

# ENSAIOS DE ATIVAÇÃO MECANOQUÍMICA E REAÇÃO COM CÁLCIO DA ROCHA POTÁSSICA PARA APLICAÇÃO NA AGRICULTURA

**Thuanny Honorio Soares**

Aluna de Graduação de Licenciatura em Química, 7º período, IFRJ Período PIBIC/CETEM: julho de 2015 a julho de 2016 [tsoares@cetem.gov.br](mailto:tsoares@cetem.gov.br)

**Adão Benvindo da Luz**

Orientador, Eng. de Minas, D.Sc.  
[adaobluz@cetem.gov.br](mailto:adaobluz@cetem.gov.br)

**Adriana de Aquino Soeiro Felix**

Co-orientadora, Química Industrial, D.Sc.  
[adriana.soeiro@ifrj.edu.br](mailto:adriana.soeiro@ifrj.edu.br)

## Resumo

Os solos brasileiros são ácidos tornando-o pobres em nutrientes e a produção interna de fertilizantes não supre a demanda. Assim, a busca por fontes alternativas aos fertilizantes é necessária. Neste trabalho, propõem-se a moagem da amostra com adição de 10 e 30% de CaO, seguido de calcinação de 600 a 1000°C da rocha potássica de Poços de Caldas=MG, para a obtenção de um fertilizante alternativo de liberação lenta. Para tanto, o teor de potássio disponível para solubilização no solo foi quantificado para a rocha *in natura*, por ensaios de extração e constatou-se a disponibilidade de apenas 2% do potássio contido na rocha. Sendo assim, ensaios de ativação mecanoquímica, seguido de calcinação, foram feitos, com o objetivo de aumentar a disponibilidade de potássio nos minerais que compõem essa rocha, Pela análise dos resultados foi possível perceber que em temperaturas menores, os teores de potássio disponível aumentaram consideravelmente em relação ao valor inicial. Quando a amostra foi calcinada a 1000°C, a extração do potássio contido na rocha diminuiu. Assim tornou-se possível a obtenção de fertilizantes alternativos utilizando processos economicamente viáveis, já que a temperaturas menores os resultados são mais apreciáveis e com menor demanda energética

**Palavras Chave:** Rocha Potássica, Potássio, Fertilizantes

## MECHANOCHEMICAL ACTIVATION TESTS AND REACTION OF POTASSIUM ROCK WITH CALCIUM OXIDE FOR APPLICATION IN THE AGRICULTURE.

### Abstract

The Brazilian soils are acids becoming its soils poor in nutrients and in the other side our internal production of fertilizers do not attend our consumption. Because of this, the research for developing alternative fertilizers is necessary. This work aims to grind the sample of potassium rock from Poços de Caldas-MG with 10 to 30% of CaO followed by calcining in temperatures of 600 to 1000 °C, in order to obtain alternative fertilizer of slow nutrient release. In this context, the potassium content available for solubilization in the soil has been quantified for a natural rock through extraction tests and then it was observed an availability of just 2% of the K content in the rock. And so, tests of mechanochemical activation followed by calcining have been conducted aiming

to increase the availability of potassium in the minerals content in this rock. By evaluating the results it was possible to observe that for lower temperatures, the potassium content available increase very much relating to initial value. When the sample was calcined in the temperature of 1000 °C, the potassium extracted from the rock diminished. So the results obtained in the present work showed that it is possible to obtain an alternative fertilizer in lower temperatures and becoming the process more economical as energy point of view.

**Key words:** Potassium rock, potassium, fertilizer

## **1. INTRODUÇÃO**

As rochas portadoras de potássio que ocorrem no território brasileiro são estudadas como alternativas de nutrientes para as plantas. Os estudos revelam que estas rochas podem ser aplicadas aos solos na forma pura, em misturas de rochas ou após serem submetidas a tratamentos químicos ou térmicos (MARTINS e THEODORO, 2010; SILVA, 2009; NOBRE, et. al. 2011). Nesse contexto, é necessário o desenvolvendo de estudos em laboratório, visando manipular as propriedades físico-químicas dos minerais e rochas, de maneira a torná-los aproveitáveis como fertilizantes alternativos.

## **2. OBJETIVOS**

O propósito deste trabalho foi realizar estudos de moagem da rocha potássica de Poços de Caldas-MG com adição de 10 e 30% de CaO, seguido de sua calcinação em diferentes temperaturas (600 a 1000°C), a fim de transformá-la num fertilizante alternativo de liberação lenta de potássio.

## **3. METODOLOGIA**

Para realização deste trabalho, em estudos anteriores a rocha potássica de Poços de Caldas-MG foi britada, homogeneizada, quarteada para que assim fosse submetida ao ensaio de ativação mecanoquímica em moinho de barras. Antes dos ensaios de ativação/calcinação, a amostra foi caracterizada por difração de raios X (DRX) e fluorescência de raios X (FRX). (DIAS, 2014).

A ativação mecanoquímica foi realizada, por 3h, após a adição de CaO, nas proporções de 10 e 30% em massa. Após a ativação, as amostras foram calcinadas nas temperaturas de 600°C, 700°C, 800°C, 900°C e 1.000°C, durante 1h, seguido de resfriamento brusco por contato direto com água destilada à temperatura ambiente.

Os produtos da calcinação foram submetidos a ensaios de extração do potássio. Para tanto, foram utilizados 5,0g de amostra que foram transferidos para um erlenmeyer contendo 50 mL de solução de ácido oxálico 1 mol/L. Esses ensaios foram realizados em mesa agitadora, durante um período de 3,0 h, em temperatura ambiente. Após o tempo de residência na mesa agitadora, a solução ácida foi filtrada e o teor de potássio em solução foi determinado utilizando-se a técnica de absorção atômica (AA). O sólido remanescente da extração foi caracterizado por difração de raios X (DRX).

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de fluorescência de raios X obtidos em trabalhos anteriores indicam que a rocha é composta basicamente por  $\text{SiO}_2$  (47,90%),  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (18,00%),  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (5,40),  $\text{CaO}$  (4,00) e  $\text{K}_2\text{O}$  (9,20%) (DIAS, 2014). A ocorrência de potássio pode ser atribuída à presença dos minerais microclínio ( $\text{KAlSi}_3\text{O}_8$ ), ortoclásio ( $\text{KAlSi}_3\text{O}_8$ ), sanidina ( $\text{KAlSi}_3\text{O}_8$ ) e muscovita ( $(\text{K,Na})(\text{Al,Mg,Fe})_2(\text{Si}_{3,1}\text{Al}_{0,9})\text{O}_{10}(\text{OH})_2$ ) que são os principais minerais de potássio constituintes da rocha (DIAS, 2014). No entanto, por questões estruturais, nem todo o nutriente está prontamente disponível às plantas. Sendo assim, foram realizados experimentos de extração com a finalidade de determinar a porcentagem solúvel desse nutriente para a planta. Analisando os resultados foi possível determinar que o teor de potássio solúvel é da ordem de 2%. Sendo assim, foram realizados experimentos de ativação mecanoquímica com  $\text{CaO}$  em moinho de barras, seguido de calcinação em diferentes temperaturas, com a finalidade de alterar a estrutura dos minerais constituintes da rocha.

**Tabela 1:** Resultados de extração em ácido oxálico 1 mol/L para as amostras calcinadas

	(% de K extraído em relação ao valor total contido na rocha)				
	Temperatura (°C)				
% CaO	600	700	800	900	1000
10	(0,86%)	(0,91%)	(2,37%)	(3,5%)	(7,71%)
30	(0,90%)	(1,66%)	(10,2%)	(5,96%)	(6,28%)

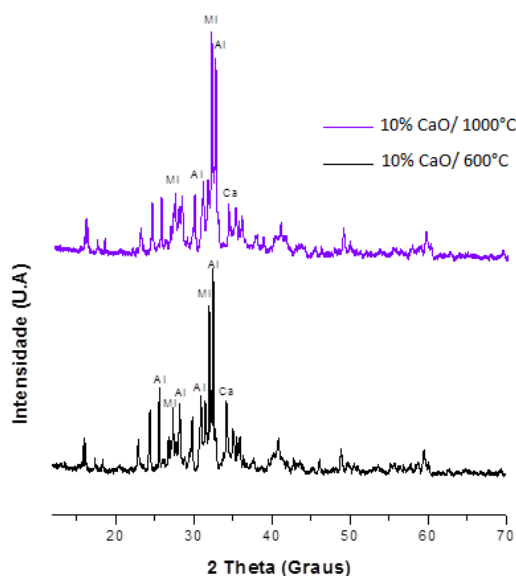
Pela análise dos resultados de extração apresentados na Tabela 1, pode-se perceber que em alguns casos houve um aumento no teor de potássio solúvel em relação ao valor total contido na rocha, que foi de 2%. Quando a amostra foi ativada com adição de 30% de  $\text{CaO}$ , pode-se perceber que após a calcinação a 600 °C, o teor de potássio solúvel reduz de 2 para 0,90% e após a calcinação a 800°C houve um aumento de 2 para 10,2% de  $\text{K}_2\text{O}$ , ou seja, resultado maior que aquele obtido para a rocha *in natura*.

Os eventos descritos anteriormente estão relacionados a alterações estruturais sofridas pela rocha após os ensaios de moagem e calcinação. Para a compreensão dessas alterações serão apresentados, a seguir, os resultados de caracterização obtidos por meio da técnica de difração de raios-X (DRX).

Na Figura 1, na qual constam os difratogramas de raios-x para as amostras calcinadas a 600 e 1.000°C, após a ativação da rocha com 10% de  $\text{CaO}$ , Comparando os difratogramas pode-se perceber que quando a amostra é calcinada a 600°C, há a ocorrência de fases cristalinas como microclínio, albita e calcita. Quando a amostra é calcinada a 1.000°C, as fases obtidas são as mesmas que a 600°C, mas com intensidades diferentes, ou seja, a 600°C os picos referentes a albita e calcita são maiores do que a 1.000°C.

Essas observações indicam que a 600°C houve incorporação de potássio na fase vítrea, pois comparando os picos referentes ao microclínio, que em 1.000°C são mais intensos do que em 600°C, pode-se perceber que o potássio migrou para a fase vítrea,

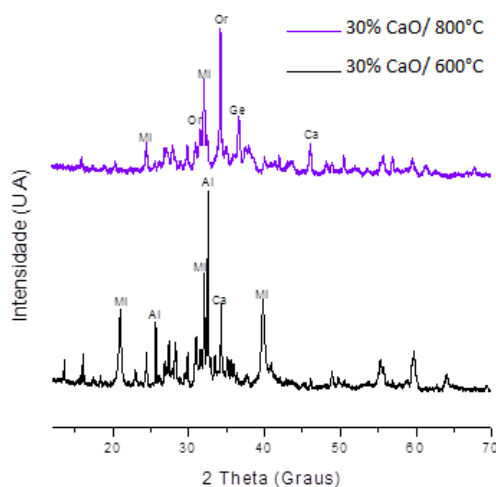
diminuindo, dessa forma, a solubilidade do potássio, já que há menos potássio na fase cristalina e mais na fase vítrea, uma vez que redes vítreas possuem baixa solubilidade.



**Figura 1:** Difratoograma de raios X para as amostras calcinadas a 600 e 1.000°C com adição de 10% de CaO , onde Mi = Microclínio ( $\text{KAlSi}_3\text{O}_8$ ), Al = Albita ( $(\text{Na,Ca})\text{Al}(\text{Si,Al})_3\text{O}_8$ ), e Ca = Calcita ( $\text{CaCO}_3$ ).

A literatura descreve trabalhos nos quais é possível aumentar consideravelmente o teor de potássio solúvel em rochas utilizando tratamentos térmicos e reação com cálcio (FELIX, 2014 e SILVA, *et. al.*, 2012). De acordo com esses trabalhos, o aumento de solubilidade está relacionado com a incorporação na fase vítrea de íon  $\text{Ca}^{2+}$  que é um íon modificador de rede de estruturas vítreas. Sendo assim, com o objetivo de aumentar a solubilidade do nutriente potássio pela incorporação de íons  $\text{Ca}^{2+}$  nas estruturas vítreas formadas, foi adicionado CaO a rocha antes da calcinação, por meio de processo de ativação mecanoquímica.

A Figura 2 apresenta os difratogramas de raios X das amostras calcinadas a 600 e 800°C após a ativação mecanoquímica da amostra com 30% em massa de CaO.



**Figura 2:** Difratoograma de raios X para as amostras calcinadas a 800 e 600°C com adição de 30% de CaO , onde Mi = Microclínio ( $\text{KAlSi}_3\text{O}_8$ ), Sa = Sanidina ( $\text{KAlSi}_3\text{O}_8$ ), Q = Quartzo

(SiO<sub>2</sub>), Al = Albita ((Na,Ca)Al(Si,Al)<sub>3</sub>O<sub>8</sub>), C, Ca = Calcita (CaCO<sub>3</sub>), Ge = Gehlenita (Ca<sub>2</sub>Al<sub>2</sub>SiO<sub>7</sub>) e Or = Ortoclásio (KAlSi<sub>3</sub>O<sub>8</sub>).

Na Figura 2 pode-se notar que quando a amostra é calcinada a 600 e 800°C após a ativação da rocha com adição de 30% de CaO, a intensidade relativa dos picos principais do microclínio são semelhantes, indicando que há incorporação de potássio na fase vítrea de modo semelhante nas duas temperaturas.

Por outro lado, pode-se observar que quando a amostra é calcinada a 600°C após a ativação com 30% de CaO, há ocorrência das fases, albita, e a calcita, que são fases cristalinas ricas em cálcio. Analisando a intensidade dos picos desses minerais no difratograma, pode-se dizer que o íon Ca<sup>2+</sup> foi incorporado em menor intensidade a 600°C pela estrutura vítrea das amostras, permanecendo na estrutura cristalina, contribuindo para a baixa solubilidade do potássio nessa amostra.

## 5 CONCLUSÕES

Conclui-se que quando a amostra passa por processo de ativação mecanoquímica, a solubilidade do potássio nas amostras obtidas aumenta de maneira considerável. Após a ativação da amostra com 30% em massa de CaO e calcinação a 800°C obteve-se um aumento de 2 para 10,2% de solubilidade do potássio nessa amostra. Dessa maneira, pode-se afirmar que é possível obter fertilizantes alternativos de potássio, utilizando processos economicamente viáveis, por meio de ativação mecanoquímica, já que o resultado mais apreciável ocorreu na temperatura de 800°C com adição de 30% em massa de CaO.

## 6 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq pela bolsa de iniciação científica, ao CETEM pela infraestrutura laboratorial e a COAM pelas análises de absorção atômica e difração de raios X.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DIAS, R.S., Caracterização de Rocha Potássica Visando sua Aplicação como Fertilizante. Projeto Final de Curso – Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro (Brasil), 2014, p. 33-35.

FELIX, A.A.S., Síntese e Caracterização Estrutural de Materias com Liberação Controlada de Potássio. Tese (Doutorado) – Programa de Pós Graduação em Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro (Brasil), 2014, 126p.

LUZ, A. B.; LAPIDO-LOUREIRO, F. E; SAMPAIO, J. A.; CASTILHOS, Z. C.; BEZERRA, M. S. (2010). Rochas, Minerais e Rotas Tecnológicas para Produção de Fertilizantes Alternativos. In: Agrominerais para o Brasil; Francisco Fernandes, Adão B. Luz e Zuleica Castilhos (Editores), CETEM/MCT, 2010.

MARTINS, E.S.; THEODORO, S.H. eds. Anais Congresso Brasileiro de Rochagem, 1., 2009, Planaltina-DF: Embrapa Cerrados, 2010. p. 321.

NOBRE, L.L.S.; ARAÚJO, F.S.D.; DANTAS, A.P.A.; LEITE, J.Y.P. Análise do Rejeito de Cerâmica Vermelha e sua Aplicação como Fonte de Potássio na Agricultura. Holos. ano 27. v. 5. p. 3- 9, 2011.