

Desenvolvimento de fertilizante fosfatado farelado a base rochas fosfáticas, escórias de siderurgia e micronutrientes para recuperação de pastagens degradadas⁽¹⁾

Gabriel Carlos Francisco ⁽²⁾; Jéssica Franciele Kaminski Ramos ⁽³⁾; Bruna Karina da Silva Oliveira ⁽²⁾; Rosângela Stralio⁽⁴⁾; Vinícius de Melo Benites⁽⁴⁾.

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos o projeto SEG 30.18.00.050.00.00 - Recomendações agrônômicas e validação do uso de escórias de siderurgia para pastagens. ⁽²⁾ Graduando em Engenharia Química, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, RJ. ⁽³⁾ Mestranda em agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. ⁽⁴⁾ Engenheiro(a) Agrônomo(a), PhD em Ciências do Solo, Pesquisador(a) da Embrapa Solos, Rio de Janeiro, RJ.

Resumo – O fósforo é um dos nutrientes essenciais para a produção vegetal e o setor de fertilizantes fosfáticos tem desenvolvido produtos parcialmente acidulados os quais são empregados baixos níveis de acidulação obtendo maior eficiência agrônômica. Nesta etapa do trabalho foram estudados processos de acidulação de rocha fosfática, visando o desenvolvimento inicial de fontes de fósforo para composição de misturas fertilizantes. Foi estudado o pó de rocha de Pratápolis – MG, visando melhorar sua eficiência agrícola. Avaliou-se a solubilidade e a caracterização granulométrica em frações de 7, 16, 32, 48, 60 e 200mesh. Para a análise de solubilidade, foi proposta a quantificação em teor de P solúvel em água, ácido cítrico, citrato neutro de amônio e ácido nítrico. Os resultados indicam que há maior teor de fósforo solúvel nas amostras de maiores granulometrias comparadas às mais finas, além do pó de rocha apresentar elevação na sua solubilidade em água à medida que maiores níveis de acidulação foram aplicados.

Palavras-Chave: acidulação de rochas fosfáticas; pó de rocha; fósforo.

Introdução

O fósforo é um elemento essencial para o crescimento das plantas, responsável por várias funções cruciais ao desenvolvimento vegetal, atuando como transmissor de energia às células, a partir da fotossíntese e da respiração, como também na constituição estrutural de ácidos nucleicos, fosfolípidios, fosfoproteínas e coenzimas (GRANT et al., 2010). A limitação na disponibilidade deste nutriente primário nos estágios iniciais do desenvolvimento vegetal induz anormalidades que

podem ser irreversíveis, mesmo que ocorra suplementação posterior, pois esse elemento atua na raiz e sua limitação afeta a absorção de água e nutrientes. Apesar do fósforo ser amplamente distribuído na crosta terrestre, esse mineral ocorre sob única forma estável como íon ortofosfato, encontrado geralmente na forma de sais que são intitulados como fosfatos (VIEIRA, 2010).

O Brasil é o quarto maior consumidor de fertilizantes fosfatados do mundo e o sexto maior produtor, com apenas 3% da produção mundial. A fabricação média deste fertilizante segue praticamente inalterada na última década, cerca de 2 milhões de toneladas desse produto por ano, insuficiente para atender as demandas internas do país. (ABISOLO, 2018). Assim como nos demais países agrícolas, o uso dos fertilizantes fosfatados totalmente acidulados prevalece, como é o caso dos superfosfatos e dos fosfatos de amônio, que possuem alta solubilidade em água e eficiência agrônômica (VIEIRA et al., 2010). Esses fertilizantes exigem altas quantidades de ácido sulfúrico, fosfórico e enxofre, que são na maioria das vezes importados e acabam acarretando elevação nos custos de produção. Outro entrave é relacionado ao alto teor de P_2O_5 exigido e à baixa concentração de impurezas, que acaba gerando perdas de até 40% do fosfato extraído das minas (GOEDERT, W. J; REIN, T.A; SOUZA, D. M.G, 1990).

No processo de produção de fertilizantes fosfatados, via ácido sulfúrico, existe uma alternativa que possibilita a redução do custo industrial, através da metodologia de acidulação parcial. A produção de Fosfato Parcialmente Acidulado (F.P.A), além de possibilitar o uso de matéria-prima com maiores teores de impurezas, também utiliza menores concentrações de ácido sulfúrico na sua síntese (CEKINSKI, BETTIOL, 1983).

A eficiência agronômica dos fertilizantes parcialmente acidulados é afetada por diversos fatores, dentre os quais estão a granulometria e origem da rocha fosfática, a solubilidade, o grau de ataque ácido empregado, a reatividade do mineral, a planta e as características físico-químicas do solo (FILHO; NETO, 1992). Para a avaliação da eficiência agronômica dos fosfatos parcialmente acidulados são realizadas análises de solubilidade em ácido cítrico 2%, ácido nítrico e citrato neutro de amônio (CNA) (KLIEMANN; LIMA, 2001). A legislação brasileira especifica que, para fosfatos parcialmente acidulados, a concentração de P_2O_5 solúvel em CNA+ água deve ser de 18% e em ácido nítrico de 25%.

Para que a solubilidade dos extratores seja válida é preciso relacioná-las com o índice de eficiência agronômica (IEA), que revela a capacidade em aumentar a produtividade por unidade de P aplicado. Existe uma carência de estudos relativos à eficiência agronômica de F.P.A e diante do alto custo pago nos fertilizantes fosfatados, da insuficiência em atender a demanda interna do país, e da vasta reserva nacional não explorada, se faz necessário o desenvolvimento e análise de novas fontes fosfáticas que promovam a melhoria com baixo impacto ambiental, conciliando isso com menos custos de produção, elevando assim o rendimento das culturas.

Neste trabalho busca-se desenvolver novas formulações contendo rochas fosfáticas que apresentem menor custo de produção e possam colaborar para suprir a demanda do mercado agrícola nacional. Neste sentido os estudos de acidulação com o pó de rocha de Pratápolis-MG, que tem despertado interesse comercial, foi estudado quanto à caracterização físico-química e viabilidade técnica do processo de acidulação parcial.

Material e Métodos

1. Distribuição granulométrica da rocha fosfática de Pratápolis:

As medições da granulometria foram realizadas utilizando o método de peneiramento a seco. Cada batelada do material foi acondicionada em um agitador de peneiras automático, programado para trabalhar 07 minutos por batelada na vibração 9.

A separação dos grânulos do material foi realizada através de 06 peneiras, com malhas de 7, 16, 32, 48, 60 e 200 mesh de tamanho, ou seja, de 2,8 mm a 0,075 mm de abertura.

2. Análise de solubilidade nas frações granulométricas:

O material foi moído até ser passante em peneiras de 48 mesh, pesou-se aproximadamente 0,3 g de cada fração (de 7 a 200 mesh) em tubo Falcon de 50ml. A determinação de solubilidade em água foi feita pela adição de 30mL de água ao tubo contendo a amostra que ficou em agitação em um agitador horizontal durante a noite. Realizou-se a filtração das mesmas com filtro WHATMANN nº 1 e uma alíquota de seu extrato foi recolhida e avolumada até atingir um fator de diluição de 1:13,3. A análise se seguiu através da metodologia de determinação de fosfatos em águas naturais (MURPHY; RILEY, 1962).

Para a determinação de solubilidade em ácido cítrico ($C_6H_8O_7$) 2% a diluição foi de 1:200. Para a quantificação de P total, foi utilizado ácido nítrico (HNO_3) 10% com uma diluição de 1:1000. As amostras foram lidas no Espectrofotômetro Model Nova 1600UV', o qual foi realizado em triplicata.

3. Produção de fosfatos parcialmente acidulados a partir da rocha fosfática de Pratápolis:

O material foi alocado em três grupos separados em fração fina, média e grossa. A amostra fina foi constituída da fração granulométrica maior que 48 mesh que correspondeu a 40,68% da amostra total. A fração média entre 16 e 48 mesh foi equivalente a 24,25% do total. A fração grossa foi formada pela amostra das peneiras maiores que 16 mesh, resultando em 35,07% do total, porém não foi utilizada para fins de acidificação. Pesou-se 40 g da rocha fosfática em béquer de Teflon. O procedimento de acidificação foi realizado a partir do ataque com ácido sulfúrico 98,5% (H_2SO_4) em cada amostra, as quais receberam quantidades que variaram entre 0 a 60% de acidificação (Quadro 2).

As amostras foram incubadas em capela com exaustão por 72h e depois transferidas para estufa à 100°C onde permaneceram até secagem completa, durante 10 dias. Foram, então, moídas à 48 mesh e acondicionadas em tubos Falcon.

4. Análise de solubilidade das amostras aciduladas:

O procedimento adotado foi o mesmo descrito anteriormente nas amostras com comparação granulométrica. O ácido cítrico 2% foi substituído pelo Citrato de Amônio (CNA) e os fatores de diluição (F.D) se diferiram. Para solubilidade de P em água utilizou-se um fator de diluição de 1:200, em citrato de amônio o F.D foi de 1:250 e para análise de P total o F.D foi 1:1000.

5. Determinação do pH das amostras:

Foram pesados 2 g de cada uma das amostras juntamente com 20 mL de água, homogeneizados e então deixadas em repouso por cerca de 30 min, a partir disso foi realizada a leitura em pHmetro

Resultados e Discussão

A amostra de rocha fosfática de Pratápolis apresentou uma distribuição granulométrica em sua maioria de material fino, abaixo de 0,5mm de diâmetro o qual constitui 60,5% de todo o material analisado, enquanto o percentual de partículas consideradas grânulos (acima de 2,8mm) pode ser considerado insignificante (Tabela 1).

Tabela 1. Distribuição granulométrica percentual da amostra de rocha fosfática de Pratápolis utilizada no estudo, após processo de peneiramento a seco em agitador de peneiras.

Malha (mm)	Mesh	Massa retida (g)			Total	Média	%	% acumulado
		1	2	3				
0	Fundo	89,2	75,2	81,3	245,8	81,9	13,7	13,7
0,075	200	115,2	144,7	151,2	411,1	137,0	22,9	36,6
0,25	60	21,9	21,9	28,3	72,1	24,0	4,0	40,6
0,3	48	54,3	59,4	63,8	177,5	59,2	9,9	60,5
0,5	32	82,9	85,8	88,4	257,1	85,7	14,3	64,8
1	16	175,7	162,3	151,7	489,6	163,2	27,3	92,1
>2,8	7	57,7	44,7	36,5	138,9	46,3	7,8	99,9
TOTAL					1792,2	597,4	100	

A relação de P solúvel em água sobre o fósforo total de cada granulometria foi distinta, dando destaque à faixa granulométrica de 0,3-0,5mm (Figura 1). Os grânulos maiores, como $\geq 2,8$ mm, não apresentaram valores de solubilidade em água significativos, indicando não serem adequados para avaliação no processo de acidulação subsequente.

Na relação de solubilidade em ácido cítrico sobre fósforo total, destaca-se o material de menor granulometria, enquanto as médias não obtiveram grande variação entre elas (Figura 2). Diferentemente da solubilidade em água, em ácido cítrico a granulometria $\geq 2,8$ apresentou teores mais elevados de P. No entanto, nesta granulometria observou-se teores mais elevados de calcário em sua composição (dados não apresentados), o que prejudicaria seu uso na agricultura pois, para esse tipo de rocha, devidos às interações que ocorrem no solo, a prática agrônômica indica que não apresentam bons resultados na produtividade das culturas.

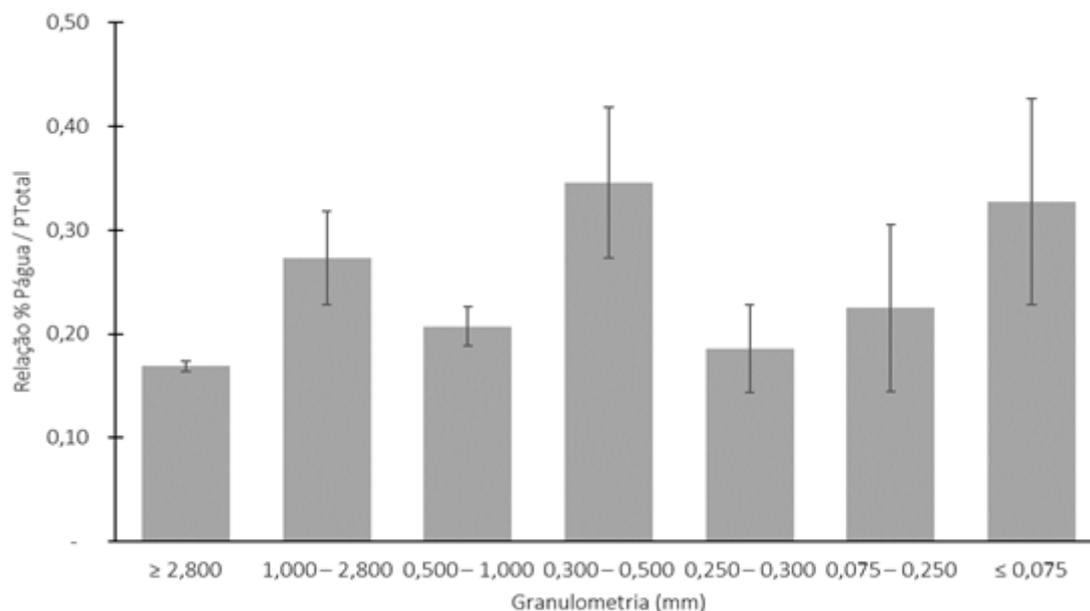


Figura 1. Relação da solubilidade em água e quantidade de P total das amostras de rocha fosfática de Pratápolis de acordo com as faixas granulométricas analisadas.

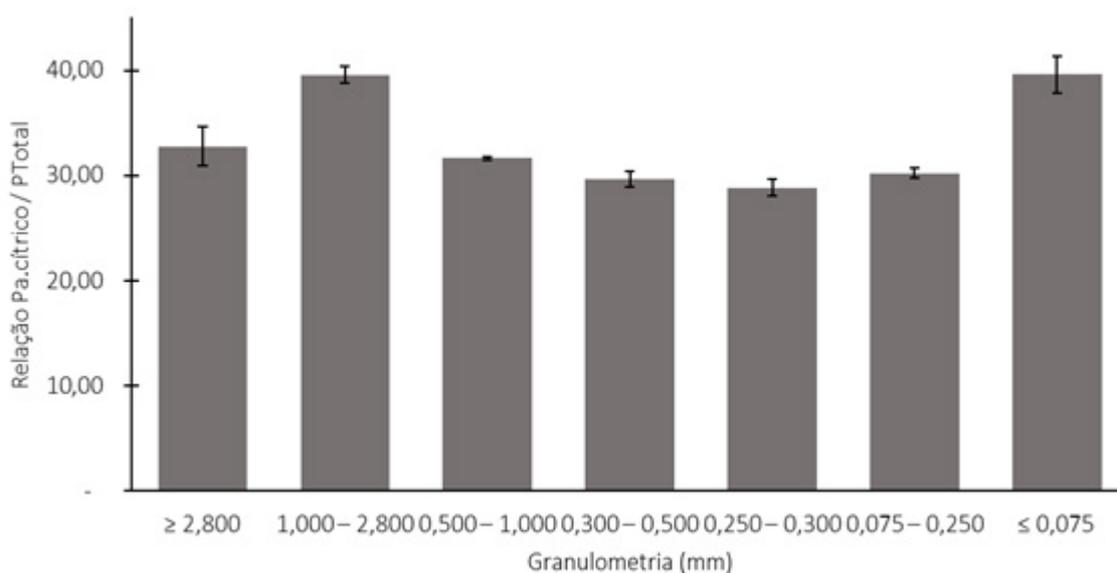


Figura 2. Relação da solubilidade em ácido cítrico e quantidade de P total das amostras fosfáticas em diferentes faixas granulométricas.

As amostras médias e finas originais apresentaram pH distintos, sendo a amostra média mais ácida em comparação à fina (Figura 3). Quanto às solubilidades, pode-se observar distintos comportamentos em níveis de acidulação até 60%.

Houve aumento linear da solubilidade de P em água e em CNA com o aumento do nível de acidulação empregado, como esperado visto que a acidulação eleva a solubilidade do fertilizante. Em ambas avaliações de solubilidade, a amostra fina apresentou maior solubilidade, resultado que pode ser explicado pela diferenciação granulométrica que resulta em maior área de contato com os extratores utilizados para as análises (Figuras 4 e 5).

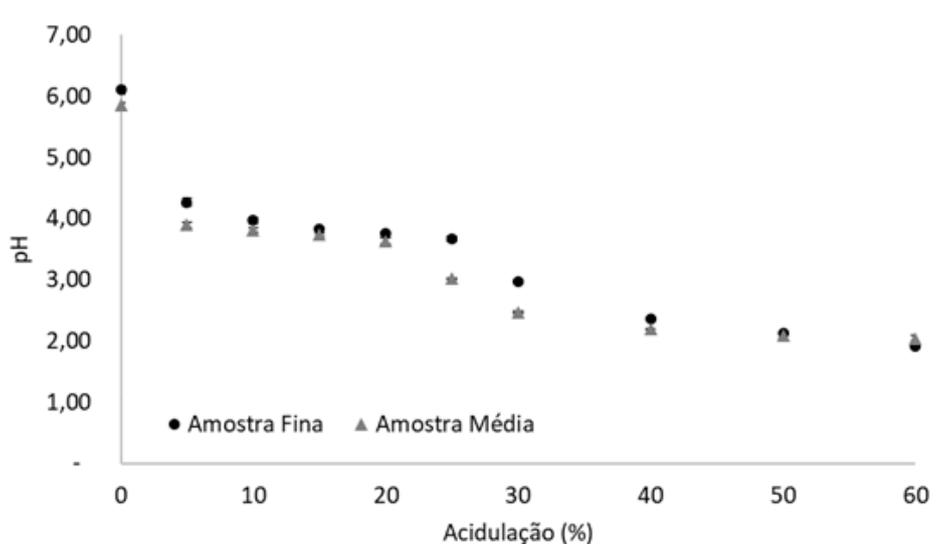


Figura 3. Relação entre as porcentagens de acidulação e o pH em água das amostras fina e média da rocha fosfática de Pratápolis.

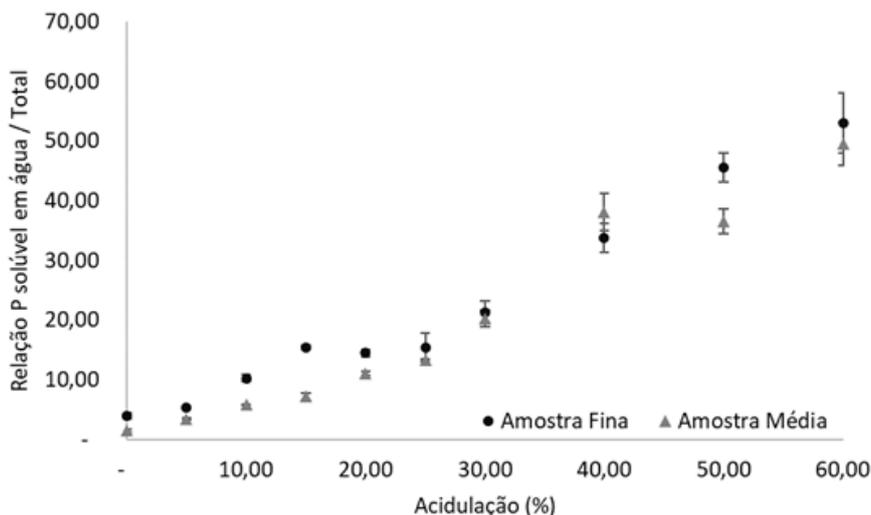


Figura 4. Relação da solubilidade em água e quantidade de P total da amostra fina e amostra média da rocha fosfática de Pratápolis com diferentes porcentagens de acidulação.

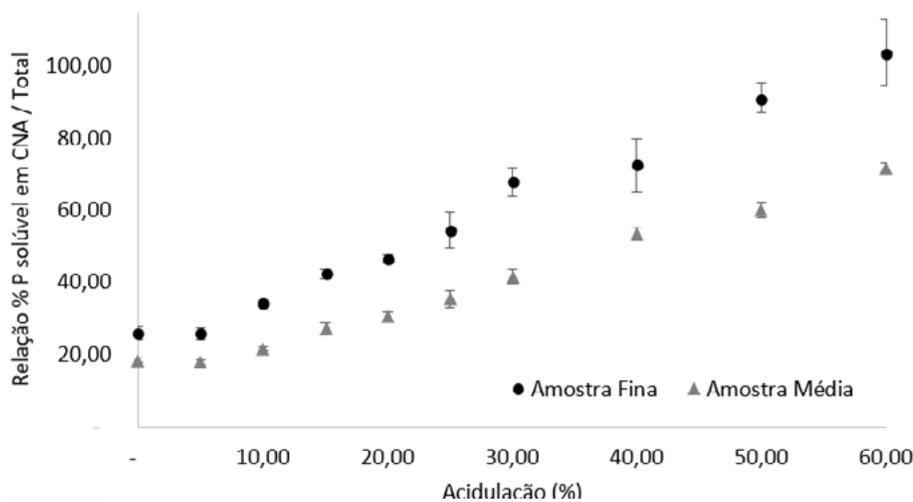


Figura 5. Relação da solubilidade em citrato de amônio neutro (CNA) e quantidade de P total da amostra fina e amostra média da rocha fosfática de Pratápolis com diferentes porcentagens de acidulação.

Conclusões

Pode-se afirmar que a faixa granulométrica com melhores resultados nas análises de solubilidade e teor de P foi a que contém a amostra fina, sendo indicada para a produção do fertilizante fosfatado pois, além disso, essa fração é prevalente na composição do material amostrado.

Para complementação dos resultados será necessária a análise de eficiência agrônômica dessas amostras nos diferentes níveis de acidulação da rocha, visto que o vegetal não assimilará todo o fósforo disponível pelo fertilizante, resultados que indicarão a melhor relação entre a produtividade vegetal e o processo industrial economicamente viável. Devido à exiguidade do tempo da bolsa atual, não foi possível proceder essas análises no período desse projeto, no entanto serão objeto de continuidade pela equipe do Laboratório de Tecnologia de Fertilizantes da Embrapa Solos.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao programa CNPq/Embrapa/PIBIC pela bolsa de IC e à Embrapa Solos pela infraestrutura de apoio.

Referências

ABISOLO - Associação Brasileira das Indústrias de Tecnologia em Nutrição Vegetal. Anuário brasileiro de tecnologia em nutrição vegetal, 2018. Anuário Abisolo, 179 p. 2018.

GRANT, C.A et al. A importância do fósforo no desenvolvimento inicial da planta. Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, Informações agrônômicas, nº 95, set. 2001. Disponível em: <[http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/43C5E32F5587415C83257AA30063E620/\\$FILE/Page1-5-95.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/43C5E32F5587415C83257AA30063E620/$FILE/Page1-5-95.pdf)>.

GOEDERT, W. J; REIN, T. A; SOUZA, D. M. G. Eficiência agrônômica de fosfatos naturais, fosfatos parcialmente acidulados e termofosfatos em solos de Cerrado. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.25, p. 521-530. Brasília, 1990.

J. MURPHY; J. P. RILEY. A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters, Analytica Chimica Acta, vol.27, p.31-36, 1962. DOI: 10.1016/S0003-2670(00)88444-5

VIEIRA, M.S. Bioquímica do fósforo. Bioquímica do tecido animal. Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2010. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/lacvet/restrito/pdf/fosforo_marcia.pdf>.