

RESERVAS MUNDIAIS DE NUTRIENTES DOS FERTILIZANTES¹

Paul E. Fixen²

INTRODUÇÃO

As responsabilidades de administração ou gestão da agricultura incluem o uso racional das matérias-primas a partir das quais se produzem os fertilizantes comerciais. O desenvolvimento e a implementação de boas práticas para uso de fertilizantes (BPUF), focadas na fonte correta, na dose correta, na época correta e na aplicação correta, são necessários não só por razões econômicas e ambientais a curto prazo, mas também para o manejo racional dos recursos dos nutrientes não-renováveis, dos quais dependem a produção de alimentos, forrageiras, fibras e biocombustíveis.

Os picos extremos dos preços dos fertilizantes contendo N, P, K e S alcançados em meados de 2009 causaram temores ao redor do mundo. Alguns perguntam se as reservas de nutrientes dos fertilizantes estão chegando a níveis criticamente baixos e contribuindo para a volatilidade dos mercados. Este artigo mostrará a situação das reservas de nutrientes no mundo em relação à produção atual.

FOSFATADOS

A principal matéria-prima utilizada na produção de quase todos os fertilizantes fosfatados é a rocha fosfática (RF). Em geral, existem dois tipos de RFs: ígneas e sedimentares. Os depósitos insulares, ou em ilhas, são um tipo especial de depósitos sedimentares. A Figura 1 sinaliza os depósitos de RF que se encontram atualmente em

exploração, aqueles que foram explorados no passado recente e aqueles que demonstram ser potencialmente econômicos (McCLELLAN e van KAUWENBERGH, 2004). Estes depósitos encontram-se muito espalhados em grande parte do mundo.

As RFs ígneas tipicamente contêm apatita como forma de P, junto com outros minerais. Frequentemente, os depósitos ígneos apresentam baixo conteúdo de apatita, mas podem ser beneficiadas, atingindo de 36% a 40% de P_2O_5 (STEWART et al., 2005). Os minerais dos depósitos ígneos são pouco reativos. Consequentemente, não são muito adequados para aplicação direta nos solos cultiváveis e, para serem utilizados, devem ser finamente moídos no processamento dos fertilizantes.

Cerca de 80% da RF produzida no mundo provém dos depósitos sedimentares. Estes depósitos variam marcadamente nas propriedades físicas e químicas, desde materiais soltos, não consolidados, até rochas endurecidas; desde fluorapatita, quase sem substituição de carbonatos, até 6%-7% de carbonatos substituindo fosfato (STEWART et al., 2005).

Em geral, a produção mundial de RF tem sido mais estável desde 1981, variando de 120 a 165 milhões de toneladas (MT) por ano (Figura 2). Contudo, a dissolução da União Soviética causou uma interrupção substancial na produção de fosfato, resultando em grande diminuição no início da década de 1990. Recentemente, a produção mundial voltou a aumentar, alcançando os níveis anteriores à ruptura, superando as 160 MT. A China tem sido a principal responsável pelos incrementos na produção mundial durante os últimos 20 anos.

Devido às informações limitadas, a estimativa das reservas e recursos de RF é incerta. Os produtores de fosfatos frequentemente consideram confidencial a informação sobre as reservas. Portanto, as informações das reservas apresentadas neste artigo devem ser consideradas como aproximações gerais, com amplos intervalos de confiança.

A Tabela 1 contém as estimativas atuais das reservas e das bases de reserva mundiais de RF, em toneladas. Os termos reserva e base de reserva são definidos pelo USGS (Serviço Geológico dos Estados Unidos) da seguinte forma:

• **Reserva:** parte da base de reserva que pode ser economicamente extraída ou produzida no momento da avaliação. O termo reserva

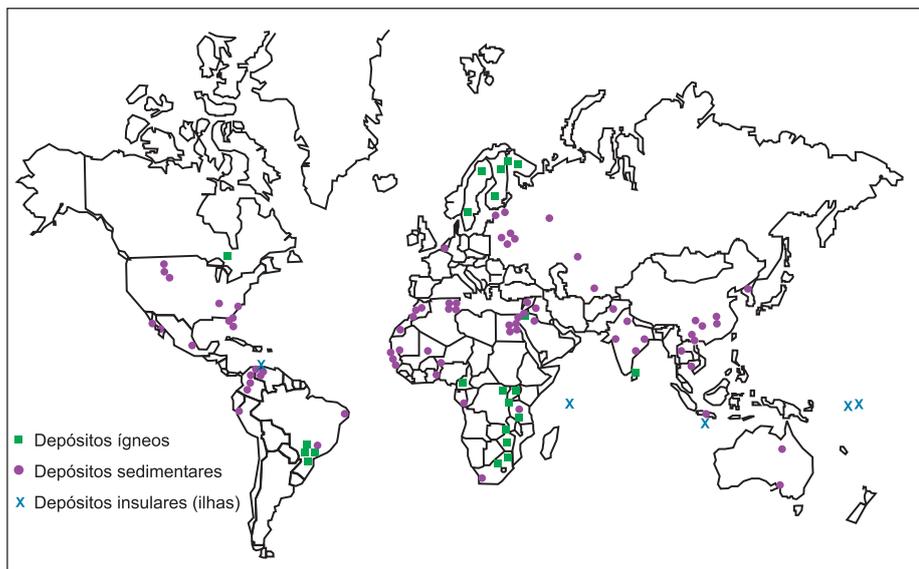


Figura 1. Depósitos de rocha fosfática econômica e potencialmente econômica no mundo. Fonte: McCLELLAN e Van KAUWENBERGH (2004).

Abreviações: DAP = fosfato diamônico, K = potássio, BPUF = boas práticas para uso de fertilizantes, N = nitrogênio, P = fósforo, RF = rocha fosfática, S = enxofre, USGS = United States Geological Survey.

¹ Palestra apresentada no Simposio Fertilidad 2009 – Mejores Prácticas de Manejo para una mayor Eficiencia en la Nutrición de Cultivos, em 12 e 13 de maio de 2009, Rosario, Argentina.

² Vice-Presidente Senior, Coordenador do Grupo das Américas e Diretor de Pesquisa, International Plant Nutrition Institute; email: pfixen@ipni.net

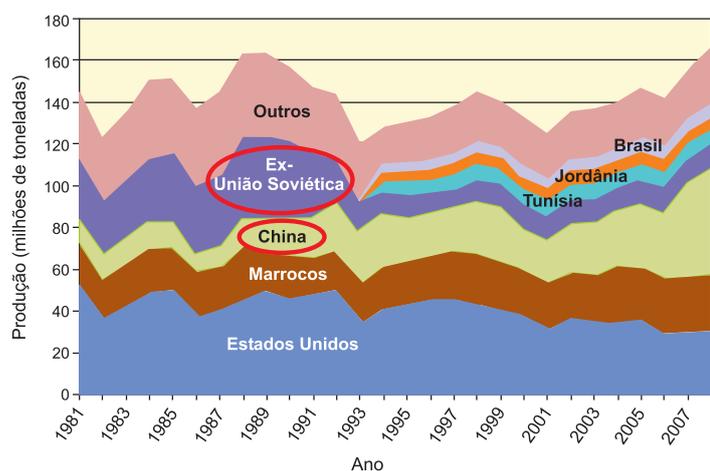


Figura 2. Produção mundial de rocha fosfática no período de 1981 a 2008. (Ano 2008: valor estimado).
Fonte: USGC (2009c).

não significa que é necessário que se encontrem no local as instalações de extração e que estas estejam em operação.

• **Base de reserva:** aqueles recursos que são atualmente econômicos (reservas), marginalmente econômicos e alguns dos quais são atualmente subeconômicos. Contudo, de acordo com o USGS, atualmente as reservas estimadas são baseadas nas condições de mercado de, pelo menos, dois anos e, portanto, não refletem os preços de 2008. Por isso, as reservas atuais podem estar subestimadas.

Marrocos e Saara ocidental são os países que apresentam as maiores bases de reserva e reservas de RF no mundo, totalizando

45% das bases de reserva mundiais (Tabela 1, Figura 3 e Figura 4). China vem a seguir, com 21% das bases de reservas; portanto, estes países apresentam 2/3 das bases de reserva de RF no mundo. A Tabela 1 contém também as estimativas de vida das reservas de RF e das bases de reserva, considerando a produção média de 2007 e 2008. A estes níveis de produção, a reserva e a base de reserva de RF no mundo apresentam uma longevidade que pode ser estimada em 93 e 291 anos, respectivamente (Figura 5).

Neste ponto, é importante recordar os comentários realizados anteriormente acerca da confiabilidade destas estimativas. Dois exemplos ilustram o assunto. Primeiro, em 2002, o USGS estimou as

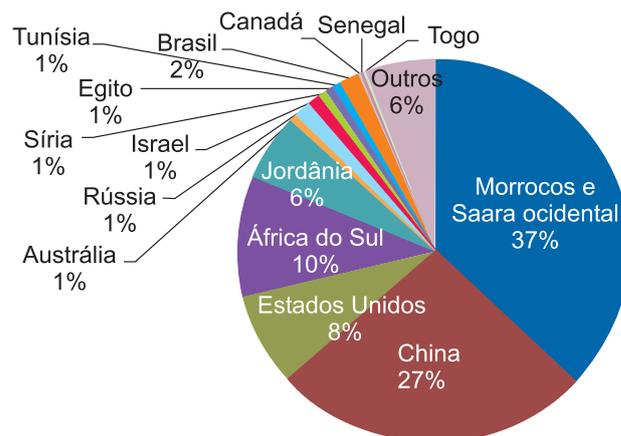


Figura 3. Reservas mundiais de fosfato em 2008.
Fonte: USGS (2009c).

Tabela 1. Produção mineral, reservas e base de reservas de fosfatos.

País	Produção mineral ¹		Reserva ³	Base de reserva ⁴	Vida da reserva ⁵	Vida da base de reserva ⁵
	2007	2008 ²				
----- (Milhões de toneladas métricas) -----						
Marrocos e Saara ocidental	27,00	28,00	5.700	21.000	207	764
China	45,40	50,00	4.100	10.000	86	210
Estados Unidos	29,70	30,90	1.200	3.400	40	112
África do Sul	2,56	2,40	1.500	2.500	605	1.008
Jordânia	5,54	5,50	900	1.700	163	308
Austrália	2,20	2,30	82	1.200	36	533
Rússia	11,00	11,00	200	1.000	18	91
Israel	3,10	3,10	180	800	58	258
Síria	3,70	3,70	100	800	27	216
Egito	2,20	3,00	100	760	38	292
Tunísia	7,80	7,80	100	600	13	77
Brasil	6,00	6,00	260	370	43	62
Canadá	0,70	0,80	25	200	33	267
Senegal	0,60	0,60	50	160	83	267
Togo	0,80	0,80	30	60	38	75
Outros países	8,11	10,80	890	2.200	94	233
Total mundial	156	167	15.000	47.000	93	291
----- (Anos) -----						

¹ Conteúdo de P₂O₅: 23% a 39% com média, em 2007, de 32%. O conteúdo médio de P₂O₅ na rocha fosfática, nos Estados Unidos, é de 29%.

² Estimada.

³ Reservas que podem ser economicamente exploráveis na época da determinação.

⁴ Bases de reserva econômicas, marginalmente econômicas e alguns recursos subeconômicos.

⁵ Vida com base na produção de 2007-2008.

Fonte: USGS (2009c).

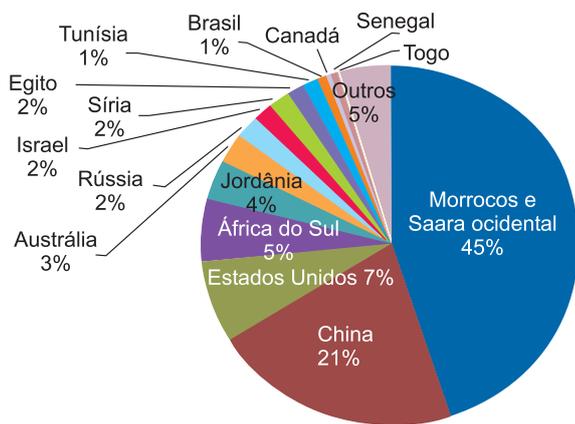


Figura 4. Bases de reserva mundiais de fosfato em 2008. **Fonte:** USGS (2009c).

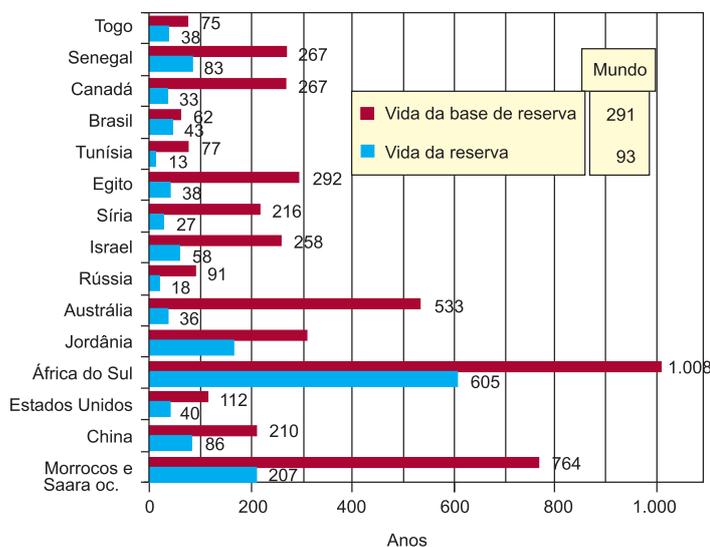


Figura 5. Longevidade das reservas e das bases de reserva das minas de fosfato tomando-se como base a produção de 2007-2008. **Fonte:** USGS (2009c).

reservas e as bases de reserva mundiais de RF em 12.990 e 46.990 MT, respectivamente (STEWART et al., 2005). Em 2009, as estimativas discutidas representam cerca de 122% e 100% das estimativas realizadas em 2002, embora existam sete anos adicionais de produção desde a época em que as reservas foram estimadas. Como segundo exemplo, Sheldon (1987) reportou que as reservas de RF eram de 15.259 MT (próximo ao que foi estimado atualmente) e os recursos identificáveis (bases de reserva + bases de reserva inferidas) de 112.341 MT. Considerando-se a produção atual, estes recursos identificáveis poderiam apresentar uma longevidade de 696 anos.

Já White e Cordell (2009) consideram que as reservas atuais podem ser esgotadas ainda neste século. Explicam que, antes que este ponto seja atingido, a produção de recursos atingirá uma taxa máxima, ou pico, estimada para ocorrer em 2030, e depois entrará em declínio.

Claramente, existe uma grande incerteza nestas estimativas. Mesmo considerando que as matérias-primas para a produção de fer-

tilizantes fosfatados do mundo não estejam prestes a se esgotar, deve-se considerar que estes são recursos naturais não-renováveis e merecem melhor administração.

POTÁSSICOS

O potássio é extraído de uma grande variedade de minerais, sendo os mais comuns: silvita (KCl), silvinita (KCl + NaCl), hartsalz (depósitos de mineral com sais de sulfato) e langbeinita (K₂SO₄.MgSO₄). Fontes econômicas apresentam-se em camadas sedimentares de sal, remanescentes de antigos mares interiores (depósitos evaporativos), ou em lagos de sal e salmouras naturais. A localização geral das reservas de potássio e das reservas de base são mostradas na Figura 7. A maior reserva do mundo encontra-se em Saskatchewan, Canadá, onde o mineral ocorre excepcionalmente em alta concentração (25%-30% de K₂O) e a profundidades de 1.000 m a até mais de 3.500 m. Estes depósitos são, em sua maioria, de silvinita, alguns de carnalita (KCl.MgCl₂.6H₂O) e argila.

A produção, as reservas, as vidas das reservas e a longevidade, baseadas em informação do USGS, são reportadas, por país, na Figura 6, na Figura 8, na Figura 9 e na Tabela 2. O Canadá possui 53% das reservas mundiais de potássio, enquanto Canadá, Rússia, Bielorrússia e Alemanha, em conjunto, representam 92%. As reservas mundiais de potássio são grandes, com vida da reserva, com base na produção atual, de 235 anos e vida da base de reserva de 500 anos.

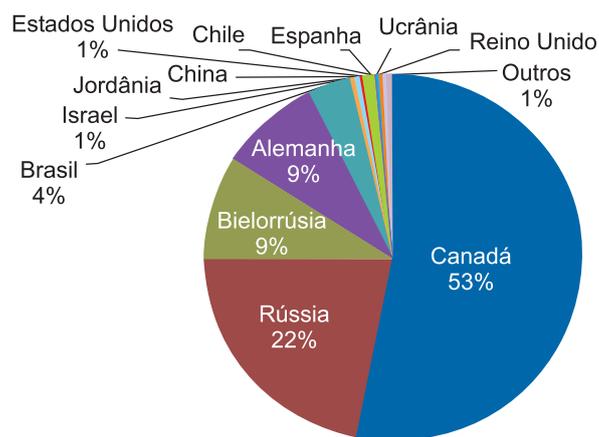


Figura 6. Reservas mundiais de potássio em 2008. **Fonte:** USGS (2009d).

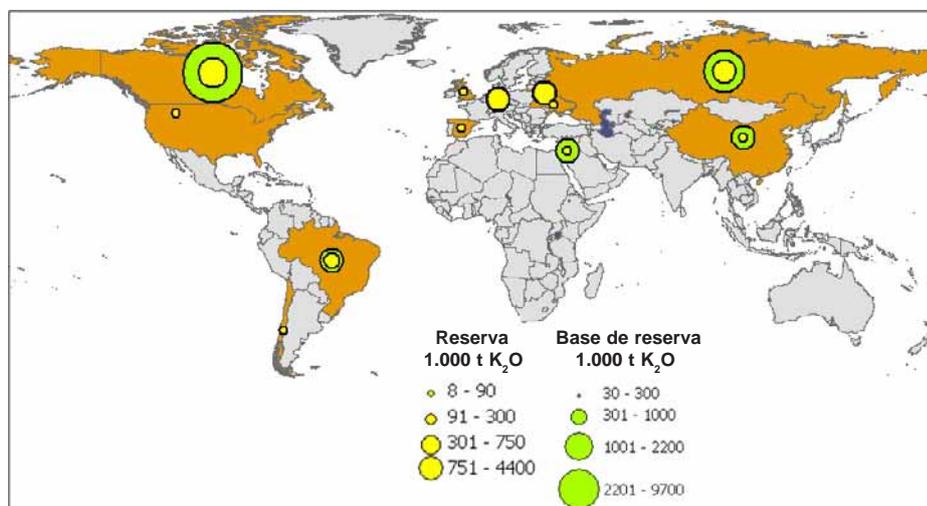


Figura 7. Reservas e bases de reserva mundiais de potássio. **Fonte:** Terry Roberts, comunicação pessoal (com base em dados de USGS, 2008).

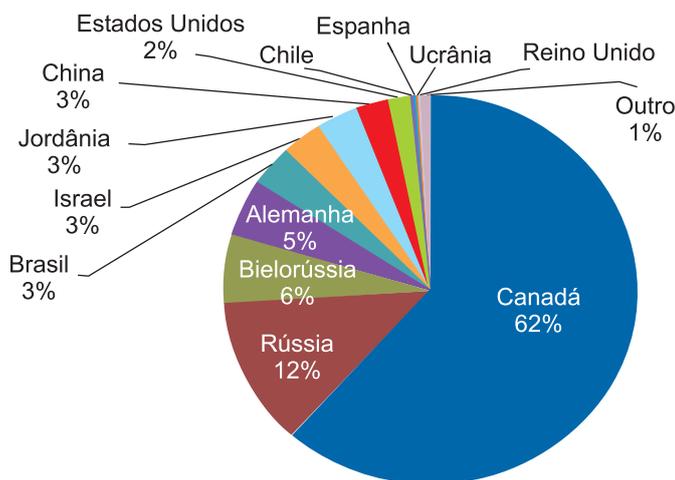


Figura 8. Bases de reserva mundiais de potássio em 2008.
Fonte: USGS (2009d).

Espera-se que cerca de 1 MT de K_2O seja agregada à produção por ano, no período de 2009 a 2011, principalmente por Canadá, Rússia e Israel, e um pouco por Jordânia e Estados Unidos. Um adicional de 5 MT é esperado em 2012 de Canadá, Argentina, Bielorrússia e Jordânia (PRUD'HOMME, 2008). Com isso, a produção em 2012 alcançaria um total de aproximadamente 8 MT.

SULFÚRICOS

O enxofre (S) é um dos constituintes mais comuns da crosta terrestre. As estimativas do USGS sobre os recursos elementares de S nos depósitos vulcânicos e evaporitas e do S associado a gás natural, petróleo e sulfureto de metal, entre outros, são de cerca de

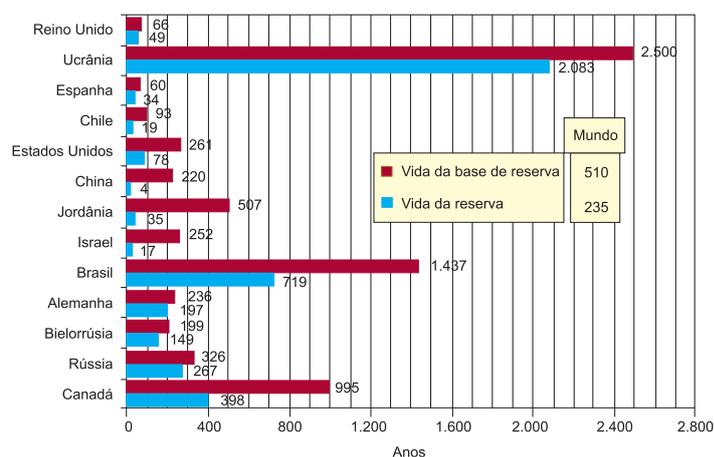


Figura 9. Longevidade das reservas e das bases de reserva das minas de potássio tomando-se como base a produção de 2007-2008.
Fonte: USGS (2009d).

5 bilhões de toneladas. O S no gesso e na anidrita é quase ilimitado, e cerca de 600 bilhões de toneladas do elemento encontram-se contidos no carvão, no xisto betuminoso e no xisto rico em matéria orgânica, porém, não há desenvolvimento de métodos de baixo custo para recuperar o S a partir destas fontes (USGS, 2009e). Geralmente, o S não é produzido intencionalmente como produto primário. Atualmente, a extração da maior parte do S disponível no mercado é feita a partir do gás natural e do petróleo, como petróleo cru, que contém de 0,1% a 2,8% de S (IFDC, 2008). Alguma proporção de S se recupera a partir do carvão, da queima de sulfureto no processamento metalúrgico e da mineração das piritas.

Cerca de 80% a 85% da produção mundial de S é utilizada para a fabricação do ácido sulfúrico. Metade da produção mundial

Tabela 2. Produção mineral, reservas e base de reservas de potássio.

País	Produção mineral ¹		Reserva ³	Base de reserva ⁴	Vida da reserva ⁵	Vida da base de reserva ⁵
	2007	2008 ²				
----- (Milhões de toneladas métricas) -----						
Canadá	11,10	11,00	4.400	11.000	398	995
Rússia	6,60	6,90	2,800	2.200	267	326
Bielorrússia	4,97	5,10	750	1.000	149	199
Alemanha	3,60	3,60	710	850	197	236
Brasil	0,41	0,43	300	600	719	1.437
Israel	2,20	2,40	40	580	17	252
Jordânia	1,09	1,20	40	580	35	507
China	2,00	2,10	8	450	4	220
Estados Unidos	1,10	1,20	90	300	78	261
Chile	0,50	0,58	10	50	19	93
Espanha	0,58	0,59	20	35	34	60
Ucrânia	0,01	0,01	25	30	2.083	2.500
Reino Unido	0,43	0,48	22	30	49	66
Outros países			50	140		
Total mundial	34,6	36,0	8.300	18.000	235	510

¹ Estimada.

² Reservas que podem ser economicamente exploradas na época da determinação.

³ Bases de reserva econômicas, marginalmente econômicas e alguns recursos subeconômicos.

⁵ Vida com base na produção de 2007-2008.

Fonte: USGS (2009d).

de ácido sulfúrico é utilizada na produção de fertilizantes, principalmente na conversão de fosfatos em formas de P solúveis em água. Cerca de 1 tonelada de S é necessária para a produção de um pouco mais de 2 toneladas de fosfato diamônico (DAP) (IFDC, 2008).

Os países líderes na produção de S são Estados Unidos, Canadá, China e Rússia (Tabela 3 e Figura 10). Estes quatro países produzem quase metade do S do mundo. Tendo em vista que o petróleo e os minerais de enxofre podem ser processados a grandes distâncias do local onde foram produzidos, o USGS destaca que a produção atual de S pode não estar no país para o qual se atribuem as reservas. Esta é uma das razões pelas quais a informação sobre reservas e reservas de base de S não são reportadas por país. A Tabela 3 também indica a produção de gesso ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) por país, considerando que uma pequena quantidade deste produto é utilizada para fins agrícolas como condicionador do solo e fonte de nutrientes. Como exemplo, em 2008, pouco mais de 1 MT, dos 12,7 MT de gesso produzidos nos Estados Unidos, foi utilizada na agricultura.

A longo prazo, espera-se que haja um incremento na oferta mundial de S para superar os intervalos de escassez, como ocorreu em meados de 2008, quando os preços do S dispararam de menos de US\$ 100/t para mais de US\$ 800/t. O aumento dos preços foi impulsionado por ajustes nos fornecimentos, resultado de uma produção menor que a esperada nos Estados Unidos, e pelo lento

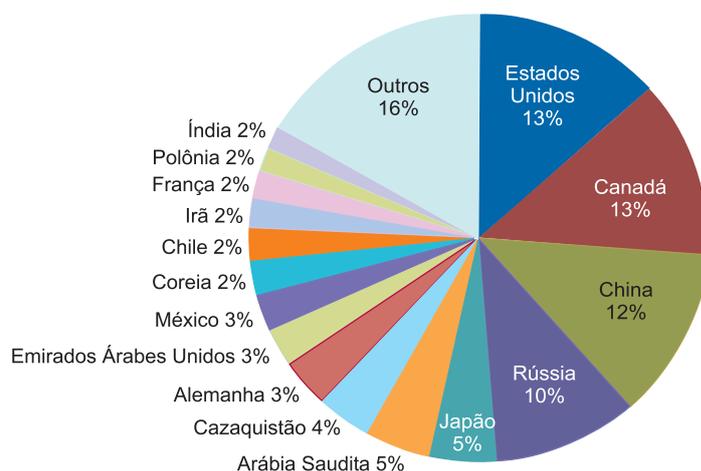


Figura 10. Produção mundial anual de enxofre (média de 2007 e 2008).
Fonte: USGS (2009e).

progresso nas novas explorações de petróleo e gás natural, junto a um maior consumo de operações para a produção de fertilizantes fosfatados. Uma forte diminuição na demanda de S na Ásia, no terceiro trimestre de 2008, levou a uma diminuição dos preços, que ocorreu no final do ano.

Tabela 3. Produção de enxofre (S) e de gesso no mundo.

País	Produção de enxofre (S)		País	Produção de gesso	
	2007	2008 ¹		2007	2008 ¹
----- (Milhões de toneladas métricas) -----					
Estados Unidos	9,09	9,09	China	37,0	40,7
Canadá	8,97	8,80	Estados Unidos	17,9	12,7
China	8,46	8,50	Irã	12,0	12,0
Rússia	7,05	7,10	Espanha	11,5	11,3
Japão	3,20	3,20	Tailândia	8,6	8,8
Arábia Saudita	3,10	3,20	Canadá	7,7	7,3
Cazaquistão	2,60	2,60	México	6,1	5,8
Alemanha	2,30	2,50	Japão	5,9	5,7
Emirados Árabes Unidos	1,95	2,00	Itália	5,5	5,5
México	1,77	1,80	França	4,8	4,7
Coreia	1,69	1,70	Austrália	4,2	4,1
Chile	1,57	1,60	Índia	2,5	2,8
Irã	1,57	1,60	Rússia	2,3	2,4
França	1,31	1,30	Egito	2,0	2,0
Polônia	1,32	1,30	Brasil	1,8	1,7
Índia	1,15	1,20	Alemanha	1,8	1,7
Austrália	0,95	0,95	Polônia	1,6	1,7
Venezuela	0,80	0,80	Reino Unido	1,7	1,7
Itália	0,74	0,74	Algeria	1,1	1,3
Kuwait	0,70	0,70	Uruguai	1,2	1,1
África do Sul	0,64	0,65	Áustria	1,0	1,0
Finlândia	0,61	0,61			
Espanha	0,60	0,60			
Holanda	0,53	0,53			
Uzbequistão	0,52	0,52			
Outros países	5,23	5,20	Outros países	15,3	14,9
Total mundial	68,4	68,8	Total mundial	154	151

¹ Estimado.

Fonte: USGS (2009e).

NITROGENADOS

A amônia (NH₃) é a fonte básica de nitrogênio (N) utilizada na produção da maioria dos fertilizantes nitrogenados. Cerca de 3% da produção mundial é utilizada em aplicação direta nos solos cultivados, principalmente na América do Norte. O uso como não fertilizante representa cerca de 16% da produção mundial de amônia (ABRAM e FORSTER, 2005). China, Índia, Rússia e Estados Unidos representam mais de 50% da produção total atual de amô-

nia, sendo que somente a China contribui com cerca de 1/3 da produção total (Tabela 4 e Figura 11).

O gás natural é a matéria-prima utilizada em 75%-80% da produção mundial de amônia (ABRAM e FORSTER, 2005), sendo necessários cerca de 1.230 m³ de gás para a produção de 1 tonelada de N-amônia (HUANG, 2007). Contudo, a produção de amônia consome muito pouco gás natural na maioria dos países. Mesmo admitindo-se que toda a amônia seja produzida a partir do gás

Tabela 4. Produção de amônia, consumo e reservas de gás natural no mundo.

Produção de amônia			Gás natural (1/1/2008)			
País	2007	2008	País	Consumo	Reservas ²	
	N			(Metros cúbicos)		Total
	(milhões de toneladas)			(Bilhões)	(Trilhões)	(%)
China	42,48	44,60	Rússia	610	47,57	27,2
Índia	11,00	11,00	Irã	112	26,84	15,3
Rússia	10,50	11,00	Qatar	21	25,63	14,6
Estados Unidos	8,84	8,24	Arábia Saudita	76	7,16	4,1
Trinidad e Tobago	5,10	5,10	Emirados Árabes Unidos	43	6,06	3,5
Indonésia	4,40	4,40	Estados Unidos	653	5,97	3,4
Ucrânia	4,20	4,20	Nigéria	13	5,21	3,0
Canadá	4,10	4,10	Venezuela	27	4,70	2,7
Alemanha	2,75	2,80	Argélia	26	4,50	2,6
Arábia Saudita	2,60	2,60	Iraque	2	3,17	1,8
Paquistão	2,25	2,25	Turcomenistão	19	2,83	1,6
Irã	2,00	2,00	Cazaquistão	31	2,83	1,6
Egito	1,75	1,90	Indonésia	23	2,66	1,5
Polônia	1,90	1,90	Malásia	33	2,35	1,3
Holanda	1,80	1,80	China	71	2,27	1,3
Qatar	1,80	1,80	Noruega	7	2,24	1,3
Japão	1,09	1,36	Uzbequistão	51	1,84	1,1
Bangladesh	1,30	1,30	Egito	32	1,67	0,9
Romênia	1,30	1,30	Canadá	93	1,64	0,9
			Kuweit	13	1,59	0,9
			Libia	6	1,40	0,8
			Holanda	46	1,40	0,8
			Ucrânia	85	1,10	0,6
			Índia	42	1,10	0,6
			Azerbaijão	10	0,85	0,5
			Austrália	29	0,85	0,5
			Omã	11	0,85	0,5
			Paquistão	31	0,79	0,5
			Bolívia	3	0,75	0,4
			Trinidad e Tobago	21	0,53	0,3
			Iêmen	0	0,48	0,3
			Argentina	44	0,45	0,3
			Reino Unido	91	0,41	0,2
			México	68	0,39	0,2
			Brunei	4	0,39	0,2
			Brasil	20	0,35	0,2
			Peru	2	0,34	0,2
Outros países	20,30	22,00	Outros países	727	3,83	2,2
Total mundial	131,5	135,7	Total mundial	3,196	175	100

¹ Estimada.

² Reservas que podem ser recuperadas com a tecnologia presente e com os preços atuais.

Nota: Para a produção de 1 tonelada de N-amônia são requeridos 1.230 m³ de gás natural.

Fonte: Amônia = USGS (2009b); gás = OGJ (2007), NATION MASTER (2009).

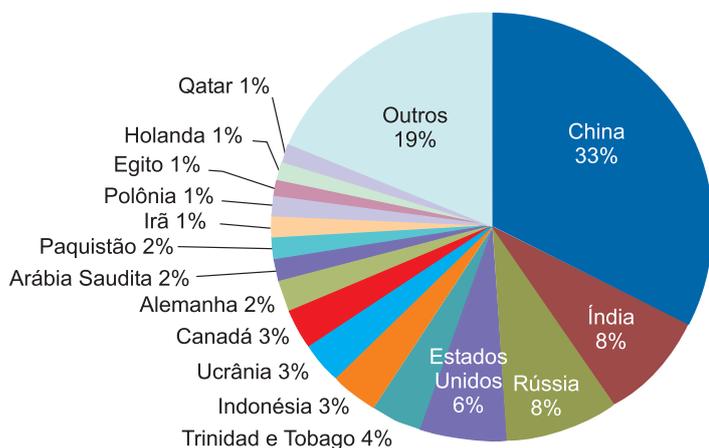


Figura 11. Produção anual de amônia no mundo (média de 2007 e 2008).
Fonte: USGS (2009e).

natural, 5% do consumo anual mundial de gás seriam utilizados para a produção de amônia. Nos Estados Unidos, somente cerca de 1,5% do gás natural é direcionado para a síntese de amônia. Por isso, os preços do gás natural são geralmente independentes do mercado de fertilizantes. O aumento dos preços de gás natural nos países desenvolvidos está provocando um deslocamento da produção de N para os países em desenvolvimento. Várias empresas tem anunciado planos para construir novas plantas de amônia na Argélia, China, Líbia e Peru (USGS, 2009b).

Considerando-se o processo dominante de fabricação utilizada atualmente, o tema sobre as reservas de fertilizantes nitrogenados essencialmente se converte em discussão das reservas de gás natural. O consumo e as reservas de gás, ordenados por quantidade de reserva, são apresentados na Tabela 4 e na Figura 12. Rússia, Irã e Qatar detêm 57% das reservas mundiais provadas de gás. Globalmente, há o consumo de cerca de 3,2 trilhões de m³ de gás por ano e existem 175 trilhões de m³ de reservas provadas, o que resulta em longevidade de 55 anos. Contudo, as reservas mundiais de gás natural tem apresentado uma tendência ascendente, o que indica que, até o momento, os fabricantes tem sido capazes de reconstituir as reservas com novos recursos no tempo (EIA, 2008). As maiores adições recentes às estimativas das reservas de gás natural foram reportadas por Venezuela e Arábia Saudita.

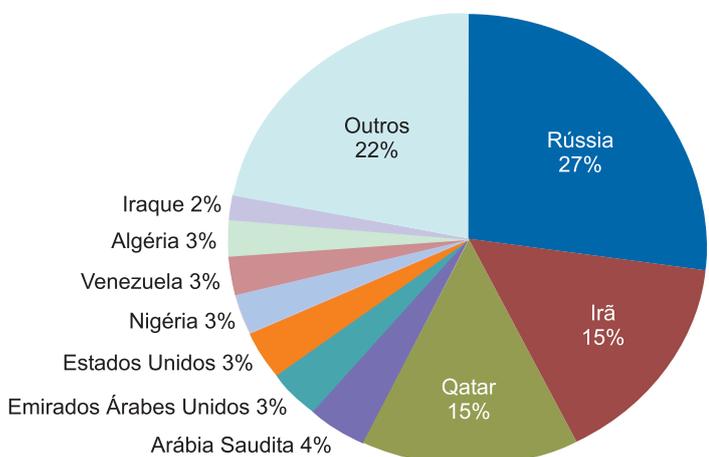


Figura 12. Reservas de gás natural no mundo.
Fonte: OGJ (2007).

CONCLUSÕES

As reservas mundiais e os recursos para N, P, K e S parecem adequados no futuro previsível. Contudo, os custos dos nutrientes aumentarão com o tempo à medida que os materiais que são extraídos com maior facilidade forem consumidos. Portanto, um novo incentivo para o aperfeiçoamento contínuo e a adoção das BPUF é saber que o ganho em eficiência resultante irá retardar o aumento dos custos dos fertilizantes. O manejo racional dos recursos de nutrientes não-renováveis é uma responsabilidade crucial para a indústria agrícola.

REFERÊNCIAS

- ABRAM, A.; FORSTER, D. L. **A primer on ammonia, nitrogen fertilizers, and natural gas markets.** The Ohio State University, 2005. 50 p. (Report AEDE-RP-0053-05)
- EIA. ENERGY INFORMATION ADMINISTRATION. Natural gas - 2008. In: **International Energy Outlook.** Washington, 2009. Disponível em: <www.eia.doe.gov/oiaf/ieo/index.html>
- HUANG, W. **Impact of rising natural gas prices on U.S. ammonia supply.** Washington: USDA-ERS, 2007. 18 p.
- IFDC. **Focus on fertilizers and food security.** Muscle Shoals, 2008. Disponível em: <www.ifdc.org/focusonfertilizer4.html>
- McCLELLAN, G. H.; Van KAUWENBERGH, S. J. World phosphate deposits. In: **Use of phosphate rocks for sustainable agriculture.** FAO Land and Water Development Division and the International Atomic Energy Agency, 2004.
- NATION MASTER. Woolwich, 2009. Disponível em: <www.nationmaster.com>
- OGJ. OIL & GAS JOURNAL. Houston, 2007. Disponível em <www.ogj.com>
- PRUD'HOMME, M. **Global fertilizers and raw materials supply and supply/demand balances 2008-2012.** In: IFA ANNUAL CONFERENCE, 76., 2008, Viena, Austria.
- SHELDON, R. P. Industrial minerals – with emphasis on phosphate rock. In: McLAREN, D. J.; SKINNER, B. J. (Ed.). **Resources and world development.** New York: John Wiley & Sons, 1987. p. 347-361.
- STEWART, W. M.; HAMMOND, L. L.; Van KAUWENBERGH, S. J. Phosphorus as a natural resource. In: **Phosphorus: agriculture and the environment.** Madison: ASA-CSSA-SSSS, 2005. (Agronomy Monograph, n. 46).
- USGS. United States Geological Survey. Gypsum. **Mineral Commodity Summaries.** Reston, 2009a. Disponível em: <<http://minerals.er.usgs.gov/minerals/pubs/mcs>>
- USGS. United States Geological Survey. Nitrogen (Fixed) - Ammonia. **Mineral Commodity Summaries.** Reston, 2009b. Disponível em: <<http://minerals.er.usgs.gov/minerals/pubs/mcs>>
- USGS. United States Geological Survey. Phosphate rock. **Mineral Commodity Summaries.** Reston, 2009c. Disponível em: <<http://minerals.er.usgs.gov/minerals/pubs/mcs>>
- USGS. United States Geological Survey. Potash. **Mineral Commodity Summaries.** Reston, 2009d. Disponível em: <<http://minerals.er.usgs.gov/minerals/pubs/mcs>>
- USGS. United States Geological Survey. Sulfur. **Mineral Commodity Summaries.** Reston, 2009e. Disponível em: <<http://minerals.er.usgs.gov/minerals/pubs/mcs>>