria de fertilizantes brasileira. O Brasil importa cerca de 10 milhões de toneladas. Todavia, este número se mantém estável nos últimos 10 anos.

A Figura 32 está disposta em escala logarítmica, dada a diferença da ordem de grandeza entre os produtos importados potássicos. A importação brasileira é praticamente composta por cloreto de potássio.

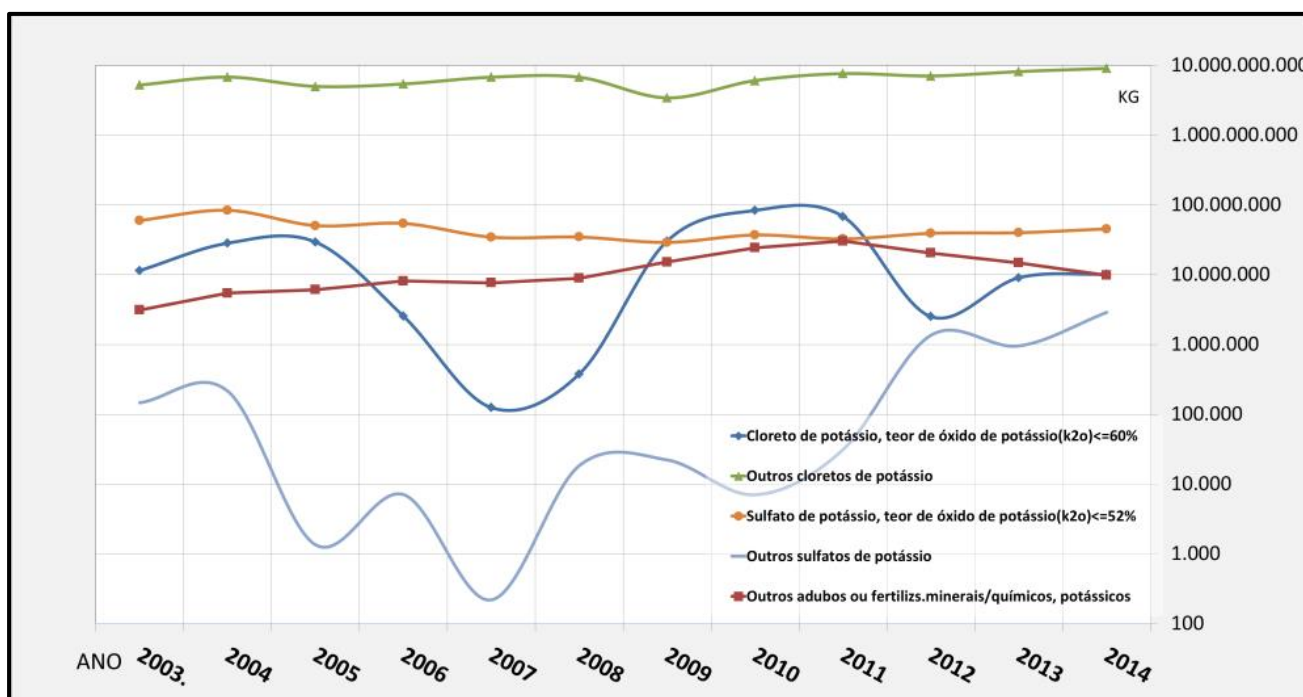


Figura 32 - Importações Brasileiras de Fertilizantes Potássicos - Adaptado de MDIC (2015).

Os fertilizantes NPK mais expressivos em termos de importação são o MAP e o DAP, sendo que o MAP (nitrogenado e fosfatado) apresenta cerca de 3 milhões de toneladas em importações (Figura 33). Ao longo do trabalho, estes serão tratados como fosfatados devido ao teor predominante de fosfato em relação ao nitrogênio.

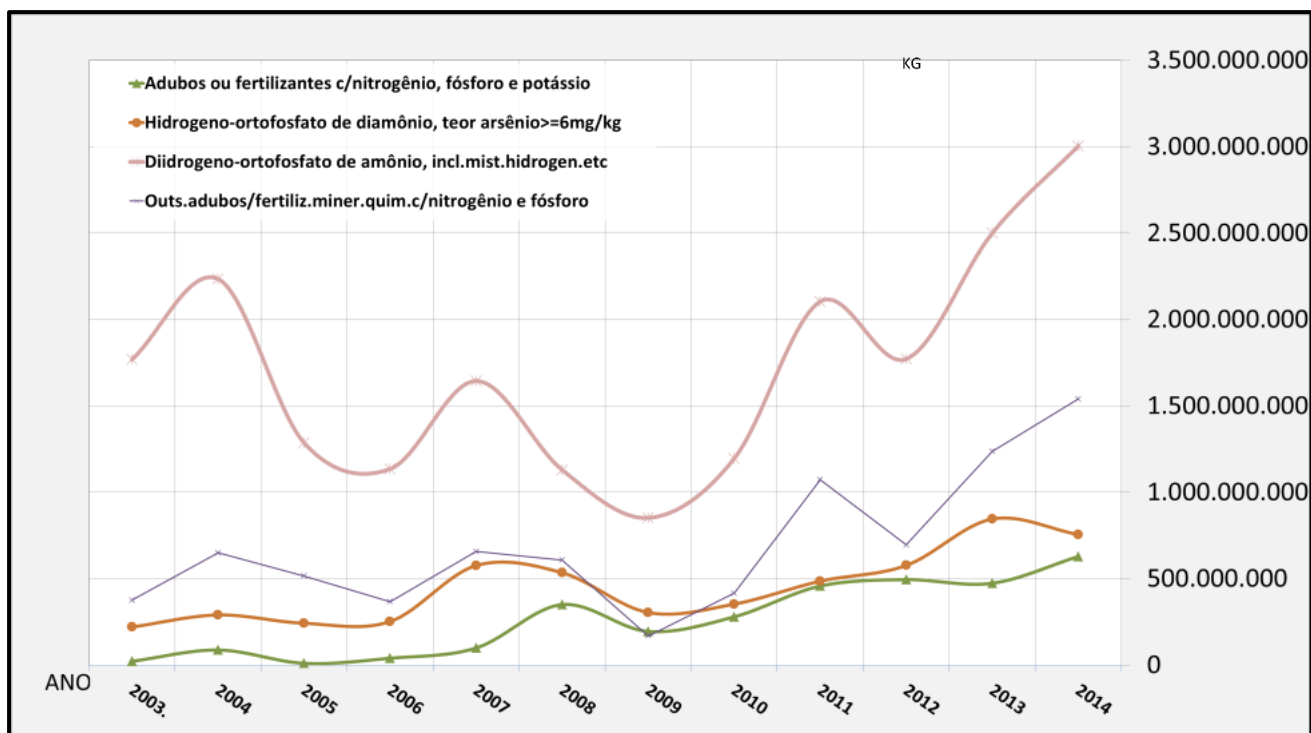


Figura 33 - Importações Brasileiras de Fertilizantes NPK - Adaptado de MDIC (2015).

Os principais exportadores de fertilizantes para o Brasil são a Rússia, Estados Unidos, Canadá, Bielorrússia, Marrocos, China, Alemanha, Catar, Israel, Chile e Kuwait. Os dados de importação por país constam no Anexo IV.

6.1 A Indústria de Fertilizantes Nitrogenados do Brasil

O Brasil produziu 1.225.655 toneladas de amônia em 2013 (Tabela 11). Entre 2012 e 2013, houve aumento de 3,7 % da produção total de amônia. Todavia, a fração destinada à produção de fertilizantes passou de 50,0% para 60,4%, resultando em um aumento líquido de 141.219 toneladas para a indústria de adubos.

A Região Norte não produz intermediários nitrogenados. A Região Centro-Oeste produz cerca de 180.000 toneladas de MAP. Ambas não serão detalhadas (Figura 34).

Tabela 11 - Produção de fertilizantes nitrogenados no Brasil – Adaptado de ANDA (2014)

BRASIL	Produção (em Toneladas)			Produção (em Toneladas de nutriente N)		
	Produtos	2012	2013	Variação	2012	2013
Produtos Intermediários (Fins fertilizantes)						
Sulfato de Amônio	284.120	220.167	-22,51%	59.379	45.965	21%
Ureia	930.551	994.750	6,90%	428.053	457.586	46%
Nitrato de Amônio	289.540	209.834	-27,53%	98.444	71.343	34%
MAP	1.344.694	1.305.765	-2,90%	143.545	139.160	11%
Matérias Primas (Fins Fertilizantes)						
Amônia	597.951	739.170	23,62%	490.317	606.121	82%
Produção Total (Fertilizantes e Outros Usos)						
Sulfato de Amônio	295.846	253.359	-14,36%	61.784	52.961	21%
Ureia	1.340.811	1.357.412	1,24%	616.772	624.408	46%
Nitrato de Amônio	489.560	420.513	-14,10%	166.450	142.974	34%
Amônia	1.182.014	1.225.655	3,69%	968.632	1.005.036	82%

Em massa (e também em conteúdo de nitrogênio), o fertilizante nitrogenado intermediário mais produzido em 2013 foi a ureia.

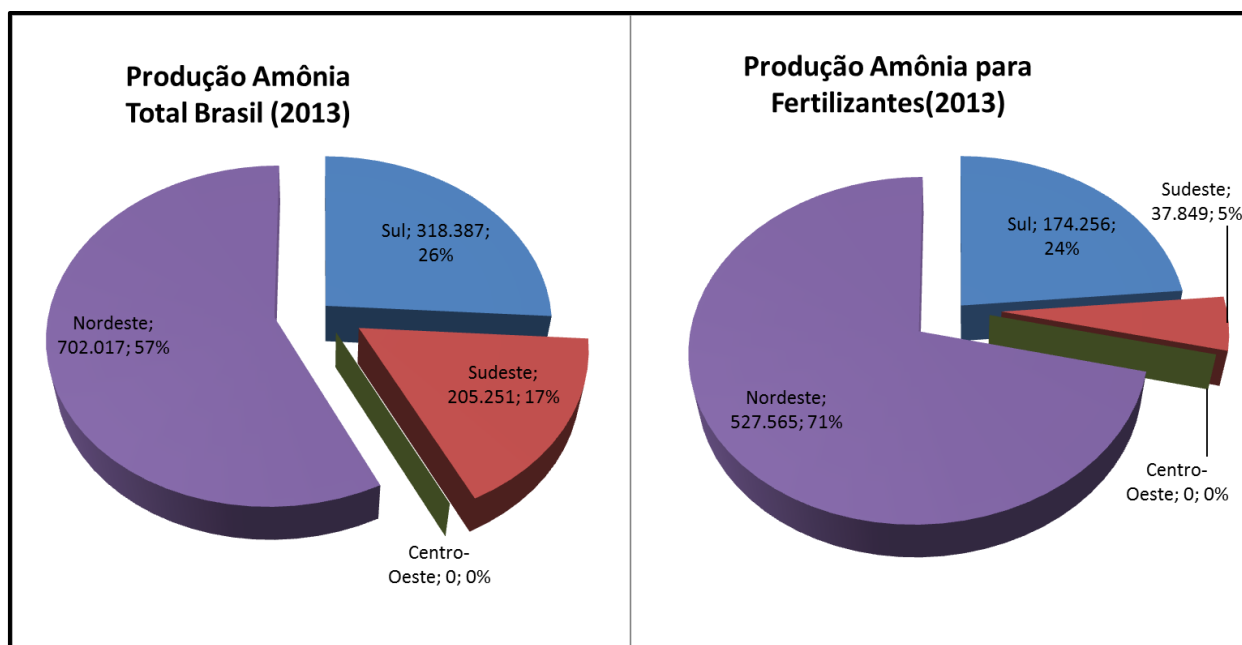


Figura 34 - Distribuição da produção de Amônia no Brasil.

É possível acompanhar o histórico de produção de amônia (para fertilizantes) desde 1985 na Figura 35. Desde os anos 80, não ocorreram mudanças que causassem impactos consideráveis à capacidade de produção de nitrogenados no Brasil. Não houve investimentos na indústria capazes de aumentar a produção de amônia depois da instalação da Fafen-BA (1971), da Fafen-SE (1982) e da Fafen-PR(1982).

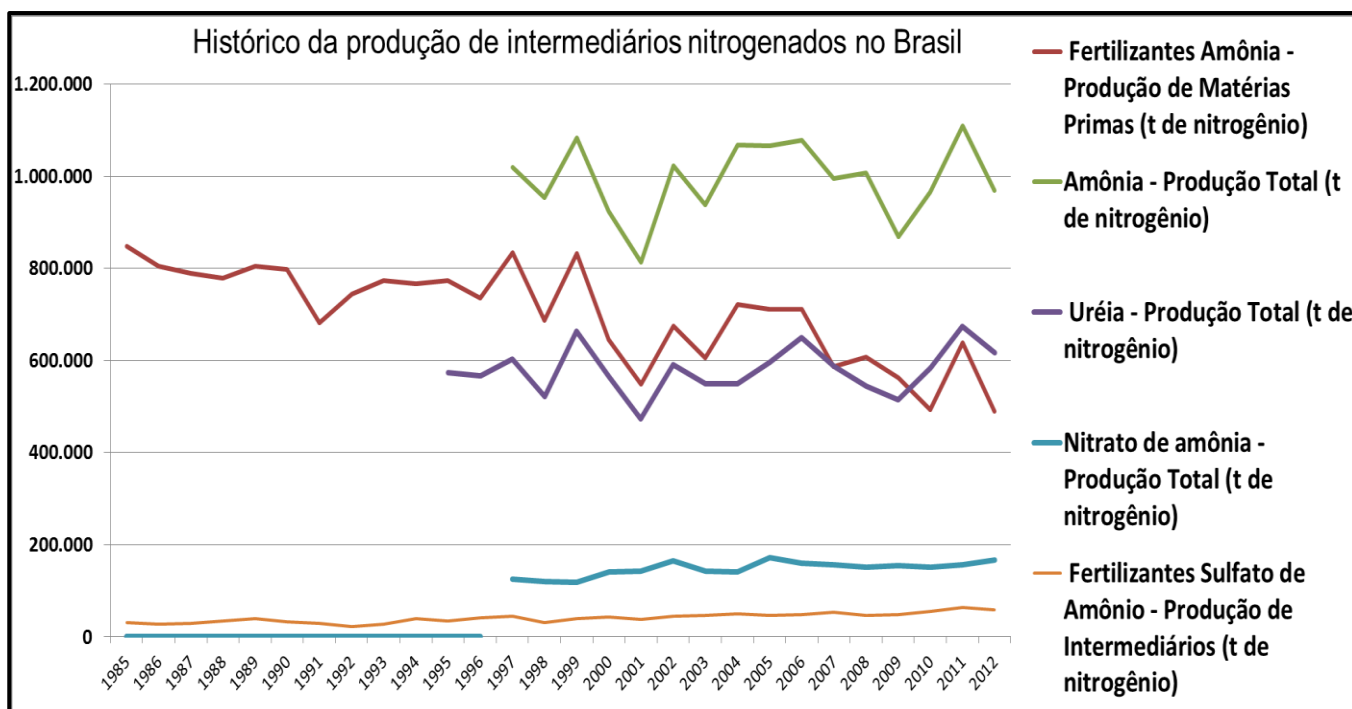


Figura 35 - Histórico da produção de nitrogenados no Brasil – Adaptado de ANDA (2000 a 2014).

6.1.1. A Produção de Matérias Primas e Intermediários para Fertilizantes Nitrogenados na Região Nordeste

A Região Nordeste (Tabela 12) é a principal produtora de matéria prima para indústria de fertilizantes nitrogenados. Sozinha, foi responsável pela produção de 57 % de toda a amônia brasileira em 2013, além de ser responsável por 71% de toda a produção de amônia destinada a fertilizantes no mesmo período.

Tabela 12 - Produção de fertilizantes nitrogenados na Região Nordeste – Adaptado de ANDA (2014).

Região Nordeste	Produção (em toneladas)			Produção (em toneladas de nutriente N)		
	2012	2013	Variação	2012	2013	% Média de N
Produtos Intermediários (Fins Fertilizantes)						
Sulfato de Amônio	226.322	182.032	-19,57%	47.528	38.147	21%
Ureia	733.179	734.641	0,20%	337.263	337.935	46%
Matérias Primas (Fins Fertilizantes)						
Amônia	465.493	527.565	13,33%	381.702	432.606	82%
Produção Total (Fertilizantes e Outros Usos)						
Sulfato de Amônio	227.322	204.848	-9,89%	47.738	43.018	21%
Ureia	857.781	897.647	4,65%	394.579	412.917	46%
Amônia	706.211	702.017	-0,59%	579.090	575.654	82%

A Região Nordeste possui papel de destaque na produção de ureia e sulfato de amônio. É responsável por mais de 70 % da ureia destinada à indústria de fertilizantes no Brasil. Em se tratando de sulfato de amônio, esta fração ultrapassa os 80 %.

A Região Nordeste possui o maior parque instalado para produção da principal matéria prima para a indústria de fertilizantes, a amônia. A Fafen-BA iniciou suas atividades em 1971. Na época, denominada Nitrofértil, começou a produzir fertilizantes nitrogenados a partir do gás natural da Bahia e do Sergipe. A escolha do local para a instalação foi devido à estrutura preexistente de instalações industriais e gasodutos. Foi uma das fábricas pioneiras do Polo de Camaçari. A Fafen-SE (Fábrica de Fertilizantes Nitrogenados do Sergipe) entrou em operação em 1982, marcando um novo ciclo de desenvolvimento no Sergipe. Iniciou suas atividades como Nitrofértil e hoje, produz amônia, ureia (pecuária, agrícola e industrial), ácido nítrico, hidrogênio e gás carbônico. Segundo a Petrobras, a capacidade conjunta instalada é de 900.000 t/ ano de amônia e 1,1 Mt/ano de ureia (www.petrobras.com.br).

De acordo com ANDA (2014), a Fafen-BA possui capacidade instalada de 429.000 t/ano de amônia e 429.000 t/ano de ureia. A Fafen-SE possui capacidade instalada de 412.500 t/ano de amônia e 594.000 t/ano de ureia.

Em 2002, a petroquímica UNIGEL entrou no mercado de fertilizantes com uma fábrica de sulfato de amônio, localizada em Candeias (Bahia), com capacidade produtiva de 200.000 t/ano. Em 2010, foi instalada uma nova unidade, dobrando a capacidade produtiva (www.unigel.com.br).

6.1.2. A Produção de Matérias Primas e Intermediários para Fertilizantes Nitrogenados na Região Sudeste

A Região Sudeste é a única produtora de nitrato de amônio do Brasil. Apesar de possuir parcela de 17 % na produção de toda a amônia nacional, boa parte deste produto é destinada para fins industriais (Tabela 13). Não há produção de ureia.

A região Sudeste conta com a produção de amônia da Vale Fertilizantes. Inaugurada em 1950 como Fafer, incorporada em 1977 pela Ultrafertil (sob controle da Petrobras), comprada em 1993 pela Fosfertil e finalmente, em 2010, adquirida pela Vale (www.fosfertil.com.br).

Segundo a ANDA (2014), a Vale Fertilizantes possui capacidade instalada de 211.000 t/ano de amônia (Piaçaguera-SP), 84.797 t/ ano de sulfato de amônio (Cubatão-SP) e 410.000 t/ano de nitrato de amônio (Piaçaguera-SP). É a única produtora brasileira, desde 1950, de nitrato de amônio.

Tabela 13 - Produção de fertilizantes nitrogenados na Região Sudeste – Adaptado de ANDA (2014).

Região Sudeste	Produção (em toneladas)			Produção (em toneladas de nutriente N)		
	2012	2013	Variação	2012	2013	% Média de N
Produtos Intermediários (Fins Fertilizantes)						
Sulfato de Amônio	57.798	38.135	-34,02%	11.851	7.818	21%
Nitrato de Amônio	289.540	209.834	-27,53%	98.444	71.343	34%
Matérias Primas (Fins Fertilizantes)						
Amônia	700	37.849	5307,00%	574	30.625	81%
Produção Total (Fertilizantes e Outros Usos)						
Sulfato de Amônio	68.524	48.511	-29,21%	14.046	9.943	20%
Nitrato de Amônio	489.560	420.513	-14,10%	166.450	142.974	34%
Amônia	142.501	205.251	44,03%	116.852	168.305	82%

6.1.3. A Produção de Matérias Primas e Intermediários para Fertilizantes Nitrogenados na Região Sul

A Região Sul se destaca na produção de amônia e ureia. Cerca de metade dessa produção é destinada à indústria de fertilizantes (Tabela 14).

Segundo dados de ANDA (2014), a região Sul conta com capacidade de produção de ureia (630.000 t/ano) e de amônia (410.000 t/ano). A Fafen-PR passou a reintegrar o sistema Petrobras em 2013. Segundo dados fornecidos pela própria Petrobras, a Fafen-PR hoje possui capacidade operacional de 700.000 t/ano de ureia e 475.000 t/ano de amônia.

A planta de Araucária, assim como as plantas de São Paulo, fazia parte da Ultrafertil e foi privatizada em 1993. A Ultrafertil foi privatizada durante o PND (Plano Nacional de Desestatização), programa que extinguiu a Petrobras Fertilizantes. A Ultrafertil e as demais empresas que pertenciam a Petrobras passaram a ser controladas pela Multinacional Bunge. Duas décadas depois, voltaram a integrar o sistema Petrobras (www.fup.org.br).

Tabela 14 - Produção de fertilizantes nitrogenados na Região Sul.

Região SUL	Produção (em toneladas)			Produção (em toneladas de nutriente N)		
	2012	2013	Variação	2012	2013	% Média de N
Produtos Intermediários (Fins Fertilizantes)						
Ureia	197.372	260.109	31,79%	90.790	119.651	46%
Matérias Primas (Fins Fertilizantes)						
Amônia	131.758	174.256	32,25%	108.041	142.890	82%
Produção Total (Fertilizantes e Outros Usos)						
Ureia	483.030	459.765	-4,82%	222.193	211.491	46%
Amônia	333.302	318.387	-4,47%	272.690	261.077	82%

6.1.4. Gás Natural para a Indústria de Fertilizantes

O gás natural é o principal insumo da indústria de fertilizantes nitrogenados no Brasil. Assim, no Brasil, a instalação das indústrias de fertilizantes nitrogenados está diretamente ligada à disponibilidade de gás natural. Entretanto, o gás natural é uma peça chave na matriz energética brasileira e assim sua produção, importação e consumo devem ser compreendidos, principalmente, pelos impactos que podem ser gerados na precificação dos fertilizantes nitrogenados.

Na região Sudeste, a disponibilidade de gás natural para a indústria de fertilizantes está ligada, principalmente, às operações na Bacia de Santos e à RPBC. Devido aos novos empreendimentos do PLANGAS, a região tem acesso ao GASBOL (Gasoduto Bolívia-Brasil) e ao escoamento de gás das Bacias de Campos/Espírito santo. As fábricas da Vale ficam na proximidade de Cubatão. A Petrobras possui uma UPGN (Unidade de Processamento de Gás Natural) em funcionamento na RPBC, com capacidade de processamento de 2.300.000 m³/dia (BRASIL³, 2014).

Segundo Lucena (2010), a Fosfertil (atualmente Vale Fertilizantes) opera parcialmente com insumo de HLR (Hidrocarboneto Leve de Refino) proveniente da RPBC.

Na região Sul (Figura 36), a disponibilidade de gás natural está vinculada ao GASBOL (Gasoduto Brasil-Bolívia). Todavia, segundo Franco (2009), o insumo da FAFEN-Pr é resíduo asfáltico proveniente da REPAR.

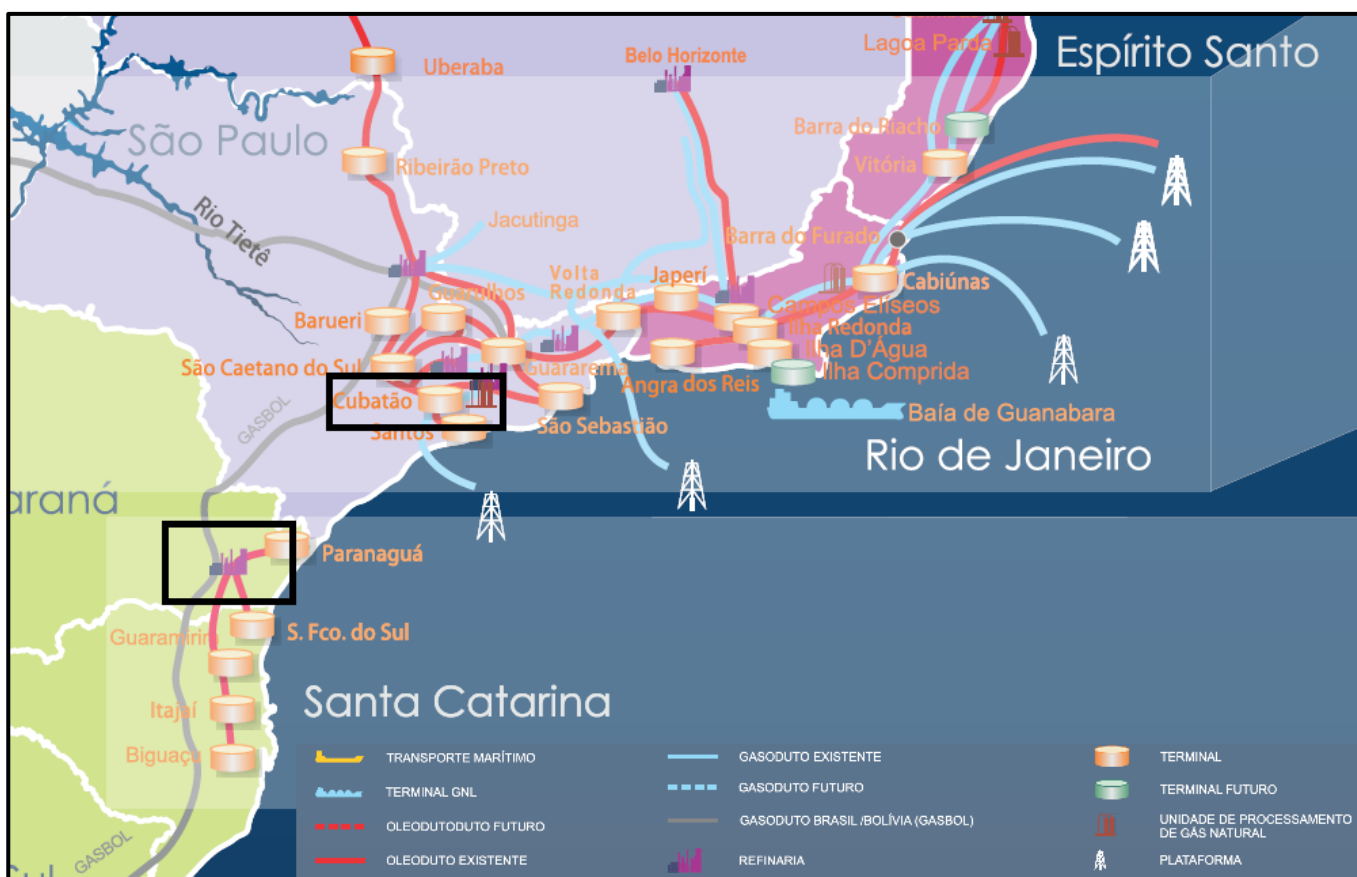


Figura 36 - Estrutura da distribuição de gás natural da Região Sudeste e Sul –Adaptado de http://www.transpetro.com.br/pt_br/areas-de-negocios/gas-natural.html .

A malha de gás natural do Nordeste (Figura 37), desde 2008, é interligada à malha do Sudeste por meio do gasoduto GASENE (Gasoduto Sudeste-Nordeste). Assim, pode importar (e também exportar) gás da região Sudeste. A região Nordeste possui 10 UPGNs, com capacidade de processamento de 24.500.00 m³/dia de gás natural. Além disso, possui dois terminais de

regaseificação de GNL (Gás Natural Liquefeito), em Pecém e na Bahia, somando capacidade de importação de 21.000.000 m³/dia. Ambas Fafen's operam com gás natural (BRASIL³, 2014).

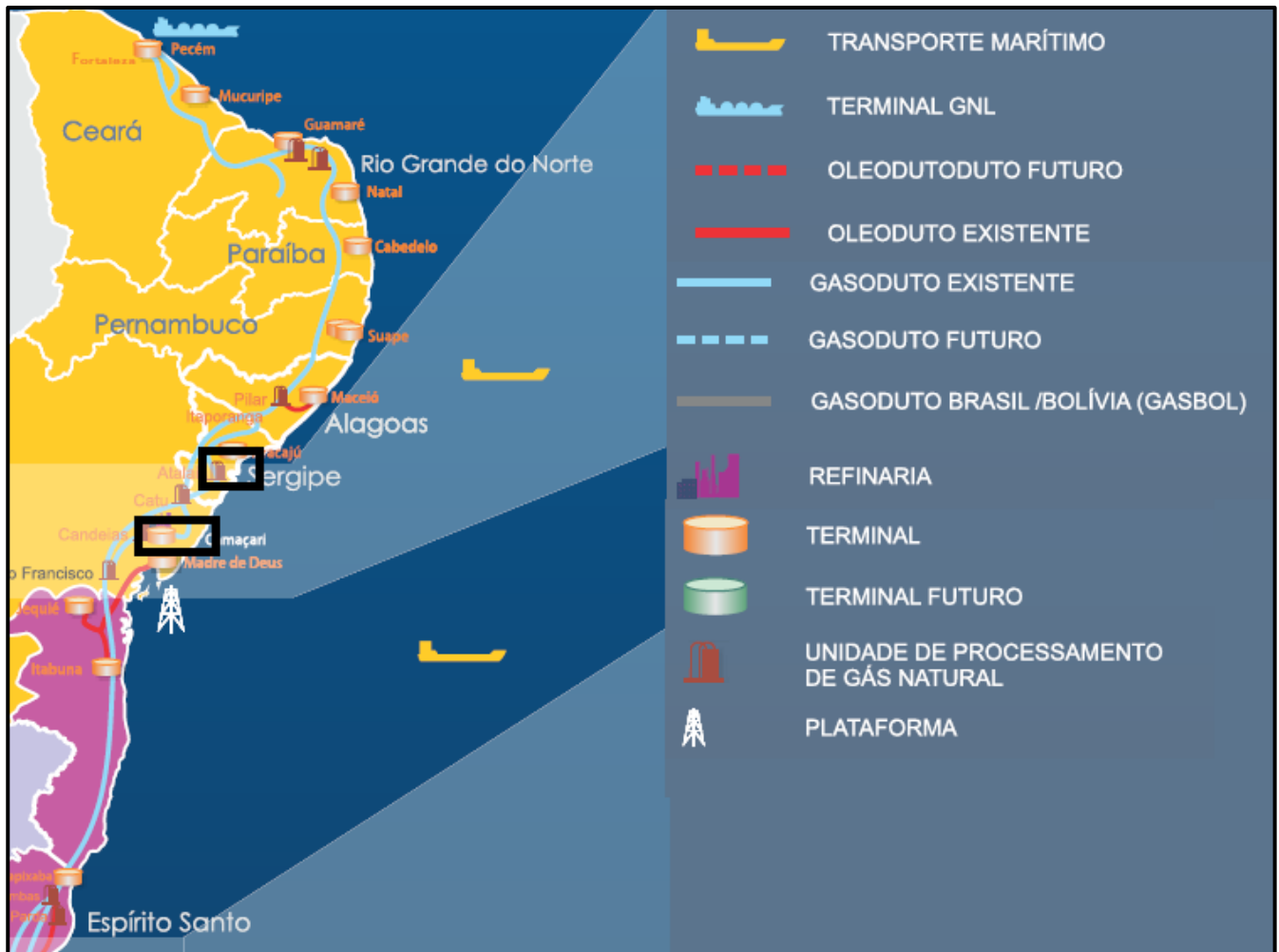


Figura 37 - Estrutura da distribuição de gás natural da Região Nordeste – Adaptado de http://www.transpetro.com.br/pt_br/areas-de-negocios/gas-natural.html .

A Tabela 15 sumariza o setor de gás natural no Brasil de 2009 a 2013. A produção nacional aumentou em quase 20 milhões. Espírito Santo e São Paulo foram os principais impactantes neste aumento. Percebe-se que há uma tendência em aumento percentual da relação oferta ao mercado/produção nacional, causado pela redução das queimas e perdas.

Tabela 15 - Balanço de Gás Natural do Brasil - Adaptado de Brasil³ (2014).

Balanço de Gás Natural no Brasil					
Produção Nacional (Mm³/dia)	Média 2009	Média 2010	Média 2011	Média 2012	Média 2013
Produção Nacional (Mm³/dia)	57,91	62,84	65,93	70,58	77,19
Reinjeção	11,92	12,53	11,07	9,68	10,64
Queima/Perda	9,38	6,64	4,81	3,95	3,57
Consumo no E&P	8,45	9,72	10,15	10,57	10,85
Consumo em transporte/armazenamento	2,67	2,35	2,64	3,14	4,24
Absorção em UPGN (GLP, C5+)	3,39	3,56	3,43	3,52	3,56
Oferta ao mercado	22,1	28,04	33,83	39,72	44,33
Importação (Mm³/dia)	Média 2009	Média 2010	Média 2011	Média 2012	Média 2013
Bolívia	22,2	26,91	26,86	27,54	31,75
Argentina	0	0	0	0	0,16
Gás Natural Liquefeito - GNL	0,72	7,64	1,64	8,5	14,56
Consumo em transporte na importação	0,58	0,89	0,93	0,93	1,14
Oferta de gás importado ao mercado	22,34	33,66	27,57	35,11	45,33
Oferta total ao mercado (Mm³/dia)	Média 2009	Média 2010	Média 2011	Média 2012	Média 2013
Venda nas distribuidoras	36,7	49,73	47,67	57,12	66,9
Consumo (Refinarias + Fafens)	7,09	9,12	11,28	12,69	12,48
Consumos termoeletricos direto do produtor	0,66	2,84	2,46	5,03	10,26
Consumo de gás natural por setor (Mm³/dia)	Média 2009	Média 2010	Média 2011	Média 2012	Média 2013
Industrial	28,96	35,41	40,85	41,82	41,27
Automotivo	5,77	5,5	5,4	5,32	5,13
Residencial	0,74	0,79	0,87	0,92	1
Comercial	0,59	0,63	0,68	0,72	0,75
Geração de Energia Elétrica	5,31	15,77	10,42	23,03	38,92
Cogeração	2,43	2,9	3,01	2,92	2,46
Outros (Inclui GNC)	0,64	0,68	0,17	0,11	0,1
FAFENS e REFINARIAS	Média 2009	Média 2010	Média 2011	Média 2012	Média 2013
FAFEN-BA	0,94	1,29	1,47	1,5	1,77
FAFEN-SE	1,01	1,09	1,29	1,16	1,28
TOTAL REFINARIAS	5,72	6,69	8,7	10,21	9,97

A importação de gás natural via GASBOL aumentou 43% neste período (2009 a 2013). A Bolívia é o principal fornecedor externo de gás natural para a malha brasileira. Em 2012, a Bolívia consumiu 12,3 milhões de m³/dia, exportou 27,5 milhões de m³/dia para o Brasil e 12,4 milhões de m³/dia para a Argentina (BRASIL³, 2014).

A inauguração dos terminais de Pecém (2009), Baía de Guanabara (2010) e Bahia (2014) permitiram um acréscimo nas importações em 14,5 milhões de m³/dia. Estes permitem uma maior flexibilidade na malha de gás natural, pois atendem variações drásticas nas demandas sazonais de consumo. Em 2013, o Brasil importou GNL de: Nigéria, Catar, Espanha, Trinidad e Tobago, Argélia, Bélgica, Noruega, França, Angola, Egito e Portugal. Todas as importações ocorreram nos terminais de Pecém e do Rio de Janeiro. O valor total do impacto negativo para a balança comercial brasileira é de U\$ 2.835.082.921,00 FOB (*Free on board*). Em 2009, o preço do GNL era FOB 5,44 U\$/MMBTU, elevando-se para FOB 14,73 U\$/MMBTU em 2013 (BRASIL³, 2014). O preço final, CIF (*Cost, Insurance and Freight*), agregado dos custos de regaseificação, distribuição e impostos se torna ainda maior. Responsável por cerca de um terço das importações de gás natural em 2013, o GNL é um dos principais causadores do aumento do preço do gás natural na malha brasileira (Tabela 16).

Tabela 16 - Preço do Gás Natural no Brasil - Adaptado de <http://200.189.102.61/SIEE/dashboard/PrecoDoGasNatural>.

Preço do Gás Natural												
Valor (US\$/MMBTU)		2009	2010	2011	2012	2013	2014					
Região	Origem						JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN
Centro Oeste	Importado	6,78	8,33	10,13	11,75	11,41	11,18	9,93	11,18	11,16	11,16	11,16
	Nacional	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nordeste	Importado	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Nacional	8,18	10,22	12,14	12,82	12,72	11,92	11,91	12,35	12,87	12,87	12,87
Sudeste	Importado	6,47	7,37	8,94	9,87	10,11	9,95	9,95	9,95	9,93	9,93	9,93
	Nacional	8,18	9,92	11,8	12,54	12,45	11,92	11,91	12,35	12,87	12,87	12,87
Sul	Importado	6,46	7,37	8,93	10,42	10,13	9,93	9,93	9,93	9,92	9,92	9,92
	Nacional	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Preço Petrobras para distribuidora (preços isentos de tributos e encargos)										* FONTE : IBP 2015		

6.1.5. Importação de Fertilizantes Nitrogenados

Os fertilizantes nitrogenados intermediários mais importados no Brasil são ureia (NCM 8 dígitos: 31021010 e 31021090), sulfato de amônio (NCM 8 dígitos: 31022100) e nitrato de amônio (NCM 8 dígitos: 31023000 e 31024000),

respectivamente. Para cada um destes, analisou-se as fontes de importação, os preços de importação (U\$ FOB) e o porto receptor. Estes, em massa total, representam 98 % da importação de nitrogenados.

A identificação do porto receptor é uma importante fonte de informação que possibilita futuros estudos da eficiência logística da indústria de fertilizantes brasileira. A identificação dos preços de exportação, segregados por país exportador, é uma ferramenta que pode facilitar o mapeamento futuro dos países com menor custo de produção. Foi considerado importante trabalhar com o histórico entre os anos de 2012 e 2014 porque os dados de comércio exterior disponíveis em IFA (2015) são referentes ao ano de 2012. Desta maneira, há como comparar (e validar) os dados internacionais (IFA) com os brasileiros (MDIC). Esta consideração é válida para as análises do capítulo 6.

A Figura 38 traz o perfil de importação de nitrogenados no Brasil em kg, por produto. A Figura 39 traz o perfil de importação em dólares, por produto.

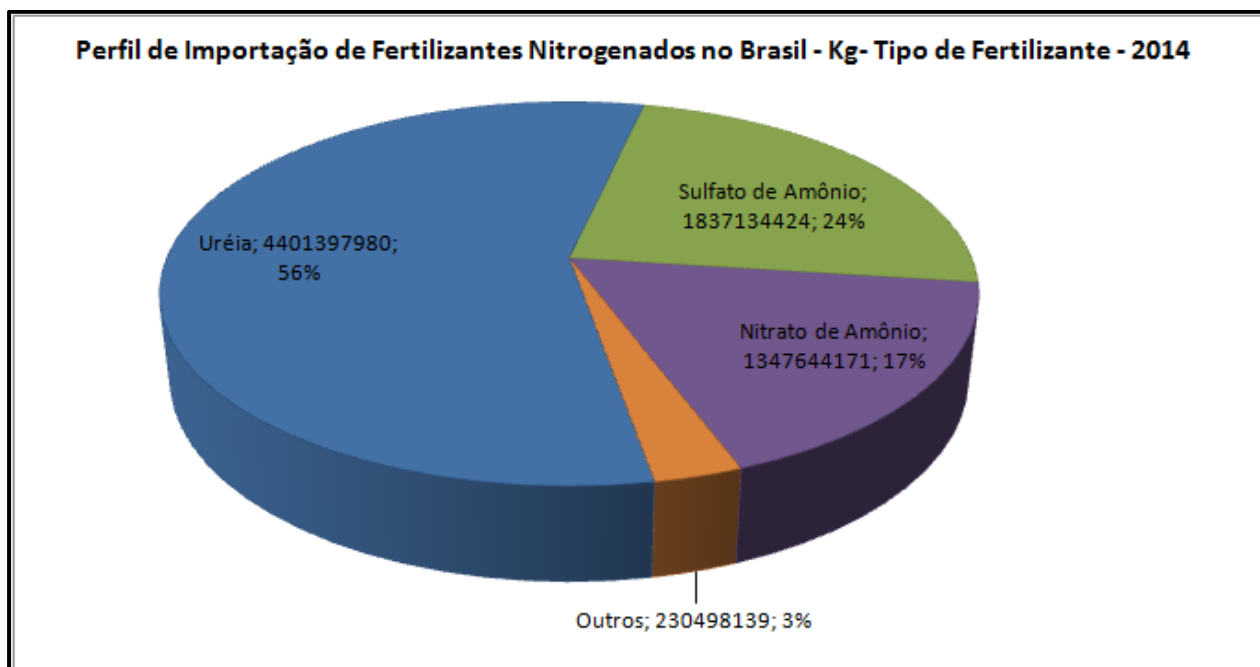


Figura 38 - Importação de Nitrogenados no Brasil em kg - Adaptado de MDIC (2015).

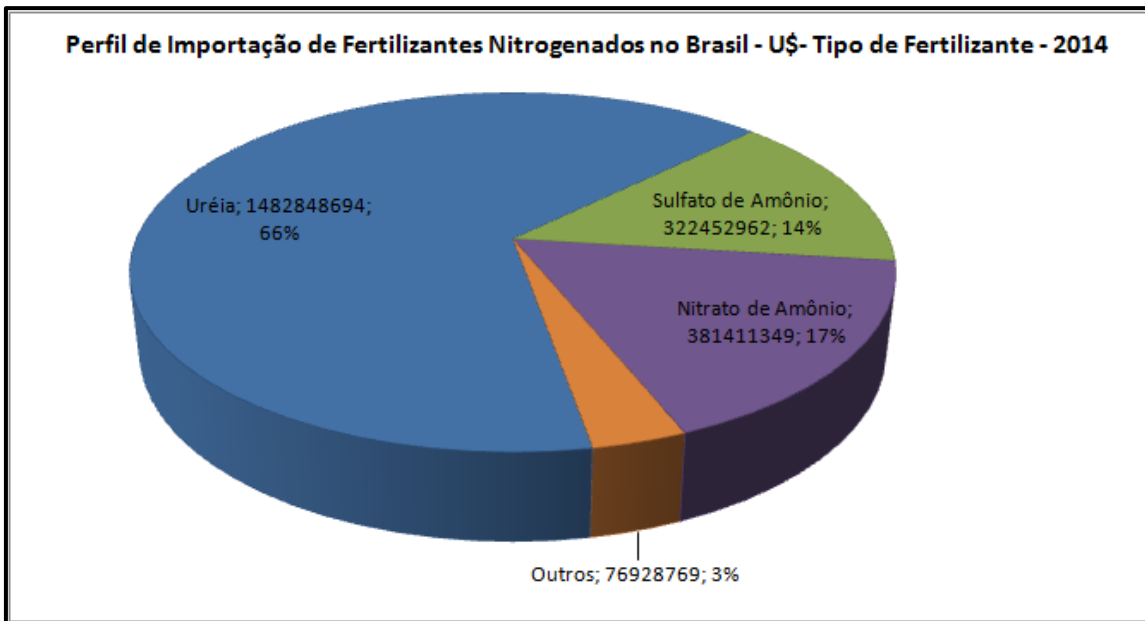


Figura 39 - Importação de Nitrogenados no Brasil em U\$ - Adaptado de MDIC (2015).

O porto mais utilizado para a importação de fertilizantes foi o porto de Paranaguá, seguido do porto de Santos e do Porto de Rio Grande. Juntos, importam mais de 70 % dos fertilizantes nitrogenados do Brasil (Figura 40).

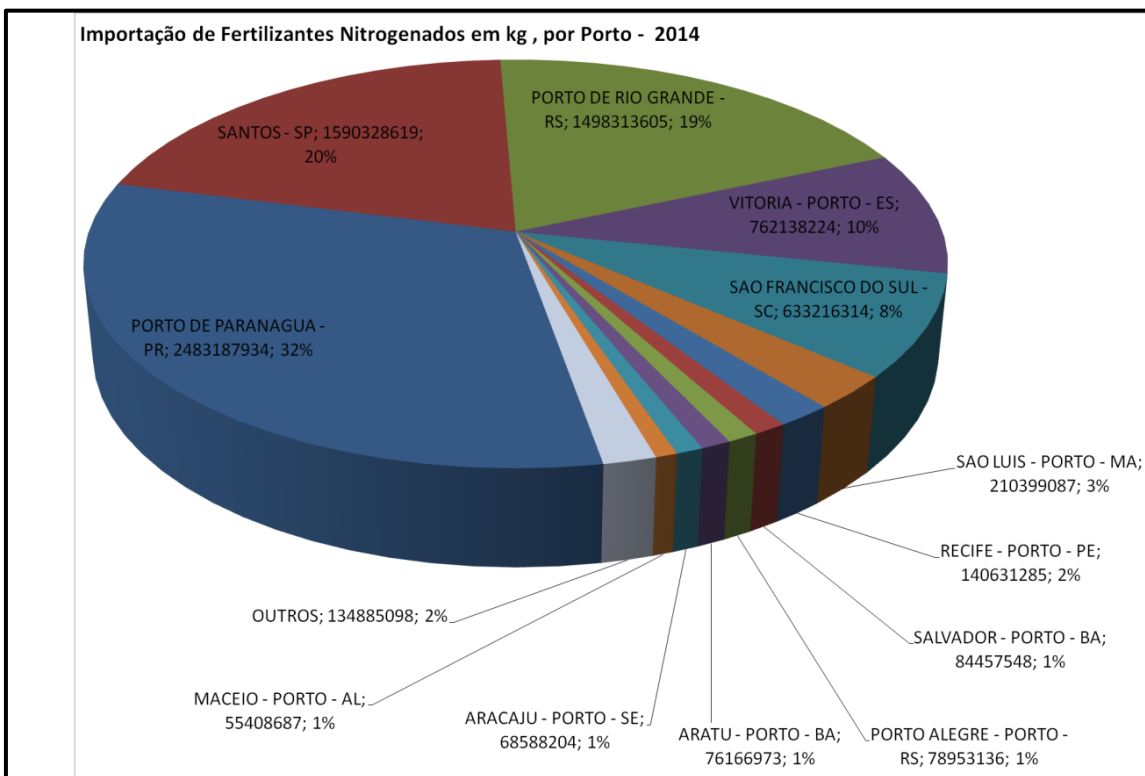


Figura 40 - Importação de fertilizantes nitrogenados, por porto, em kg - Adaptado de MDIC (2015).

Os principais exportadores de nitrogenados para o Brasil em 2014 foram, respectivamente: Rússia, Catar, Países Baixos (Holanda), Kuwait, Bélgica, Estados Unidos, Omã, Emirados Árabes Unidos e China, respectivamente (Anexo XII).

6.1.5.1. Ureia

A ureia é o principal nitrogenado importado no Brasil. O Catar é o maior exportador, seguido de Rússia, Kuwait e Omã (Figura 41).

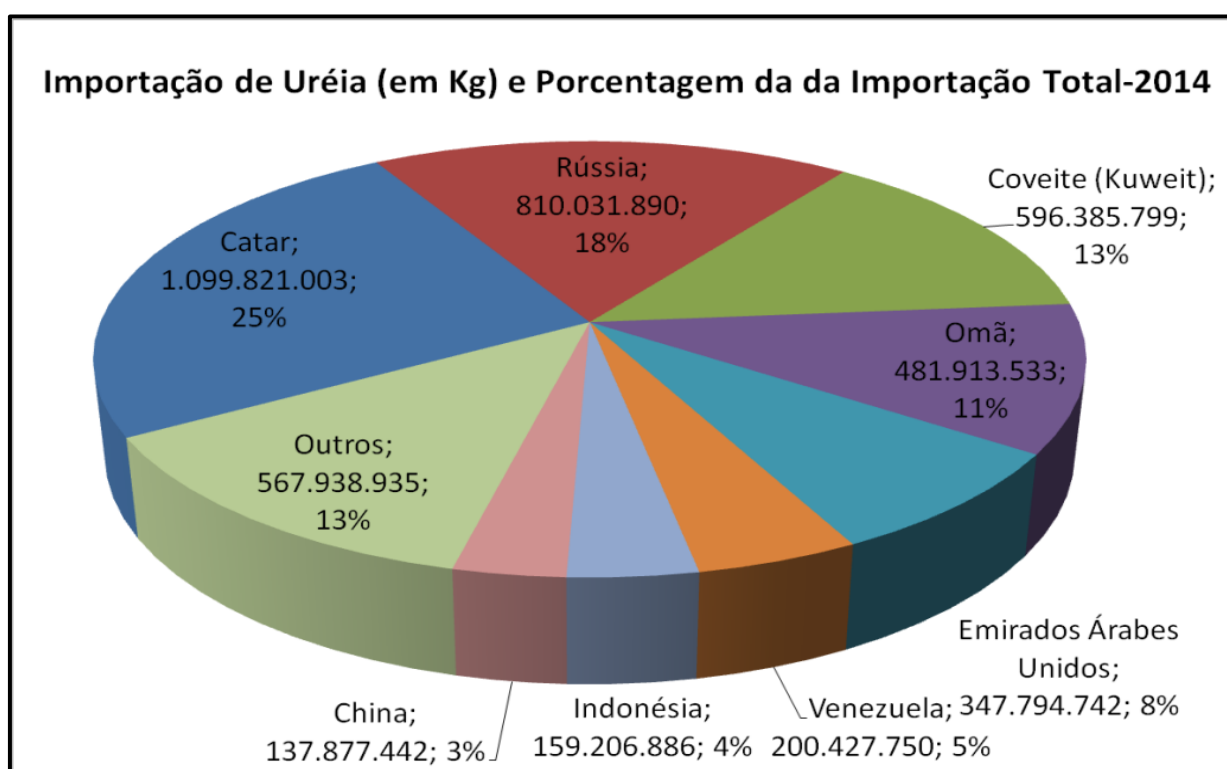


Figura 41- Importação de Ureia no Brasil, em kg, por país – Adaptado de MDIC (2015).

A maior parte da produção é importada pelo porto de Paranaguá e de Rio Grande (Figura 42). O preço da ureia caiu cerca de 30 % nos últimos no período de 2012 a 2014. A Ucrânia detém o menor preço de exportação (Figura 43).

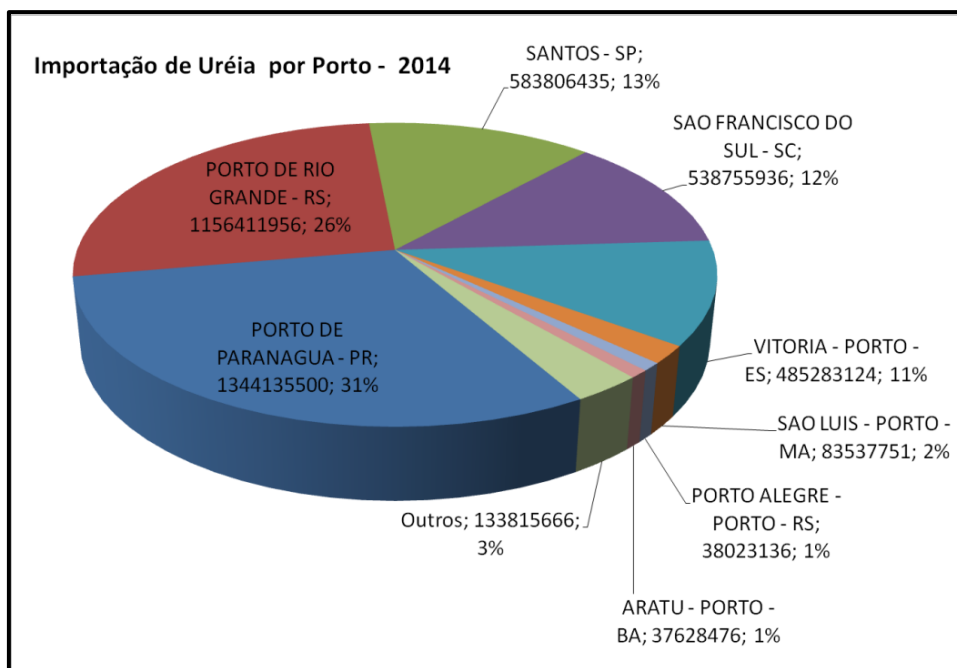


Figura 42 - Importação de Ureia no Brasil, em kg, por porto - Adaptado de MDIC (2015).

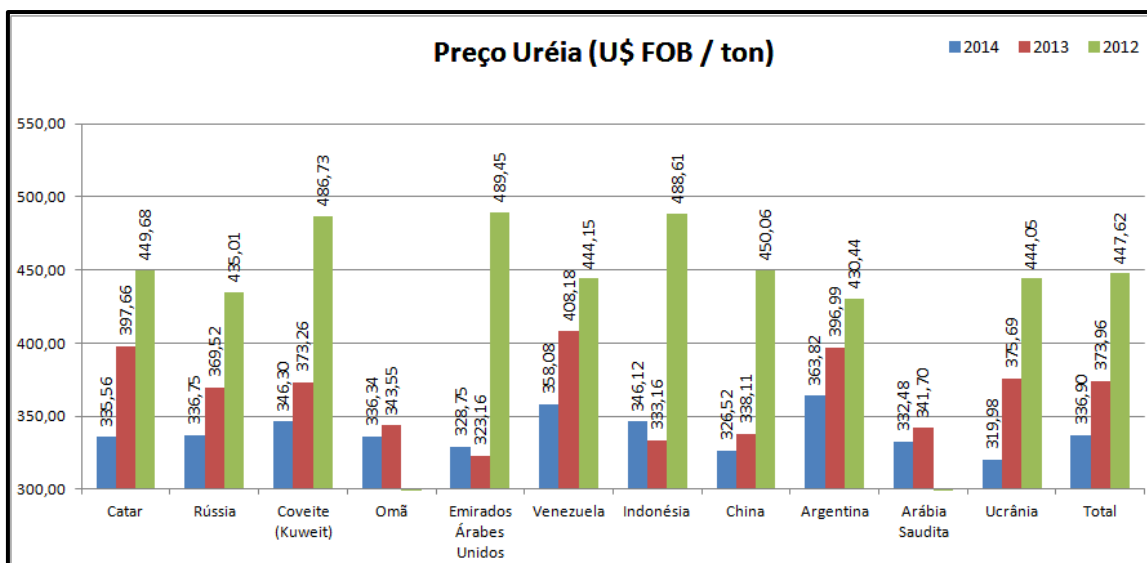


Figura 43 - Preço de importação da ureia, por país - Adaptado de MDIC (2015).

6.1.5.2. Sulfato de Amônio

O sulfato de amônio é responsável por 24 % das importações de nitrogenados, em massa, e 14 % em dólares. Os maiores exportadores para o Brasil são Bélgica, Estados Unidos, Holanda, Polônia e China, respectivamente (Figura 44).

A importação (Figura 45) ocorre principalmente pelos portos de Paranaguá (43 %), Vitória (13 %), Rio Grande (12%).

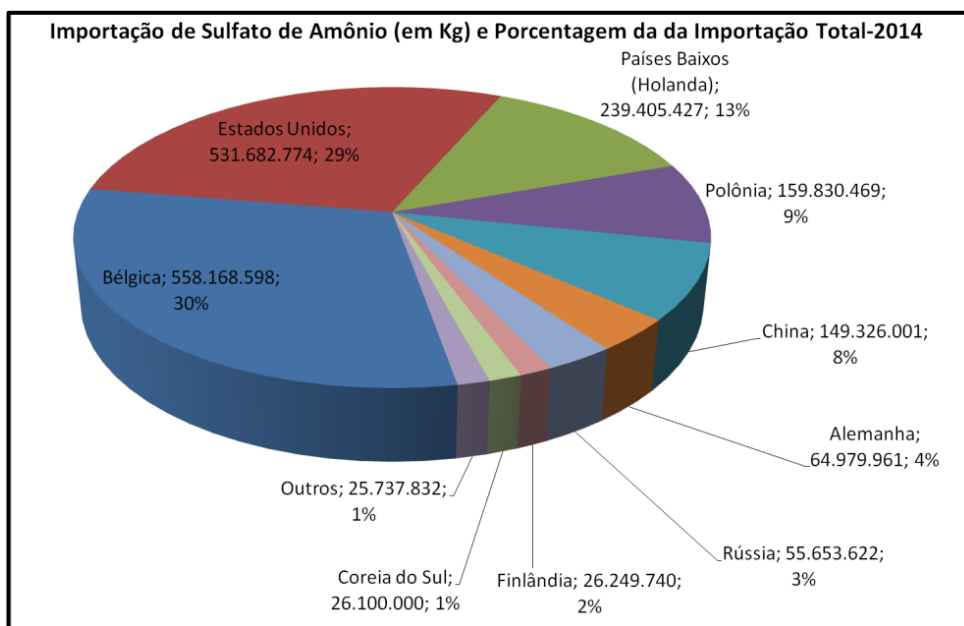


Figura 44 - Importação de Sulfato de Amônio no Brasil, em kg, por país - Adaptado de MDIC (2015).

A commodity apresentou queda de preço de quase 40% entre o período de 2012 e 2014. A Bélgica detém o menor preço de exportação para o Brasil (Figura 46).

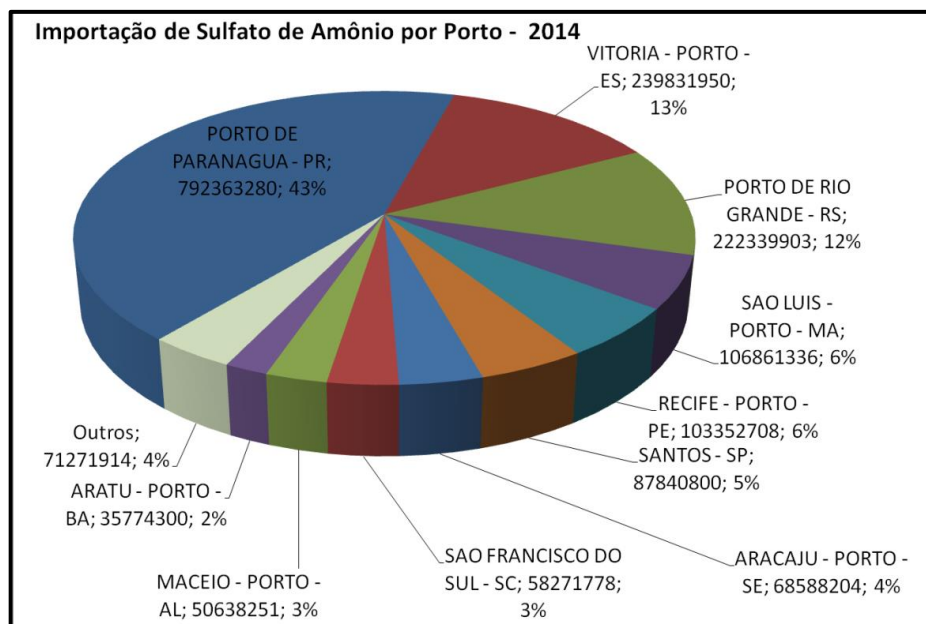


Figura 45 - Importação de Sulfato de Amônio no Brasil, em kg, por porto - Adaptado de MDIC (2015).

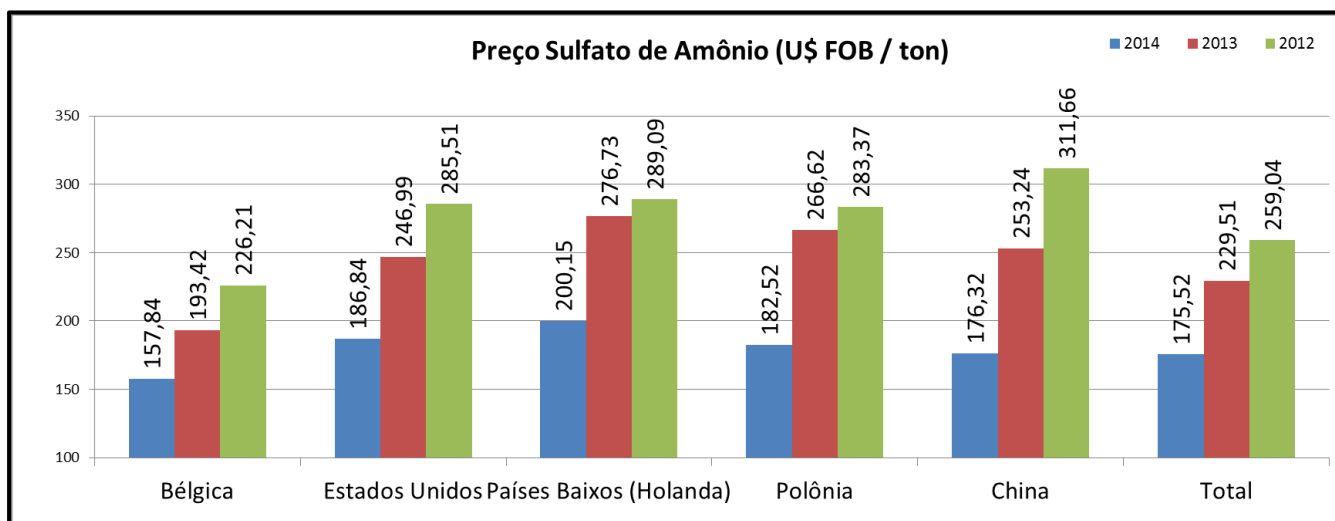


Figura 46 - Preço de importação de Sulfato de Amônio, por país - Adaptado de MDIC (2015).

6.1.5.3. Nitrato de Amônio

O nitrato de amônio é responsável por 17 % da importação de nitrogenados em massa e por 17 % da importação em dólares. Os principais fornecedores (Figura 47) são a Rússia (79 %) e a Holanda (21 %).

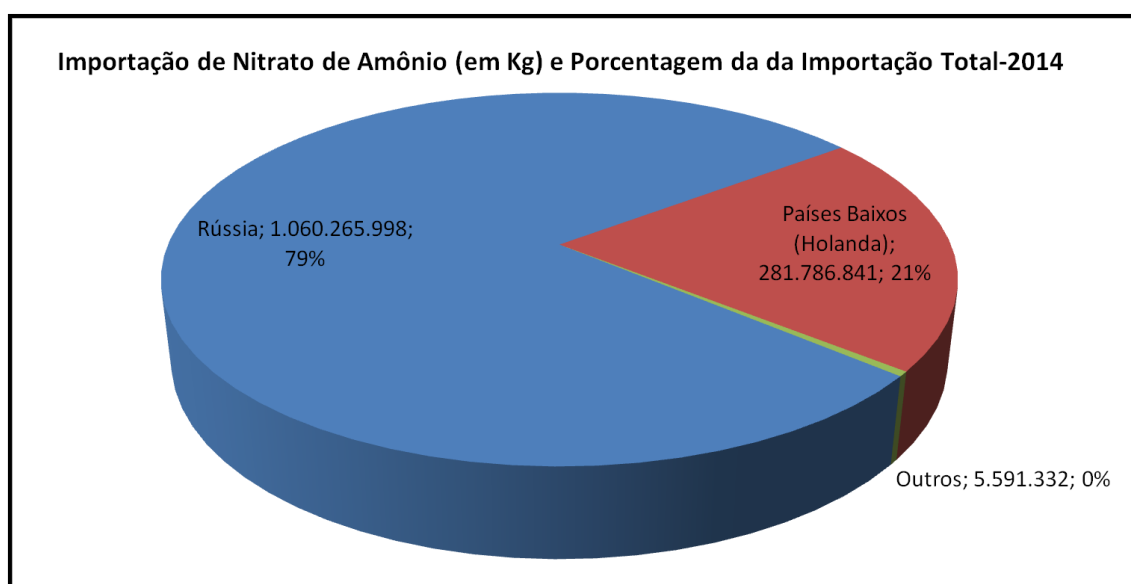


Figura 47- Importação de Nitrato de Amônio no Brasil, em kg, por país – Adaptado de MDIC (2015).

O porto de Santos lidera a importação com 63 % (Figura 48), seguido de Paranaguá (23 %) e Rio Grande (7 %). O preço de importação da *commodity* caiu cerca de 20 % no período de 2012 a 2013. A Holanda detém o menor preço de exportação (Figura 49).

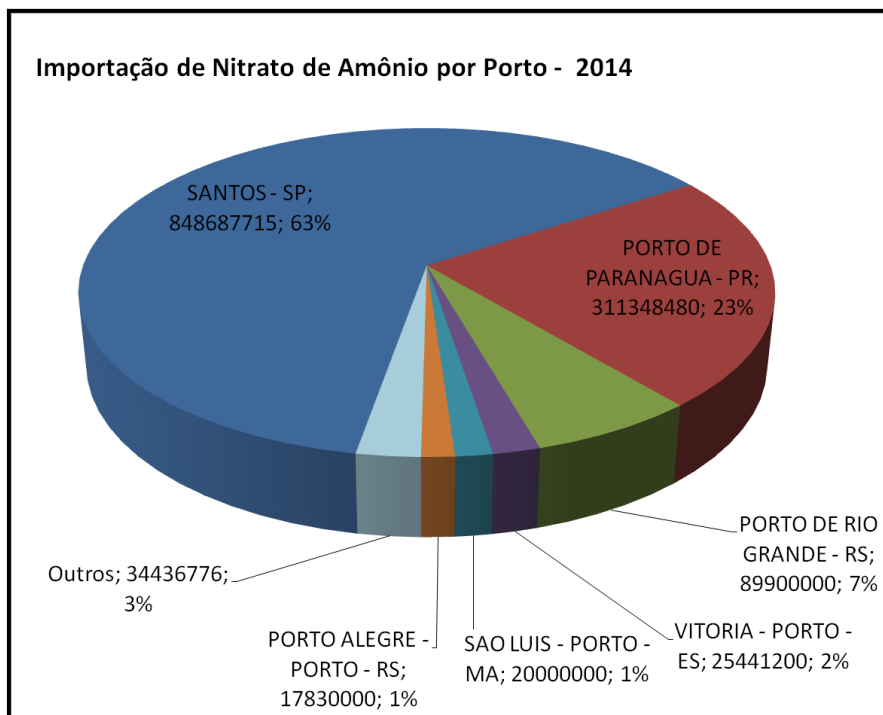


Figura 48 - Importação de Nitrato de Amônio no Brasil, em kg, por porto - Adaptado de MDIC (2015).

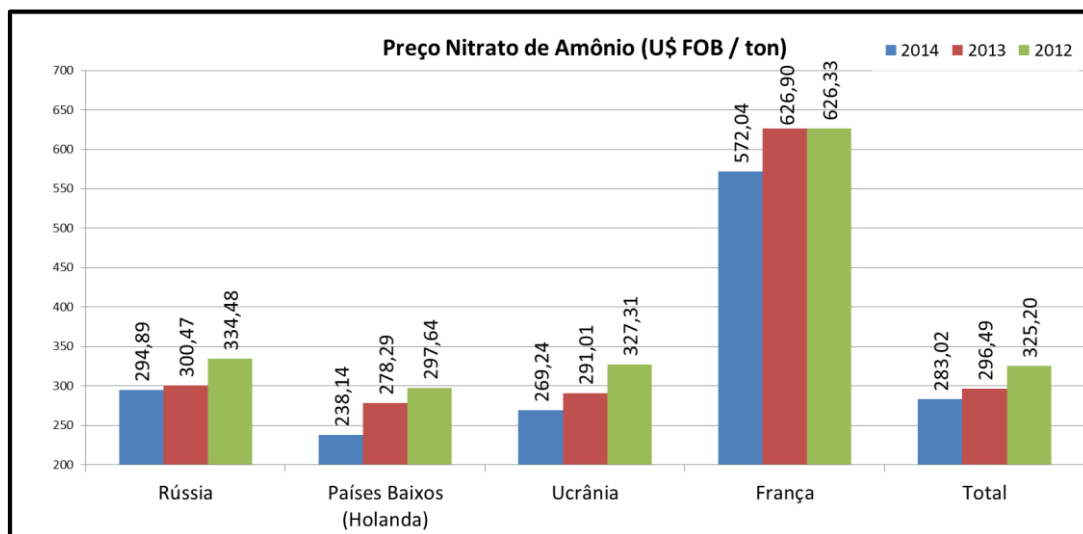


Figura 49 - Preço de importação de Nitrato de Amônio, por país - Adaptado de MDIC (2015).

6.1.6. O Consumo de Fertilizantes Nitrogenados no Brasil

O consumo de fertilizantes nitrogenados no Brasil aumentou 374 % entre o período de 1990 e 2013 (Anexo XIII). Para o consumo aparente de nitrogênio (em toneladas), foram feitas duas projeções a fim de verificar a tendência no consumo dos fertilizantes (Figura 50).

A primeira, linear, prevê o consumo de 4,3 milhões de toneladas em 2020 no Brasil. A projeção exponencial prevê o consumo de 5,9 milhões no mesmo ano. Adotando a Teoria Malthusiana, que prevê que o crescimento da produção de alimentos cresce em proporção aritmética, é usada a projeção linear para a tendência no consumo dos fertilizantes como correta. Também se verificou que a projeção linear apresentou maior adequação aos dados do histórico que a projeção exponencial (de 1990 a 2013).

As regiões que mais consomem nitrogenados são Sudeste, Sul, Centro-Oeste e Nordeste, respectivamente (Figura 51). Este consumo ratifica a grande movimentação de nitrogenados importados nos portos de Paranaguá, Santos, Rio Grande, Vitória e São Francisco do Sul, ambos no eixo Sul/Sudeste.

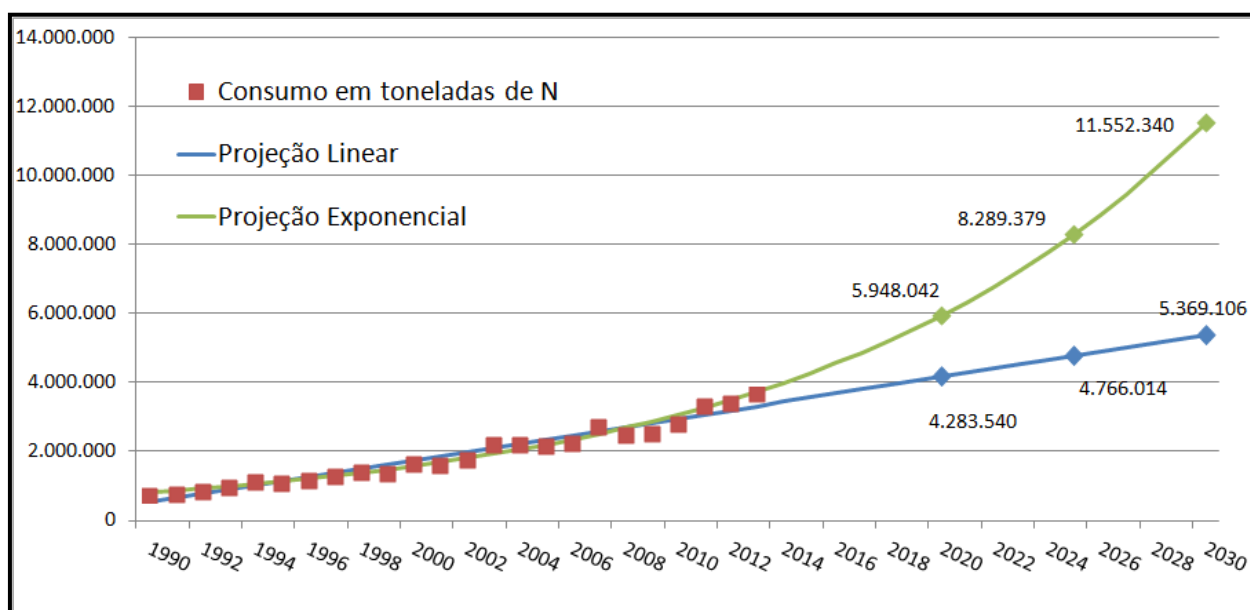


Figura 50 - Consumo de Fertilizantes Nitrogenados no Brasil (em toneladas de N) e projeções futuras de consumo - Adaptado de ANDA (2014)

Apesar de ser a maior produtora de fertilizantes nitrogenados, o eixo Norte/Nordeste é o que apresenta menor consumo. A produção das Fafen's é compatível com a ordem de grandeza do consumo da região Norte/Nordeste.

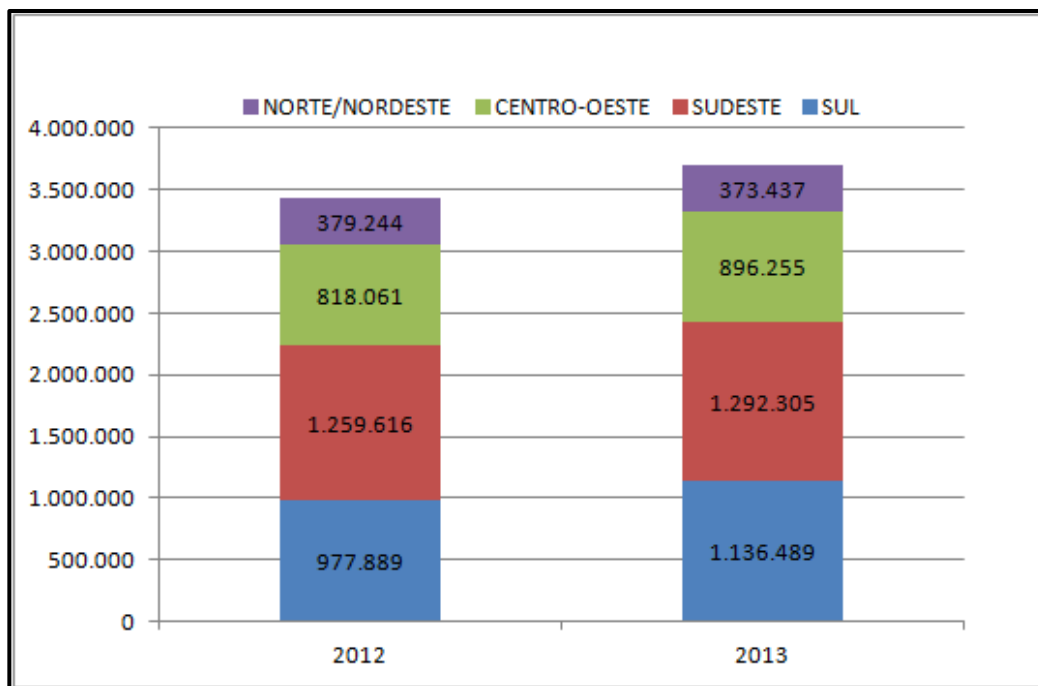


Figura 51 - Consumo de Fertilizantes Nitrogenados no Brasil (em toneladas de N) por região - Adaptado de ANDA (2014).

6.2 A Indústria de Fertilizantes Fosfatados no Brasil

O Brasil produziu cerca de 5.3 milhões de toneladas de rocha fosfática - principal matéria prima para indústria de fertilizantes intermediários fosfatados - em 2012 e 2013 (Tabela 17). Em termos de P_2O_5 , este valor corresponde a 2,1 milhões de toneladas. Entre os anos de 2012 e 2013, houve decréscimo na produção de 1,5 %. Em base mássica (e também em base de P_2O_5), o fertilizante fosfatado mais produzido no Brasil é o SSP.

Tabela 17 - Produção de fertilizantes fosfatados no Brasil - Adaptado de ANDA (2014).

BRASIL	Produção (em toneladas)			Produção (em toneladas de nutriente P ₂ O ₅)		
	Produtos	2012	2013	Variação	2012	2013
Produtos Intermediários (Fins Fertilizantes)						
DAP	-	-	-	-	-	-
MAP	1.344.694	1.305.765	-2,9%	718.365	698.059	53%
SSP	5.067.042	4.931.309	-2,7%	968.467	934.413	19%
TSP	947.338	936.367	-1,2%	448.099	440.355	47%
Termofosfato	55.494	49.837	-10,2%	9.989	8.970	18%
Fosfato natural de aplicação direta	74.183	954	-98,7%	13.909	190	19%
Matérias Primas (Fins Fertilizantes)						
Rocha Fosfática	5.322.305	5.240.621	-1,5%	1.854.639	1.825.109	35%
Ácido Fosfórico	2.166.690	2.089.344	-3,6%	1.100.093	1.070.390	51%
Ácido Sulfúrico (Apenas para produção de fertilizantes)	4.076.972	4.021.362	-1,4%	-	-	-
Produção Total (Fertilizantes e Outros Usos)						
Rocha Fosfática (Inclusive fosfato de aplicação direta)	6.093.941	5.939.614	-2,5%	2.121.787	2.076.592	35%
Ácido fosfórico	2.517.189	2.436.893	-3,2%	1.286.721	1.257.943	51%
Ácido Sulfúrico (Apenas empresas de fertilizantes)	5.152.889	5.133.559	-0,4%	-	-	-

A produção brasileira de rocha fosfática é em sua maior parte dedicada à indústria de fertilizantes fosfatados, chegando a patamares próximos de 90%. Verificou-se que toda a produção das regiões Sudeste e Nordeste é destinada a manufatura de fertilizantes. A produção do Centro-Oeste dedica 41% da rocha fosfática aos fertilizantes (Figura 52).

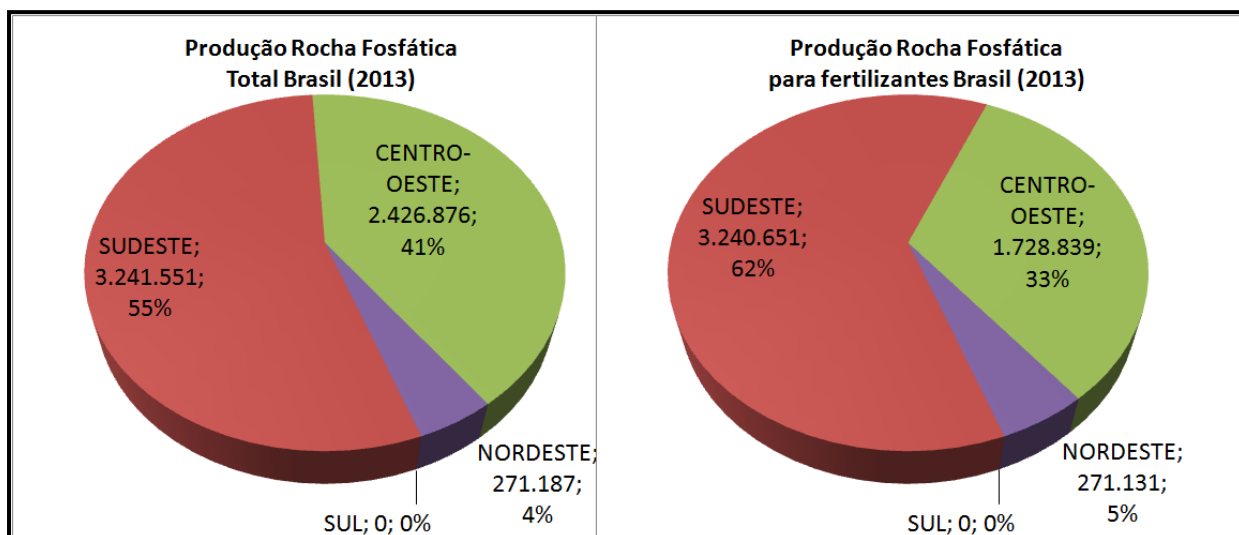


Figura 52 - Distribuição da Produção de Rocha Fosfática no Brasil - Adaptado de ANDA (2014).

O histórico de produção de rocha fosfática no Brasil (1950-1995) é coerente com o histórico da indústria de fertilizantes, apresentada no capítulo 1. Percebe-se o ápice de produção na indústria de fosfatados no início dos anos 80 como uma resposta aos investimentos realizados durante os governos militares brasileiros (Figura 53).

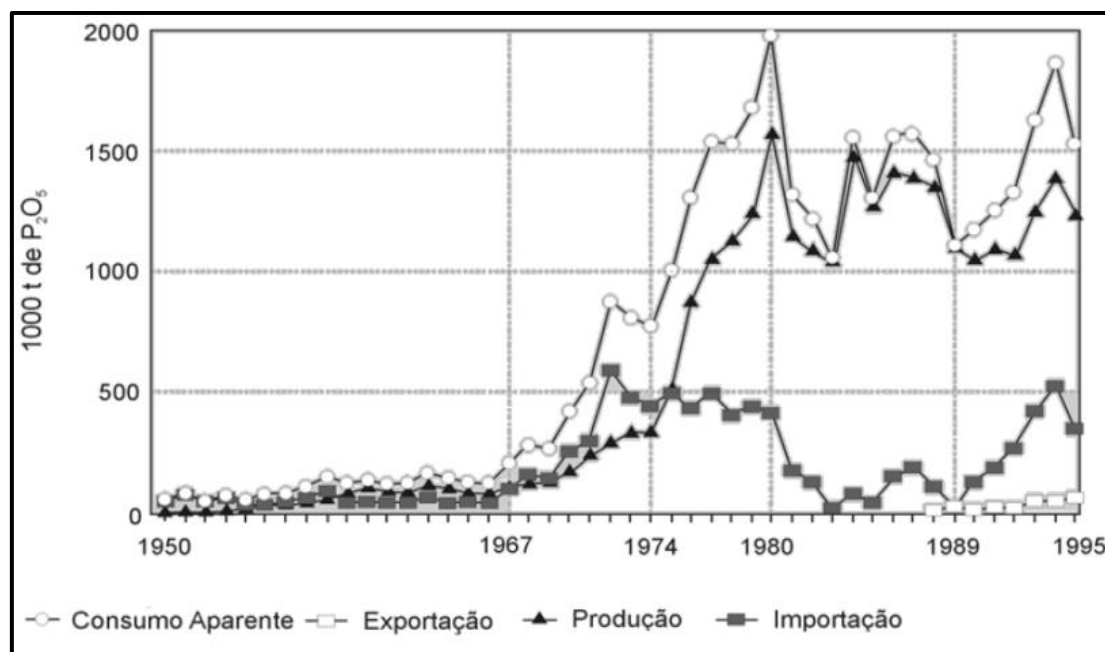


Figura 53 - Produção, consumo aparente e comércio exterior de rocha fosfática no Brasil de 1950 a 1995 – Fonte: Kulaif e Fernandes (2010).

Desde os anos 80, o Brasil não experimentou nenhum investimento que pudesse alterar profundamente o panorama de produção de fosfatados. A menor produção se deu em 1992, devido à fase de transição do mercado associada à mudança do perfil de capital na indústria de fertilizantes (saída do capital estatal). Havia muita incerteza no mercado e pouco se investiu. Após este período, a indústria apresentou um crescimento anual médio de 3,94 %. A produção de ácido fosfórico, MAP e SSP acompanham o perfil de produção da rocha fosfática (Figura 54).

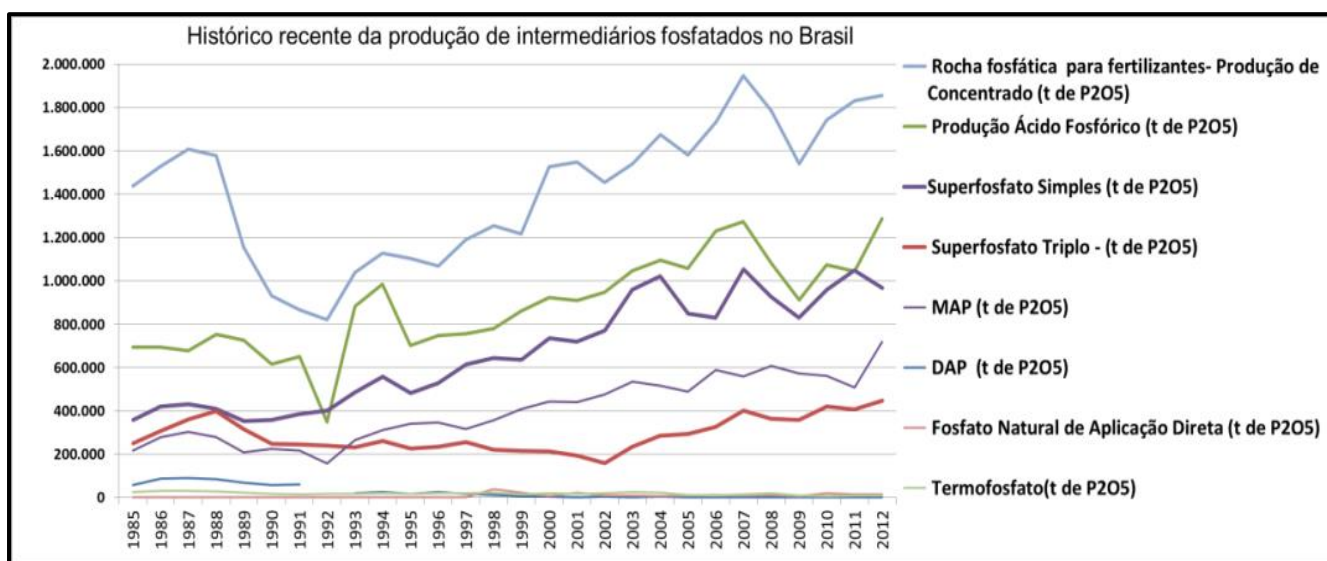


Figura 54 – Histórico recente da produção de fertilizantes fosfatados no Brasil - Adaptado de ANDA (2014).

A Figura 55 sumariza o mapeamento atual da infraestrutura nacional de produção de rocha fosfática e intermediários fosfatados para fertilizantes segregados por localidade (e estado), empresa e produto.



Figura 55 - Cadeia produtiva nacional do fosfato – Elaboração Própria.

6.2.1. Produção de Matérias Primas e Intermediários para Fertilizantes Fosfatados na Região Nordeste

Em 2013, a Região Nordeste foi responsável por 4 % da produção de rocha fosfática no Brasil. Em relação ao SSP, foi responsável por 14 % da produção Brasileira (Tabela 18). Segundo Souza e Fonseca (2010), são importantes minas de produção de rocha fosfática na região Angico Dias e Irecê, no Estado da Bahia.

Tabela 18 – Produção de fertilizantes fosfatados na Região Nordeste – Adaptado de ANDA (2014).

Região Nordeste	Produção (em Toneladas)			Produção (em Toneladas de nutriente P2O5)		
	2012	2013	Variação	2012	2013	% P2O5
Produtos Intermediários (Fins Fertilizantes)						
SSP	634.569	706.046	11,3%	123.282	135.087	19%
Fosfato natural de aplicação direta	54.038	56	-99,9%	9.881	10	18%
Matérias Primas (Fins Fertilizantes)						
Rocha Fosfática	273.148	271.131	-0,7%	90.139	88.297	33%
Ácido Sulfúrico (Apenas para produção de fertilizantes)	119.053	153.751	29,1%			
Produção Total (Fertilizantes e Outros Usos)						
Rocha Fosfática (Inclusive fosfato de aplicação direta)	321.195	271.187	-15,6%	100.020	88.307	32%
Ácido Sulfúrico (Apenas empresas de fertilizantes)	120.623	188.223	56,0%			

6.2.2. A Produção de Matérias Primas e Intermediários para Fertilizantes Fosfatados na Região Sudeste

A Região Sudeste é responsável por 62 % da produção brasileira de rocha fosfática destinada à indústria de fertilizantes. Produziu cerca de 3,2 milhões de toneladas em 2013, com decréscimo de 4,9 % em relação ao ano anterior. É a principal produtora de MAP (86%) do Brasil. Produziu cerca de 50% do SSP e 91% do TSP brasileiro no mesmo ano. Mesmo que em pequena quantidade, produz todos os termofosfatos do Brasil (Tabela 19).

As minas mais importantes de Minas Gerais se encontram em Tapira, Araxá, Patos de Minas e Lagamar. A cidade de Uberaba possui importância significativa em processamento da rocha fosfática. Os municípios mineiros de Patrocínio e Serra do Salitre, apesar das reservas, ainda não produzem rocha fosfática. São Paulo destaca-se no processamento de fosfatados intermediários, apesar da pouca produção de rocha fosfática. Segundo MDIC (2015), 27 % da importação da rocha fosfática bruta entra no país pelo porto de Santos, região próxima às plantas da Vale de processamento de fosfato.

Tabela 19 - Produção de fertilizantes fosfatados na Região Sudeste - Adaptado de ANDA (2014).

Região Sudeste	Produção (em Toneladas)			Produção (em Toneladas de nutriente P2O5)		
	Produtos	2012	2013	Variação	2012	2013
Produtos Intermediários (Fins Fertilizantes)						
MAP	1.200.600	1.127.725	-6,1%	643.437	605.478	54%
SSP	2.588.200	2.436.637	-5,9%	490.756	457.903	19%
TSP	857.839	850.749	-0,8%	406.105	402.746	47%
Termofosfatos	55.494	49.837	-10,2%	9.989	8.970	18%
Fosfato natural de aplicação direta	20.145	898	-95,5%	4.028	180	20%
Matérias Primas (Fins Fertilizantes)						
Rocha Fosfática	3.405.989	3.240.651	-4,9%	1.171.406	1.112.831	34%
Ácido Fosfórico	1.969.837	1.848.959	-6,1%	991.217	940.581	51%
Ácido Sulfúrico (Apenas para produção de fertilizantes)	3.761.426	3.640.989	-3,2%	-	-	-
Produção Total (Fertilizantes e Outros Usos)						
Rocha Fosfática (Inclusive fosfato de aplicação direta)	3.426.136	3.241.551	-5,4%	1.175.434	1.113.011	34%
Ácido fosfórico	2.233.073	2.112.954	-5,4%	1.133.298	1.083.015	51%
Ácido Sulfúrico (Apenas empresas de fertilizantes)	4.540.101	4.387.295	-3,4%	-	-	-

6.2.3 Produção de Matérias Primas e Intermediários para Fertilizantes Fosfatados na Região Sul

A Região Sul não produz de maneira significativa a principal fonte de matéria prima para a indústria de fertilizantes fosfatados, a rocha fosfática. Todavia, produz 22 % da produção brasileira de SSP (Tabela 20).

Tabela 20 - Produção de fertilizantes fosfatados na Região Sul - Adaptado de ANDA (2014).

Região SUL	Produção (em Toneladas)			Produção (em Toneladas de nutriente P2O5)		
	Produtos	2012	2013	Variação	2012	2013
Produtos Intermediários (Fins Fertilizantes)						
SSP	1.202.288	1.075.497	-10,5%	230.174	203.397	19%
TSP	7.448	6.165	-17,2%	3.564	2.952	48%

6.2.4. Produção de Matérias Primas e Intermediários para Fertilizantes Fosfatados na Região Centro-Oeste

A Região Centro-Oeste não possui representatividade na indústria de fertilizantes nitrogenados. No entanto, a situação é diferente para a indústria de intermediários fosfatados. A região é responsável por 33% da produção nacional de rocha fosfática, 14% da produção de MAP, 14% da produção de SSP e 7% da produção de TSP (Tabela 21). As principais minas em produção da região Centro-Oeste são Catalão (GO) e Arraias (TO). A importância da produção na região é acentuada devido à proximidade dos mercados consumidores de fertilizantes, como o MATOPIBA (região que abrange os estados produtores de Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia).

Tabela 21 - Produção de fertilizantes fosfatados na Região Centro-Oeste - Adaptado de ANDA (2014).

Região Centro-Oeste Produtos	Produção (em Toneladas)			Produção (em Toneladas de nutriente P2O5)		
	2012	2013	Variação	2012	2013	% P2O5
Produtos Intermediários (Fins Fertilizantes)						
MAP	144.094	178.040	23,6%	74.928	92.581	52%
SSP	641.985	713.129	11,1%	124.255	138.026	19%
TSP	82.101	79.453	-3,2%	38.430	34.657	45%
Matérias Primas (Fins Fertilizantes)						
Rocha Fosfática	1.643.168	1.728.839	5,2%	593.094	623.981	36%
Ácido Fosfórico	196.853	240.385	22,1%	108.876	129.809	55%
Ácido Sulfúrico (Apenas para produção de fertilizantes)	196.493	226.622	15,3%	-	-	-
Produção Total (Fertilizantes e Outros Usos)						
Rocha Fosfática (Inclusive fosfato de aplicação direta)	2.346.610	2.426.876	3,4%	846.333	875.274	36%
Ácido fosfórico	284.116	323.939	14,0%	153.423	174.928	54%
Ácido Sulfúrico (Apenas empresas de fertilizantes)	492.165	558.041	13,4%	-	-	-

6.2.5. Principais Depósitos de Fosfato no Brasil

As principais reservas do Brasil de fosfato magmatogênico (Figura 56) estão vinculadas a era Mesozóica. Destacam-se os depósitos de Tapira (MG), Araxá (MG), Catalão (I e II, TO) e Serra Negra/Salitre (I, II e III-MG) na Província Alcalina do Alto Parnaíba. Destacam-se Cajati (SP) e Ipanema (SP) na Província Alcalina da Serra do Mar, além do complexo de Anitápolis (SC). Depósitos magmáticos também ocorrem na Bahia, em Angico dos Dias. No norte, destaca-se o potencial depósito de Maicuru (PA) (CPRM, 2011).

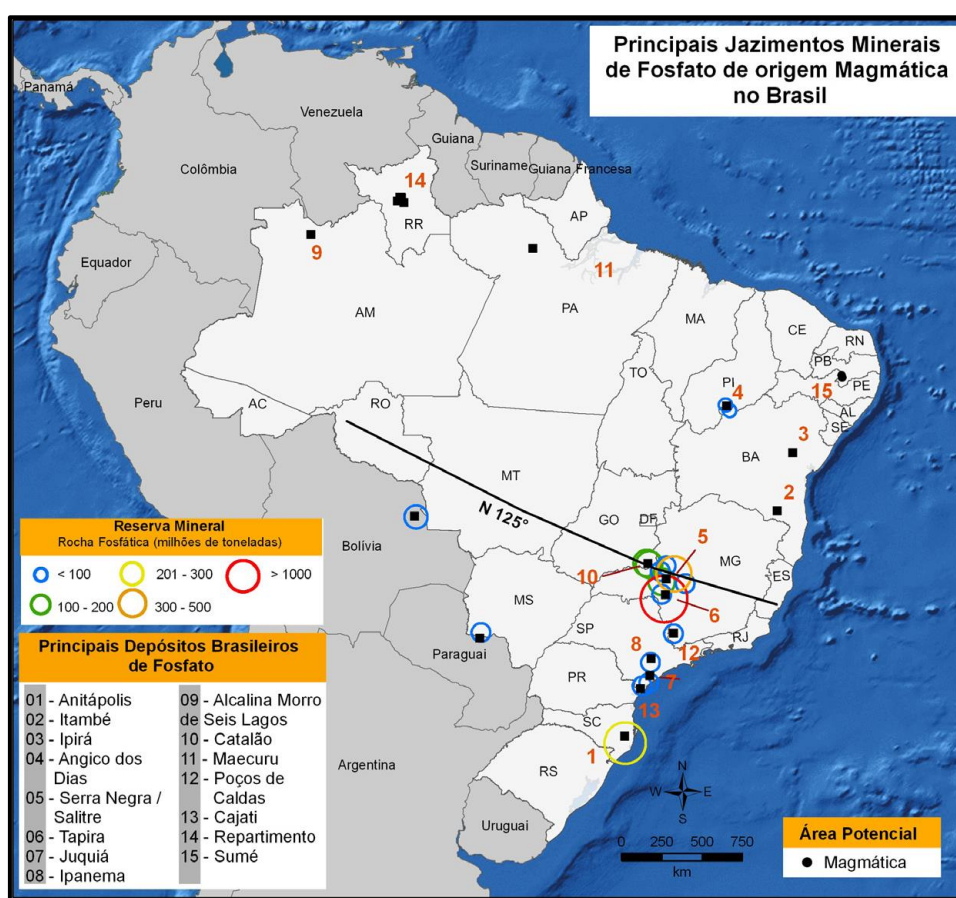


Figura 56 - Principais depósitos de fosfato magmatogênicos no Brasil – Fonte: CPRM (2011).

Os depósitos de Repartimentos (RR), Morro de Seis Lagos (AM) ainda permanecem em avaliação para o potencial de fosfatos. Dentre os depósitos sedimentares (Figura 57), destacam-se Arraias (TO), Irecê (BA) e Lagamar/Rocinha (MG).

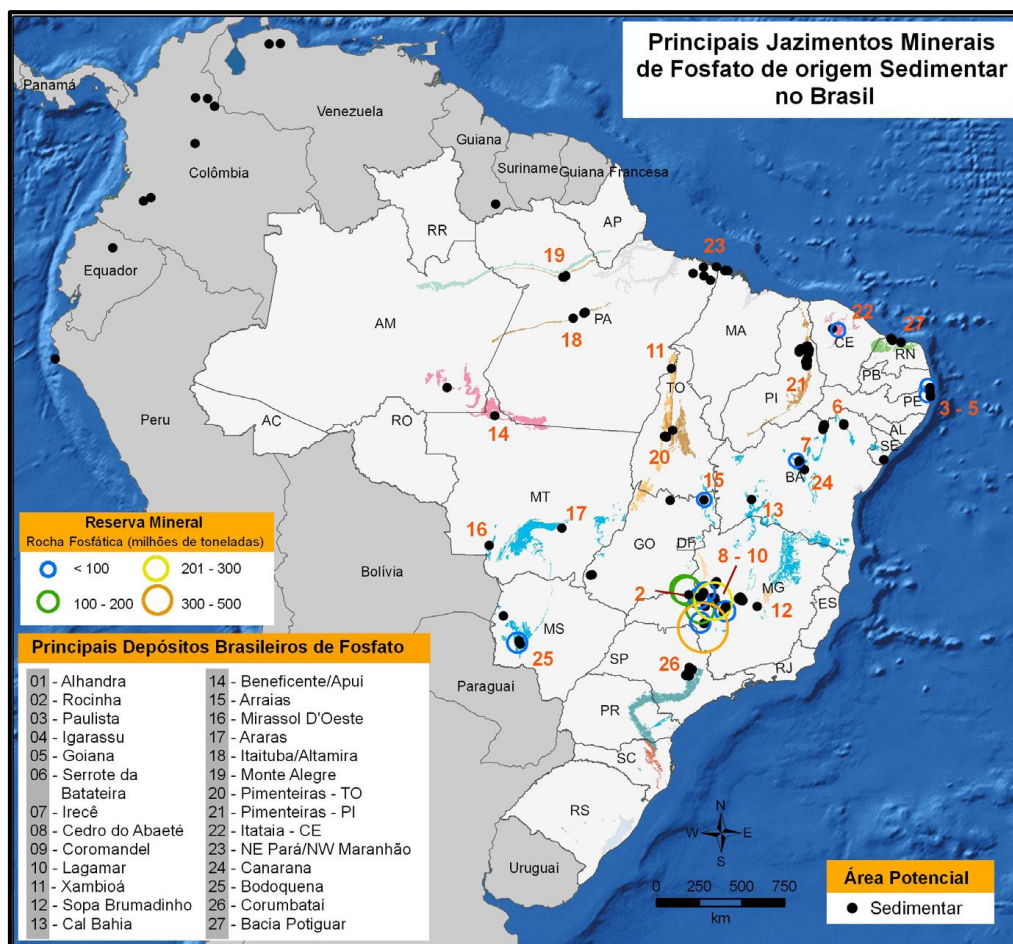


Figura 57 - Principais depósitos de fosfato sedimentar no Brasil – Fonte: CPRM (2011).

6.2.5.1. Província Alcalino-Carbonatítica do Alto Parnaíba

Formou-se durante o período neocretáceo, como resultado de intenso magmatismo máfico-ultramáfico alcalino e ultrapotássico que gerou corpos intrusivos e extrusivos. Compreendem os complexos de Catalão, Araxá, Tapira, Salitre e Serra Negra (CPRM, 2011).

O complexo de Catalão I fica na fronteira dos municípios de Catalão e Ovidor, ao sudeste de Goiás. A intrusão é circundada por metamorfitos do Grupo Araxá. O complexo é constituído por dunitos, piroxenitos, flogopititos magmáticos e metassomáticos, foscoritos, nelsonitos, apatitos e carbonatitos. Há depósitos importantes de fosfato, nióbio, terras raras, titânio e vermiculita. Atualmente, são minerados a apatita e o pirocloro. O complexo de Catalão II

possui a intrusão de rochas metassedimentares do Grupo Araxá, com litotipos como piroxenitos, quartzo, feldspato alcalino, carbonatitos, lamprófiros em finos diques e flogopititos produzidos pelo metassomatismo de rochas ultramáficas. A geologia da mina de Catalão I (antiga Fosfértil e atual Vale) possui teores geralmente baixos entre 5 % e 8 %, podendo atingir até 30 %. (CPRM, 2011). Também explorada pela Anglo.

O complexo de Araxá situa-se a 6 km ao sul da cidade de Araxá (MG). É um dos mais importantes complexos alcalinos-carbonatíticos do mundo e possui a maior reserva mundial de nióbio. É minerado para nióbio e fosfato. É uma intrusão pequena, com 4,5 km de diâmetro e 15km² de área. O carbonatito predominante é do tipo dolomita carbonatito. As reservas são estimadas em 210 milhões de toneladas (base seca). A lavra é a céu aberto (CPRM, 2011), sendo a Vale é a principal exploradora do fosfato. A CBMM (Companhia Brasileira de Metalurgia e Mineração), de atuação forte na região, possui enfoque na produção de nióbio.

O complexo de Tapira tem forma elíptica, ocupando uma área de 35 km² ao sul da cidade homônima, e a 30 km a sudeste de Araxá. Consiste de clinopiroxenito e bebedourito, com presença de carbonatito, foscorito, dunito, flogopitito, sienito, melilitolito e flogopita picrito. O complexo é, atualmente, minerado para fosfato e titânio e é explorado pela Vale (CPRM, 2011).

Os complexos de Salitre (I, II e III) ocorrem ao sul do complexo de Serra Negra, na região de Patrocínio (MG). Salitre I é um complexo de bebedourito e rochas feldspáticas. Um pequeno corpo de carbonatito rico em apatita ocorre no norte do complexo. Salitre II é formado por rochas ultramáficas da série bebedourítica (dunitos, perovskititos, clinopiroxenitos), recordados por diques e veios de carbonatitos. Salitre III é composto por piroxenitos, com rochas da série fosforítica associadas na porção sul (CPRM, 2011).

O complexo de Serra Negra é o maior dos complexos carbonatíticos do Alto Parnaíba. O complexo é formado por um núcleo central de calcita carbonatito com diâmetro de 4,5 km, possuindo até 20 % de apatita. É um corpo carbonítico/fosforítico circundado por piroxenito/bebedourito (CPRM, 2011).

6.2.5.2. A Província Alcalina/Carbonatítica da Serra do Mar

O complexo de Jacupiranga-Cajati (Sudoeste de SP) é o principal corpo da Província de Serra do Mar para fosfato. Compreende uma estrutura ovalada com cerca de 70 km². O corpo carbonatítico é hospedado em clinopiroxenito (Jacupiranguito) e abriga as minas de Cajati e Registro (CPRM, 2011).

O complexo de Anitápolis (SC) é composto por piroxenitos cumuláticos (flogopita piroxenitos e apatita-biotita piroxenitos), nefelina-sienito e ijolitos. Carbonatitos formam um pequeno corpo no centro da depressão, com diques e veios dispersos. O complexo é composto por 60 % de rochas cumuláticas, 39 % de ijolito + nefelina sienito e 1 % de carbonatito. Ainda não explorado. (CPRM, 2011). Em 2010, a justiça proibiu o prosseguimento dos projetos de exploração de fosfato em Anitápolis ao considerar os danos ambientais em questão e, portanto, ainda não é explorado (<http://floripamanha.org/>).

6.2.5.3. Outros

O corpo alcalino-carbonatítico de Angico Dias, localizado no norte da Bahia (fronteira com Piauí), possui zonas anômalas de fósforo, zircônio, estrôncio, bário e terras raras. É o único de idade paleoproterozóica. As rochas predominantes são sienitos e carbonatitos enriquecidos com apatita derivada da alteração dos carbonatitos (CPRM, 2011). Hoje, é explorado pela Galvani.

Os depósitos de fosforito em Irecê, formados durante o Neoproterozóico, foram descobertos em 1985, a partir de anomalias de fosfato em sedimentos

de corrente, em um projeto de prospecção mineral realizado pela CPRM. Possuem teor médio de 17,7% de P_2O_5 . Explorados pela Galvani (CPRM, 2011).

Depósitos sedimentares também tem importância no Brasil. O depósito de Arraias-TO é conhecido desde os anos 70 e atualmente é explorado pela MbAC. Os depósitos de Irecê foram descobertos em 1985 pela CPRM e são explorados pela Galvani, junto a CBPM (Companhia Baiana de Pesquisa Mineral). O depósito de Lagamar/Rocinha, descoberto em 1970 pela CPRM também é explorado pela Galvani.

6.2.6. Importação de Matérias Primas e Intermediários para Fosfatados

O Brasil importou 5,4 milhões de toneladas de fertilizantes fosfatados em 2014, valor equivalente a 2,2 bilhões de dólares (MDIC, 2014). Os fertilizantes fosfatados mais importados do Brasil são: MAP (NCM 31054000), DAP (NCM 31053010 e 31053090), SSP (NCM 31031010 e 31031020) e TSP (31031030). Para alguns casos, o SSP NCM 31031020 (“Superfosfato, teor de pentóxido de fósforo, $22\% < P_2O_5 \leq 45\%$ ”) possui características próximas ao SSP. Para outras, o mesmo possui características de TSP. Como não foi possível identificar esta segregação, considerou-se o mesmo como 100% SSP.

O MAP é o líder de importação em massa e em dólares. É um fertilizante muito importante, pois possui altos teores de P_2O_5 e também contém nitrogênio em sua composição. O DAP, segundo colocado em dólares, possui um teor um pouco menor de P_2O_5 , todavia apresenta maior teor de nitrogênio.

Para cada um destes intermediários fosfatados, estudou-se as fontes de importação, assim como seus respectivos preços (U\$ FOB, segregados por país) e o porto receptor. A Figura 58 traz o perfil de importação dos fosfatados, em termos de massa e financeiros.

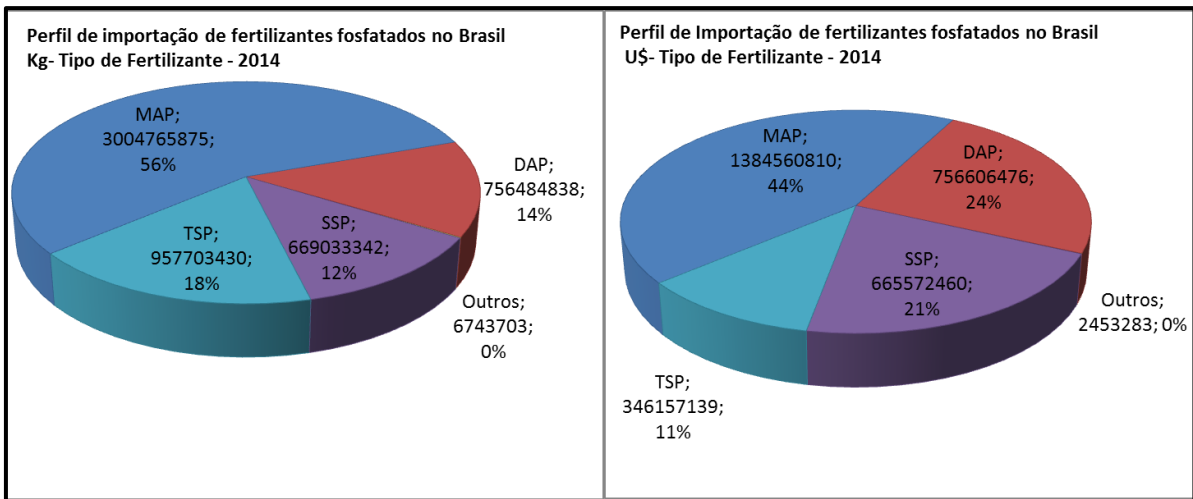


Figura 58- Perfil de importação de fosfatados – Adaptado de MDIC (2015).

Os principais fornecedores de fosfatados para o Brasil são: Marrocos, Estados Unidos, Rússia, China, Egito, Israel, Arábia Saudita e Tunísia, respectivamente (Anexo XIV). Foram considerados os fertilizantes de NCM 31031010, 31031020, 31031030, 31039090, 31053010, 31053090, 31054000.

O porto mais utilizado para importação de fosfatados é o de Paranaguá (PR), seguido de Rio Grande (RS), São Luís (MA) e Santos (SP). Juntos, importam quase 80 % dos fertilizantes fosfatados no Brasil (Figura 59).

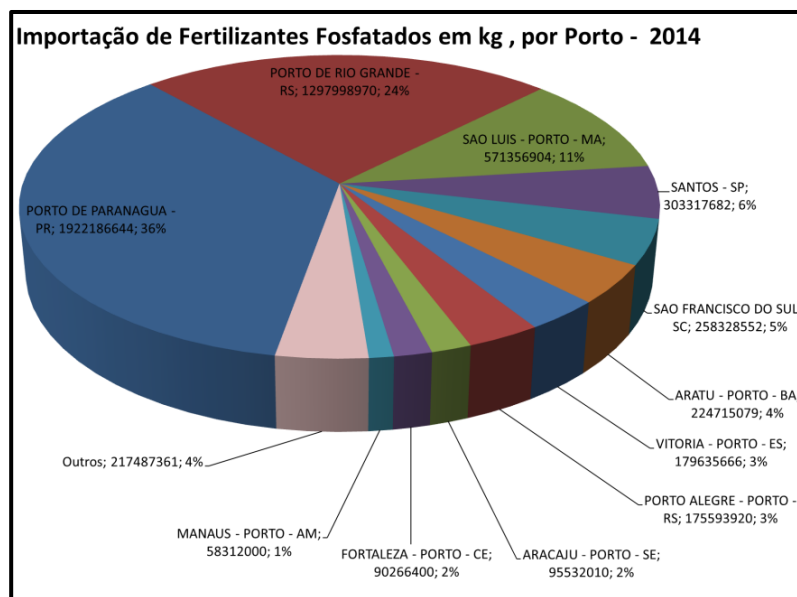


Figura 59 - Importação de Fertilizantes Fosfatados, por porto, em kg - Adaptado de MDIC (2015).

6.2.6.1. MAP – Fosfato Monoamônico

O MAP é o fertilizante fosfatado mais importado no Brasil, seja em massa (56 %) ou em dólares (44 %). Rússia, Marrocos e EUA são os maiores exportadores para o Brasil, responsáveis por quase 80 % do mercado. A China também é um parceiro comercial importante (Figura 60).

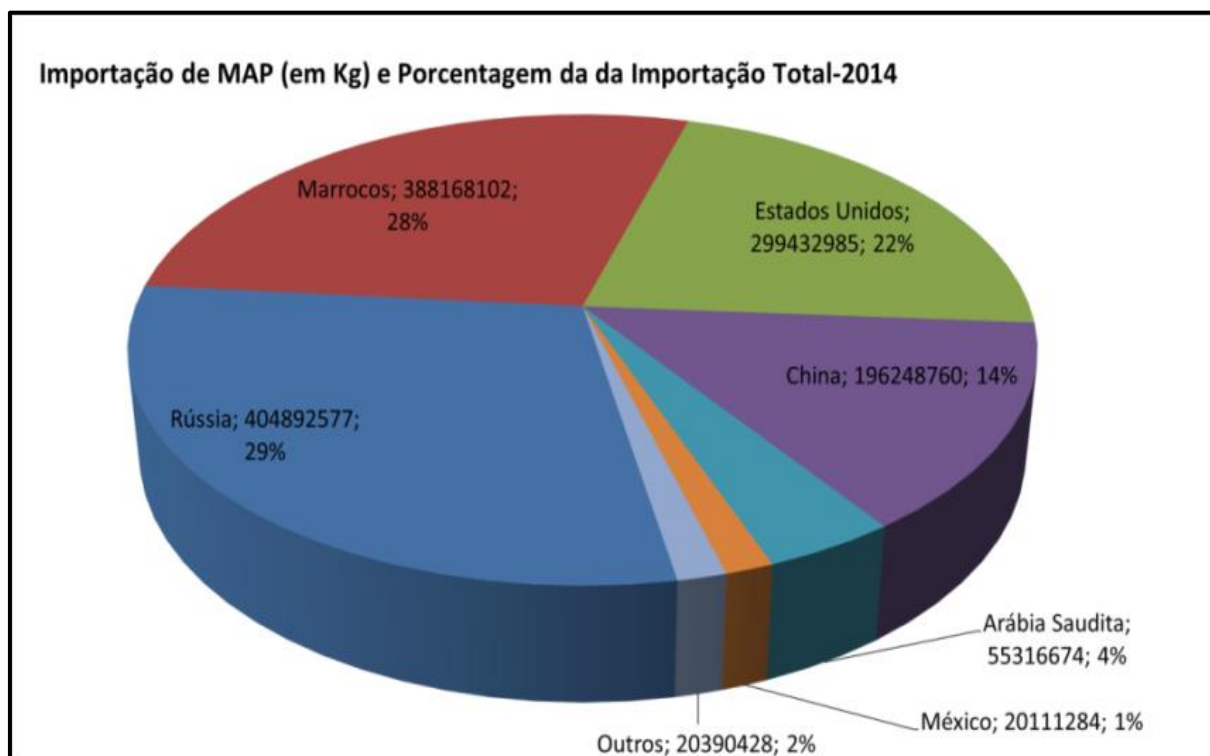


Figura 60 - Importação de MAP no Brasil, em kg, por país - Adaptado de MDIC (2015).

A maior parte da importação de MAP ocorre pelos portos de Paranaguá (41%), Rio Grande (19%) e Santos (8%), respectivamente (Figura 61). O preço do MAP caiu cerca de 20% nos últimos dois anos. O México detém o menor preço de exportação para o Brasil (Figura 62).

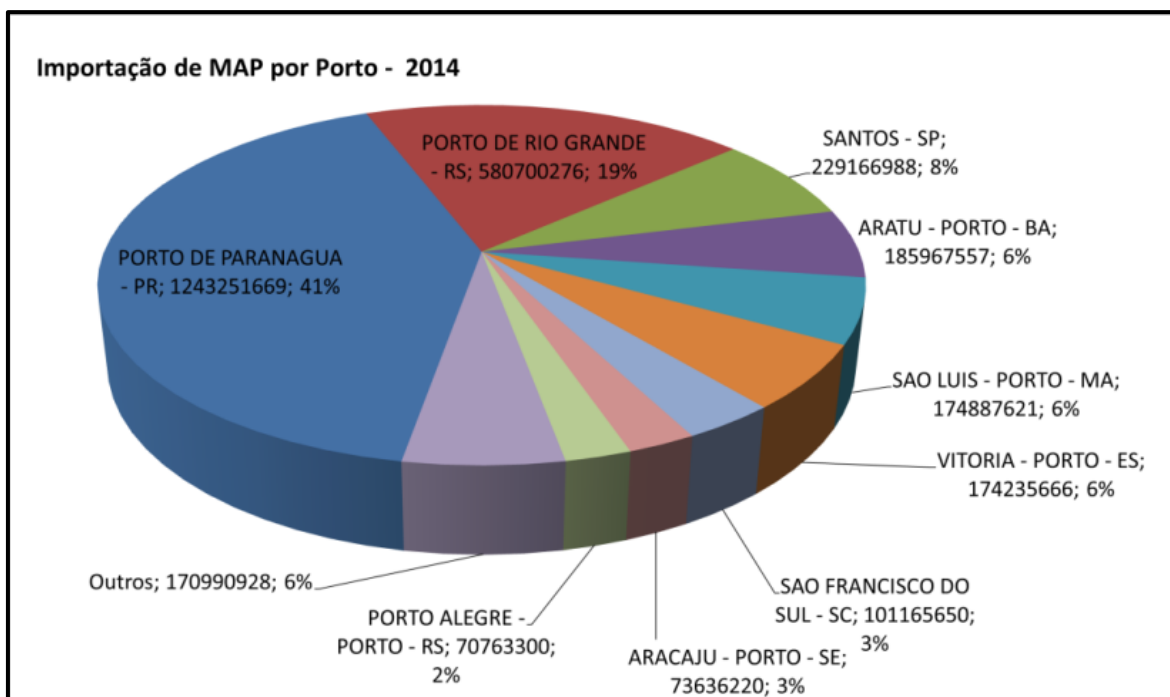


Figura 61 - Importação de MAP no Brasil, em kg, por porto - Adaptado de MDIC (2015).

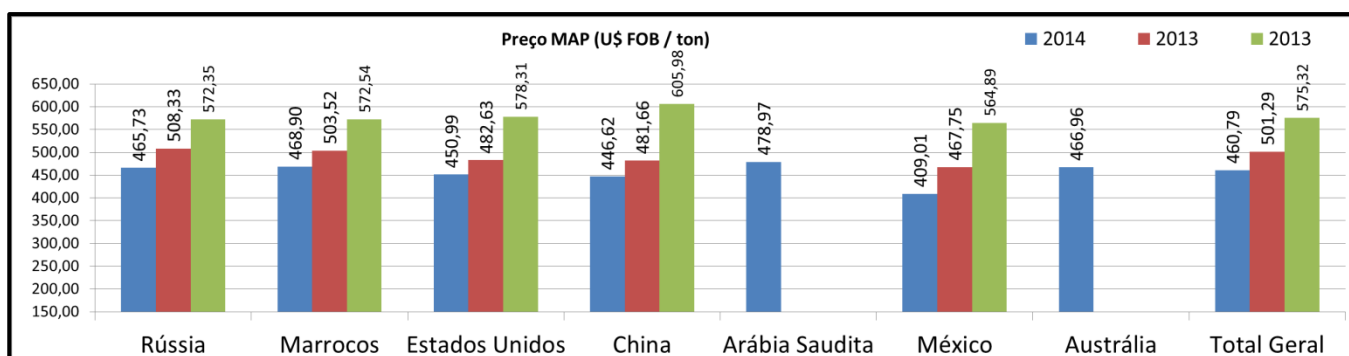


Figura 62 - Preço de importação do MAP, por país - Adaptado de MDIC (2015).

6.2.6.2. DAP - Fosfato Diamônico

O DAP representa 24 % das importações de fertilizantes fosfatados no Brasil em dólares. Os Estados Unidos são os principais exportadores de DAP para o Brasil, seguido de Marrocos e China (Figura 63). Juntos, representaram 99 % da importação de DAP em 2014.

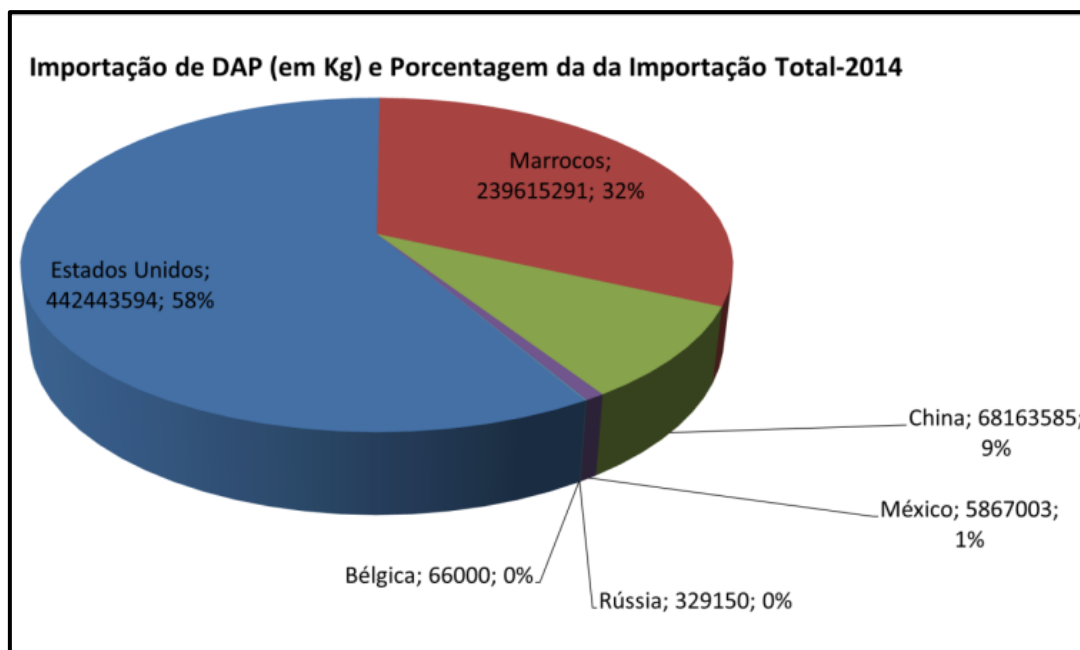


Figura 63 - Importação de DAP no Brasil, em kg, por país - Adaptado de MDIC (2015).

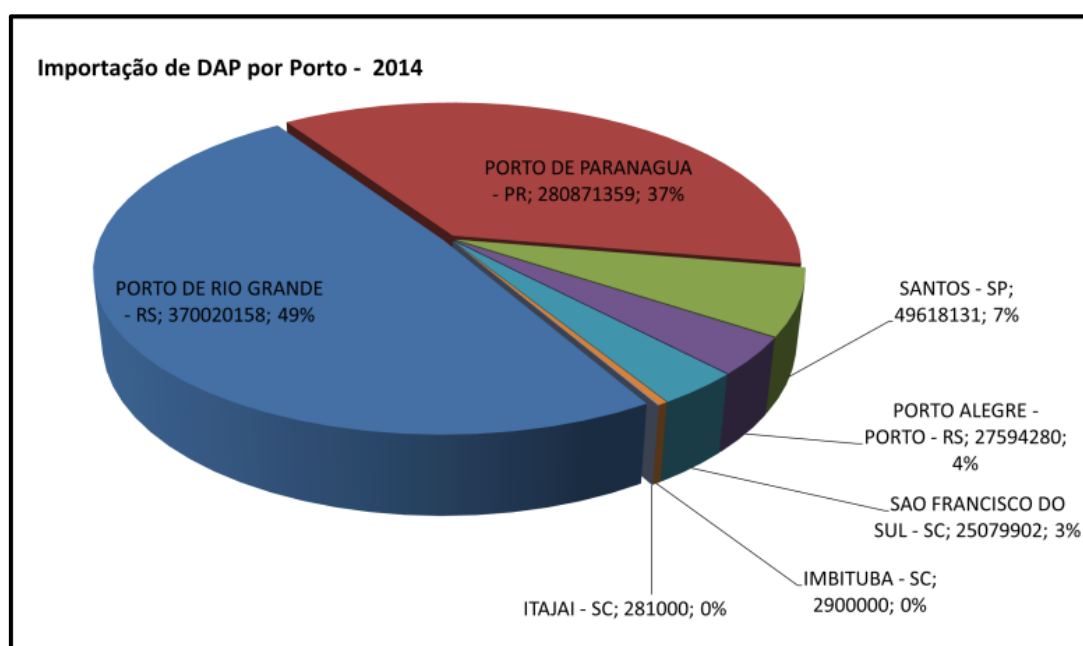


Figura 64 - Importação de DAP no Brasil, em kg, por porto - Adaptado de MDIC (2015).

A maior parte da importação (Figura 64) ocorre através dos portos de Rio Grande (49 %) e Paranaguá (37 %). O preço médio de importação cai 22 % entre 2012 e 2014. Os EUA detém o menor preço de exportação para o Brasil (Figura 65).

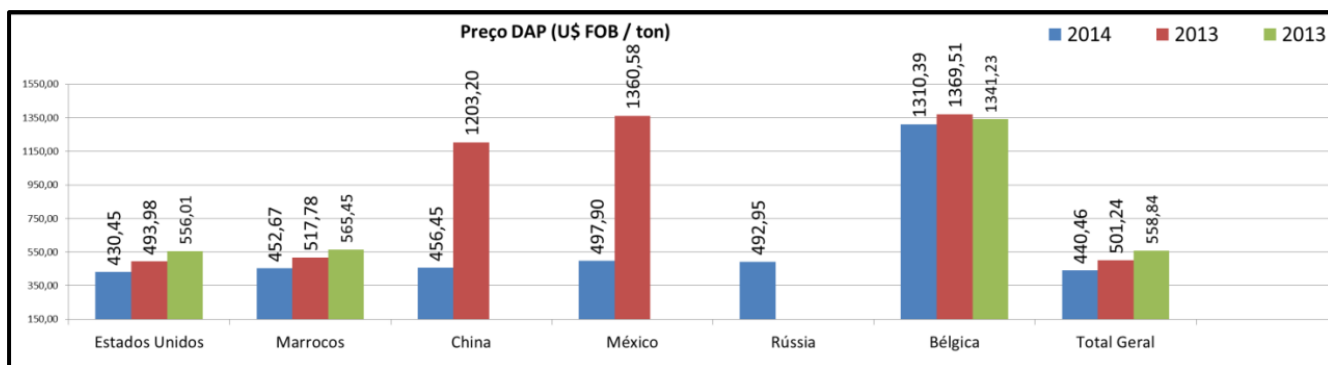


Figura 65 - Preço de importação do DAP, por país - Adaptado de MDIC (2015).

6.2.6.3. SSP – Superfosfato Simples

O Brasil importa cerca de 660.000 toneladas de SSP ao ano. Egito (54 %), Israel (31 %) e China (13 %) são os principais exportadores de SSP para o Brasil (Figura 66).

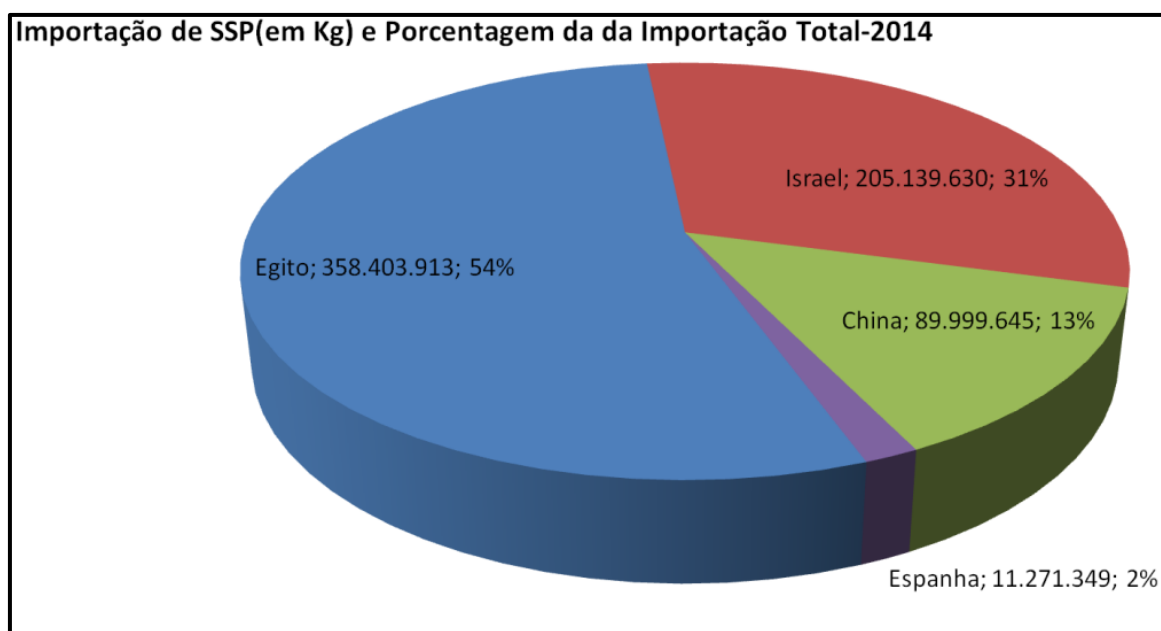


Figura 66- Importação de SSP no Brasil, em kg, por país - Adaptado de MDIC (2015).

Os portos mais utilizados (Figura 67) são os de São Luís (25%), Paranaguá (25%) e Rio Grande (22%). O preço do SSP caiu 30% no período de 2012 a 2014. A Espanha detém o menor preço de exportação para o Brasil (Figura 68).

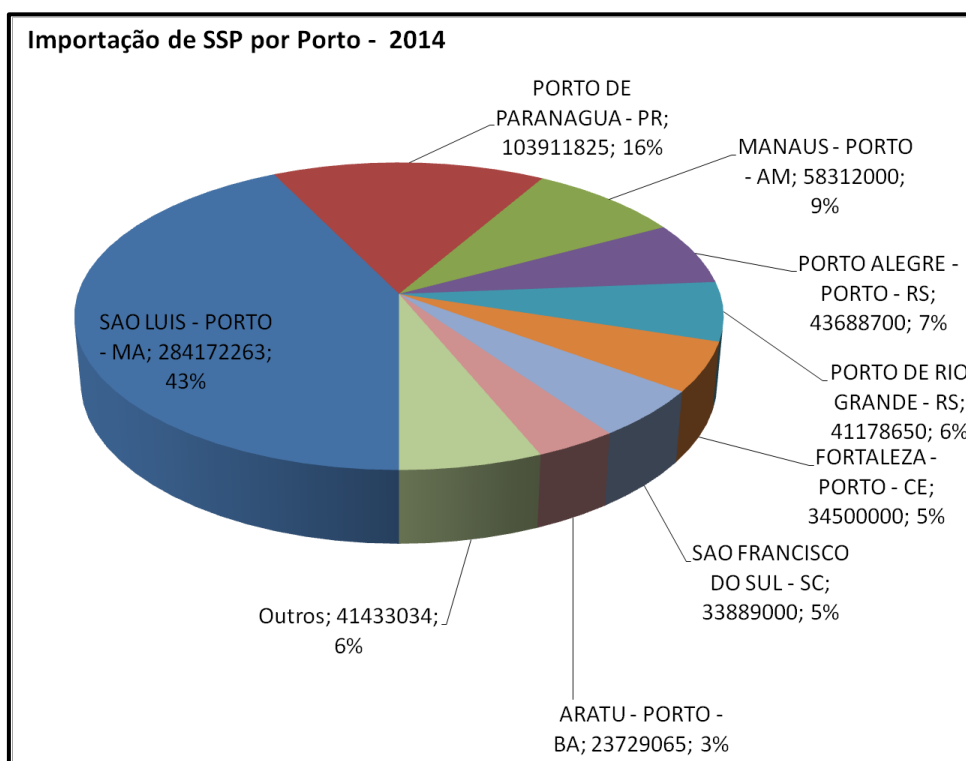


Figura 67- Importação de SSP no Brasil, em kg, por porto - Adaptado de MDIC (2015).

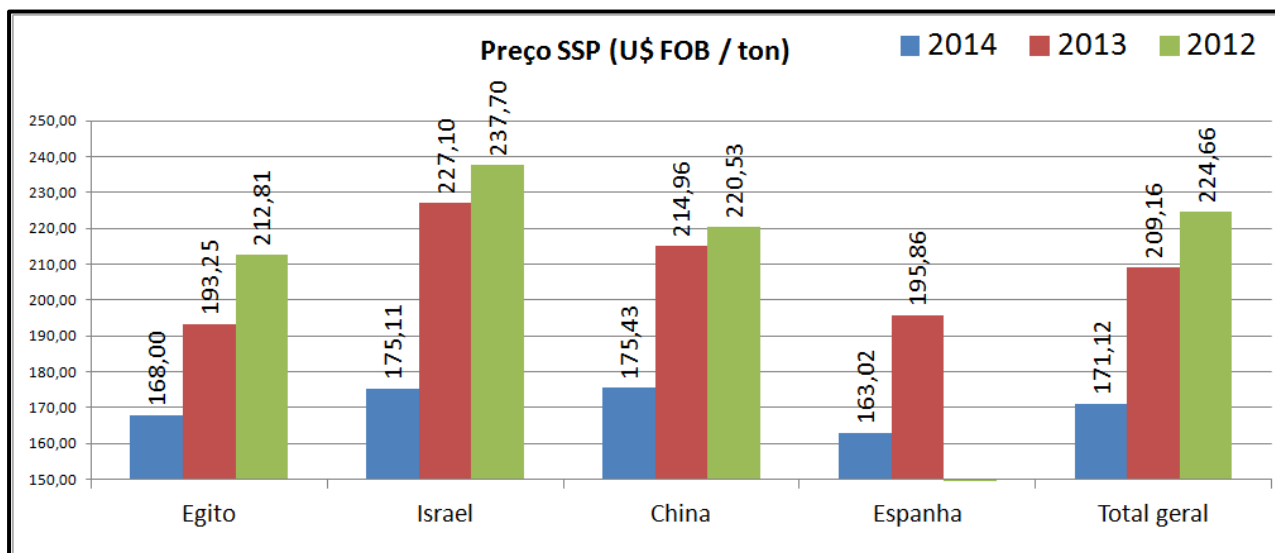


Figura 68- Preço de importação do SSP, por país - Adaptado de MDIC (2015).

6.2.6.4. TSP - Superfosfato Triplo

O Brasil importa cerca de 1 milhão de toneladas de TSP ao ano, valor equivalente a 346 milhões de dólares. Os principais fornecedores (Figura 69) para o Brasil são Marrocos (51 %), China (16 %), Israel (16 %) e Tunísia (10 %).

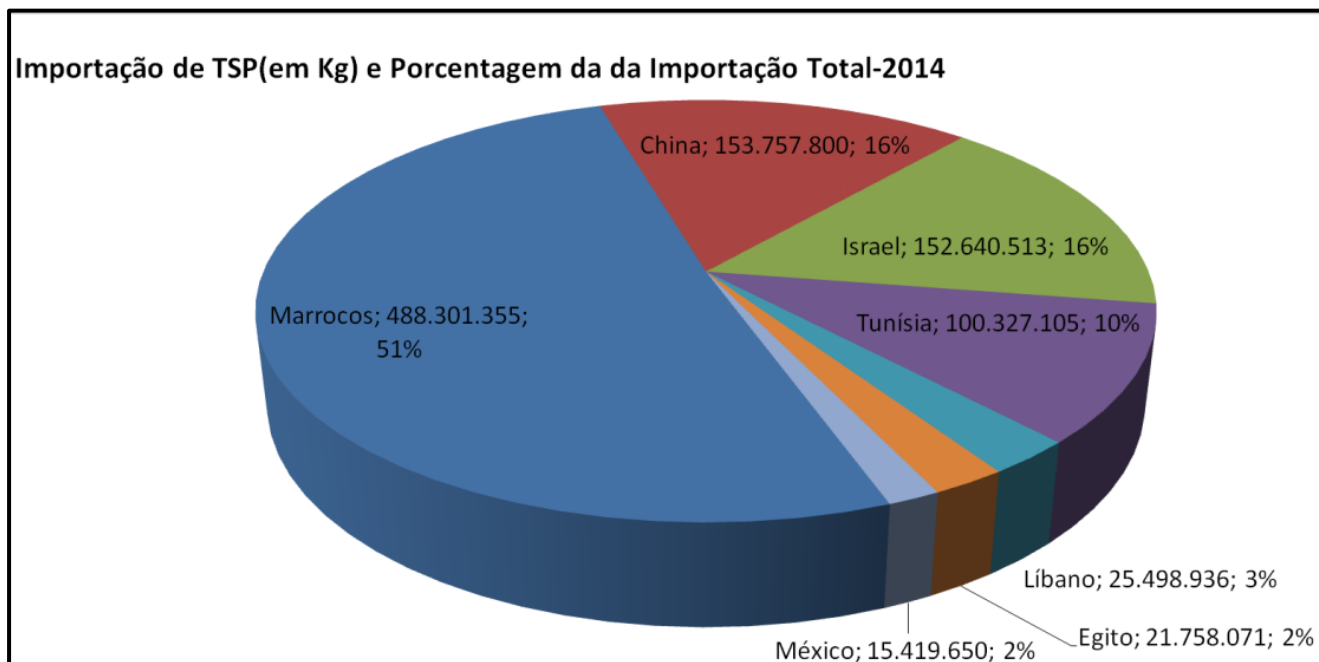


Figura 69- Importação de TSP no Brasil, em kg, por país - Adaptado de MDIC (2015).

O principal porto de acesso do TSP (Figura 70) é o de Rio Grande (32 %), seguido de Paranaguá (30 %), São Luís (12 %) e São Francisco do Sul (10 %). O preço do TSP caiu 20% entre os anos de 2012 e 2014. Israel detém o menor preço de exportação para o Brasil (Figura 71).

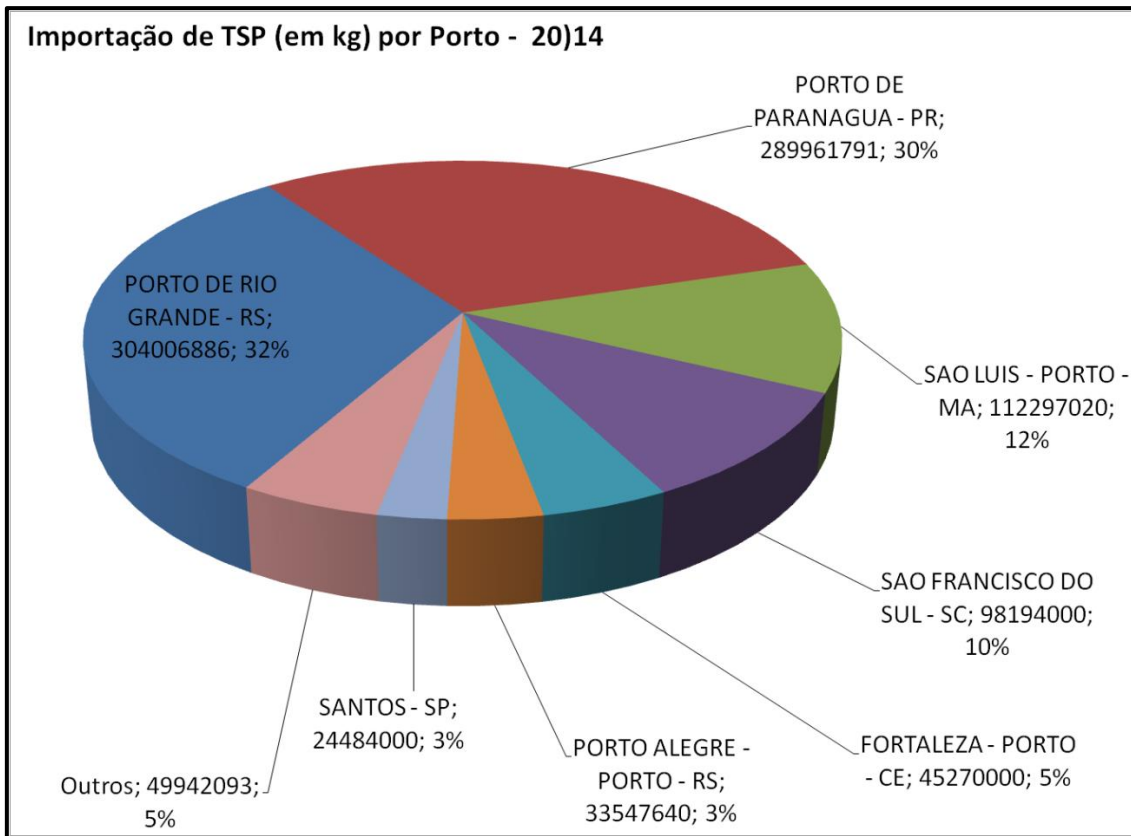


Figura 70- Importação de TSP no Brasil, em kg, por porto - Adaptado de MDIC (2015).

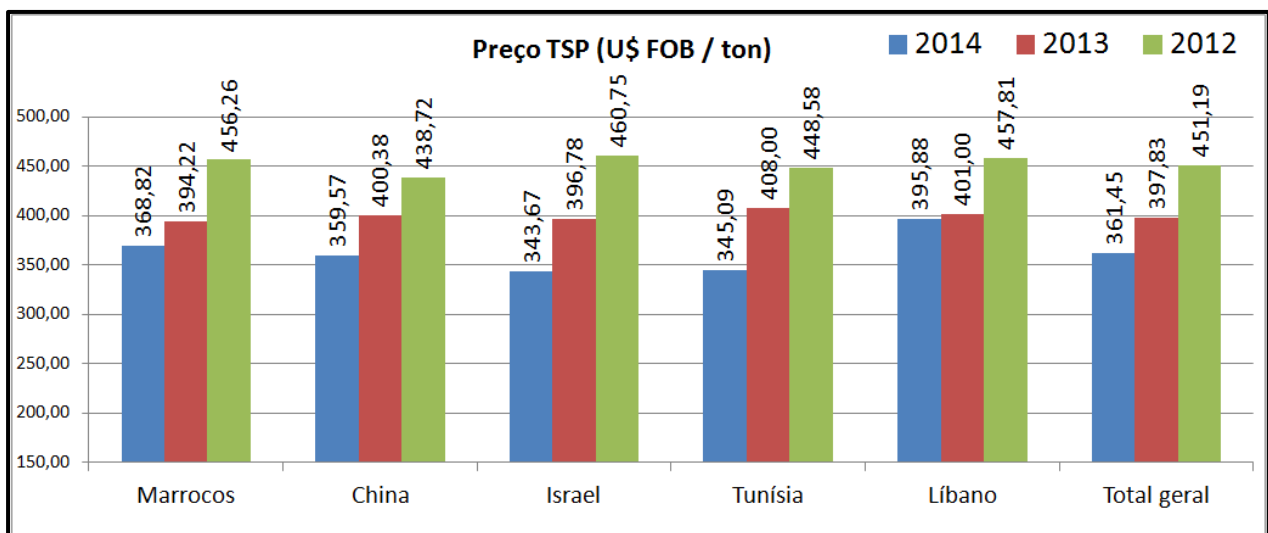


Figura 71 - Preço de importação do TSP, por país - Adaptado de MDIC (2015)

6.2.6.5. A Importação de Rocha Fosfática

Segundo a classificação do MDIC, a importação de rocha fosfática não figura como importação de adubos e fertilizantes. Desta maneira, fica muito mais difícil a rastreabilidade do mesmo. Incluir estes dados no estudo de importação de fertilizantes tornaria este estudo incompatível com os anteriores, dados fornecidos pelo governo brasileiro e dados fornecidos pela ANDA.

Todavia, desconsiderar a importação de rocha fosfática é ignorar uma quantidade significativa de insumos que entram no país e que permitem manter o nível de produção na indústria de fosfatados. Não foi possível quantificar a fração desta importação que é destinada a indústria de fertilizantes fosfatados.

A classificação SH2 31 trata de “Adubos (Fertilizantes)”. A classificação SH4 3103 trata de “Adubos (Fertilizantes) Minerais ou Químicos, Fosfatados”. A classificação SH2 25 trata de “Sal; enxofre; terras e pedras; gesso, cal e cimento”. A classificação SH4 2510 trata de “fosfato de cálcio naturais, fosfatos aluminocálcicos e cré fosfatado”.

Assim, a importação de minério bruto consta em “Fosfatos de cálcio naturais, não moídos – NCM 25101010”, “Fosfatos de cálcio naturais, moídos – NCM 25102010”, “Fosfatos aluminocálcicos, naturais, cré fosfatado, moídos – NCM 25102090”, e finalmente “Fosfatos aluminocálcicos, naturais, cré fosfatado, não moídos NCM 25101090”.

O Brasil importou 1,75 milhões de toneladas de rocha fosfática em 2014 (Figura 72), valor correspondente a 188 milhões de dólares. A principal fonte de importação da rocha fosfática é o Peru (55%), seguido do Marrocos (33%). Ressalta-se que a importação peruana é proveniente da mina de Bayóvar, pertencente ao grupo Vale.

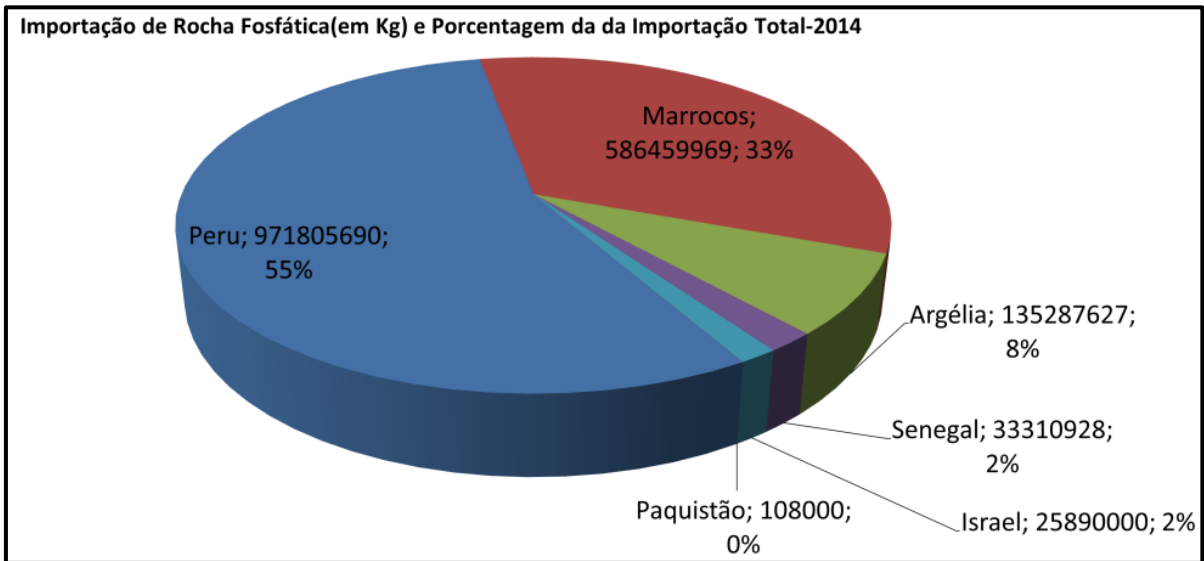


Figura 72 - Importação de Rocha Fosfática no Brasil, em kg, por país - Adaptado de MDIC (2015)

A importação (Figura 73) ocorre via porto de Santos (27 %), Paranaguá (25 %), Rio Grande (24 %) e Aratu (16 %). O preço de importação da rocha fosfática caiu 34 % no período de 2012 a 2014. A Argélia detém o menor preço de exportação para o Brasil (Figura 74).

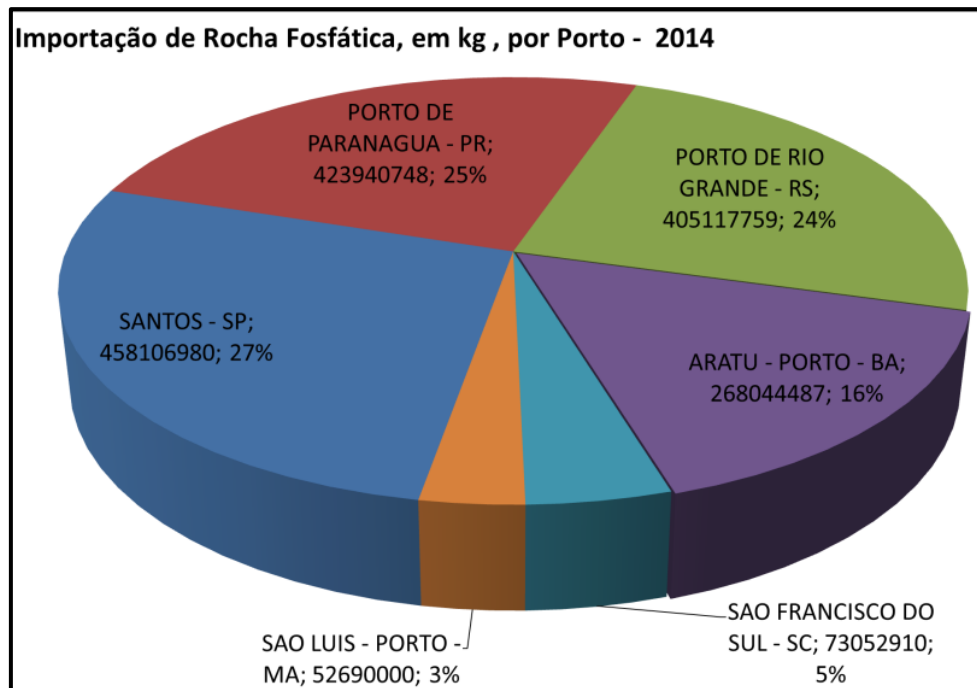


Figura 73 - Importação de Rocha Fosfática no Brasil, em kg, por porto - Adaptado de MDIC (2015).

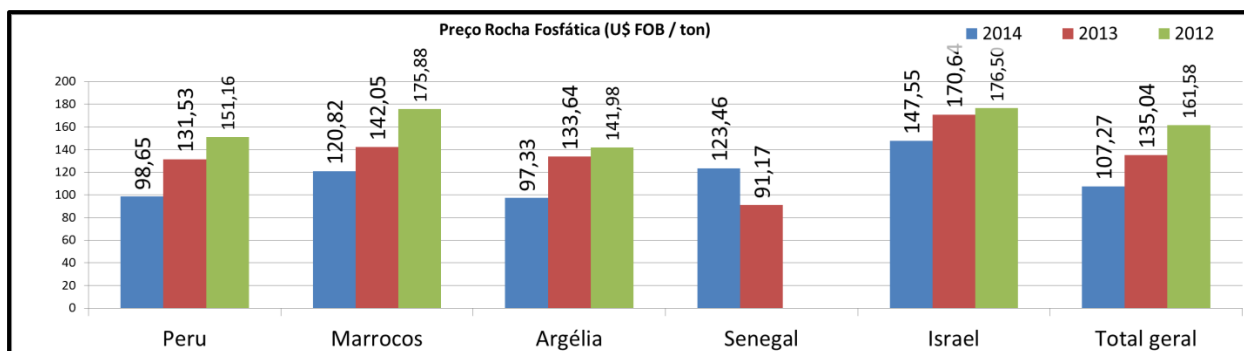


Figura 74 - Preço de importação da Rocha Fosfática, por país - Adaptado de MDIC (2015).

6.2.7. Consumo de Fertilizantes Fosfatados no Brasil

O consumo de fertilizantes fosfatados aumentou 291 % no período de 1990 a 2013. Para estimar o comportamento futuro do consumo aparente de P_2O_5 , foram realizadas projeções lineares e exponenciais. O modelo linear se adequou mais ao histórico. Percebe-se que, de acordo com as projeções, em 2020 o Brasil consumirá cerca de 5,3 milhões de toneladas de P_2O_5 (Figura 75).

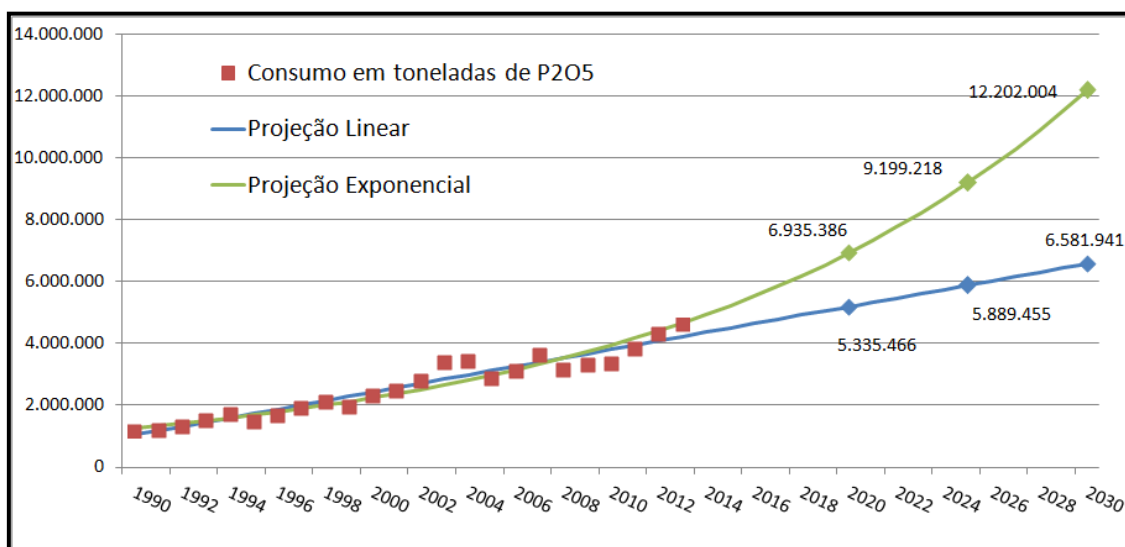


Figura 75 - Consumo de Fertilizantes fosfatados no Brasil (em toneladas de P_2O_5) e projeções futuras de consumo - Adaptado de ANDA (2014).

A região que mais consome fosfatados é a região Centro-Oeste (Figura 76) chegando a 37 % do consumo nacional. Em segundo lugar, o Sul com 29 %. Estes dados ratificam a grande movimentação nos portos de Paranaguá e Rio

Grande, pois a produção de rocha fosfática no Sul é nula. O Sudeste, responsável por 55 % da produção de rocha fosfática, apenas consome 18% do consumo nacional. De maneira geral, percebe-se que a única região com grande produção e grande consumo é a região Centro-Oeste.

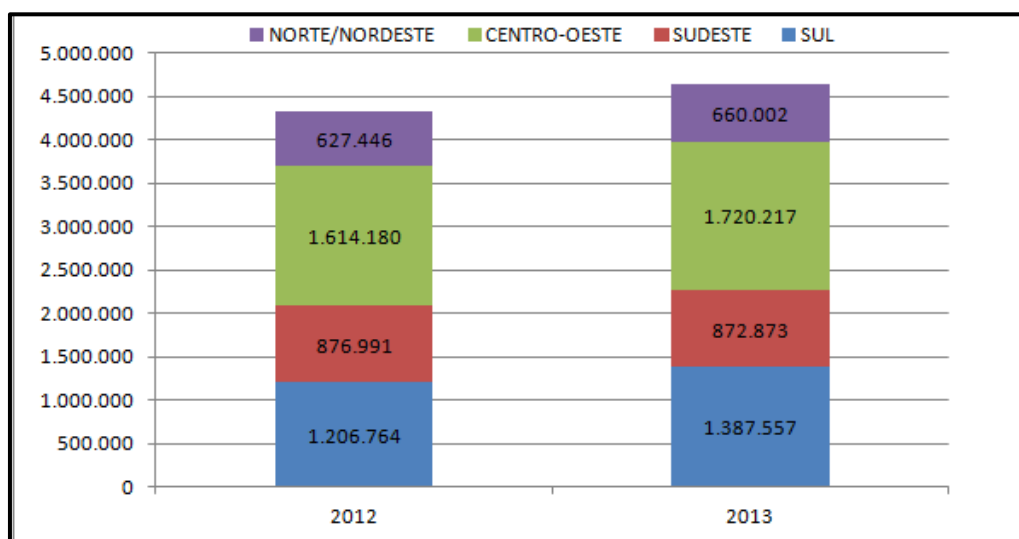


Figura 76 - Consumo de Fertilizantes Fosfatados no Brasil (em toneladas de P₂O₅) por região - Adaptado de ANDA (2014).

6.3. A Indústria de Fertilizantes Potássicos no Brasil

6.3.1. Produção de Matérias Primas e Intermediários para Fertilizantes Potássicos no Brasil

Segundo a ANDA (2014), o Brasil produziu 492.152 toneladas de cloreto de potássio em 2013, com redução de 10,28% em relação ao ano anterior. A Região Nordeste é a única produtora deste intermediário potássico.

Tabela 22 - Produção de fertilizantes potássicos no Brasil - Adaptado de ANDA (2014).

BRASIL (Produção apenas na Região Nordeste)	Produção (em Toneladas)			Produção (em Toneladas de nutriente P ₂ O ₅)		
	2012	2013	Varição	2012	2013	% K ₂ O
Produtos Intermediários (Fins Fertilizantes)						
Cloreto de Potássio	548.533	492.152	-10,28%	318.150	285.445	58%

É notória a discrepância entre a atenção que é dada à indústria de intermediários fosfatados e à indústria do potássio. O Brasil possui o solo tão deficiente em fósforo quanto em potássio (NASCIMENTO; LAPIDO-LOUREIRO, 2009). Enquanto a indústria do fosfato recuperou seu nível de produção nas últimas duas décadas, a indústria de potássio permaneceu estagnada pelo mesmo período (Figura 77). A dependência externa é muito maior para o potássio. O Brasil produz cerca de 6 milhões de toneladas ao ano de rocha fosfática (produção total), e a produção de potássio é menor do que 10% desta produção.

O Brasil possui uma única mina em operação, Taquari-Vassouras. Taquari-Vassouras é uma mina de risco (há possibilidade de cessar a produção), devido às suas características geológicas. O Canadá, maior produtor e exportador do mundo, possui 12 minas (NASCIMENTO; LAPIDO-LOUREIRO, 2009). Segundo a Vale, toda a produção é dedicada ao mercado interno e a capacidade instalada da planta é de 645.000 t/ano. (<http://www.valefertilizantes.com/valefertilizantes/operacoes.asp>)

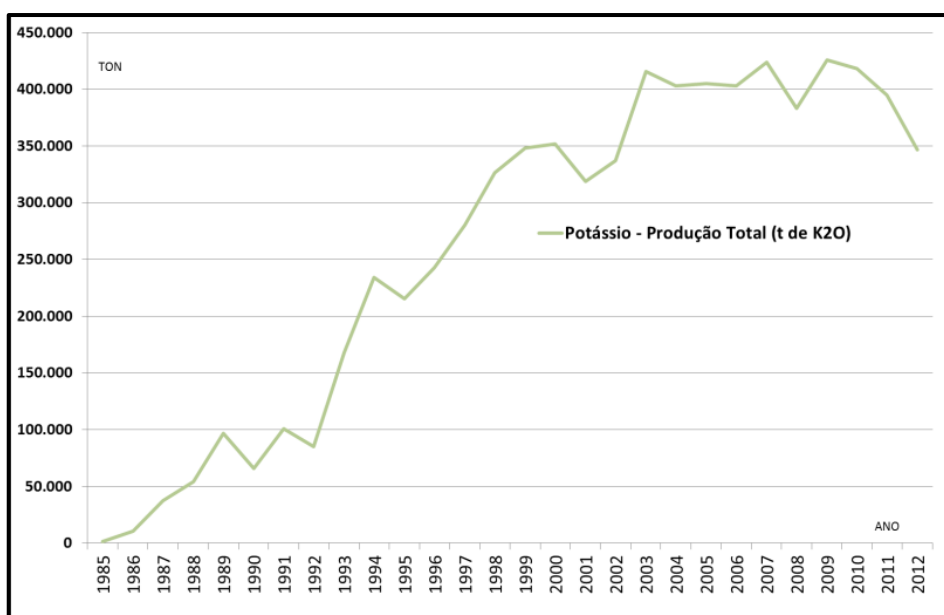


Figura 77- Histórico da produção de potássio no Brasil. Adaptado de mineraldata.cetem.gov.br

6.3.2. As Principais Reservas de Potássio no Brasil

6.3.2.1. Sergipe

Em Sergipe, os depósitos de Taquari-Vassouras foram descobertos em 1963, pela Petrobras, ao realizar prospecção de óleo na região. São compostos por silvita e carnalita. O projeto de implantação da mina se deu em 1979, com início de operação em 1985 pela Petrobras Mineração SA. Pertenceu à Petrobras até 1991, quando foi adquirida pela Vale (MONTE et al., 2012).

A mina possui dificuldades de exploração singulares: presença de gases explosivos na mina (campos de petróleo em proximidade), situada a grande profundidade (450 metros) e possibilidade de inundação por formações aquíferas. Ainda, há a proximidade de taquidrita (encontrado logo abaixo da camada mineral), altamente higroscópica e de baixa resistência mecânica, o que dificulta geomecanicamente a exploração (MONTE et al., 2002).

A jazida ocorre no membro Ibura da formação Muribeca. A formação deste depósito é atribuída a uma série de evaporitos ligados ao evento de separação do continente afro-brasileiro, durante o cretáceo inferior. Há mineralização de halita, silvinita e carnalita lixiviada e taquidrita. A lavra é subterrânea e utiliza o método de câmaras e pilares (Figura 78). O mineral é lavrado, passa por uma usina de britagem, unidade de concentração, secagem, compactação. O método utilizado é a flotação (MONTE et al., 2002).

Em Sergipe, as reservas oficiais totalizam 478 milhões de toneladas, com teor médio de 9,7 % de K_2O . Destas, há 68,2 milhões de minérios *in situ* com 19,04 % de teor de K_2O . Estes representam a reserva lavrável em Taquari-Vassouras. Ainda em Sergipe, são conhecidos outros depósitos de Carnalita, que apresentam no total 14,4 bilhões de toneladas, com teor de 10,40% de KCl ou 6,0 % de K_2O . Já há projetos em andamento a fim de viabilizar a exploração desta carnalita (BRASIL¹, 2015).



Figura 78 - Minerador Marieta em escavação - Fonte: MONTE (2002).

6.3.2.2. Amazonas

Os depósitos de potássio na Amazônia foram descobertos em 1955 pela Petrobras. As camadas de sal gema estão associadas à sequência de evaporitos do Paleozóico Superior, na região de Nova Olinda. Após, foram descobertas novas reservas nas regiões dos Tapajós, de Nhamundá-Trobetas e Nova Olinda-Maués. O depósito de Nova Olinda é formado por sedimentos evaporíticos-químicos localizados na parte superior do Carbonífero da Bacia do Amazonas. Nessa região há horizontes de sal gema, sais de potássio, gipsita, anidrita e calcário (NASCIMENTO; LAPIDO-LOUREIRO, 2009).

Nas localidades de Fazendinha e Arari, região de Nova Olinda, as reservas oficiais de silvinita são da ordem de 493 milhões de toneladas, com teor médio de 20,01 % de K_2O (BRASIL¹, 2015).

Segundo Brasil¹(2015), ainda está pendente a definição do aproveitamento das reservas de silvinita do Estado do Amazonas pela Vale, tendo a Petrobras os direitos minerários. Há questões ambientais envolvidas e

constantemente há sessões no Senado Federal sobre o assunto (www.senado.gov.br/).

Em 2009, a Potássio do Brasil (Brazil Potash) descobriu reservas próximas às da Petrobras. A jazida está a 841 metros de profundidade e tem teor de 19 % de K₂O (new.d24am.com).

Segundo Brazil Potash (2015), a reserva de Autazes possui as mesmas características geológicas, assim como a mesma idade da principal bacia de potássio do mundo: Saskatchewan, no Canadá. Estima-se que reserva possui 425 milhões de toneladas.

6.3.3. Importação de matérias primas e intermediários para potássicos

O KCl (NCM 31042010 e 31042090) é responsável por 98 % das importações de fertilizantes potássicos no Brasil. O Brasil importou em 2014 cerca de 9 milhões de toneladas de cloreto de potássio, valor equivalente a U\$ 2,9 bilhões negativos na balança comercial brasileira (Figura 79). Como mais de 98 % da importação brasileira de potássio é na forma de cloreto de potássio (em massa), será abordada apenas a importação deste produto.

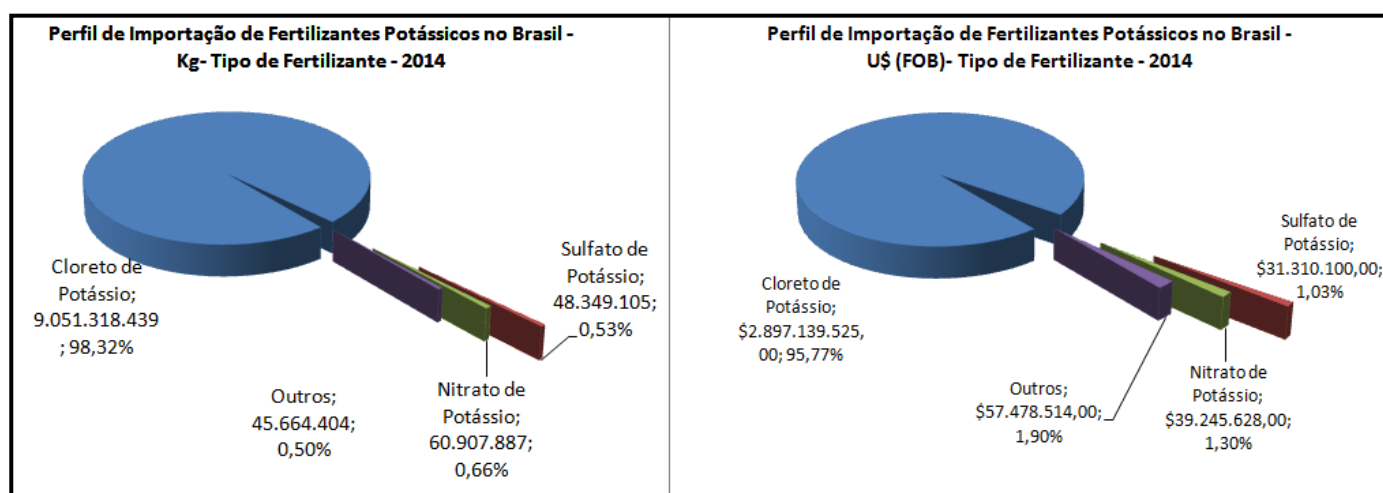


Figura 79 - Perfil de importação de intermediários potássicos no Brasil – Adaptado de MDIC (2015).

Os principais fornecedores de intermediários potássicos para o Brasil são, respectivamente, Canadá, Bielorrússia, Rússia e Alemanha (Anexo XV). Estes figuram no mercado como maiores produtores/exportadores de potássio atuais. A importação de KCl reflete este cenário (Figura 80).

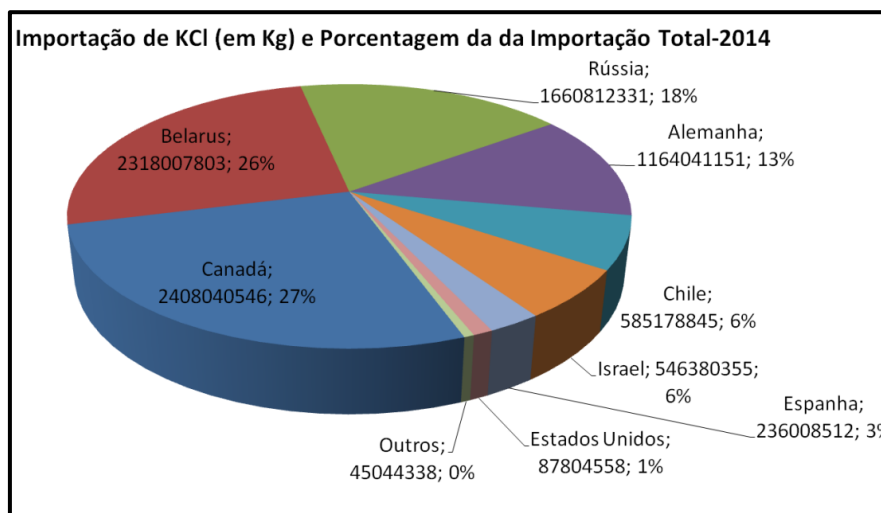


Figura 80 - Importação de KCl no Brasil, em kg, por país. Adaptado de MDIC (2015).

A importação de fertilizantes potássicos (Figura 81) ocorre via Porto de Paranaguá (39 %), Santos (13 %), Rio Grande (13 %) e Vitória (10 %).

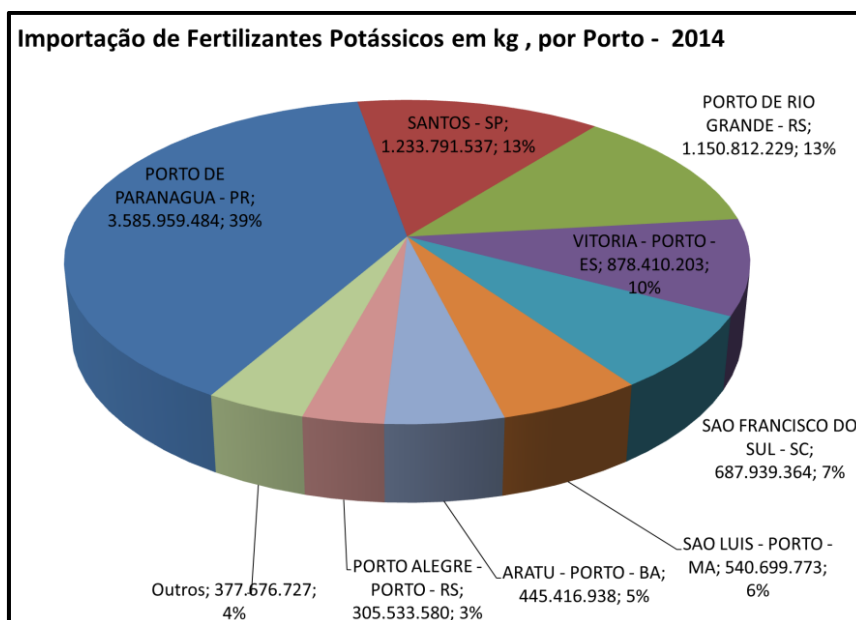


Figura 81 - Importação de fertilizantes potássicos no Brasil, em kg, por porto - Adaptado de MDIC (2015).

O preço do cloreto de potássio caiu 35 % no período de 2012-2014. Após a divisão da produção entre Rússia e Bielorrússia, o preço se manteve efetivamente mais barato na Rússia, Detentora do menor preço de exportação para o Brasil (Figura 82).

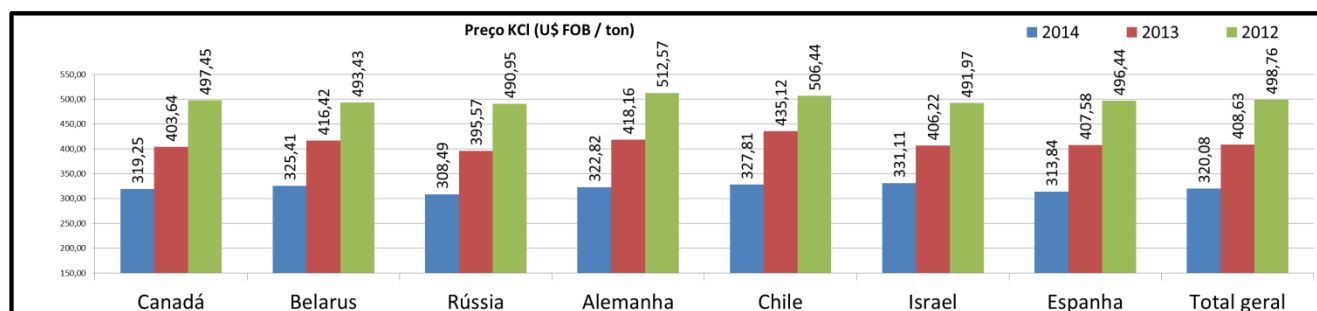


Figura 82- Preço de importação do KCl, por país - Adaptado de MDIC (2015).

6.3.4. Consumo de Fertilizantes Potássicos no Brasil

O consumo de fertilizantes potássicos se elevou de 1,2 milhões de toneladas (em termos de K_2O) em 1990 para 5,1 milhões em 2013, totalizando um aumento de 325 %. Foram realizadas projeções lineares e exponenciais para modelar o consumo brasileiro de potássio, e o modelo linear se adequou melhor ao histórico 1990-2013 (Figura 83). De acordo com o modelo linear, prevê-se que o Brasil consumirá 6 milhões de toneladas de potássicos em 2020.

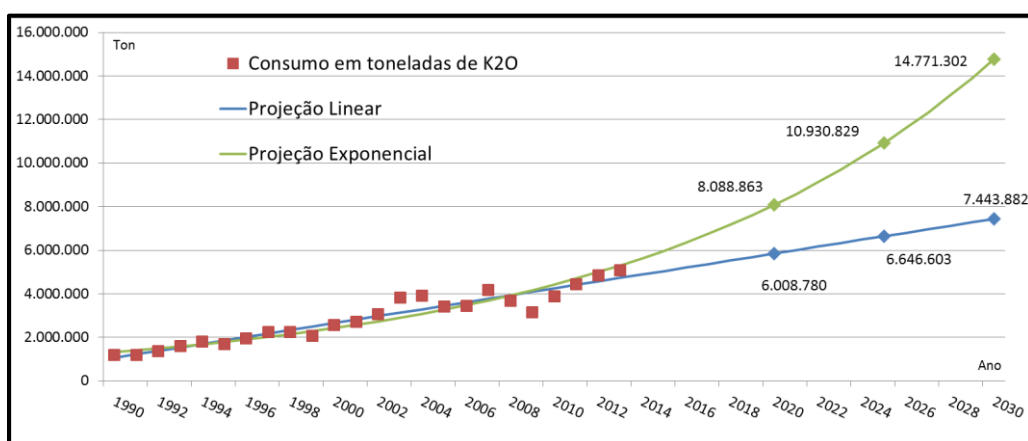


Figura 83 - Consumo de fertilizantes potássicos no Brasil (em termos de K_2O) e projeções futuras de consumo - Adaptado de ANDA (2014).

A região que mais consumiu intermediários potássicos (Figura 84) em 2013 foi o Centro-Oeste (37 %), seguido de Sul (26 %), Sudeste (24 %) e Norte/Nordeste (14 %).

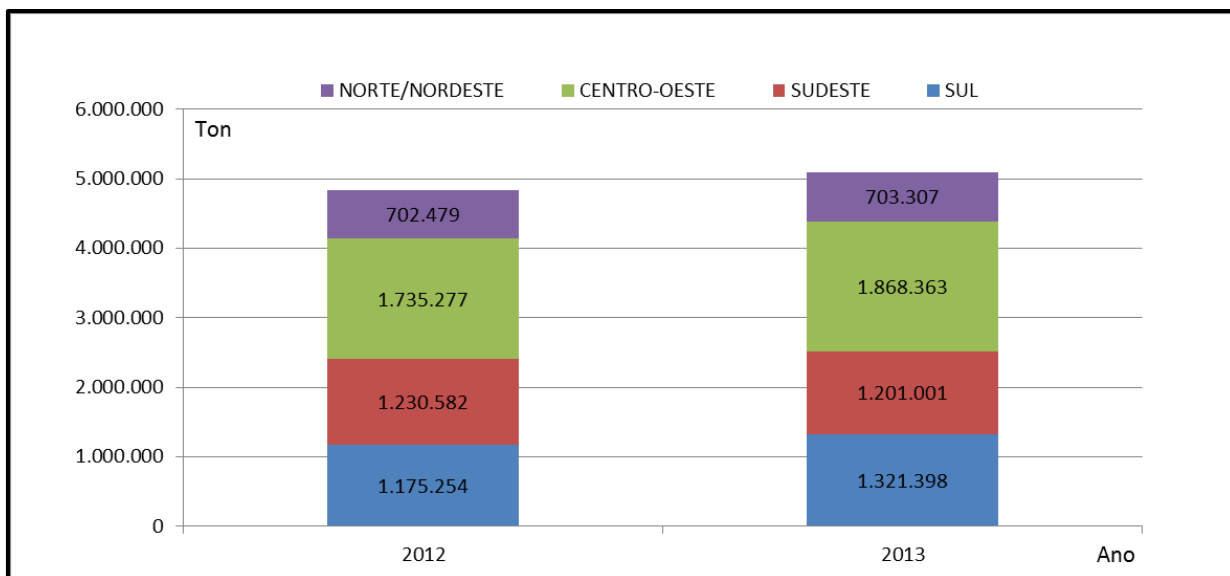


Figura 84 - Consumo de fertilizantes potássicos no Brasil (em toneladas de K₂O) por região - Adaptado de ANDA (2014)

7. Expansão da Capacidade de Produção de Fertilizantes no Brasil

7.1. Expansão da Capacidade de Produção de Nitrogenados

Por meio da implantação dos projetos citados nos itens seguintes, espera-se que o Brasil aumente sua capacidade de 1 milhão de t/ano (capacidade total) para 2.2 milhões, em toneladas de nitrogênio, entre os anos de 2012 e 2020. Caso se considere viável a implantação da UFN-IV, este número se elevará a 3 milhões.

7.1.1. Fábrica de Fertilizantes Nitrogenados UFN III

A Petrobras está construindo uma nova fábrica de fertilizantes no município de Três Lagoas, no Mato Grosso do Sul. O orçamento gasto até 2014 é de R\$ 3,847 bilhões e ainda estão previstos investimentos de R\$ 597 milhões. Esta obra visa agregar valor aos negócios da cadeia de gás natural, garantindo a monetização do gás do pré-sal. O projeto faz parte do Programa de Aceleração do Crescimento 2 (PAC-2) e o responsável é o Ministério de Minas e Energia (www.pac.gov.br).

Com a instalação deste empreendimento, a Petrobras visa consolidar sua posição como fornecedora de nitrogenados do mercado interno. As principais condições favoráveis para a escolha local deste empreendimento foi a proximidade da matéria prima (gás natural do GASBOL) e um grande mercado consumidor, lavouras de cana de açúcar (HABTEC ENGENHARIA AMBIENTAL, 2012).

A Unidade de Fertilizantes Nitrogenados III será um complexo de fertilizantes com capacidade de produção de 761 mil t/ano de amônia e 1.223 t/ano de ureia, a partir do consumo de 2,24 milhões de m³/dia de gás natural proveniente do GASBOL. O complexo será composto por Unidade de Geração

de Hidrogênio, Unidade de Produção de Amônia, Unidade de Produção de Ureia, Unidade de Granulação, Utilidades, área de estocagem, área de expedição e outras facilidades (<http://www.prominp.com.br>).

A Petrobras previa o início da operação da planta no quarto trimestre de 2014 (Plano de Negócios da Petrobras 2014-2018). Todavia, em 20 de dezembro de 2014, a Petrobras informou que as obras estavam 82 % concluídas (<http://economia.estadao.com.br/noticias/geral,petrobras-rescinde-contrato-com-consorcio-imp-,1610126>). Por conta de momentos de instabilidade na empresa em 2015, ainda não foi divulgado o novo plano de negócios da empresa (em 19/04/2015).

7.1.2. Complexo Gás Químico UFN IV

A UFN-IV (Complexo Gás Químico) é um empreendimento da Petrobras, localizado no município de Linhares (Espírito Santo). Segundo a ANDA² (2013), o projeto da UFN IV possui em escopo inicial de projeto a produção de 430.000 t/ano de amônia, 763.000 t/ ano de ureia, 790.000 t/ano de metanol, 200.000 t/ano de ácido acético. Tem como motivação a monetização das reservas de gás natural da Petrobras e atendimento ao mercado agrícola da Região Sudeste e de Goiás.

A UFN-IV constava no “Plano de Negócios Petrobras 2011-2015” como postergado para o ano de 2017. No “Plano de Negócios Gás e Energia 2012-2016”, constava como projeto em avaliação. No “Plano de Negócios Gás e Energia 2013-2017”, em fase de projeto. O “Plano de Negócios Gás e Energia 2014-2018” não contempla a UFN-IV. A situação de construção deste empreendimento segue indefinida.

7.1.3. Planta de Amônia UFN V

A UFN-V (Planta de Amônia) é um empreendimento da Petrobras, localizado em Uberaba, Minas Gerais. Já foram investidos R\$ 234 milhões e estão previstos mais R\$ 1,8 bilhões. Esta obra visa agregar valor aos negócios da cadeia de gás natural, garantindo a monetização do gás do pré-sal. O projeto faz parte do Programa de Aceleração do Crescimento 2 (PAC-2) e o responsável é o Ministério de Minas e Energia (<http://www.pac.gov.br/obra/8867>).

Segundo o “Plano de Negócios Petrobras 2014-2018” a UFN-V terá capacidade produtiva de 600.000 t/ano de amônia e 170.000 t/ano de CO₂. A demanda por gás natural do empreendimento será atendida por um gasoduto a ser construído entre São Carlos (SP) e Uberaba (MG). A UFN-V será composta por unidade de fabricação de amônia, sistema de suprimento de gás natural, sistema de transporte/transferência/armazenagem, duto de amônia, utilidades (*off-site*), área de estocagem e expedição (MEES, 2011).

A escolha de Uberaba para acolher a UFN-V é estratégica, uma vez que na cidade há um distrito que abriga indústrias do setor químico, inclusive unidades de fabricação e formulação de fertilizantes. Assim, a instalação da planta vai beneficiar os fabricantes, com menores custos logísticos e, também, a sociedade, ao reduzir os riscos associados ao transporte rodoferroviários destes insumos (MEES, 2011).

7.1.4. Unidade de Sulfato de Amônio - Sergipe

A Petrobras construiu uma nova planta de produção de sulfato de amônio em Sergipe, anexo a Fafen-Se. Como as demais obras de expansão da Petrobras, é um empreendimento do Programa de Aceleração do Crescimento 2 (PAC-2) e o responsável é o Ministério de Minas e Energia. O orçamento gasto foi de R\$307 milhões (<http://www.pac.gov.br/obra/8865>).

A planta tem capacidade de produzir até 303 mil ton/ano de sulfato de amônio, valor equivalente a 80 % da demanda da região nordeste. O fertilizante também é fonte de enxofre e é muito utilizado na cultura de milho, cana de açúcar e algodão. Do total investido, 79 % dos recursos foram aplicados em conteúdo local (www.petrobras.com.br).

7.1.5. Conclusões:

Considerando todos os projetos de expansão da produção de nitrogenados previstos, o Brasil será capaz de produzir 3 milhões de toneladas de fertilizantes nitrogenados, em termos de nitrogênio, contra um consumo de 4,2 milhões de toneladas de nitrogênio em 2020.

O Projeto Fábrica de Fertilizantes Nitrogenados UFN III é importante a medida que inicia a produção de nitrogenados na Região Centro-Oeste, grande produtora de fosfatados. O Projeto Planta de Amônia UFN V consolida Minas Gerais como centro produtor de fosfatados e nitrogenados. Em um futuro em médio prazo, recomenda-se o estudo da possibilidade de produção de fertilizantes NP na região. Destaca-se também a importância da definição em relação ao empreendimento UFN-IV como potencial redutor de importações brasileiras .

7.2. Expansão da Capacidade de Produção de Fosfatados.

Atualmente, há oito projetos de expansão da capacidade de fosfatados mais importantes em análise/execução no cenário brasileiro. Ao considerar as premissas dispostas nos itens abaixo, estima-se que a produção brasileira de fertilizantes fosfatados vai crescer 85 %, no intervalo 2012-2020 (Figura 85).

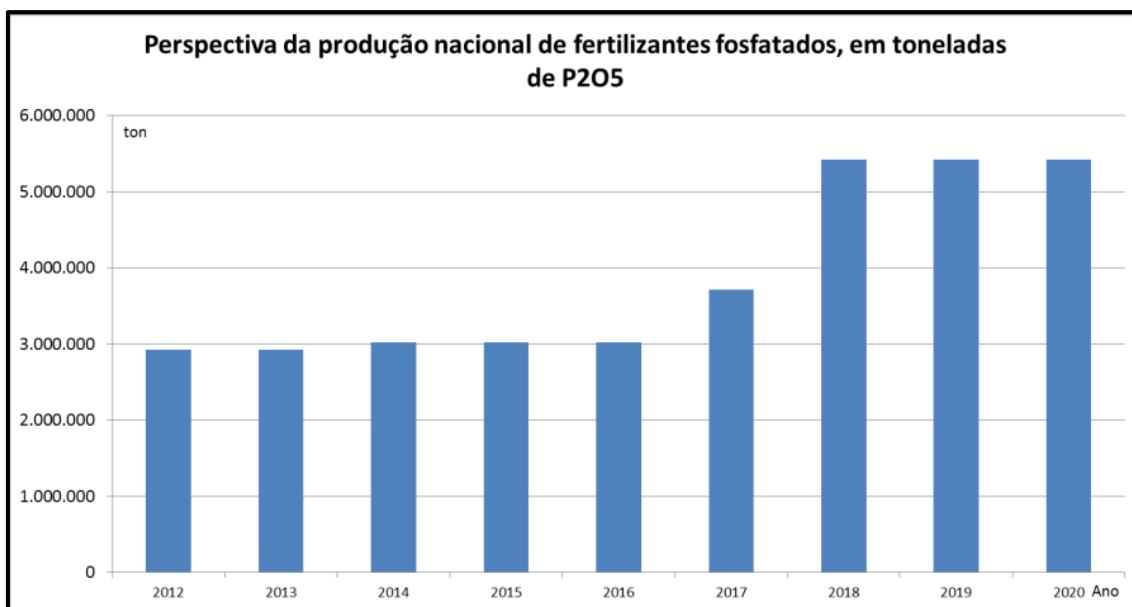


Figura 85 - Perspectiva de expansão da indústria de fosfatados no Brasil - Elaboração própria.

7.2.1. Goiás II – ANGLO

O projeto visa aumentar a produtividade da Anglo (antiga Copebras) em Catalão, elevando a quantidade de minério bruto de 6 Mt a 11Mt ao ano. Assim, também será necessária a construção de uma planta de beneficiamento de minério, baseada na tecnologia já existente, com acréscimo apenas da referente à moagem secundária. A quantidade de concentrado fosfático produzido, que estava na ordem de grandeza de 1.3 Mt/ano, vai a 2.7 Mt/ano em 2017 (CPEA, 2013).

7.2.2. Itafós Arraias – MBAC

A primeira fase do projeto Operação Itafós-Arraias já está em operação desde agosto de 2013. Consistiu no aumento de produção de SSP a 500.000 t/ano, além de 94.000 t/ano de fosfato reativo. O CAPEX estimado é de U\$ 323 milhões (MBAC, 2014).

A segunda fase consistia no aumento de produção de SSP para 1 Mt/ano, além da expansão da quantidade de produção de ácido sulfúrico como insumo para o SSP. CAPEX estimado em U\$ 200 milhões (ANDA², 2013). Todavia, com a entrada do Projeto Santana na carteira de futuros investimentos da MBAC, não se sabe, ao certo, se a segunda fase realmente acontecerá (MBAC, 2014). Não foi considerada para a projeção de cenário.

7.2.3. Santana – MBAC

O projeto se localiza em Santana, Pará. A região, ainda não produtora de fosfatados, possui teores de fósforo acima da média brasileira, chegando a 12,5 % de P₂O₅. Prevê-se o início da operação em 2016, com produção efetiva em 2017 (ANDA², 2013).

Segundo MBAC (2013), a primeira fase compreende aumento de produção de 500.000 t/ano de SSP em 2016. O CAPEX estimado é de U\$ 400 milhões. A segunda fase mantém a produção de SSP, mas aumenta a produção de MAP (150.000 t/ano), TSP (200.000 t/ano) e DCP (100.000 t/ano).

O projeto é localizado próximo a maior região produtora de soja do país no Mato Grosso e do maior rebanho brasileira no sul do Pará e no Mato Grosso. Próximo ao Projeto Santana, não há nenhum produtor de fosfatados (ANDA², 2013).

7.2.4. Araxá – MBAC

O projeto é localizado em Araxá (MG). Possui como pontos fortes a possibilidade de exploração de terras raras, nióbio e fosfatados (MBAC, 2014).

Prevê-se em 2018 aumento de produção de 1.560 Mt/ano de rocha fosfática, 200 Mt/ano de TSP, 200 Mt/ano de TSP, 150 Mt/ano de MAP e 1500

Mt/ano de SSP. No total, o CAPEX é de U\$ 300 milhões previstos (ANDA², 2013).

7.2.5. Transferência da Planta de SSP/TSP-Vale

O projeto visa transferir a planta de SSP/TSP da Vale de Cubatão (SP) para Uberaba (MG), de maneira a ficar mais próxima do mercado consumidor e das plantas processadoras de matérias primas nitrogenadas e fosfatadas. Não altera a capacidade brasileira de produção de fosfatados. Entretanto, reforça a integração da produção de fertilizantes da mesma maneira que o projeto UFN-V (ANDA², 2013).

7.2.6. Salitre – Vale

Localizado em Patrocínio (MG), as reservas de Salitre chegam a possuir teor médio de 10,2% de P₂O₅. Prevê aumento na produção de 1,1 Mt/ano de rocha fosfática, acrescido de 500.000 t/ano de SSP. Oferta adicional de 560 mil por ano de P₂O₅. Investimento total orçado em R\$ 2 bilhões (<http://www.valefertilizantes.com>).

7.2.7. Ampliação de Angico Dias – Galvani

A ampliação da produção de Angico Dias está prevista para 2017. Baixo investimento, em torno de U\$ 20 milhões CAPEX. Aumento de produção de rocha fosfática de 210.000 t/ano para 360.000 t/ano em 2017, mesclando rota seca e rota úmida (ANDA², 2013).

7.2.8. Serra do Salitre – Galvani

Está previsto para 2016 o início de operação do Projeto Serra do Salitre. Com capacidade de produção de 1.200 Mt/ano de rocha fosfática, além de

fertilizantes, representa um importante investimento na indústria de fertilizantes fosfatados. Orçamento CAPEX em torno de U\$ 350 milhões (ANDA², 2013).

7.2.9. O Projeto Fosfato Brasil – CPRM

O Ministério de Minas e Energia (por meio da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM) disponibilizou o Projeto Fosfato Brasil à comunidade técnico científica, empresários e ao setor do agronegócio em 2011. Não é um projeto que amplia, diretamente, a produção de fosfatados brasileira como os oito projetos acima.

Tal projeto tem como objetivo o conhecimento e divulgação dos depósitos e ocorrências de fosfato em todo o Brasil, possibilitando a ampliação das reservas brasileiras a partir de definição de novos alvos e potenciais mineralizações. O projeto tornou público informações geológicas que tornariam ambientais favoráveis a mineralização de fosfato em: Minas Gerais, Bahia, Tocantins, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, São Paulo, Rio Grande do Sul, Pará, Pernambuco, Paraíba, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Amazonas e Roraima (CPRM, 2011).

Foram realizadas atividades relacionadas ao reconhecimento das principais mineralizações magmatogênicas e sedimentares do Brasil, assim como atividades prospectivas em ambientes geologicamente favoráveis. Os resultados deste estudo estão disponibilizados no portal do CPRM (www.cprm.gov.br). O projeto ainda está em continuidade, disponibilizando as novas fases e conclusões periodicamente.

7.2.10. Conclusões

Percebe-se que, de acordo com as projeções, em 2020, o Brasil estará produzindo cerca de 5,4 milhões de toneladas de P_2O_5 , e consumindo cerca de

5,3 milhões. Caso as previsões de aumento de produção, assim como a previsão de consumo se realize, o Brasil pode se tornar autossuficiente em fosfato em 2020.

A dependência brasileira na questão de fertilizantes fosfatados deve continuar sendo amplamente discutida. Além de considerar a questão da presença de jazidas economicamente exploráveis e futuros investimentos, é necessária a análise da cadeia de maneira integrada. Não é interessante para o Brasil produzir intermediários para fertilizantes fosfatados puros e continuar importando fertilizantes mistos como MAP e DAP.

7.3. Expansão da Capacidade de Produção de Potássicos

Através dos projetos citados nos itens seguintes, espera-se que o Brasil eleve sua capacidade de produção de fertilizantes potássicos de 377.000 toneladas/ano (equivalente K_2O) para 2.377.000 toneladas/ano no horizonte de 2020.

7.3.1. Carnalita – VALE

Encontra-se em fase de projeto e visa explorar a carnalita em Capela, Sergipe. O processo de mineração a ser utilizado vai ser o de dissolução, com previsão de início de produção em 2016. O acréscimo na produção estimado é de 1,2 milhões de toneladas de KCl/ano, valor equivalente a 700.000 toneladas de K_2O . A vida útil estimada para a produção é de 40 anos (BRASIL¹, 2015).

Segundo a Vale, em documento apresentado ao Senado Brasileiro, o investimento CAPEX no projeto é de R\$ 4 bilhões. Há possibilidade (ainda em estudo) de ampliação de investimento e de produção. Durante a fase de operação, estão previstos 1000 empregos diretos e 2750 empregos indiretos. Serão construídos 44 quilômetros de salmouradutos e adutoras, 604 poços perfurados e serão gerados 330 toneladas/hora de vapor. Com a partida do

projeto Carnalita, espera-se aumento da produção industrial de Sergipe em um terço, aumentando a arrecadação de impostos. Além disso, Sergipe já é um tradicional produtor de fertilizantes, por intermédio da Fafen-SE e de Taquari-Vassouras, possuindo a estrutura logística necessária. A instalação é próxima a BR-101 e ao Terminal Marítimo Inácio Barbosa. Há disponibilidade de gás natural assegurada na região (www.senado.gov.br/).

7.3.2. Fosfato do Amazonas - Brazil Potash

Encontra-se em fase inicial de projeto a exploração de potássio em Autazes, Amazonas. A reserva de 425 milhões (confirmada) possui teor de KCl 32 %, equivalente a 19 % DE K_2O . A reserva ainda não confirmada de 301 milhões de toneladas possui teor de KCl de 30,6 %, equivalente a 17,4 % de K_2O . O projeto se encontra em uma região próxima a grandes regiões consumidoras, como o Cerrado e MATOPIBA. Além disso, muitas vezes a região norte recebe sojas e grãos do MATOPIBA para exportar através dos portos de Itacoatiara e Santarém, mas voltam sem cargas importadas. Assim, já há capacidade logística instalada (BRAZIL POTASH, 2015).

A extração do minério será por lavra subterrânea mecanizada. O processo de beneficiamento instalado provavelmente será o de dissolução/cristalização. Estima-se uma capacidade de produção de 2,2 milhões de toneladas de KCl por ano, valor equivalente a 1,3 milhões de toneladas de K_2O . Como subproduto, 1,1 milhões de toneladas de NaCl. O CAPEX inicial está avaliado em U\$1.8 bilhões. A posição da empresa, em fevereiro de 2015, é de início de operação da planta em 2019 (BRAZIL POTASH, 2015). Recomenda-se análise de mercado para aproveitamento do NaCl residual. Plantas de soda e cloro são opções a serem analisadas.

7.3.3. Conclusões

Com a mina de Taquari-Vassouras, considerando a capacidade nominal informada pela Vale de 650.000 toneladas ao ano, o Brasil possui capacidade de produção de 377.000 toneladas ao ano em K_2O . O projeto Carnalita - Vale prevê aumento de 700.000 toneladas de K_2O em 2016. O projeto Potássio do Amazonas em Autazes prevê 1,3 milhões de toneladas adicionais em 2019.

O acentuado consumo na região Centro-Oeste ratifica a importância de desenvolvimento da produção de potássicos no Amazonas (seja pela Vale, Petrobras ou Potash Brazil), região próxima aos grandes centros consumidores de fertilizantes no Brasil.

Considerada a estimativa supracitada, o Brasil produzirá cerca de 2,4 milhões de K_2O em 2020. O consumo previsto é de cerca de 6 milhões de K_2O . Esta lacuna de 3,6 milhões de toneladas de K_2O é equivalente a importação de 6,2 milhões de KCl. Na cotação atual (agosto de 2015), este valor equivaleria a quase dois bilhões de dólares negativos na balança comercial.

Desta maneira, percebe-se a necessidade iminente da definição em relação à exploração das jazidas de Nova Olinda pela Vale. De maneira hipotética, caso ela forneça a mesma quantidade de K_2O que Autazes, em 2020, o Brasil será capaz de produzir 3,7 milhões de toneladas de K_2O ao ano. O *gap* será de 2,3 milhões de toneladas (K_2O), equivalente a 4,0 milhões de KCl e 1,28 bilhões de dólares na cotação atual (agosto de 2015).

8. Considerações Finais e recomendações

A indústria mundial de nitrogenados cresceu 57 % nos últimos 20 anos (2,28% ao ano), impulsionada pelo aumento no consumo de fertilizantes. O maior mercado consumidor é o asiático (China e Índia). Os principais produtores são China, Índia, Rússia e EUA. Já China, Ucrânia, Rússia, Omã, Qatar/Bahrein, Irã e Egito destacam-se na exportação de ureia. Os maiores importadores são Índia e EUA. A ureia destaca-se no comércio internacional de nitrogenados, enquanto a amônia e outros fertilizantes figuram secundariamente.

No mesmo período, a produção de rocha fosfática cresceu 71 % (2,72 % ao ano). Atualmente, os maiores produtores são China, Marrocos, EUA, Rússia e Brasil. Marrocos contem 75 % das reservas mundiais e é o maior exportador de fosfato. A Índia é o maior importador de fosfato.

Já a produção de potássio cresceu 55 % nos últimos 20 anos (2,21% ao ano). Os maiores produtores são Canadá, Rússia, China e Bielorrússia. O Canadá também possui as maiores reservas de potássio do mundo e é o maior exportador. O mercado asiático é o maior consumidor/importador, seguido da América Latina.

Foram mapeados os países que exportam fertilizantes para o Brasil ao menor preço FOB. Em relação aos nitrogenados, destacam-se China, Ucrânia, Emirados Árabes, Bélgica, Holanda. Em relação aos fosfatados, destacam-se China, EUA, Marrocos, México, Espanha, Egito, Israel. Em relação aos potássicos, destacam-se Rússia, Espanha, Canadá.

Ao longo da dissertação, alguns países tiveram sua estrutura industrial mais detalhada e comentada. São os países que competem pelo suprimento de fertilizantes com o Brasil: EUA, China e Índia.

A China se apresenta como o grande produtor mundial de fertilizantes e, também, como o maior mercado consumidor. Os esforços em aumento de produção de fertilizantes na China objetivam abastecer o mercado interno. O resultado do esforço permanente do governo chinês em elevar a produtividade em fertilizantes nas últimas décadas foi eficaz. A indústria de nitrogenados e fosfatados é caracterizada por plantas de pequeno porte. Este modelo pode ser estudado pelo Brasil. Os depósitos de fosfato são de baixo teor, assim como os brasileiros. Ainda, o governo chinês tem incentivado aquisições de empresas no exterior, o que pode limitar no futuro o suprimento para outras nações.

Na Índia, notável consumidor de fertilizantes, o incremento na produção de fertilizantes na última década não conseguiu acompanhar a necessidade da cadeia agrícola. É a maior importadora mundial de rocha fosfática e não possui reservas viáveis de potássio. Assim como o Brasil, possui uma indústria de nitrogenados concentrada em poucas fábricas, de grande porte.

Os EUA, grande consumidor/produtor de fertilizantes, tem uma perspectiva otimista pela frente. O baixo preço de insumos para indústria de nitrogenados tornou diversos projetos economicamente viáveis. A situação da indústria de fosfatados é estável. Todavia, ainda é um país dependente do potássio canadense.

Alguns outros países tiveram o papel destacado nesta dissertação: os que possuem sua produção voltada para o mercado externo. A Rússia possui um papel central, como exportadora importante de nitrogenados, fosfatados e potássicos. Possuidora de relações estreitas com diversos países e organizações mundiais, a Rússia deve ser monitorada continuamente pelo governo brasileiro. Além, Marrocos (e Saara Ocidental) e Canadá também devem receber atenções especiais.

Apesar de apresentar crescimento maior (em faturamento) do que a indústria química nos últimos anos, a indústria de fertilizantes ainda representa

um déficit de enorme proporção na balança comercial brasileira. Políticas governamentais devem ser intensificadas a fim de aumentar nossa produção. A competitividade deve ser estimulada. O Brasil, país potencialmente agrícola, seguirá expandindo sua produção nos próximos anos e, se novos projetos não entrarem em operação, o déficit na economia brasileira tenderá a aumentar.

A indústria de fertilizantes nitrogenados aumentará sua capacidade em cerca de 120 % até 2020. O Brasil não será autossuficiente em amônia ainda, mas este aumento representará um avanço significativamente positivo. É importante, por parte da Petrobras, reavaliar e se posicionar em relação a construção da UFN IV em Linhares, que não foi considerada para estes cálculos. A construção da UFN III em Mato Grosso do Sul representa um avanço por produzir fertilizantes nitrogenados próximo às regiões de alto consumo de fertilizantes. A construção da UFN V em Uberaba representa um avanço pelo fato de Minas Gerais também ser um grande produtor de fosfato, integrando a cadeia de fertilizantes.

Apesar do grande volume importado, os nitrogenados são os que menos impactam na balança. Quase toda a produção é controlada pela Petrobras e, assim, o governo possui maior gerência sobre os planos de expansão e novos projetos para a mesma. Verificado este maior controle estatal, cabe ao governo estudar e iniciar novos projetos para que em um futuro de médio e longo prazo o Brasil não importe mais fertilizantes ou intermediários nitrogenados. Ainda, é importante fortalecer a área de fertilizantes nitrogenados porque a indústria de amônia agrega valor à cadeia de gás natural e pode viabilizar novos projetos de expansão da produção de gás natural do Brasil, tendo em vista as descobertas de novos reservatórios de petróleo do pré-Sal brasileiro na última década.

Para o fosfato, a perspectiva é otimista. Os projetos Goiás-II, Itafós-Arraias, Santana, Araxá, Salitre (Vale e Galvani) e Angico Dias são os principais responsáveis pelas perspectivas de aumento na produção. De

acordo com as estimativas apresentadas, há a possibilidade de autossuficiência brasileira em 2020.

Quanto aos indicadores do governo (MDIC, Alice Web), recomenda-se que a importação de rocha fosfática como mineral que é destinada a produção de fertilizantes conste no Capítulo 31 (“Adubos-Fertilizantes”), na posição 3103 (“Fertilizantes minerais ou químicos, fosfatados”). Esta medida evita possíveis erros ao estudar a matriz de importação de fertilizantes e intermediários no Brasil.

O potássio continua sendo o fertilizante primário mais defasado na indústria de NPK, no horizonte de curto/médio/longo prazo. Poucos projetos foram desenvolvidos ao longo dos últimos anos. O Brasil apresenta dois novos projetos promissores (Carnalita - Vale e Autazes - Potash Group) e um ainda indefinido (Nova Olinda – Vale). Em 2020, o Brasil continuará importador de potássio. Sugere-se que o poder executivo manifeste maior interesse na autossuficiência do potássio, materializado em incentivos e investimentos através de instituições como CPRM, DNPM, CETEM, universidades, mineradoras, e demais interessados em colaborar com a indústria do potássio no Brasil.

O Brasil é um país em líder produção agrícola, tem potencialidade para a mineração e se faz necessária a redução da dependência externa através do desenvolvimento da indústria de fertilizantes NPK.

Como sugestões para trabalhos futuros, destacam-se:

- Estabelecimento de cenários para a indústria de fertilizantes brasileira para o horizonte de 2030;

- Análise detalhada da precificação (insumo, produção, transportes, impostos, etc.) dos fertilizantes produzidos no Brasil, assim como a percepção do custo dos fertilizantes na tonelada das culturas mais comuns no Brasil;

- Estudo do índice de concentração da indústria de fertilizantes no Brasil. Detalhamento das estruturas empresariais que compõe o setor;

- Análise de como o Novo Marco Regulatório da Mineração, ainda em elaboração, pode influenciar a produção de fertilizantes no Brasil;

- Análise das empresas misturadoras de NPK no Brasil, aspecto que não foi abordado na dissertação. Este permitiria maior entendimento da logística dos fertilizantes no Brasil. Estudo de rentabilidade deste elo na cadeia;

- Prospecção tecnológica para exploração de fosfato e potássio em fontes alternativas. Novas tendências do mercado.

Referências

- ✓ ABIQUIM. **Anuário da Indústria Química Brasileira 2013**. São Paulo - SP: ABIQUIM. 2014.

- ✓ Associação Nacional para Difusão de Adubos (ANDA). **Anuário Estatístico do Setor de Fertilizantes 2013**. São Paulo: ANDA, 2014.

- ✓ _____. **Anuário Estatístico do Setor de Fertilizantes 2012**. São Paulo: ANDA, 2013.

- ✓ _____. **Indústria nacional de matéria-prima para fertilizantes: 3º Congresso Brasileiro de Fertilizantes**. São Paulo: ANDA, 2013.

- ✓ _____. **Anuário Estatístico do Setor de Fertilizantes 2011**. São Paulo: ANDA, 2012.

- ✓ _____. **Anuário Estatístico do Setor de Fertilizantes 2010**. São Paulo: ANDA, 2011.

- ✓ _____. **Anuário Estatístico do Setor de Fertilizantes 2009**. São Paulo: ANDA, 2010.

- ✓ _____. **Anuário Estatístico do Setor de Fertilizantes 2008**. São Paulo: ANDA, 2009.

- ✓ _____. **Anuário Estatístico do Setor de Fertilizantes 2007**. São Paulo: ANDA, 2008.

- ✓ _____. **Anuário Estatístico do Setor de Fertilizantes 2006**. São Paulo: ANDA, 2007.

- ✓ _____. **Anuário Estatístico do Setor de Fertilizantes 2005**. São Paulo: ANDA, 2006.
- ✓ _____. **Anuário Estatístico do Setor de Fertilizantes 2004**. São Paulo: ANDA, 2005.
- ✓ _____. **Anuário Estatístico do Setor de Fertilizantes 2003**. São Paulo: ANDA, 2004.
- ✓ _____. **Anuário Estatístico do Setor de Fertilizantes 2002**. São Paulo: ANDA, 2003.
- ✓ _____. **Anuário Estatístico do Setor de Fertilizantes 2001**. São Paulo: ANDA, 2002.
- ✓ _____. **Anuário Estatístico do Setor de Fertilizantes 2000**. São Paulo: ANDA, 2001.
- ✓ BRASIL. Departamento Nacional de Produção Mineral. Ministério de Minas e Energia. **Sumário Mineral 2014**. Brasília: DNPM, 2015.
- ✓ _____. Divisão de Inteligência Comercial. Ministério das Relações Exteriores. **Marrocos: Comércio Exterior**. Brasília: MRE, 2015.
- ✓ _____. Divisão de Inteligência Comercial. Ministério das Relações Exteriores. **Rússia: Comércio Exterior**. Brasília: MRE, 2015.
- ✓ _____. Divisão de Inteligência Comercial. Ministério das Relações Exteriores. **Trinidade e Tobago: Comércio Exterior**. Brasília: MRE, 2014.
- ✓ _____. Divisão de Inteligência Comercial. Ministério das Relações Exteriores. **Canadá: Comércio Exterior**. Brasília: MRE, 2014.

- ✓ _____. Secretaria de Petróleo Gás Natural e Combustíveis Renováveis. Ministério de Minas e Energia. **Boletim mensal de acompanhamento da indústria de gás natural**. 91. ed. Brasília: MME, 2014.
- ✓ _____.SAE. Presidência da República. **Tecnologia e competitividade em setores básicos da indústria chinesa: estudos de caso**. Rio de Janeiro: Coppe/UFRJ, 2011.
- ✓ BRAZIL POTASH. **Developing a World Class eh Basin: Investor Presentation**. Belo Horizonte: Brazil Potash, 2015.
- ✓ BRITISH PETROLEUM (Reino Unido). **BP Statistical Review of World Energy 2014**. Londres: Bp, 2014.
- ✓ BUCHEL, Karl Heinz. **Industrial Inorganic Chemistry**. 2. ed. Leverkusen: Wiley-vch, 2003.
- ✓ CASTRO, Valeria de. **Notas de aula da disciplina EQI471 (Processos Inorgânicos I), ministrada pela professora Valeria de Castro**. Segundo semestre de 2011, Rio de Janeiro, Escola de Química, UFRJ.
- ✓ Centre for European Policy Studies. **For a study on composition and drivers of energy prices and costs in energy intensive industries: The case of the chemical industry- Ammonia**. Brussels: CEPS, 2014.
- ✓ CHAVES, Arthur Pinto. **Rotas tecnológicas, convencionais e alternativas para a obtenção de fertilizantes**. In: FERNANDES, Francisco Rego Chaves; LUZ, Adão Benvindo da; CASTILHOS, Zuleica Carmem. **Agrominerais para o Brasil**. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2010. p. 45-60

- ✓ CHINA. CGS. Ministry Of Land And Resources. **China Mineral Resources**. Beijing: Geological Publishing House, 2014.

- ✓ COCKER, Mark. **Geology and potash reserves of the upper devonian Pripyat Basin, Belarus**. Colorado: Geological Society Of America Abstracts With Programs, 2013.

- ✓ COSTA, Leticia Magalhães da; SILVA, Martim Francisco de Oliveira e. **A indústria química e o setor de fertilizantes**. Rio de Janeiro: BNDES, 2012.

- ✓ CPEA. Anglo American Fosfatos Brasil Ltda. **Relatório de impacto ambiental: Ampliação da Área de Extração Mineral de Rocha Fosfática**. São Paulo: Image Nature, 2013

- ✓ CPRM. **Projeto Fosfato Brasil: Parte 1**. Rio de Janeiro: CPRM/MME, 2011.

- ✓ DIAS, Victor Pina; FERNANDES, Eduardo. **Fertilizantes: Uma visão global sintética**. Rio de Janeiro: BNDES, 2006.

- ✓ ENIKEEVA, Karina. **Russian Fertilizer Landscape: Opportunities and Challenges for the next 10 years**. Russia: Sibur Fertilizers, 2011.

- ✓ ETHERINGTON, J.R. **Environments and plant ecology**. London: John Wiley & Sons, 1975.

- ✓ Fertilizer Department Of China National Chemical Information Center. **2013-2014 China Ammonia Annual Report**. China: Market Research Reports, 2014.

- ✓ FRANCO, José Alberto Montenegro. **Análise do Mercado de Fertilizantes**. Rio de Janeiro: Petrobras, 2009.

- ✓ FURTADO, Marco Antonio Tourinho (Org.). **Economia mineral chinesa e sua influência no comércio Brasil-China: Relatório Final da Pesquisa**. Ouro Preto: MME/SGM - FEOP, 2009.
- ✓ GOMES, Marco Antônio Ferreira et al. **Nutrientes Vegetais no Meio Ambiente: ciclos bioquímicos, fertilizantes e corretivos**. 2. ed. Jaguariúna, Sp: Embrapa Meio Ambiente, 2008.
- ✓ HABTEC ENGENHARIA AMBIENTAL. **RIMA - Relatório de Impacto Ambiental: Unidade de Fertilizantes Nitrogenados III**. Rio de Janeiro: PETROBRAS, 2012.
- ✓ HEFFER, Patrick; PRUD'HOMME, Michel. **Fertilizer Outlook 2014-2018**. Paris: IFA, 2014.
- ✓ <<http://200.189.102.61/SIEE/dashboard/PrecoDoGasNatura>>, acessado em 03/03/2015.
- ✓ <<http://economia.estadao.com.br/noticias/geral,petrobras-rescinde-contrato-com-consorcio-imp-,1610126>>, acessado em 04/03/2014.
- ✓ <<http://floripamanha.org/2010/04/o-que-mais-vale-agua-ou-fosfato>>, acessado em 13/03/2015.
- ✓ <<http://museuvirtualliebig.jimdo.com/contributos-para-a-qu%C3%ADmica/>>, acessado em 17/03/2015.
- ✓ <<http://new.d24am.com/amazonia/meio-ambiente/uniao-explorar-eserva-potassio-amazonas-avisa-dilma/19579>>, acessado em 15/03/2015.

- ✓ <http://potassiodobrasil.com.br/uploads/files/2013-04-04_-_pbl_news_release_portuguese_final.pdf>, acessado em 13/04/2015.
- ✓ <<http://pt.euronews.com/2013/07/30/russos-pem-fim-a-cartel-dos-fertilizantes>>, acessado em 24/04/2015.
- ✓ <http://www.agroanalysis.com.br/materia_detalhe.php?idMateria=681>, acessado em 09/04/2015.
- ✓ <http://www.anda.org.br/estatistica/Principais_Indicadores_2014.pdf>, acessado em 09/04/2015 .
- ✓ <<http://www.br.com.br/wps/wcm/connect/3e98af0041f5a0958d4ffdc77f5b0c/fispq-quim-amonia-fertilizante.pdf?MOD=AJPERES>>, acessado em 12/04/2015.
- ✓ <<http://www.br.com.br/wps/wcm/connect/4622840045856a6d936b9b4a6fd56b56/ft-quim-sulfato-de-amonio.pdf?MOD=AJPERES>>, acessado em 12/04/2015.
- ✓ <<http://www.br.com.br/wps/wcm/connect/9400cd00441ec6738e2c8eebb a755bc2/fispq-quim-ureia-fertilizante.pdf?MOD=AJPERES>>, acessado em 12/04/2015.
- ✓ <<http://www.fosfertil.com.br/www/afosfertil/historico.asp>>, acessado em 02/03 2015.
- ✓ <<http://www.fup.org.br/2012/noticias/manchetes/2221218-vinte-anos-apos-ser-privatizada-ultrafertil-volta-ao-sistema-petrobras-como-fafen-pr>>, acessado em 03/03/2015.
- ✓ <<http://www.indexmundi.com/>>, acessado em 14/04/2005.

- ✓ <[http://www.ipni.net/publication/nss.nsf/0/35039C5F78D8740C852579AF0076567A/\\$FILE/NSS-14%20Triple%20Superphosphate.pdf](http://www.ipni.net/publication/nss.nsf/0/35039C5F78D8740C852579AF0076567A/$FILE/NSS-14%20Triple%20Superphosphate.pdf)>, acessado em 13/04/2015.
- ✓ <<http://www.marionkaplan.com/lib/mkisc443.jpg>>, acessado em 25/04/2015.
- ✓ <mineraldata.cetem.gov.br>, acessado em 28/04/2015.
- ✓ <<http://www.onwar.com/aced/chrono/index1960.htm>>, visitado em 12/04/2015.
- ✓ < <http://www.pac.gov.br/obra/5851> >, acessado em 04/03/2015.
- ✓ < <http://www.pac.gov.br/obra/8865> >, acessado em 05/03/2015.
- ✓ < <http://www.pac.gov.br/obra/8867> >, acessado em 04/03/2015.
- ✓ < <http://www.petrobras.com.br/fatos-e-dados/nova-unidade-da-fafen-se-reduz-importacao-de-fertilizantes-e-abastece-mercado-interno.htm> >, acessado em 05/03/2015.
- ✓ <<http://www.petrobras.com.br/pt/nossas-atividades/principais-peracoes/fabricas-de-fertilizantes/fabrica-de-fertilizantes-nitrogenados-fafen.htm>>, acessado em 02/03/2015.
- ✓ <http://www.potashcorp.com/industry_overview/2011/nutrients/41/>, acessado em 25/03/15.
- ✓ <http://www.transpetro.com.br/pt_br/areas-de-negocios/gas-natural.html>, acessado em 13/04/2015.

- ✓ <<http://www.uralkali.com/>>, acessado em 13/04/2015.
- ✓ <<http://www.valefertilizantes.com/mda/modulos/conteudo/reInvestidores/riProjInvest/docs/PROJETO%20SALITRE.pdf>>, acessado em 15/03/2015.
- ✓ <<http://www.valefertilizantes.com/valefertilizantes/operacoes.asp>>, acessado em 06/04/2015.
- ✓ <<http://www12.senado.gov.br/noticias/materias/2013/09/10/senadores-querem-frente-parlamentar-pela-exploracao-de-potassio-no-amazonas>>, acessado em 15/03/2015.
- ✓ <<http://www19.senado.gov.br/sdleggetter/public/getDocument?docverid=772ca6c2-ec17-498f-be1c-8a73946092c6;1.0>>, acessado em 15/03/2015.
- ✓ <<https://www.google.com.br/maps>>, acessado em 24/04/2015.
- ✓ <www.kaly.by/en/production/technology/enrichment_technology>, acessado em 15/03/2015.
- ✓ <www.stratigraphy.org>, acessado em 15/04/2015.
- ✓ <http://www.unigel.com.br/unigel/web/conteudo_pti.asp?idioma=0&conta=45&tipo=25456>, acessado em 02/03/2015.
- ✓ <<http://sigep.cprm.gov.br/glossario/verbete/evaporito.htm>>, visitado em 24/04/2015
- ✓ <http://www.prominp.com.br/prominp/pt_br/mapa-dos-empresendimentos/unidade-de-fertilizantes-nitrogenados-iii-ufn-iii-5.htm>, acessado em 04/03/2015.

- ✓ IFA. **Global Fertilizer Trade Map**. Aplicativo interativo, fluxo de exportação de fertilizantes nitrogenados. USA: ICIS, 2015. Disponível em: <<http://www.icis.com/resources/fertilizers/trade-flow-map-2014/>>. Acesso em: 15 abr. 2015.

- ✓ Índia. Department Of Fertilizers. Ministry Of Chemicals & Fertilizers. **Annual report 2010-2011**. Delhi: Government Of India, 2011.

- ✓ INTERNATIONAL BUSINESSE PUBLICATIONS. **Mining and mineral industry handbook: Russia and Newly Independent States (NIS)**. Washington: IBP, 2011.

- ✓ KOVIN, Oleg Nikolaievich. **Ground penetrating radar investigations in Upper Kama potash mines**. 2010. 180 f. Tese (Doutorado) - Curso de Geology And Geophysics, Science And Technology, Missouri University, Missouri, 2010.

- ✓ KPMG GLOBAL MINING INSTITUTE. KPMG. **Canada: Country mining guide**. Vancouver: KPMG, 2012.

- ✓ KPMG. **China's 12th Five-Year Plan: Overview**. China: KPMG-China, 2011.

- ✓ KULAIF, Yara. **Relatório Técnico 53: Perfil do Fosfato**. Brasília: Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral-SGM, 2009.

- ✓ KULAIF, Yara; FERNANDES, Francisco Rego Chaves. **Panorama dos agrominerais no Brasil: Atualidades e perspectivas**. In: FERNANDES, Francisco Rego Chaves; LUZ, Adão Benvindo da; CASTILHOS, Zuleica Carmem (Ed.). Agrominerais para o Brasil. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2010. p. 1-21.

- ✓ LAPIDO-LOUREIRO, Francisco Eduardo de Vries; MELAMED, Ricardo. **O fósforo na agroindústria brasileira**. In: LAPIDO-LOUREIRO, Francisco Eduardo de V.; MELAMED, Ricardo; FIGUEIREDO NETO, João (Org.). Fertilizantes: agroindústria e sustentabilidade. Rio de Janeiro: Cetem/mct, 2009.

- ✓ LINS, Fernando Freitas. **Estudo prospectivo de Agrominerais na produção de biocombustíveis líquidos: Apresentação dos resultados do GT- Fertilizantes**. Brasília: CETEM/MCT, 2009.

- ✓ LOPES, Alfredo Scheid. **Guia de fertilidade do solo**. Lavras, MG: UFLA, 2005.

- ✓ LOPES, Alfredo Scheid; GUILHERME, Luiz Roberto Guimarães. **Fertilidade do solo e produtividade agrícola**. In: LAPIDO-LOUREIRO, Francisco Eduardo; MELAMED, Ricardo; FIGUEIREDO NETO, João. Fertilizantes: Agroindústria & Sustentabilidade. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2009. Cap. 1. p. 33-81.

- ✓ LUCENA, Paulo. **Petrobras – posicionamento atual e perspectivas de produção de fertilizantes nitrogenados**. Brasília: Petrobras, 2010.

- ✓ MALAVOLTA, Euripedes; MORAES, Milton Ferreira de. O Nitrogênio na agricultura brasileira. In: LAPIDO-LOUREIRO, Francisco Eduardo de V.; MELAMED, Ricardo; FIGUEIREDO NETO, Jackson de (Org.). **Fertilizantes: agroindústria e sustentabilidade**. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2009. p. 211-257.

- ✓ MALAVOLTA, Euripedes; MORAES, Milton Ferreira de. **O nitrogênio na agricultura brasileira**. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2006. 74 p. (Série Estudos e Documentos).

- ✓ MBAC (Canada). **2013 Annual Report: For the Year Ended December 31, 2013**. Ontario: MbAC, 2014.

- ✓ MBAC. **Feasibility Study (FS) Santana Phosphate Project Pará State, Brazil**. Rio de Janeiro: MbAC, 2013.

- ✓ MDIC. **Dados do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior disponibilizados através do portal <http://alicesweb.mdic.gov.br/>**. 2015

- ✓ MEES, Carlos Alves (Ed.). **Licenciamento Ambiental Nº. 00148/2011/001/2011: UFN-V UBERABA**. Uberaba: Superintendência Regional de Regularização Ambiental do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, 2011.

- ✓ MIRANDA, E.A **luz que vem do oriente**. Jornal do Semi-árido. CPATSA, 1983,nº9.

- ✓ MONTE, Marisa Bezerra de Mello et al. **Cloreto de potássio: Mina de Taquari-Vassouras - CVRD**. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2002

- ✓ NAND, S; GOSWAMI, Manish. **Recent Efforts in Energy Conservation in Ammonia and Urea Plants**. Indian Journal Of Fertilisers. Nova Delhi, p. 17-20. dez. 2008.

- ✓ NASCIMENTO, Marisa; LAPIDO-LOUREIRO, Francisco Eduardo de V. **Fertilizantes e Sustentabilidade: o potássio na agricultura brasileira, fontes e rotas alternativas**. Rio de Janeiro: CETEM/MCT 2004. (Estudos e Documentos).

- ✓ NASCIMENTO, Marisa; LAPIDO-LOUREIRO, Francisco Eduardo de V. **Fertilizantes e Sustentabilidade: o potássio na agricultura brasileira, fontes e rotas alternativas.** In: LAPIDO-LOUREIRO, Francisco Eduardo de V.; MELAMED, Ricardo; FIGUEIREDO NETO, Jackson de (Org.). **Fertilizantes: agroindústria e sustentabilidade.** Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2009

- ✓ NETTO, J.L.S. **A Mesopotamia e seus povos.** Rio Grande do Sul: Departamento de Geodésia/UFRGS, 2009.

- ✓ NOTHOLT, A. J. G.; SHELDON, R. P.; DAVIDSON, D. F.. **Phosphate Deposits of the World: Volume 2, Phosphate Rock Resources.** Cambridge: Cambridge University Press, 1989.

- ✓ OLIVEIRA, Luiz Alberto Melo de. **Potássio.** Brasília: DNPM, 2004.

- ✓ O AGRÔNOMICO: **Principais contribuições de pesquisas realizadas no IAC.** Campinas, 31 mar. 2007.

- ✓ PERUCCA, C.F.. **Potash processing in Saskatchewan- a review of process technologies.** CIM Bulletin, Vol.96 No.1070, 2003

- ✓ PETROBRAS. **Divulgação de Resultados 2013, Plano Estratégico 2030 e Plano de Negócios e Gestão 2014-2018.** Rio de Janeiro: Petrobras, 2014.

- ✓ _____. **Plano Estratégico Petrobras 2020: Plano de Negócios 2011-2015.** Rio de Janeiro: Petrobras, 2011.

- ✓ _____. **Plano Estratégico Petrobras 2020: Plano de Negócios e Gestão 2013 – 2017.** Rio de Janeiro: Petrobras, 2013.

- ✓ _____. **Plano Estratégico Petrobras 2020: Plano de Negócios e Gestão, Gás & Energia 2012 - 2016**. Rio de Janeiro: Petrobras, 2012.

- ✓ PRADO, Rachel Bardy. **Aspectos relacionados ao mapeamento da disponibilidade de potássio nos solos do Brasil**. Rio de Janeiro: Embrapa, Mapa, 2008.

- ✓ PRESS, Frank et al. **Para entender a Terra**. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2008.

- ✓ ROTHAMSTED. **Guide to the Classical and other Long-term Experiments, Datasets and Sample Archive**. 2. ed. Harpenden, Herts, AL5 2Jq, Uk: Rothamsted Research, 2012.

- ✓ SHREVE, R. N.; BRINK JR, J. A. **Indústrias de Processos Químicos**. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1997.

- ✓ Simpósio sobre o potássio na agricultura brasileira, 2004, São Pedro, SP. **Análise do potássio no solo e interpretação**. São Paulo, SP: Potafos, 2004.

- ✓ Simpósio sobre o potássio na agricultura brasileira 2004, São Pedro, SP. **Mineralogia e formas de potássio em solos brasileiros**. São Paulo, SP: Potafos, 2004.

- ✓ SOUZA, Antônio Eleutério de; FONSECA, David Siqueira. **Fosfato**. Brasília: DNPM/ Sede, 2010.

- ✓ SOUZA, Euclides Caxambu A. de; YASUDA, Minoru. **Uso Agrônomico do Termofosfato no Brasil**. In: LAPIDO-LOUREIRO, Francisco Eduardo; MELAMED, Ricardo; FIGUEIREDO NETO, João (Org.). **Fertilizantes**:

Agroindústria & Sustentabilidade. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2009. p. 547-573.

✓ UNIDO; IFDC. **Fertilizer Manual**. 2. ed. Austria: Kluwer Academic Publishers, 1998.

✓ USGS. **Mineral commodity summaries**. Reston, Virginia: USGS, 2015.

✓ _____. **Mineral commodity summaries**. Reston, Virginia: USGS, 2015.

✓ _____. **Mineral commodity summaries**. Reston, Virginia: USGS, 2014.

✓ _____. **Mineral commodity summaries**. Reston, Virginia: USGS, 2013.

✓ _____. **2012 Minerals Yearbook. Belarus (Advance Release)**. Reston, Virginia: USGS, 2013.

✓ _____. **2012 Minerals Yearbook. Canada (Advance Release)**. Reston, Virginia: USGS, 2013.

✓ _____. **2012 Minerals Yearbook. Israel (Advance Release)**. Reston, Virginia: USGS, 2013.

✓ _____. **2012 Minerals Yearbook. Russia (Advance Release)**. Reston, Virginia: USGS, 2013.

✓ _____. **Mineral commodity summaries**. Reston, Virginia: USGS, 2012.

✓ _____. **Mineral commodity summaries**. Reston, Virginia: USGS, 2011.

✓ _____. **Mineral commodity summaries**. Reston, Virginia: USGS, 2010.

- ✓ _____. **Mineral commodity summaries**. Reston, Virginia: USGS, 2009.
- ✓ _____. **Mineral commodity summaries**. Reston, Virginia: USGS, 2008.
- ✓ _____. **Mineral commodity summaries**. Reston, Virginia: USGS, 2007.
- ✓ _____. **Mineral commodity summaries**. Reston, Virginia: USGS, 2006.
- ✓ _____. **Mineral commodity summaries**. Reston, Virginia: USGS, 2005.
- ✓ _____. **Mineral commodity summaries**. Reston, Virginia: USGS, 2004.
- ✓ _____. **Mineral commodity summaries**. Reston, Virginia: USGS, 2003.
- ✓ _____. **Mineral commodity summaries**. Reston, Virginia: USGS, 2002.
- ✓ _____. **Mineral commodity summaries**. Reston, Virginia: USGS, 2001.
- ✓ _____. **Mineral commodity summaries**. Reston, Virginia: USGS, 2000.
- ✓ _____. **Mineral commodity summaries**. Reston, Virginia: USGS, 1999.
- ✓ _____. **Mineral commodity summaries**. Reston, Virginia: USGS, 1998.
- ✓ _____. **Mineral commodity summaries**. Reston, Virginia: USGS, 1997.

- ✓ VALLERO, Daniel. **Fundamentals of Air Pollution**. 4. ed. Durham, North Carolina: Elsevier, 2008.

- ✓ VAN KAUWENBERGH, S.. **World Phosphate Rock Reserves and Resources**. Georgia: IFDC, 2010.

- ✓ WARREN, John K.. **Evaporites : Sediments, Resources and Hydrocarbons**. Brunei: Springer, 2006.

- ✓ ZHANG, Fusuo et al (Ed.). **The Chemical Fertilizer Industry in China: A Review and its Outlook**. Paris: IFA, 2009.

Anexos

ANEXO I - Principais indicadores de fertilizantes - Adaptado de ANDA (2015)

	Fertilizante entregue ao consumidor final(em toneladas de produto)				Importação de Fertilizantes Intermediários (em toneladas de produto)		
	2012	2013	2014		2012	2013	2014
Janeiro	1.851.580	1.996.938	2.175.907	Janeiro	1.306.023	1.324.901	1.588.722
Fevereiro	1.722.542	1.718.963	2.045.629	Fevereiro	791.340	1.073.056	1.463.735
Março	1.691.793	1.614.056	1.669.626	Março	939.092	1.183.820	2.002.056
Abril	1.531.578	1.742.537	1.755.497	Abril	1.230.921	1.890.331	1.939.171
Mai	2.370.133	2.314.852	2.629.361	Mai	1.540.574	2.132.354	1.894.689
Junho	2.451.284	2.579.563	2.682.830	Junho	2.062.762	2.081.518	2.081.333
Julho	2.600.812	2.953.940	3.262.552	Julho	2.558.544	2.048.952	2.433.561
Agosto	3.450.239	3.635.812	3.606.064	Agosto	2.244.961	2.275.371	2.502.535
Setembro	3.422.926	3.579.249	3.914.292	Setembro	2.079.357	2.197.032	2.166.296
Outubro	3.597.133	3.822.892	3.706.099	Outubro	1.553.573	2.193.848	2.548.063
Novembro	2.753.969	2.817.855	2.772.825	Novembro	1.733.080	1.744.617	1.960.305
Dezembro	1.811.786	1.923.740	1.988.384	Dezembro	1.505.007	1.473.022	1.455.134
Total	29.255.775	30.700.397	32.209.066	Total	19.545.234	21.618.822	24.035.600
	Produção Nacional de Fertilizantes Intermediários (em toneladas de produto)				Principais Exportações de Fertilizantes e Formulações NPK (em toneladas de produto)		
	2012	2013	2014		2012	2013	2014
Janeiro	799.627	801.080	637.375	Janeiro	33.203	57.357	54.010
Fevereiro	662.416	692.388	578.291	Fevereiro	24.669	40.104	50.466
Março	737.995	761.814	731.307	Março	22.040	35.312	52.893
Abril	787.055	729.952	740.337	Abril	15.073	54.850	69.241
Mai	704.947	819.687	744.557	Mai	57.345	85.679	66.393
Junho	797.441	822.090	724.943	Junho	56.128	68.465	70.942
Julho	868.720	810.630	741.731	Julho	47.427	74.660	72.290
Agosto	967.003	812.356	792.050	Agosto	57.435	61.595	53.920
Setembro	866.294	788.940	824.264	Setembro	57.319	37.273	32.225
Outubro	880.526	818.989	835.436	Outubro	44.734	33.745	35.900
Novembro	880.282	743.323	696.978	Novembro	51.751	50.833	60.419
Dezembro	769.953	703.464	770.411	Dezembro	50.182	57.110	57.902
Total	9.722.259	9.304.713	8.817.680	Total	517.306	656.983	676.601
Comentários: Na época de execução da pesquisa, a ANDA não havia liberado o anuário estatístico completo de 2014, apenas os dados globais.							

ANEXO II - Importações Brasileiras de Fertilizantes em kg. Adaptado de MDIC (2015)

QUANTIDADE				01/2014 até 12/2014	01/2013 até 12/2013	01/2012 até 12/2012	01/2011 até 12/2011	01/2010 até 12/2010	01/2009 até 12/2009	01/2008 até 12/2008	01/2007 até 12/2007	01/2006 até 12/2006	01/2005 até 12/2005	01/2004 até 12/2004	01/2003 até 12/2003	
Descrição do SH4	Código SH8		Descrição do SH8	Kg Líquido	Kg Líquido	Kg Líquido	Kg Líquido	Kg Líquido	Kg Líquido	Kg Líquido	Kg Líquido	Kg Líquido	Kg Líquido	Kg Líquido	Kg Líquido	
3101	Aubos ou fertilizantes de	ANIMAL/VEGETAL	31010000	Aubos ou fertilizantes de origem animal/vegetal, etc.	10.126.915	6.129.974	7.056.323	2.954.989	2.151.533	1.742.144	2.601.192	1.253.825	498.149	341.145	524.545	478.693
3102	Aubos (fertilizantes)	N	31021010	Uréia com teor de nitrogênio>45% em peso	4.399.835.664	3.495.571.934	2.874.365.507	3.037.766.977	2.545.213.389	1.940.154.186	2.232.816.852	2.510.302.120	1.587.614.773	1.557.866.018	1.859.246.641	1.699.037.243
3102	Aubos (fertilizantes)	N	31021090	Outras ureias, mesmo em solução aquosa	1.562.316	2.813.927	3.887.796	3.322.415	1.916.645	717.896	1.702.850	456.074	193.166	173.070	1.949.676	1.035.557
3102	Aubos (fertilizantes)	N	31022100	Sulfato de amônio	1.837.134.424	1.778.575.419	1.631.845.326	2.025.117.981	1.652.489.024	1.506.583.086	1.525.887.459	2.023.897.288	1.635.602.431	1.314.582.237	1.695.997.338	1.639.322.634
3102	Aubos (fertilizantes)	N	31022910	Sulfonitrato de amônio	1.708.000	5.591.000	0	0	0	0	16.949.526	10.060.000	5.517.050	3.107.000	1.280.000	0
3102	Aubos (fertilizantes)	N	31022990	Ots.sais duplos/misturas, de sulfato/nitrato de amônio	53.354	5.009.504	6.263.440	133.150	79.668	37.040	94.058	3.244	0	103.934	23.041	5.466
3102	Aubos (fertilizantes)	N	31023000	Nitrato de amônio, mesmo em solução aquosa	1.085.818.188	1.372.456.607	1.235.815.945	1.488.751.395	1.036.106.588	942.008.520	769.084.459	771.186.048	339.036.658	244.101.881	269.022.929	477.506.281
3102	Aubos (fertilizantes)	N	31024000	Misturas de nitrato de amônio c/carbonato de cálcio, etc	261.825.983	219.287.836	299.785.574	208.913.852	119.822.150	36.044.441	16.105.850	38.137.363	308.000	0	2.775.000	450.000
3102	Aubos (fertilizantes)	N	31025011	Nitrato de sódio, natural, com teor de nitrogênio<=16.3%	7.820.623	9.764.902	8.859.934	7.591.037	8.043.093	8.313.000	10.317.000	9.867.925	7.187.000	6.148.000	8.714.000	10.391.891
3102	Aubos (fertilizantes)	N	31025019	Outros nitratos de sódio, naturais	24.000	24.007	187.004	299.006	126.007	420.029	701.365	588.134	504.952	684.089	551.109	346.921
3102	Aubos (fertilizantes)	N	31025090	Outros nitratos de sódio	4.065.218	3.873.005	3.985.004	4.021.013	5.281.012	4.873.024	6.409.000	3.110.060	3.285.015	3.545.523	1.516.039	315.001
3102	Aubos (fertilizantes)	N	31026000	Sais duplos e misturas de nitratos de cálcio e amônio	73.580.450	53.141.750	41.345.500	47.422.630	62.397.700	55.290.199	67.146.079	66.470.801	32.660.100	42.407.085	33.907.464	26.226.858
3102	Aubos (fertilizantes)	N	31028000	Misturas de ureia c/nitrato de amônio, em sol.aquosa, etc	98.496	1.543	1.834	0	1.629	954	0	0	0	10	0	0
3102	Aubos (fertilizantes)	N	31029000	Ots.adubos ou fertiliz.minerais/químicos, nitrogenados	143.147.998	68.792.393	65.401.516	66.280.726	26.470.645	26.776.769	3.412.729	3.084.733	2.044.209	1.005.603	497.168	1.102.069
3103	Aubos (fertilizantes)	P	31031010	Superfosfato, teor de pentóxido de fósforo (p2o5)<=22%	664.814.537	847.554.642	612.632.541	650.451.092	365.521.683	225.564.187	312.093.526	373.247.954	125.990.407	154.028.320	434.224.945	272.145.588
3103	Aubos (fertilizantes)	P	31031020	Superfosfato, teor de pentóxido de fósforo, 22%<p2o5<=45%	4.218.805	33.680.900	28.210.600	0	0	109.020	16.504.098	3.384	15.225.400	14.868.675	4.422.000	0
3103	Aubos (fertilizantes)	P	31031030	Superfosfato, teor de pentóxido de fósforo (p2o5)>45%	957.703.430	1.137.675.953	1.026.159.858	1.089.325.974	938.618.018	859.171.846	993.830.342	1.198.995.938	929.103.965	816.011.597	1.101.935.892	794.728.549
3103	Aubos (fertilizantes)	P	31039090	Outros adubos ou fertiliz.minerais/químicos, fosfatados	6.743.703	626.756	25.076.118	1.025.495	641.286	405.284	47.445.201	140.492	9.251	30.460	352.743	9.174.581
3104	Aubos (fertilizantes)	K	31042010	Cloreto de potássio, teor de óxido de potássio(k2o)<=60%	10.201.001	9.031.136	2.509.692	68.346.409	83.216.644	30.309.394	376.287	124.603	2.547.602	29.332.512	28.268.141	11.432.255
3104	Aubos (fertilizantes)	K	31042090	Outros cloretos de potássio	9.041.117.438	8.126.814.246	7.040.647.452	7.610.847.817	6.040.634.358	3.417.023.382	6.751.317.943	6.762.487.984	5.400.922.223	4.983.718.981	6.788.603.968	5.216.769.675
3104	Aubos (fertilizantes)	K	31043010	Sulfato de potássio, teor de óxido de potássio(k2o)<=52%	45.341.390	39.967.313	39.137.368	32.506.858	37.055.295	29.020.528	34.638.278	34.537.322	54.283.503	50.518.560	83.673.378	59.812.049
3104	Aubos (fertilizantes)	K	31043090	Outros sulfatos de potássio	2.882.715	953.051	1.351.869	31.035	7.017	22.177	18.305	219	7.061	1.348	214.820	146.141
3104	Aubos (fertilizantes)	K	31049090	Outros adubos ou fertiliz.minerais/químicos, potássicos	9.831.527	14.780.990	20.396.695	30.309.306	24.290.375	15.150.545	8.889.795	7.630.661	8.098.853	6.083.074	5.444.214	3.116.723
3105	Aubos (fertilizantes)	NPK	31051000	Aubos ou fertilizantes em tabletes/embalagens p<=10kg	4.034.886	10.549.341	3.349.402	2.912.888	2.628.733	1.467.419	1.525.306	763.510	404.010	842.671	732.432	227.403
3105	Aubos (fertilizantes)	NPK	31052000	Aubos ou fertilizantes c/nitrogênio, fósforo e potássio	629.250.113	474.142.549	495.030.309	457.967.461	279.931.397	195.324.908	350.746.474	99.642.324	40.171.950	10.640.515	87.799.044	22.557.861
3105	Aubos (fertilizantes)	NPK	31053010	Hidrogeno-ortofosfato de diamônio, teor arsênio>=6mg/kg	756.062.482	845.975.449	577.483.210	486.382.728	353.340.782	304.757.527	534.882.702	576.612.627	252.724.806	242.553.860	290.571.362	220.839.920
3105	Aubos (fertilizantes)	NPK	31053090	Outros hidrogenos-ortofosfatos de diamônio	422.356	231.082	132.057	3.323.660	5.366.381	152.635	256.394	132.056	109.917	2.198.935	13.112.155	24.082
3105	Aubos (fertilizantes)	NPK	31054000	Diidrogeno-ortofosfato de amônio, incl.mist.hidrogen.etc	3.004.765.875	2.500.663.432	1.772.184.210	2.104.092.655	1.195.854.947	852.578.023	1.130.042.850	1.644.944.737	1.135.569.964	1.286.737.365	2.234.825.528	1.769.050.963
3105	Aubos (fertilizantes)	NPK	31055100	Aubos ou fertilizantes c/nitrato e fosfato	305.467.910	208.915.166	186.612.573	60.159.580	62.249.800	47.484.115	171.573.651	293.515.750	255.755.545	34.169.761	193.695.494	128.258.011
3105	Aubos (fertilizantes)	NPK	31055900	Ots.adubos/fertiliz.miner.quim.c/nitrogênio e fósforo	1.540.688.769	1.237.456.233	696.534.413	1.072.828.575	416.489.725	169.171.258	608.589.190	658.143.956	367.591.874	516.304.776	650.509.021	376.639.421
3105	Aubos (fertilizantes)	NPK	31056000	Aubos ou fertilizantes c/fósforo e potássio	4.258.295	3.966.191	2.721.822	3.086.307	1.997.722	1.160.781	2.728.670	1.842.828	1.886.689	1.572.834	1.622.452	939.979
3105	Aubos (fertilizantes)	NPK	31059011	Nitrato de sódio potássico, teor de n<=15% e k2o<=15%	274.867	37.288	151.757	149.010	38.473.336	129.914.208	117.566.104	150.385.449	162.459.262	165.401.510	182.494.800	165.483.612
3105	Aubos (fertilizantes)	NPK	31059019	Outros nitratos de sódio potássico	60.633.020	137.510.460	129.095.492	104.581.513	101.965.283	46.236.811	19.995	34.603	100	47.284	9.016	4.292
3105	Aubos (fertilizantes)	NPK	31059090	Ots.adubos/fertiliz.miner.quim.c/nitrogênio e potássio	35.832.877	34.029.629	50.854.623	42.085.767	22.506.429	10.084.100	64.290.971	25.869.395	20.074.306	14.160.108	45.901.876	12.565.437

ANEXO III - Importações Brasileiras de Fertilizantes em U\$. Adaptado de MDIC (2015)

VALORES				01/2014 até 12/2014	01/2013 até 12/2013	01/2012 até 12/2012	01/2011 até 12/2011	01/2010 até 12/2010	01/2009 até 12/2009	01/2008 até 12/2008	01/2007 até 12/2007	01/2006 até 12/2006	01/2005 até 12/2005	01/2004 até 12/2004	01/2003 até 12/2003	
Código SH4	Descrição do SH4		Código SH8	Descrição do SH8	U\$	U\$	U\$	U\$	U\$	U\$	U\$	U\$	U\$	U\$	U\$	
3101	Aubos ou fertilizantes de	ANIMAL/VEGETAL	31010000	Aubos ou fertilizantes de origem animal/vegetal, etc.	\$27.731.463,00	\$18.616.069,00	\$21.776.497,00	\$9.108.510,00	\$6.196.643,00	\$4.545.684,00	\$3.712.989,00	\$1.757.429,00	\$1.254.194,00	\$844.806,00	\$722.441,00	\$958.820,00
3102	Aubos (fertilizantes)	N	31021010	Uréia com teor de nitrogênio>45% em peso	\$1.481.471.638,00	\$1.305.465.379,00	\$1.284.739.130,00	\$1.317.063.801,00	\$710.347.125,00	\$512.459.770,00	\$1.225.329.752,00	\$766.217.986,00	\$364.306.695,00	\$355.377.266,00	\$349.986.449,00	\$246.769.715,00
3102	Aubos (fertilizantes)	N	31021090	Outras ureias, mesmo em solução aquosa	\$1.377.056,00	\$2.789.871,00	\$3.634.532,00	\$3.351.880,00	\$1.728.744,00	\$995.779,00	\$2.083.903,00	\$1.205.405,00	\$508.747,00	\$472.244,00	\$1.451.953,00	\$683.259,00
3102	Aubos (fertilizantes)	N	31022100	Sulfato de amônio	\$322.452.962,00	\$408.204.793,00	\$422.719.227,00	\$474.548.650,00	\$229.865.402,00	\$188.739.720,00	\$499.495.100,00	\$331.165.058,00	\$185.530.833,00	\$157.054.704,00	\$177.858.093,00	\$122.471.217,00
3102	Aubos (fertilizantes)	N	31022910	Sulfonitrato de amônio	\$1.161.245,00	\$4.130.512,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$5.273.625,00	\$2.687.476,00	\$1.456.866,00	\$706.771,00	\$291.393,00	\$0,00
3102	Aubos (fertilizantes)	N	31022990	Outs.sais duplos/misturas, de sulfato/nitrato de amônio	\$21.311,00	\$1.738.340,00	\$1.924.847,00	\$787.231,00	\$465.213,00	\$265.599,00	\$364.333,00	\$29.037,00	\$0,00	\$18.630,00	\$44.164,00	\$10.117,00
3102	Aubos (fertilizantes)	N	31023000	Nitrato de amônio, mesmo em solução aquosa	\$319.891.310,00	\$414.275.252,00	\$417.433.409,00	\$505.623.130,00	\$221.433.851,00	\$170.525.929,00	\$324.408.069,00	\$187.656.683,00	\$61.942.106,00	\$44.056.215,00	\$35.650.221,00	\$49.509.584,00
3102	Aubos (fertilizantes)	N	31024000	Misturas de nitrato de amônio c/carbonato de cálcio, etc	\$61.520.039,00	\$57.654.106,00	\$81.940.903,00	\$62.493.448,00	\$24.447.001,00	\$5.682.013,00	\$5.239.481,00	\$7.840.971,00	\$67.050,00	\$0,00	\$415.717,00	\$49.035,00
3102	Aubos (fertilizantes)	N	31025011	Nitrato de sódio, natural, com teor de nitrogênio<=16.3%	\$6.673.494,00	\$7.343.888,00	\$6.828.108,00	\$5.044.481,00	\$4.372.020,00	\$4.535.834,00	\$5.308.477,00	\$3.522.839,00	\$2.589.256,00	\$2.170.317,00	\$2.804.429,00	\$2.702.785,00
3102	Aubos (fertilizantes)	N	31025019	Outros nitratos de sódio, naturais	\$19.012,00	\$19.359,00	\$150.002,00	\$235.081,00	\$87.032,00	\$292.876,00	\$412.370,00	\$244.895,00	\$176.521,00	\$237.084,00	\$188.931,00	\$281.214,00
3102	Aubos (fertilizantes)	N	31025090	Outros nitratos de sódio	\$2.389.252,00	\$2.226.029,00	\$2.331.776,00	\$2.334.247,00	\$3.267.348,00	\$3.045.003,00	\$3.466.147,00	\$1.150.117,00	\$1.152.305,00	\$1.209.509,00	\$482.172,00	\$92.585,00
3102	Aubos (fertilizantes)	N	31026000	Sais duplos e misturas de nitratos de cálcio e amônio	\$23.098.377,00	\$16.993.210,00	\$14.618.022,00	\$15.661.434,00	\$15.241.435,00	\$13.428.987,00	\$16.271.597,00	\$10.749.298,00	\$5.485.185,00	\$6.295.427,00	\$4.610.404,00	\$3.811.356,00
3102	Aubos (fertilizantes)	N	31028000	Misturas de ureia c/nitrato de amônio, em sol.aquosa, etc	\$27.945,00	\$3.181,00	\$2.593,00	\$0,00	\$3.377,00	\$2.537,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$52,00	\$0,00	\$0,00
3102	Aubos (fertilizantes)	N	31029000	Outs.aubos ou fertiliz.minerais/químicos, nitrogenados	\$43.538.133,00	\$21.993.061,00	\$22.822.332,00	\$20.751.258,00	\$6.716.133,00	\$4.475.536,00	\$2.201.812,00	\$1.457.922,00	\$1.046.684,00	\$463.688,00	\$357.277,00	\$1.925.504,00
3103	Aubos (fertilizantes)	P	31031010	Superfosfato, teor de pentóxido de fósforo (p2o5)<=22%	\$113.760.183,00	\$177.276.986,00	\$137.631.054,00	\$150.052.306,00	\$59.114.239,00	\$30.421.757,00	\$121.219.946,00	\$61.506.018,00	\$13.379.873,00	\$15.902.200,00	\$42.338.729,00	\$22.768.623,00
3103	Aubos (fertilizantes)	P	31031020	Superfosfato, teor de pentóxido de fósforo, 22%<p2o5<=45%	\$757.923,00	\$8.567.081,00	\$9.783.715,00	\$0,00	\$0,00	\$11.584,00	\$9.387.630,00	\$6.236,00	\$2.393.128,00	\$2.304.050,00	\$455.666,00	\$0,00
3103	Aubos (fertilizantes)	P	31031030	Superfosfato, teor de pentóxido de fósforo (p2o5)>45%	\$346.157.139,00	\$452.604.397,00	\$462.995.948,00	\$549.078.345,00	\$330.884.880,00	\$205.429.345,00	\$850.426.717,00	\$388.841.943,00	\$183.550.556,00	\$158.207.061,00	\$197.973.465,00	\$124.436.027,00
3103	Aubos (fertilizantes)	P	31039090	Outros aubos ou fertiliz.minerais/químicos, fosfatados	\$2.453.283,00	\$662.000,00	\$5.053.813,00	\$715.238,00	\$404.600,00	\$241.236,00	\$16.060.992,00	\$34.037,00	\$56.228,00	\$63.590,00	\$149.936,00	\$686.240,00
3104	Aubos (fertilizantes)	K	31042010	Cloreto de potássio, teor de óxido de potássio(k2o)<=60%	\$3.683.561,00	\$5.620.444,00	\$2.845.462,00	\$32.266.389,00	\$30.467.416,00	\$18.623.109,00	\$321.817,00	\$48.908,00	\$389.019,00	\$3.150.148,00	\$3.696.801,00	\$1.405.172,00
3104	Aubos (fertilizantes)	K	31042090	Outros cloretos de potássio	\$2.893.455.964,00	\$3.318.957.815,00	\$3.509.983.374,00	\$3.471.020.400,00	\$2.203.918.680,00	\$2.060.524.256,00	\$3.828.457.480,00	\$1.500.081.601,00	\$949.957.804,00	\$956.413.039,00	\$977.071.791,00	\$623.032.101,00
3104	Aubos (fertilizantes)	K	31043010	Sulfato de potássio, teor de óxido de potássio(k2o)<=52%	\$29.310.487,00	\$22.985.515,00	\$25.725.029,00	\$19.309.425,00	\$21.145.080,00	\$28.469.776,00	\$25.250.190,00	\$11.374.024,00	\$16.647.188,00	\$14.832.607,00	\$18.741.875,00	\$12.634.187,00
3104	Aubos (fertilizantes)	K	31043090	Outros sulfatos de potássio	\$1.987.372,00	\$723.856,00	\$940.988,00	\$49.901,00	\$8.817,00	\$40.496,00	\$24.826,00	\$3.178,00	\$33.770,00	\$4.561,00	\$277.541,00	\$184.339,00
3104	Aubos (fertilizantes)	K	31049090	Outros aubos ou fertiliz.minerais/químicos, potássicos	\$5.764.572,00	\$7.857.288,00	\$10.275.055,00	\$10.368.015,00	\$7.793.274,00	\$5.027.300,00	\$3.345.703,00	\$1.689.024,00	\$1.528.002,00	\$1.160.289,00	\$1.008.320,00	\$598.135,00
3105	Aubos (fertilizantes)	NPK	31051000	Aubos ou fertilizantes em tabletes/embalagens p<=10kg	\$19.716.917,00	\$26.555.284,00	\$17.653.936,00	\$19.844.487,00	\$10.079.626,00	\$8.266.493,00	\$6.285.842,00	\$2.398.256,00	\$1.091.245,00	\$2.475.364,00	\$1.852.074,00	\$550.027,00
3105	Aubos (fertilizantes)	NPK	31052000	Aubos ou fertilizantes c/nitrogênio, fósforo e potássio	\$230.527.161,00	\$199.321.322,00	\$248.757.265,00	\$213.506.495,00	\$101.980.935,00	\$72.125.810,00	\$206.024.093,00	\$31.353.753,00	\$11.729.212,00	\$5.589.566,00	\$16.660.430,00	\$5.559.959,00
3105	Aubos (fertilizantes)	NPK	31053010	Hidrogeno-ortofosfato de diamônio, teor arsênio>=6mg/kg	\$332.658.456,00	\$423.833.770,00	\$322.614.203,00	\$293.731.285,00	\$148.474.870,00	\$111.423.776,00	\$449.395.112,00	\$209.681.693,00	\$67.118.773,00	\$58.830.720,00	\$62.195.599,00	\$41.644.558,00
3105	Aubos (fertilizantes)	NPK	31053090	Outros hidrogenos-ortofosfatos de diamônio	\$543.994,00	\$318.759,00	\$182.212,00	\$2.273.765,00	\$1.837.374,00	\$140.288,00	\$516.122,00	\$76.768,00	\$83.040,00	\$523.504,00	\$2.322.233,00	\$17.481,00
3105	Aubos (fertilizantes)	NPK	31054000	Diidrogeno-ortofosfato de amônio, incl.mist.hidrogen.etc	\$1.384.560.810,00	\$1.253.558.380,00	\$1.019.564.449,00	\$1.350.224.273,00	\$561.386.333,00	\$282.764.404,00	\$1.159.291.166,00	\$678.633.140,00	\$309.375.637,00	\$322.758.587,00	\$496.100.351,00	\$339.541.094,00
3105	Aubos (fertilizantes)	NPK	31055100	Aubos ou fertilizantes c/nitrato e fosfato	\$97.238.762,00	\$66.807.431,00	\$63.519.690,00	\$18.702.120,00	\$14.180.984,00	\$8.941.067,00	\$66.886.708,00	\$62.716.347,00	\$45.005.456,00	\$6.577.795,00	\$32.249.597,00	\$18.063.564,00
3105	Aubos (fertilizantes)	NPK	31055900	Outs.aubos/fertiliz.miner.quim.c/nitrogênio e fósforo	\$590.627.872,00	\$537.054.343,00	\$343.893.099,00	\$498.474.208,00	\$148.920.087,00	\$67.887.604,00	\$369.043.626,00	\$212.042.698,00	\$75.562.607,00	\$101.869.550,00	\$106.894.839,00	\$52.380.631,00
3105	Aubos (fertilizantes)	NPK	31056000	Aubos ou fertilizantes c/fósforo e potássio	\$7.411.150,00	\$7.107.063,00	\$5.066.982,00	\$6.003.802,00	\$3.159.868,00	\$2.239.018,00	\$6.098.093,00	\$2.367.639,00	\$2.213.941,00	\$1.810.244,00	\$1.636.493,00	\$1.002.158,00
3105	Aubos (fertilizantes)	NPK	31059011	Nitrato de sódio potássico, teor de n<=15% e k2o<=15%	\$1.119.577,00	\$93.651,00	\$437.153,00	\$458.156,00	\$15.174.218,00	\$70.715.542,00	\$52.392.513,00	\$37.361.321,00	\$41.409.803,00	\$36.902.671,00	\$35.340.178,00	\$29.916.398,00
3105	Aubos (fertilizantes)	NPK	31059019	Outros nitratos de sódio potássico	\$38.126.051,00	\$68.414.285,00	\$78.797.650,00	\$47.822.050,00	\$37.831.333,00	\$13.508.995,00	\$35.214,00	\$53.190,00	\$116,00	\$61.971,00	\$12.873,00	\$8.692,00
3105	Aubos (fertilizantes)	NPK	31059090	Outs.aubos/fertiliz.miner.quim.c/nitrogênio e potássio	\$51.713.942,00	\$45.720.375,00	\$37.215.123,00	\$37.685.547,00	\$22.319.292,00	\$7.461.080,00	\$40.874.366,00	\$12.632.021,00	\$8.466.366,00	\$6.805.091,00	\$13.474.920,00	\$7.418.718,00

ANEXO IV - Principais exportadores de fertilizantes para o Brasil (em U\$) - Adaptado de MDIC (2015)

País	2014		2013		2012	
	U\$	Kg	U\$	Kg	U\$	Kg
Rússia	\$1.728.552.307,00	5.119.732.349	\$1.741.197.991,00	4.671.383.642	\$1.691.869.497,00	4.004.067.812
Estados Unidos	\$827.869.313,00	2.229.569.793	\$847.706.439,00	2.000.063.701	\$734.079.378,00	1.567.733.313
Canadá	\$772.270.563,00	2.408.918.106	\$1.038.987.835,00	2.567.997.674	\$1.094.104.142,00	2.195.804.522
Belarus	\$762.758.316,00	2.345.696.809	\$537.988.604,00	1.343.998.141	\$825.056.347,00	1.732.288.495
Marrocos	\$746.138.845,00	1.722.099.626	\$1.033.828.258,00	2.182.599.321	\$834.294.614,00	1.540.144.793
China	\$680.921.153,00	1.883.192.055	\$511.814.360,00	1.423.010.325	\$255.051.068,00	674.892.307
Alemanha	\$412.967.197,00	1.265.909.930	\$591.614.290,00	1.432.924.843	\$747.650.380,00	1.498.592.761
Catar	\$369.054.996,00	1.099.821.003	\$346.870.331,00	872.267.785	\$137.722.331,00	306.268.998
Israel	\$283.605.569,00	917.732.452	\$472.170.816,00	1.243.052.628	\$517.199.857,00	1.125.396.179
Chile	\$253.864.811,00	673.316.016	\$282.858.875,00	591.976.899	\$250.605.705,00	440.349.972
Kuwait	\$206.526.451,00	596.385.799	\$31.844.637,00	85.313.969	\$33.888.750,00	69.625.138
Omã	\$162.085.720,00	481.913.533	\$51.161.145,00	148.918.000	\$0,00	0
Holanda	\$143.472.329,00	625.179.539	\$170.007.427,00	591.913.155	\$158.039.971,00	516.789.893
Emirados Árabes	\$114.951.886,00	348.394.742	\$49.117.013,00	150.516.347	\$38.504.738,00	78.471.816
Noruega	\$113.355.737,00	359.748.268	\$120.635.750,00	346.033.449	\$135.451.579,00	336.597.505
Bélgica	\$98.901.808,00	572.589.580	\$112.887.884,00	523.136.157	\$81.578.733,00	303.557.903
Espanha	\$97.689.599,00	253.975.633	\$134.210.573,00	290.101.944	\$98.580.361,00	185.483.152
Arábia Saudita	\$91.428.887,00	224.104.322	\$11.276.212,00	33.000.000	\$0,00	0
Egito	\$72.654.627,00	393.684.441	\$134.348.935,00	524.468.445	\$192.383.730,00	523.964.705
Venezuela	\$71.768.585,00	200.427.750	\$33.175.520,00	81.276.991	\$39.702.612,00	89.389.543
Indonésia	\$55.104.938,00	159.206.886	\$10.074.069,00	30.237.584	\$26.187.951,00	53.597.052
Argentina	\$50.435.084,00	122.958.264	\$46.156.725,00	114.755.258	\$91.289.302,00	197.798.233
Reino Unido	\$39.239.066,00	56.317.418	\$50.259.933,00	103.035.678	\$38.769.262,00	68.664.749
México	\$37.071.508,00	74.962.551	\$45.409.684,00	80.632.352	\$22.257.881,00	37.810.160
Polónia	\$35.650.758,00	176.960.737	\$34.381.116,00	127.707.176	\$65.147.164,00	195.925.098
Ucrânia	\$34.832.257,00	109.350.445	\$183.340.833,00	508.749.619	\$230.378.670,00	570.853.212
Tunísia	\$34.621.402,00	100.327.105	\$96.485.580,00	214.659.821	\$68.736.648,00	153.230.730
Barein	\$34.149.701,00	102.371.111	\$35.403.539,00	93.153.093	\$0,00	0
Outros	\$111.017.241,00	286.626.362	\$130.278.721,00	308.711.611	\$175.326.907,00	421.774.723
Total geral	\$8.442.960.654,00	24.911.472.625	\$8.885.493.095,00	22.685.595.608	\$8.583.857.578,00	18.889.072.764

ANEXO V – Produção mundial de amônia– Adaptado de USGS (2012 a 2015)

Produção mundial de Amônia Estimada							
(Mil toneladas, nitrogênio contido)							
País	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
China	41.140	42.290	40.870	43.250	45.520	47.300	48.000
Índia	11.100	11.200	11.500	11.800	12.000	12.000	12.000
Rússia	10.425	10.441	10.400	10.400	10.300	10.300	10.300
Estados Unidos	7.870	7.700	8.290	9.350	8.730	9.170	9.200
Indonésia	4.500	4.600	4.800	5.000	5.100	5.200	5.200
Trinidad e Tobago	5.100	4.946	5.553	5.444	4.466	4.640	4.600
Ucrânia	4.000	2.500	3.400	4.300	4.160	4.200	4.200
Canadá	3.920	3.611	3.620	3.946	3.942	3.840	3.900
Arábia Saudita	2.500	2.400	2.500	2.800	3.700	3.700	3.700
Egito	2.500	1.790	3.000	3.500	2.950	2.660	2.600
Alemanha	2.819	2.363	2.677	2.821	2.823	2.820	2.800
Qatar	1.812	1.828	1.883	1.919	2.665	NA	NA
França	800	2.970	3.517	3.500	2.644	2.640	2.600
Irã	2.000	2.000	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500
Paquistão	2.300	2.350	2.400	2.450	2.500	2.550	2.600
Itália	460	460	460	460	2.365	NA	NA
Polônia	2.000	1.600	1.700	1.900	2.100	2.100	2.100
Oman	1.000	1.000	1.700	1.700	1.700	1.100	1.100
Bangladesh	1.300	1.300	1.300	1.300	1.300	NA	NA
Uzbequistão	1.000	1.000	1.344	1.294	1.300	1.300	1.300
Venezuela	1.160	1.160	1.160	1.200	1.200	1.200	1.200
Reino Unido	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100
Japão	1.244	1.021	1.178	1.211	1.055	1.150	1.200
Lituânia	759	472	434	870	918	NA	NA
México	737	861	824	766	880	NA	NA
Bélgica	830	830	830	830	830	NA	NA
Belarus	743	829	836	804	815	NA	NA
Eslováquia	260	260	493	487	486	NA	NA
Kwait	490	470	380	520	470	NA	NA
África do Sul	510	510	470	470	470	NA	NA

Produção mundial de Amônia Estimada					
(Mil toneladas, nitrogênio contido)					
País	2008	2009	2010	2011	2012
Áustria	400	370	400	400	400
Croácia	300	300	358	367	350
Bahrain	393	390	357	380	341
Emirados Árabes	380	380	392	386	330
Bulgária	350	320	320	320	320
Hungria	300	300	300	300	300
Noruega	350	300	300	300	300
Turquia	50	100	200	200	280
Portugal	244	244	244	244	244
República Tcheca	175	173	160	189	200
Georgia	150	150	150	145	150
Iraque	10	30	126	143	143
Grécia	130	130	130	130	130
Sérvia	47	53	84	132	130
Nova Zelândia	125	125	120	120	120
Romênia	1.300	40	80	160	115
Coreia do Norte	100	100	100	100	100
Líbia	417	530	580	71	79
Finlândia	74	68	78	72	72
Cuba	42	27	36	45	59
Síria	165	180	169	85	50
Birmânia	30	30	30	30	30
Suíça	30	30	30	30	30
Zimbábue	20	14	29	26	25
Afeganistão	18	22	27	28	30
Argélia	500	500	600	593	713
Brasil	NA	NA	NA	NA	NA
Malásia	NA	NA	NA	NA	NA
Holanda	NA	NA	NA	NA	NA
Vietnã	NA	NA	NA	NA	NA

**ANEXO VI - Produção mundial de rocha fosfática- Adaptado de
USGS (2012 a 2015)**

Produção mundial de Rocha Fosfática								
País	Peso Bruto (mil toneladas)							
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
China	45.400	50.700	60.200	68.000	81.000	95.300	108.000	100.000
Marrocos	27.800	24.500	18.400	26.600	28.000	28.000	26.400	30.000
Estados Unidos	29.700	30.200	26.400	25.800	28.100	30.100	31.200	27.100
Rússia	11.400	10.400	9.500	11.000	11.200	11.200	10.000	10.000
Brazil, concentrado rocha	6.185	6.727	6.084	6.192	6.200	6.750	6.000	6.750
Egito	3.890	5.523	6.627	3.435	3.500	6.240	6.500	6.000
Israel	3.069	3.088	2.697	3.135	3.105	3.510	3.500	3.600
Arábia Saudita	NA	NA	NA	100	1.000	3.000	3.000	3.000
Austrália	2.850	2.950	2.500	2.600	2.650	2.600	2.600	2.600
Peru	57	38	38	791	2.544	3.210	2.580	2.600
Vietnã	1.523	2.101	2.047	2.268	2.300	2.300	2.370	2.400
África do Sul	2.556	2.287	2.237	2.494	2.500	2.240	2.300	2.200
Índia	1.210	1.220	1.230	1.240	1.250	1.260	1.270	2.100
México	42	968	1.443	1.507	1.510	1.700	1.760	1.700
Cazaquistão	720	1.226	1.225	1.600	1.600	1.600	1.600	1.600
Argélia	1.800	1.805	1.070	1.525	1.500	1.250	1.500	1.500
Togo	750	842	726	720	730	870	1.100	1.200
Tunísia	8.005	7.623	7.398	7.281	5.000	2.600	1.110	1.200
Síria	3.678	3.221	2.466	3.765	3.100	1.000	500	1.000
Senegal	691	645	948	976	980	1.380	800	700
Jordânia	5.552	6.265	5.281	6.529	6.500	6.380	5.400	600
Total	160.000	166.000	162.000	181.000	198.000	217.000	225.000	220.000

ANEXO VII - Histórico da Reserva Mundial de Fosfato - Adaptado de USGS (2012 a 2015)

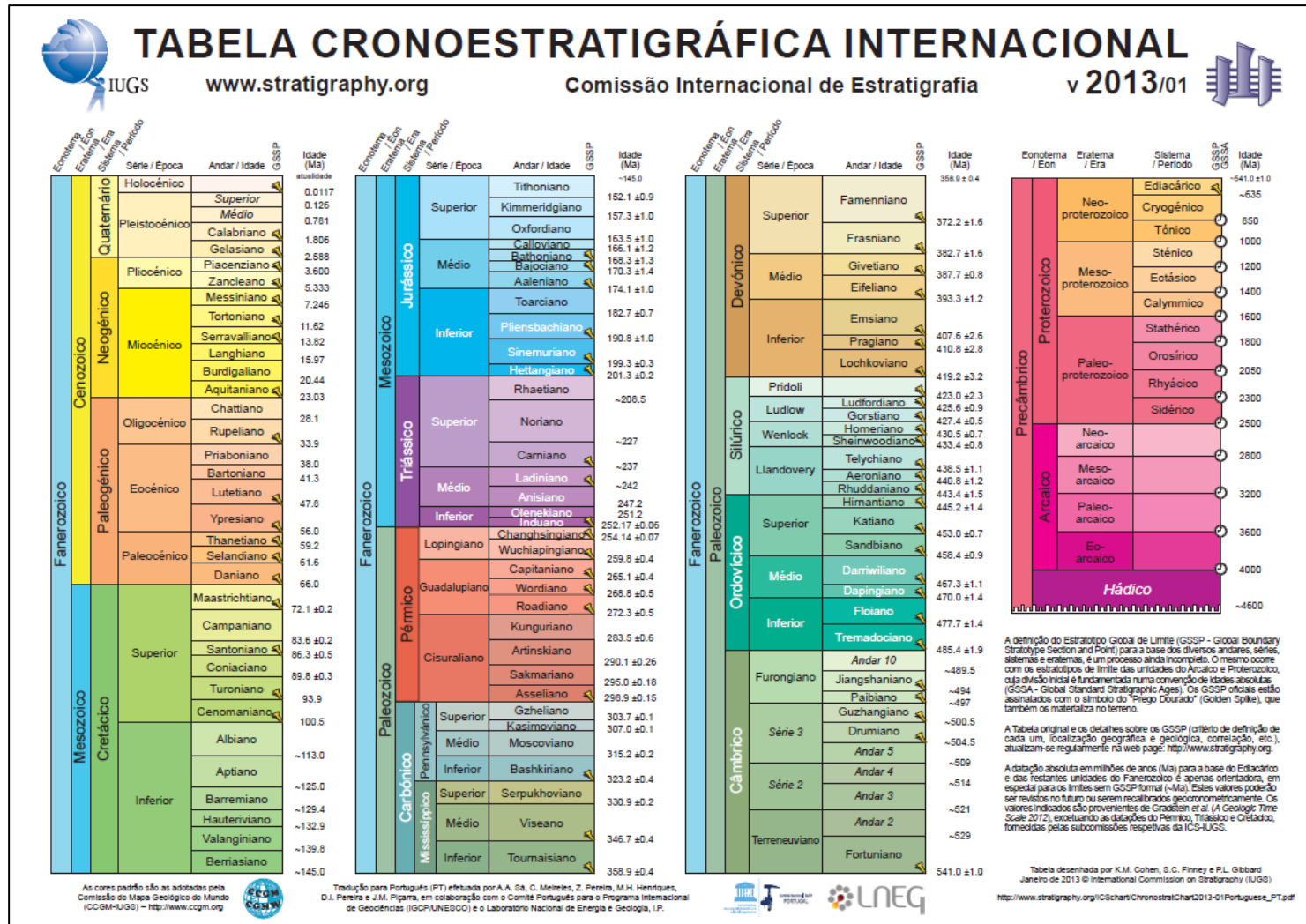
País	Reservas* (mil toneladas)							
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Estados Unidos	1.200.000	1.200.000	1.100.000	1.400.000	1.400.000	1.400.000	1.100.000	1.100.000
Argélia	NA	NA	NA	2.200.000	2.200.000	2.200.000	2.200.000	2.200.000
Austrália	77.000	82.000	82.000	82.000	250.000	490.000	870.000	1.030.000
Brasil	260.000	260.000	260.000	340.000	310.000	270.000	270.000	270.000
Canadá	25.000	25.000	15.000	5.000	2.000	2.000	2.000	76.000
China	6.600.000	4.100.000	3.700.000	3.700.000	3.700.000	3.700.000	3.700.000	3.700.000
Egito	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	715.000
Iraque	NA	NA	NA	NA	5.800.000	460.000	430.000	430.000
Israel	800.000	180.000	180.000	180.000	180.000	180.000	130.000	130.000
Jordânia	1.700.000	900.000	1.500.000	1.500.000	1.500.000	1.500.000	1.300.000	1.300.000
Marrocos e Saara Ocidental	5.700.000	5.700.000	5.700.000	50.000.000	50.000.000	50.000.000	50.000.000	50.000.000
Peru	NA	NA	NA	NA	NA	NA	820.000	820.000
Rússia	200.000	200.000	200.000	1.300.000	1.300.000	1.300.000	1.300.000	1.300.000
Senegal	160.000	50.000	80.000	180.000	180.000	180.000	50.000	50.000
África do Sul	1.500.000	1.500.000	1.500.000	1.500.000	1.500.000	1.500.000	1.500.000	1.500.000
Síria	100.000	100.000	100.000	1.800.000	1.800.000	1.800.000	1.800.000	1.800.000
Togo	30.000	30.000	60.000	60.000	60.000	60.000	30.000	30.000
Tunísia	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000
Outros	890.000	890.000	950.000	620.000	500.000	390.000	520.000	300.000
Total Mundo	18.000.000	15.000.000	16.000.000	65.000.000	71.000.000	67.000.000	67.000.000	67.000.000
*Fração da reserva que pode ser economicamente extraída ou produzida. Não significa que há instalações necessárias à exploração.								

ANEXO VIII - Produção Mundial de Potássio- Adaptado de USGS (2012 a 2015)

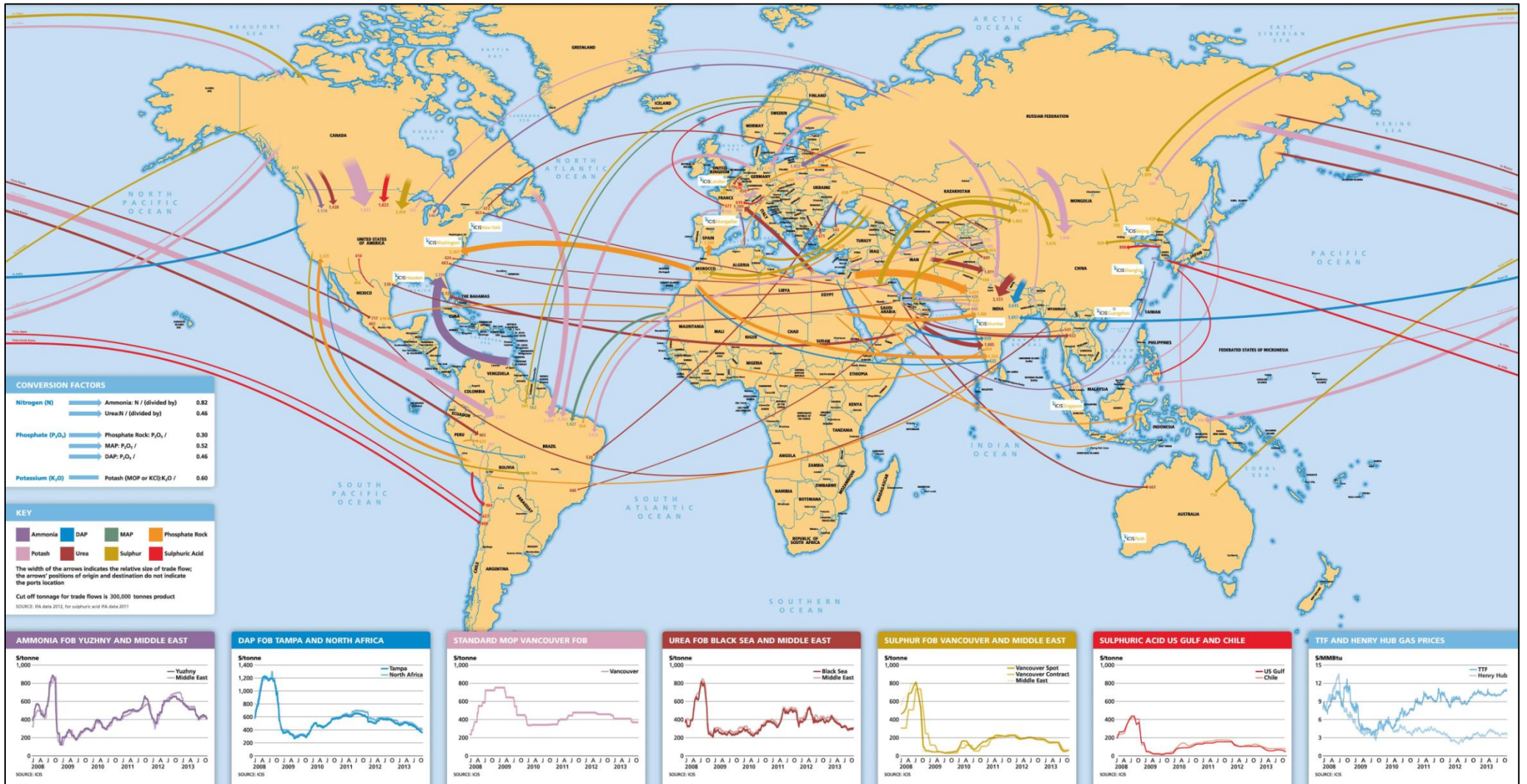
Produção mundial de Potássio								
País	Peso Bruto (mil toneladas de K ₂ O equivalente)							
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Estados Unidos	1.100	1.100	700	930	900	900	960	850
Bielorrússia	4.970	4.970	2.490	5.250	5.650	4.760	4.240	4.300
Brasil	405	471	385	453	454	425	430	350
Canadá	11.000	10.500	4.320	9.788	11.000	8.980	10.100	9.800
Chile	500	559	692	800	980	1.050	1.050	1.100
China	2.000	2.750	3.000	3.200	3.700	4.100	4.300	4.400
Alemanha	3.600	3.280	1.800	3.000	3.010	3.120	3.200	3.000
Israel	2.200	2.300	2.100	1.960	1.960	1.900	2.100	2.500
Jordânia	1.090	1.220	683	1.200	1.380	1.090	1.080	1.100
Rússia	6.600	6.730	3.730	6.280	6.500	5.470	6.100	6.200
Espanha	580	435	435	415	420	420	420	420
Reino Unido	427	427	427	427	427	470	470	470
*DADOS ADAPTADOS DOS RELATÓRIOS ANUAIS DE FOSFATO DO USGS								

ANEXO IX - Histórico das Reservas Mundiais de Potássio – Adaptado de USGS (2009 a 2015)

País	Reservas* (mil toneladas)											
	2009		2010		2011		2012		2013		2014	
	Mineral	K2O Eq.	Mineral	K2O Eq.	Mineral	K2O Eq.	Mineral	K2O Eq.	Mineral	K2O Eq.	Mineral	K2O Eq.
Estados Unidos	NA	90.000	NA	130.000	NA	130.000	NA	130.000	NA	200.000	1.700.000	200.000
Bielorrússia	NA	750.000	NA	750.000	NA	750.000	NA	750.000	3.300.000	750.000	3.300.000	750.000
Brasil	300.000	NA	300.000	NA	300.000	NA	300.000	NA	300.000	NA	300.000	50.000
Canadá	4.400.000	NA	4.400.000	NA	4.400.000	NA	4.400.000	NA	NA	1.000.000	4.700.000	1.100.000
Chile	NA	10.000	NA	70.000	NA	130.000	NA	150.000	NA	150.000	NA	150.000
China	NA	20.000	NA	210.000	NA	210.000	NA	210.000	NA	210.000	NA	210.000
Alemanha	710.000	NA	NA	150.000	NA	150.000	NA	140.000	NA	140.000	NA	150.000
Israel	NA	40.000	NA	40.000	NA	40.000	NA	40.000	NA	40.000	NA	40.000
Jordânia	NA	40.000	NA	40.000	NA	40.000	NA	40.000	NA	40.000	NA	40.000
Rússia	1.800.000	NA	3.300.000	NA	3.300.000	NA	3.300.000	NA	NA	600.000	2.800.000	600.000
Espanha	20.000	NA	20.000	NA	NA	20.000	NA	20.000	NA	20.000	NA	20.000
Reino Unido	22.000	NA	22.000	NA	NA	22.000	NA	22.000	NA	22.000	NA	70.000



ANEXO XI - Global Fertilizer Trade Map, retirado de IFA (2015)



**ANEXO XII - Importação total de intermediários nitrogenados em 2014, por país -
Adaptado de MDIC (2015).**

País	Importação em toneladas	Importação em U\$ FOB
Rússia	1.926.036	\$594.226.147,00
Catar	1.099.821	\$369.054.996,00
Países Baixos (Holanda)	619.712	\$136.809.722,00
Kuweit	596.386	\$206.526.451,00
Bélgica	558.169	\$88.101.839,00
Estados Unidos	532.780	\$100.322.463,00
Omã	481.914	\$162.085.720,00
Emirados Árabes Unidos	347.795	\$114.336.200,00
China	300.860	\$75.460.909,00
Venezuela	200.428	\$71.768.585,00
Polônia	160.245	\$29.440.126,00
Indonésia	159.207	\$55.104.938,00
Argentina	119.841	\$43.803.764,00
Ucrânia	109.089	\$34.644.223,00
Arábia Saudita	108.614	\$36.112.213,00
Barein	102.371	\$34.149.701,00
Noruega	93.464	\$24.210.483,00
Alemanha	69.620	\$14.088.791,00
Argélia	63.107	\$20.057.945,00
Colômbia	27.792	\$10.157.692,00
Belarus	27.689	\$8.455.633,00
Outros	111.736	34.723.233
Total geral	7.816.675	\$2.263.641.774,00

ANEXO XIII – Histórico de consumo de fertilizantes no Brasil. Adaptado de ANDA (2014)

BRASIL		NUTRIENTES (toneladas)				Formulação Média			
ANO	Produtos	N	P2O5	K2O	TOTAL	N	P	K	NPK
1990	8.222.474	779.315	1.185.793	1.183.182	3.148.290	9,5%	14,4%	14,4%	38,3%
1991	8.492.968	781.526	1.217.375	1.205.987	3.204.888	9,2%	14,3%	14,2%	37,7%
1992	9.277.463	865.466	1.346.087	1.372.814	3.584.367	9,3%	14,5%	14,8%	38,6%
1993	10.541.334	1.014.779	1.546.066	1.589.414	4.150.259	9,6%	14,7%	15,1%	39,4%
1994	11.944.479	1.176.940	1.744.467	1.810.878	4.732.285	9,9%	14,6%	15,2%	39,6%
1995	10.839.879	1.134.645	1.494.953	1.679.201	4.308.799	10,5%	13,8%	15,5%	39,7%
1996	12.247.600	1.197.357	1.707.763	1.941.318	4.846.438	9,8%	13,9%	15,9%	39,6%
1997	13.844.941	1.305.598	1.942.725	2.242.486	5.490.809	9,4%	14,0%	16,2%	39,7%
1998	14.668.570	1.455.429	2.128.639	2.261.182	5.845.250	9,9%	14,5%	15,4%	39,8%
1999	13.689.482	1.393.049	19.666.966	2.078.873	5.438.888	10,2%	143,7%	15,2%	39,7%
2000	16.392.216	1.668.195	2.337.855	2.561.929	6.567.979	10,2%	14,3%	15,6%	40,1%
2001	17.069.214	1.639.915	2.482.260	2.715.901	6.838.076	9,6%	14,5%	15,9%	40,1%
2002	19.114.268	1.815.741	2.806.942	3.058.512	7.681.195	9,5%	14,7%	16,0%	40,2%
2003	22.796.232	2.223.075	3.414.281	3.811.816	9.449.172	9,8%	15,0%	16,7%	41,5%
2004	22.767.489	2.244.710	3.457.109	3.910.624	9.612.443	9,9%	15,2%	17,2%	42,2%
2005	20.194.731	2.201.404	2.898.367	3.426.364	8.526.135	10,9%	14,4%	17,0%	42,2%
2006	20.981.734	2.296.871	3.149.256	3.459.929	8.906.056	10,9%	15,0%	16,5%	42,4%
2007	24.608.993	2.750.830	3.659.200	4.174.844	10.584.874	11,2%	14,9%	17,0%	43,0%
2008	22.429.632	2.502.245	3.195.934	3.688.611	9.386.790	11,2%	14,2%	16,4%	41,8%
2009	22.400.301	2.554.013	3.342.587	3.149.322	9.045.922	11,4%	14,9%	14,1%	40,4%
2010	24.516.189	2.854.816	3.384.658	3.894.088	10.133.562	11,6%	13,8%	15,9%	41,3%
2011	28.326.257	3.366.341	3.859.474	4.430.524	11.656.339	11,9%	13,6%	15,6%	41,2%
2012	29.537.010	3.434.810	4.325.381	4.843.592	12.603.783	11,6%	14,6%	16,4%	42,7%
2013	31.081.908	3.698.486	4.640.649	5.094.069	13.422.204	11,9%	14,9%	16,4%	43,2%

ANEXO XIV - Importação total de intermediários fosfatados em 2014, por país - Adaptado de MDIC (2015)

País	Importação em kg	Importação em U\$ FOB
Marrocos	1.566.242.844	679.470.659
Estados Unidos	1.106.393.081	489.884.888
Rússia	869.710.360	405.054.832
China	751.325.782	298.437.502
Egito	380.161.984	68.749.260
Israel	360.166.143	90.838.910
Arábia Saudita	115.490.000	55.316.674
Tunísia	100.327.105	34.621.402
México	70.457.371	28.093.356
Austrália	36.302.000	16.951.612
Líbano	25.498.936	10.094.507
Espanha	11.291.380	1.955.404
Bélgica	873.500	997.745
Outros	490.702	425.037
Total Geral	5.394.731.188	2.180.891.788

ANEXO XV - Importação total de intermediários potássicos em 2014, por país - Adaptado de MDIC (2015)

País	Importação em toneladas	Importação em U\$ FOB
Canadá	2.408.058.546	\$768.792.122
Belarus	2.318.007.803	\$754.302.683
Rússia	1.660.812.331	\$512.345.644
Alemanha	1.191.677.553	\$394.349.970
Chile	665.152.494	\$247.927.128
Israel	546.492.355	\$181.028.017
Espanha	237.257.761	\$78.535.988
Estados Unidos	94.846.857	\$27.948.955
Outros	83.934.135	\$59.943.260
Total geral	9.206.239.835	\$3.025.173.767

Errata

Intencionalmente deixado em branco