

# ESTUDO DO USO DE ROCHA POTÁSSICA COMO FERTILIZANTE DE LIBERAÇÃO LENTA

Mônica Silva Araújo<sup>1,2</sup> & João A. Sampaio<sup>1</sup>

## RESUMO

O potássio é um dos principais nutrientes para o processo de crescimento das plantas, utilizado em culturas como: cana-de-açúcar, batatas, frutas, e cereais, entre outros. Os minerais de potássio mais importantes, são a silvita (KCl) e a carnalita ( $\text{KMgCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ) (NASCIMENTO e LOUREIRO, 2004). No Brasil, existe apenas uma mina que produz KCl, com base em silvinita (uma rocha que contém halita (NaCl) e silvita (KCl)). A produção nacional de potássio não é suficiente para suprir a demanda interna, em 2008 essa produção correspondeu apenas 10% do consumo total brasileiro.

As rochas ou minerais industriais que possuem elevados teores de potássio podem ser utilizados como fontes alternativas para a produção de termopotássio ou para aplicação direta no solo como fertilizantes de liberação lenta. Neste trabalho, estudou-se a liberação de potássio em função da granulometria de uma rocha potássica do município de Poços de Caldas, MG, cujo teor de  $\text{K}_2\text{O}$  foi igual 8,9%. O objetivo deste trabalho foi verificar a taxa de potássio liberado pela rocha potássica, com a finalidade de utilizá-lo como fertilizante alternativo de liberação lenta para uso na agricultura. Foram realizadas análises químicas, mineralógicas, granulométrica e ensaios de extração para otimizar a distribuição granulométrica do produto.

Palavras-chave: Rocha potássica, fontes alternativas de potássio, fertilizantes de liberação lenta.

## ABSTRACT

Potassium is one of the main nutrients necessary for the growth of the plants, utilized in cultures such as: sugar cane, potatoes, fruits, cereals, among others. The most important potassium minerals, formers of the most exploited ores, are the Sylvite (KCl) and the Carnallite ( $\text{KMgCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ) (NASCIMENTO e LOUREIRO, 2004). In Brazil, there is only one mine that produces KCl based on Sylvinitite (a rock that contains Halite (NaCl) and Sylvite (KCl)). The national production of potassium it's not sufficient to supply the demand, in 2008 this production corresponded to only 10% of brazilian total consumption.

Rocks or industrial minerals that own high levels of potassium can be used as alternatives sources for the production of thermopotassium or for direct application in the soil as slow release fertilizers. In this paper we studied the liberation of potassium according to the granulometry of a Minas Gerais rock, focusing on direct application of this fertilizer. The potassium rock, in study, has 8,9% of potassium. The main goal of this paper is verify the content of the potassium released by the

<sup>1</sup> CETEM – Centro de Tecnologia Mineral, Ministério de Ciência e Tecnologia  
Av. Pedro Calmon, 900 - Cidade Universitária, CEP: 21941-908, Rio de Janeiro/RJ – Brasil  
E-mail: maraujo@cetem.gov.br

<sup>2</sup> UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Centro de Tecnologia, Escola Politécnica  
Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais. Av. Athos da Silveira Ramos, 149, Bl. A, CEP: 21941-909,  
Rio de Janeiro/RJ – Brasil.

potassium rock, for their application as a slow release fertilizer in agriculture. Chemical, mineralogical, and granulometry analysis were performed along with extraction tests to optimize the size distribution of the product.

Key-words: Potassium rock, alternative sources of potassium, slow release fertilizers.

## 1. INTRODUÇÃO

O potássio é um dos elementos essenciais na nutrição da planta e um dos três que se encontra, na forma disponível, em pequenos teores nos solos tropicais muito intemperizados, limitando o rendimento dos cultivos. É o cátion mais abundante nas células, necessário para ativação de muitas enzimas que participam do metabolismo da planta. O potássio é absorvido do solo pelas plantas na forma de  $K^+$  e não forma compostos orgânicos em plantas. Sua função principal está relacionada fundamentalmente à muitos e variados processos metabólicos.

Os minerais que contêm o potássio em maior abundância são os feldspatos potássicos (ortoclásio e microclinas) e as micas (biotita e muscovita) (DIEST, 1979 em Dechen e Nachtigall, 2007). A microclina é mais comumente encontrada em pegmatitos, veios hidrotermais e em rochas metamórficas (HUANG, 1989 em Ernani *et al.*, 2007). Todo o potássio nos feldspatos e nos feldspatóides é do tipo estrutural, ou seja, encontra-se no interior da rede tridimensional de tetraedros de silício. Desse modo, para que o potássio possa ser utilizado pelas plantas, esses minerais necessitam ser dissolvidos por meio das reações naturais de intemperismo químico que ocorrem durante a formação e o desenvolvimento do solo. Isso demanda um tempo muito longo.

A substituição dos íons no interior de uma estrutura laminar, característica das micas, por íons de menor valência (substituição isomórfica), faz com que a densidade de cargas negativas geradas nas lâminas seja grande, o que leva à entrada de potássio nas entrecamadas, neutralizando-as. A ligação entre o potássio e as lâminas é forte, isso permite afirmar que o potássio das micas também seja considerado estrutural.

No Planalto de Poços de Caldas, MG a alteração hidrotermal (que corresponde aos últimos estágios de atividade ígnea) provocou alterações nas rochas alcalinas, Esse evento deu origem à chamada "rocha potássica" e aumentou o teor médio de óxido de potássio de 7,7 para 12,8%. A reserva geológica chega a 3,2 bilhões de toneladas de rocha potássica (VALARELLI e GUARDANI, 1981).

No hemisfério sul existe apenas uma mina em operação, a de Taquari Vassouras, em Sergipe. A unidade é a única produtora de KCl (a partir de silvinita) em atividade no Brasil e em 2008, produziu aproximadamente 608 mil toneladas de KCl, o que corresponde a apenas 10% das necessidades do país. Portanto, há uma carência significativa deste fertilizante no Brasil.

## 2. EXPERIMENTAL

### 2.1. Caracterização da Amostra

A amostra de rocha potássica utilizada neste estudo é proveniente do município de Poços de Caldas, MG e foi submetida à caracterização química e mineralógica pelos métodos de gravimetria, absorção molecular-uv visível, absorção atômica e difração de raios X.

### 2.2. Curva de moagem

A determinação do tempo de moagem adequado para se chegar a certa granulometria foi feita obtendo-se a curva de moagem do material. Realizaram-se ensaios em um moinho de barras de laboratório (300X165 mm), utilizando-se 10 barras de 20 mm de diâmetro, 1 kg de rocha potássica e 1 L de água, variando-se o tempo de moagem. Com os resultados obteve-se o gráfico: percentagem passante *versus* tempo de moagem.

### 2.3. Experimentos de Extração de Potássio

Os experimentos de extração de potássio têm o objetivo de quantificar o teor disponível deste nutriente para o processo de troca iônica, uma vez que nem todo o potássio contido na amostra encontra-se disponível. Desta forma, foram utilizadas algumas soluções extratoras com o intuito de obter este valor.

A princípio, os ensaios de extração foram realizados utilizando-se três soluções extratoras, a saber: ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$  0,01 mol/L), ácido cítrico ( $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  0,01 mol/L), e solução de Mehlich-1 ( $\text{HCl}$  0,05 mol/L +  $\text{H}_2\text{SO}_4$  0,0125 mol/L) e o tempo de contato entre a solução extratora e o material foi de 3 h.

Para a realização dos estudos de extração de potássio, a amostra foi pesada (5,0 gramas) e transferida para um erlenmeyer contendo 50 mL de solução extratora. Em seguida, o erlenmeyer foi levado à mesa agitadora (300 r.p.m.) na qual permaneceu por 3 h. Os experimentos foram realizados à temperatura ambiente. Ao final de cada experimento a solução extratora foi filtrada e enviada para análise química por absorção atômica.

A segunda etapa consistiu na realização de ensaios de extração com maior tempo de contato (variando entre 24 e 120 horas) utilizando-se uma única solução extratora, no caso, a solução de Mehlich-1.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1. Difração de Raios X (DRX)

A difração de raios X foi a principal técnica utilizada na identificação mineralógica da amostra de rocha potássica. Na Figura 1 tem-se o difratograma de raios X obtido com a amostra total do material.

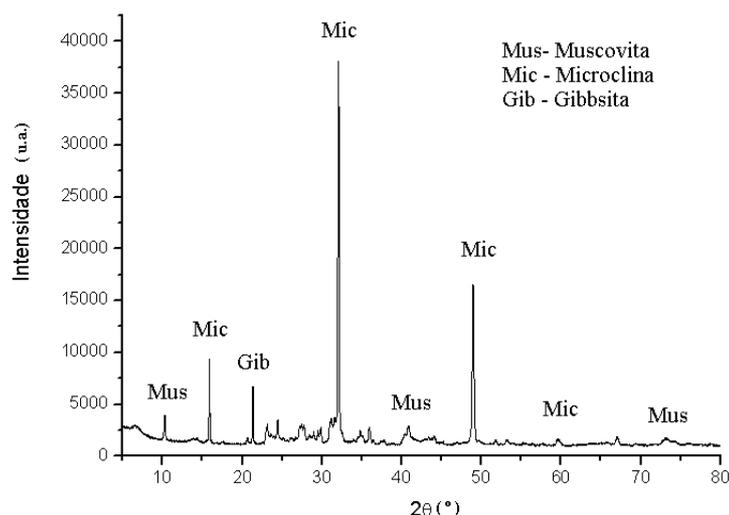


Figura 1 - Difratoograma de raios X para a amostra total de rocha potássica.

No gráfico da Figura 1, observa-se os picos característicos dos minerais microclina (15,91°), muscovita (10,31°) e gibbsita (21,32°), constituintes da amostra da rocha potássica. Além desses, podem ser notados picos menores, referentes aos minerais como phillipsita.

### 3.2. Análise Química

A análise química da amostra total de rocha potássica foi feita utilizando-se as técnicas de gravimetria (determinação de SiO<sub>2</sub>, perda ao fogo), absorção molecular-uv visível (determinação de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e absorção atômica (determinação de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CaO, MgO, Na<sub>2</sub>O, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, TiO<sub>2</sub> e K<sub>2</sub>O). Na Tabela 1 consta a composição química da amostra total de rocha potássica obtida.

Tabela 1 - Composição química (em óxidos) da amostra de rocha potássica (amostra total).

Óxidos	Teor (%)	Óxidos	Teor (%)
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	19,7	SiO <sub>2</sub>	54,80
CaO	0,14	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,01
Na <sub>2</sub> O	0,67	MgO	0,29
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	7,20	TiO <sub>2</sub>	0,87
K <sub>2</sub> O	8,90	Perda ao Fogo	5,80

Os resultados da análise química podem ser relacionados aos minerais caracterizados na avaliação por DRX. A rocha potássica possui cerca de 8,9% de K<sub>2</sub>O, relacionado à presença de muscovita (KAl<sub>3</sub>Si<sub>3</sub>AlO<sub>10</sub>(OH,F)<sub>2</sub>) e de microclina (KAlSi<sub>3</sub>O<sub>8</sub>).

A unidade estrutural básica das micas consiste numa lamela na qual duas camadas tetraédricas de sílica circundam uma camada octaédrica de alumina. Nas camadas de sílica ocorrem substituições de um quarto do silício por alumínio, gerando um excesso de carga elétrica negativa que é compensado por átomos de potássio, cálcio, magnésio, lítio, sódio ou ferro, dependendo do tipo de mica (ERNEST,

1971 em CAVALCANTE *et al.*, 2005). Especificamente no caso da mica muscovita, o cátion de compensação predominante é o potássio que se encontra entre as camadas tetraédricas do mineral. As ligações que mantêm estes íons na estrutura do mineral são extremamente fortes, dificultando a liberação destes íons mesmo sob condições extremas.

### 3.3 – Experimentos de Extração de Potássio

Para os ensaios de extração foram utilizadas diferentes granulometrias, visando verificar sua influência na liberação de potássio. As distribuições utilizadas foram denominadas A, B, C e D, as quais estão registradas na Tabela 2.

Tabela 2 – Resultado das análises granulométricas das amostras de rocha potássica

Abertura (mm)	Acumulado Passante (%)			
	A	B	C	D
3,360	100,0	100,0	100,0	100,0
2,380	100,0	100,0	100,0	100,0
2,000	96,0	100,0	100,0	100,0
1,410	73,1	100,0	100,0	100,0
0,841	65,4	100,0	100,0	100,0
0,595	48,0	100,0	100,0	100,0
0,500	39,7	100,0	100,0	100,0
0,297	34,6	100,0	100,0	100,0
0,210	28,7	100,0	100,0	100,0
0,149	25,6	97,5	100,0	100,0
0,105	21,3	90,1	99,7	100,0
0,047	17,5	78,2	98,2	99,9
0,053	13,1	52,2	92,4	95,8
0,037	2,5	50,0	47,5	83,5

A avaliação da liberação de potássio foi levada a efeito por ensaios de extração em amostras com diferentes distribuições granulométricas. Utilizando-se diferentes soluções extratoras, foi obtido o teor de potássio liberado em função da granulometria da amostra, para o tempo de contato de 3 h, Figura 2.

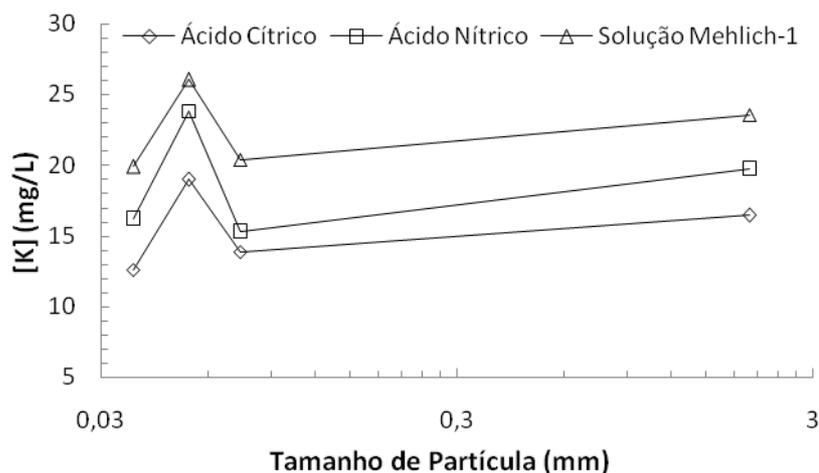


Figura 2 – Liberação de potássio em função da granulometria para diferentes soluções extratoras

As soluções extratoras ácidas utilizadas na primeira etapa deste trabalho (exceto a solução de Mehlich-1) com concentração de 0,01 mol/L foram definidas com base nos dados de literatura apresentados por CASTILHOS, *et al.*, (2001).

No gráfico da Figura 2 consta a variação do teor de potássio em função do tamanho de partícula. Entretanto, quando relacionada à concentração do potássio na amostra total, esta variação não é significativa, ou seja, o teor de potássio liberado foi aproximadamente constante, como pode ser observado na Tabela 3. Os resultados obtidos foram similares para as três soluções extratoras.

Tabela 3 - Teores de potássio liberados para o tempo de contato de 3 horas.

Distribuição Granulométrica	K Liberado (%)	Distribuição Granulométrica	K Liberado (%)
A	0,26	C	0,29
B	0,22	D	0,22

Na segunda etapa do trabalho, foram utilizadas as mesmas distribuições granulométricas, porém, para quantificação do teor de potássio disponível no material, foi utilizada como extratora apenas a solução de Mehlich-1.

Na Figura 3 constam os resultados obtidos na segunda etapa do trabalho, quando variou-se o tempo de contato de 24 a 120 horas para cada granulometria (A,B,C e D).

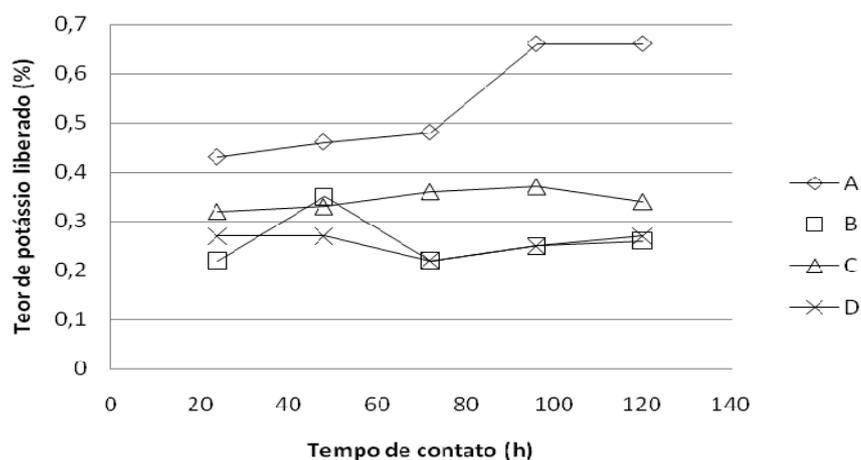


Figura 3 – Percentual de potássio liberado em função do tempo de contato, para diferentes granulometrias.

Nota-se, na Figura 3, que a liberação de potássio ocorre de maneira lenta, e mesmo para tempos de contato mais longos não ocorre um aumento significativo do teor liberado. Isto ocorre, provavelmente, devido à dificuldade de extração do K, que se encontra fortemente ligado à estrutura dos minerais.

Segundo Prezotti *et al.*, para fins de avaliação da fertilidade do solo, o potássio que consta nos resultados das análises é chamado genericamente de “extraível”, “disponível” ou “trocável”. Essa forma inclui todo o potássio no solo, o potássio adsorvido eletrostaticamente às cargas negativas (trocável) e, em algumas situações, uma pequena fração de potássio não-trocável. Essas determinações correspondem à forma de potássio no solo que mais se correlacionam com a quantidade absorvida pelas plantas (VILLA et al.,2004).

#### 4. CONCLUSÕES

Foram realizados testes de extração de potássio para verificar o teor disponível para troca iônica. Obteve-se o teor máximo de 58,9 mg/L (distribuição granulométrica A) para 120 h de extração, utilizando-se a solução de Mehlich-1. No entanto, mesmo para tempos mais longos, não foi notado um aumento significativo na liberação de potássio.

Para a nutrição das plantas, as formas disponíveis no solo são a trocável e o K em solução (rapidamente absorvível); o não-trocável atua como uma reserva do elemento no solo. A rocha potássica possui potencial para ser utilizada como fertilizante de liberação lenta, em culturas que demandem o potássio em longo prazo, como por exemplo: cana-de-açúcar, café, etc.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Nascimento, M., Loureiro, F.E.L., Fertilizantes e sustentabilidade: o potássio na agricultura brasileira, fontes e rotas alternativas. Séries Estudos e Documentos, v.61, Rio de Janeiro, Brasil: CETEM/MCT, 2004.
- Dechen, A.R., Nachtigall, G.R. Elementos requeridos à nutrição das plantas. Fertilidade do solo, 1ªedição, Viçosa, Minas Gerais, p.91-132, 2007
- Ernani, P.R., Almeida, J.A., Santos, F.C. Potássio. Fertilidade do solo, 1ªedição, Viçosa, Minas Gerais, p.551-594, 2007
- Valarelli, J.V., Guardani, R., Estudos experimentais para utilização das rochas potássicas de Poços de Caldas como fertilizantes. Fertilizantes, v. 3, n° 3:4-7, 1981.
- Cavalcante, P. M. T., Baltar, C. A. M., Sampaio, J. A. Mica. Rochas e Minerais Industriais, Rio de Janeiro, Brasil: CETEM/MCT, p. 531-544, 2005.
- Castilhos, R.M.V., Meurer, E.J. Cinética de liberação de potássio em planossolo do estado do Rio Grande do Sul. Ciência Rural, v.31, p. 979-983, 2001.
- Villa, M.R., Fernandes, L.A., Faquin, V. Formas de potássio em solos de várzea e sua disponibilidade para o feijoeiro. R. Bras. Ci. Solo, 28:649-658, 2004.