

PAINEL 23

*Minerais Industriais e
Estratégicos para o
Brasil: o Caso dos
Fertilizantes Fosfatados
(Estudo Comparativo
entre o Superfosfato
Simples e o Termo-
fosfato Magnesiano)*

Pawel Keller Farah
Bolsista de Inic. Científica, Engenharia
Química, UERJ

Gildo de A. Sá C. de Albuquerque,
Orientador, Engenheiro de Minas

1. INTRODUÇÃO

Os solos brasileiros são carentes em fósforo, elemento vital para o bom desenvolvimento dos vegetais. Apesar de o Brasil ter grandes reservas de rocha fosfática, o fósforo nelas contido está combinado na estrutura da apatita, que, por ser muito estável, não permite a absorção direta do fósforo pelo solo, havendo necessidade de se quebrar a estrutura cristalina para tornar tal elemento disponível aos vegetais.

O fósforo, geralmente expresso em termos do óxido (P_2O_5), escasso na maioria dos solos, constitui de 0,1 a 0,4% do peso seco das plantas, sendo essencial para a divisão celular e para o desenvolvimento dos tecidos dos vegetais (5).

Deve-se promover, através de processos industriais adequados, o rompimento da estrutura apatítica para formar compostos onde o fósforo se encontre em forma assimilável pelas plantas.

Existem basicamente dois meios de tornar o fósforo disponível: a via úmida e a via térmica. A primeira caracteriza-se pelo ataque ácido (normalmente sulfúrico) ao concentrado fosfático, que, dependendo das condições do processo e da relação estequiométrica, pode produzir diretamente superfosfato simples (SSP), fosfato parcialmente acidulado ou, ainda, produzir ácido fosfórico, que dá origem ao superfosfato triplo (obtido pelo ataque desse ácido ao concentrado). Na via térmica produz-se o termofosfato obtido através de transformações físicas e reações químicas entre o concentrado fosfático e escórias magnesianas a altas temperaturas (8).

Especificamente neste trabalho utilizamos para comparação o superfosfato simples como produto final do ataque ao concentrado fosfático por via úmida, visto que o mesmo apresenta um teor final de P_2O_5 compatível com o do termofosfato magnesiano, além de demandar menores investimentos na sua produção.

Com relação à solubilidade dos fosfatos estudados, o SSP é solúvel tanto em água quanto incorporado ao solo, com alta capacidade de liberar fósforo para as plantas, além de enxofre e cálcio (nutrientes secundários) e, portanto, possuindo alta eficiência agrônômica. Já o termofosfato, apesar de ser insolúvel em água, tem eficiência igual, ou mesmo superior, à dos superfosfatos, apresentando a vantagem de não sofrer lixiviação acarretada pela chuva e regular o pH do solo devido ao seu alto teor de silicato de cálcio e magnésio, sendo ideal para solos tropicais ácidos. Estes efeitos secundários podem ser responsáveis por valores de IEA (Índice de Eficiência Agrônômica) superiores a 100% (3).

2. METODOLOGIA

Através de balanços de energia, fluxogramas e diagramas dos processos de fabricação dos fertilizantes, foi possível calcular (sem levar em conta a sensibilidade), o tempo de retorno e o risco do investimento para cada projeto de processamento), atualizando-se os dados de matérias-primas (sem analisar a curva de evolução dos preços), basicamente pelo valor CIF (Minas Gerais). O presente trabalho é uma discussão sobre os aspectos positivos e negativos de cada uma das rotas de solubilização de fosfatos envolvidas (2) (4).

3. RESULTADOS OBTIDOS

Tabela 1 - Estimativas de custos na produção de superfosfato simples

a) Custos diretos	Custo Anual (US\$)
Supervisão e Mão-de-Obra	848.000
Matéria-prima	14.502.720
Materiais de operação	527.000
Peças de reposição	250.050
Ensacamento	326.040
Água tratada (99.000 x US\$ 0,34/m ³)	33.660
Energia elétrica (14.630 x US\$ 29,80/mWh)	435.974
TOTAL Custos diretos	16.923.444
Custo unitário (286.000 t)	59,17
b) Custos de Operação	Custo Anual (US\$)
Concentrado fosfático (180.000 x US\$ 41,00/t)	7.380.000
Ácido sulfúrico (114.000 x US\$ 62,48/t)	7.122.720
TOTAL Matérias-primas	14.502.720
Óleo combustível (4.068 x US\$ 118,00/t)	480.024
Lubrificantes (1.294 x US\$ 6,28/kg)	8.126
Materiais gerais (250 x US\$ 125,00/ dia)	31.250
Segurança (95 x US\$ 80,00/ pessoa)	7.600
TOTAL Materiais de operação	527.000

Tabela 2 - Estimativas de custos na produção de Termofosfato Magnesiano Fundido

a) Custos diretos	Custo Anual (US\$)
Supervisão e Mão-de-Obra	1.090.696
Matéria-prima	5.911.385
Materiais de operação	958.947
Peças de reposição	303.594
Ensacamento	430.920
Energia elétrica (68.050 x US\$ 29,80/ mWh)	2.027.890
b) Custos de operação de instalações necessárias em função da unidade de Termofosfato	Custo Anual (US\$)
Água bruta	129.538
Tratamento de água	198.138
Subestação primária	122.826
Fator de demanda	1.648.248
TOTAL Custos diretos	12.822.174
Custo unitário (126.000 t)	101,76
c) Custos de operação	Custo Anual (US\$)
Concentrado fosfático (70.000 x US\$ 41,00/ t)	2.870.000
Magnetita (3.865 x US\$ 12,85/ t)	49.665
Serpentinita (74.725 x US\$ 25,94/ t)	1.938.397
Carvão vegetal (15.100 x US\$ 60,76/ t)	917.476
Bentonita (1.645 x US\$ 82,60/ t)	135.877
TOTAL Matérias-primas	5.911.385
Óleo combustível (737 x US\$ 118,00/ t)	86.966
Lubrificantes (895 x US\$ 6,28/ kg)	5.621
Pasta Soderberg (1.512 x US\$ 565,00/ t)	854.280
Segurança (150 x US\$ 80,00/ pessoa)	120.000
TOTAL Materiais de operação	958.847

Tabela 3 - Custos operacionais unitários dos produtos finais

	Superfosfato Simples	Termofosfato
Concentrado fosfático	25,80	22,78
Ácido sulfúrico	23,16	
Outras matérias-primas		23,72
Energia elétrica	1,52	16,09
Demais custos	8,69	39,17
Custo unitário total (US\$/ t)	59,17	101,76

4. CONSIDERAÇÕES GERAIS

Com base nos dados coletados, pudemos constatar que ainda não existem condições favoráveis para a implantação do termofosfato em larga escala no Brasil. O superfosfato simples custa cerca de 40% a menos, em comparação ao termofosfato, razão pela qual torna-se inviável a sua implantação na atual conjuntura em que se encontra o país.

Existem outros fatores que nos ajudam a entender melhor o fato supracitado. Atualmente, o preço do enxofre no mercado mundial é um dos mais baixos já registrados nos últimos 50 anos, contribuindo decisivamente para o declínio dos custos de produção do superfosfato.

A alta sofisticação do processo de fusão em forno elétrico, equipamento central na manufatura de termofosfatos, é hoje baseada em conhecimentos de fornos similares de outros setores, não existindo, no entanto, tecnologias específicas nessa área que visem a maximização de rendimentos e a otimização de resultados.

A instalação de unidades específicas de termofosfato envolve enormes quantias de capital, já que são investimentos de alto risco. O mercado consumidor de termofosfatos ainda é muito restrito e seu preço ainda é muito pouco competitivo, se comparado ao SSP.

Sob o ponto de vista estratégico, o termofosfato não deixa de ser extremamente interessante, pois aproveita recursos já existentes no país, representando uma independência maior com relação ao mercado externo. Uma alternativa seria o aproveitamento de determinadas etapas do processo de produção de outros fertilizantes, como meio de minimizar os custos envolvidos na manufatura de termofosfatos.

Portanto, somente se justifica a fabricação do mesmo quando há grandes vantagens na utilização do produto ou quando fontes energéticas baratas são empregadas no processo.

Por enquanto, resta-nos aguardar novas posições políticas e econômicas para uma melhor definição com relação ao emprego do termofosfato no país. No momento, a rota úmida de solubilização do fósforo continua sendo a mais atraente para o Brasil, por já ter implantadas suas respectivas unidades, não necessitando de novos investimentos.

Contudo, o termofosfato magnesiano permanece como uma rota fosfática aplicável ao país, não devendo ser esquecida sua pesquisa e otimização apenas por conta de vantagens econômicas imediatas (enxofre) cujas fontes são externas.

BIBLIOGRAFIA

1. ALBUQUERQUE, G.A.S. e GIANNFRIM, J.B. Novas áreas de pesquisa de fosfato no Brasil. In: ENCONTRO NACIONAL DE ROCHA FOSFÁTICA; IBRAFOS; Brasília; 1981.
2. GIULIETTI, M. Aspectos gerais da produção de termofosfatos. In: III ENCONTRO NACIONAL DE ROCHA FOSFÁTICA; IBRAFOS; Brasília; 1987; pp. 293-311.
3. GOEDERT, W.J., REIN, T.A. e SOUSA, D.M.G. Eficiência agrônômica de fertilizantes fosfatados não-tradicionais; Planaltina, EMBRAPA-CPAC; 1986; 21p.

4. INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO S.A. - IPT. Manual de recomendações para conservação de energia na indústria de fertilizantes; São Paulo; 1986.
5. LIMA, J.M.G. Perfil analítico dos fertilizantes fosfatados; DNPM; Brasília; 1976; 55p.
6. MALAVOLTA, E. Glossário de utilização de fertilizantes; ANDA; São Paulo; 1978; 35p.
7. MALAVOLTA, E. Tecnologia de fertilizantes para o Brasil: subsídios. In: Simpósio sobre Tecnologia; São Paulo; 1979.
8. SEMINÁRIO SOBRE RECUPERAÇÃO DE FÓSFORO; IBRAFOS; São Paulo; 1987; pp. 213-257.