

# CARACTERIZAÇÃO TECNOLÓGICA E PROCESSAMENTO DE SIENITO PARA AGRICULTURA

**Thuanny Honório Soares**

Aluna de Graduação de Licenciatura em Química, 4º período, IFRJ

Período PIBIC/CETEM: julho de 2013 a julho de 2014

[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**

Coorientadora, Química Industrial, D.Sc.

[asoeiro@cetem.gov.br](mailto:asoeiro@cetem.gov.br)

## 1. INTRODUÇÃO

Como o Brasil não se destaca na produção de fertilizantes é de grande importância a busca por fontes alternativas, principalmente de fertilizantes potássicos (SILVA *et. al.*, 2013). Nesse contexto, constata-se, pela literatura, o desenvolvimento de estudos que visam alterar a estrutura cristalina de minerais ou rochas ricas em potássio, de maneira a aumentar a disponibilidade desse nutriente, tornando essas rochas ou minerais aproveitáveis como fertilizantes alternativos de potássio.

## 2. OBJETIVOS

O propósito deste trabalho foi realizar a caracterização mineralógica/química e processamento, em escala de bancada, da rocha sienito, visando sua aplicação na agricultura como fertilizante alternativo de liberação lenta do nutriente potássio.

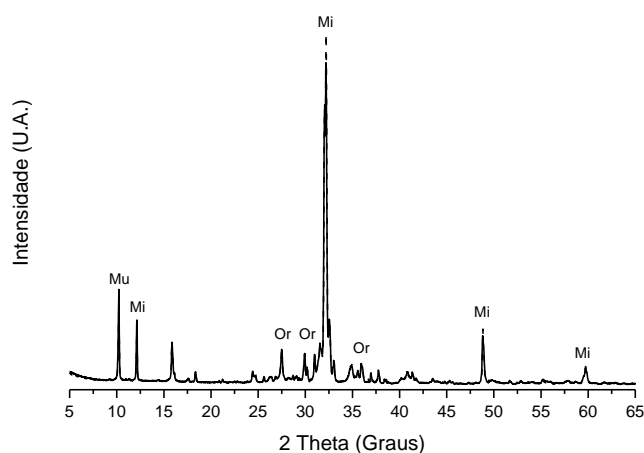
## 3. METODOLOGIA

Para realização deste estudo, uma amostra da rocha sienito do município de Tanguá, RJ, foi britada, homogeneizada, quarteada e submetida à caracterização mineralógica e química pelas técnicas de difração e fluorescência de raios X. A amostra proveniente do ensaio de britagem foi calcinada nas temperaturas de 600°C a 1000°C sem adição e com adição de CaO (0, 5, 10, 20 e 30% p/p), seguido de resfriamento brusco por contato direto com água destilada a temperatura ambiente.

A seguir, os produtos da calcinação foram submetidos a ensaios de extração, em solução de ácido cítrico 0,1 mol/L, em triplicata, com o objetivo de quantificar o teor de potássio solúvel nesses produtos. O potássio solúvel foi determinado utilizando a técnica de absorção atômica (AA). O sólido remanescente da extração foi caracterizado por difração de raios X (DRX).

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 tem-se o difratograma de raios X da amostra de sienito e, pela sua análise, pode-se verificar que a mesma é constituída pelos minerais microclínio ( $\text{KAlSi}_3\text{O}_8$ ), muscovita ( $(\text{K,Na})(\text{Al,Mg,Fe})_2(\text{Si}_{3,1}\text{Al}_{0,9})\text{O}_{10}(\text{OH})_2$ ) e ortoclásio ( $\text{KAlSi}_3\text{O}_8$ ).



**Figura 1:** Difratograma de raios X para a rocha sienito onde, Mu = Muscovita  $((K,Na)(Al,Mg,Fe)_2(Si_{3,1}Al_{0,9})O_{10}(OH)_2)$ , Mi = Microclínio  $(KAlSi_3O_8)$  e Or = Ortoclásio  $(KAlSi_3O_8)$ .

Ao observar os resultados de fluorescência de raios X (Tabela 1) constata-se que a rocha é composta basicamente por  $SiO_2$  (60,20%),  $Al_2O_3$  (20,60%) e  $K_2O$  (7,30%). Portanto, o potássio ocorre de forma significativa na composição química da rocha, este teor (7,30%) pode ser atribuído à existência do mineral microclínio  $(KAlSi_3O_8)$  que é o principal mineral de potássio constituinte da amostra. De acordo com a avaliação dos resultados de caracterização, pode-se afirmar que a rocha contém cerca de 7,30% de potássio. 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 0,22%. Sendo assim, foram realizados experimentos de calcinação da rocha, com a finalidade de alterar a estrutura dos minerais constituintes da mesma aumentando assim o teor de potássio solúvel nas amostras.

**Tabela 1:** Composição química da sienito obtida por FRX

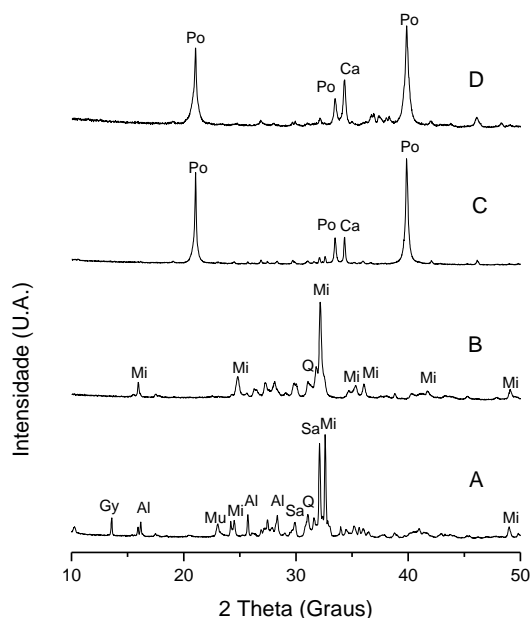
Óxidos	% em massa	Óxidos	% em massa
$Na_2O$	3,00	$K_2O$	7,30
$MgO$	0,40	$CaO$	0,96
$Al_2O_3$	20,60	$SiO_2$	60,20

A Tabela 2 apresenta os resultados de potássio solúvel nas amostras calcinadas. Pela análise dos resultados de extração pode-se perceber que a calcinação da rocha a baixas temperaturas contribui para o aumento de solubilidade do nutriente. Quando a amostra é calcinada a  $600^\circ C$  o teor de potássio solúvel aumenta de 0,22 para 0,65%. Por outro lado, quando a calcinação ocorre a  $1000^\circ C$  esse teor passa para 0,19%, ou seja, diminui em relação ao valor inicial. A diminuição de solubilidade do nutriente, em temperaturas mais altas, está relacionada com a formação de uma estrutura menos solúvel, ou seja, uma estrutura vítrea, que retém os íons potássio.

**Tabela 2:** Resultados de extração em ácido cítrico 0,1 mol/L para as amostras calcinadas

	K extraído em mg/L (% de K extraído em relação ao valor total contido na rocha)				
	Temperatura (°C)				
% CaO	600	700	800	900	1000
0	45,3(0,65%)	37,6(0,54%)	28,1(0,40%)	17,4(0,25%)	13(0,19%)
5	18,4(0,28%)	15,5(0,22%)	8,6(0,13%)	10,6(0,16%)	3,9(0,06%)
10	18,1(0,29%)	13,0(0,21%)	8,8(0,14%)	8,9(0,14%)	4,2(0,07%)
20	21,3(0,40%)	10,1(0,18%)	10,3(0,25%)	10,8(0,20%)	4,6(0,08%)
30	16,8(0,40%)	16,2(0,39%)	10,3(0,25%)	6,3(0,15%)	3,9(0,10%)

Esses eventos podem ser confirmados pela análise da Figura 2, na qual são apresentados os difratogramas de raios X das amostras calcinadas a 600 e 1000°C. Comparando-se as Figuras 2(a) e 2(b) pode-se perceber que quando a amostra é calcinada a 600°C há a ocorrência de fases cristalinas como microclínio ( $\text{KAlSi}_3\text{O}_8$ ), sanidina ( $(\text{Na,K})(\text{Si}_3\text{Al})\text{O}_8$ ) e quartzo ( $\text{SiO}_2$ ). Quando a amostra é calcinada a 1000°C as fases observadas são microclínio ( $\text{KAlSi}_3\text{O}_8$ ), e quartzo ( $\text{SiO}_2$ ).



**Figura 2:** Difratograma de raios X para as amostras calcinadas a (A) 600 e (B) 1000°C sem CaO e (C) 600 e (D) 1000 °C com adição de 30% de CaO , onde Mi = Microclínio ( $\text{KAlSi}_3\text{O}_8$ ), Mu = Muscovita ( $(\text{K,Na})(\text{Al,Mg,Fe})_2(\text{Si}_{3,1}\text{Al}_{0,9})\text{O}_{10}(\text{OH})_2$ ), Sa = Sanidina ( $(\text{Na,K})(\text{Si}_3\text{Al})\text{O}_8$ ), Q = Quartzo ( $\text{SiO}_2$ ), Al = Albita ( $(\text{Na,Ca})\text{Al}(\text{Si,Al})_3\text{O}_8$ ), Ca = Sulfato de cálcio ( $\text{CaSO}_4$ ), Po = Portlandita ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) e Ca = Calcita ( $\text{CaCO}_3$ ).

Esses eventos indicam que a 600°C houve desestruturação dos minerais potássicos com formação de uma nova fase cristalina, a sanidina ((Na,K)(Si<sub>3</sub>Al)O<sub>8</sub>). Sendo assim, nessa temperatura não houve incorporação de potássio para estrutura vítrea e sim, a manutenção do potássio em fase cristalina. Por outro lado, quando a amostra é calcinada a 1000°C, o pico referente a sanidina ((Na,K)(Si<sub>3</sub>Al)O<sub>8</sub>) não é mais observado e além disso, pode-se perceber que há diminuição na intensidade relativa do pico referente ao quartzo(SiO<sub>2</sub>). Dessa forma, pode-se confirmar que o potássio que compunha a fase sanidina ((Na,K)(Si<sub>3</sub>Al)O<sub>8</sub>) migra para a estrutura vítrea assim como o silício que compunha a fase quartzo (SiO<sub>2</sub>). De acordo com SILVA *et. al.* (2012), sabe-se que materiais vítreos com alto teor de sílica têm baixa solubilidade. Dessa forma, a formação de material amorfo seguido de alta incorporação de sílica e potássio é responsável pela diminuição de solubilidade do íon com o aumento de temperatura.

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 de íon Ca<sup>2+</sup>, que é um íon modificador de rede, por estruturas vítreas. Sendo assim, com o objetivo de aumentar a solubilidade do nutriente potássio pela incorporação de íons Ca<sup>2+</sup> pelas estruturas vítreas formadas foi adicionado CaO a rocha antes da calcinação. Os resultados podem ser observados na Tabela 2. Pela análise dos resultados pode-se perceber que em todos os experimentos, a adição de Ca<sup>2+</sup> não favorece o aumento de solubilidade do íon K<sup>+</sup>. Esses resultados podem ser compreendidos por meio da análise dos DRX na Figura 2.

Nas Figuras 2(c) e 2(d) pode-se notar que nas amostras calcinadas a 600 e a 1000°C com adição de 30% em massa de CaO só há a ocorrência de duas fases cristalinas, a portlandita (Ca(OH)<sub>2</sub>) e a calcita(CaCO<sub>3</sub>). Essas fases cristalinas são ricas em cálcio. Sendo assim, pode-se dizer que os íons cálcio não foram incorporados pela estrutura vítrea das amostras e sim, permaneceram na estrutura cristalina. Além disso não foram observados picos relativos ao quartzo(SiO<sub>2</sub>), indicando que nessas amostras houve maior incorporação de silício pela estrutura vítrea, o que justifica a diminuição de solubilidade do potássio nessas amostras em relação às amostras calcinadas sem CaO.

## 5. CONCLUSÕES

Foi possível concluir que quando a rocha é calcinada a temperaturas mais baixas, o teor de potássio solúvel é maior devido às alterações estruturais sofridas pelo sienito durante a calcinação. A adição de CaO não favoreceu a recuperação de potássio.

## 6. AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pela bolsa de iniciação científica, a COAM pelas análises de AA e DRX.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

SILVA, A.A.S., MEDEIROS, M.E., SAMPAIO, J.A., GARRIDO, F.M.S., Verdete de Cedro do Abaeté como fonte de potássio: caracterização, tratamento térmico e reação com CaO, **Revista Matéria**, v.17 (3), p. 1061-1073. 2012.

SILVA, A.A.S., SAMPAIO, J.A., LUZ, A.B., FRANÇA, S.C.A., RONCONI, C.M., Modeling controlled potassium release from phlogopite in solution: Exploring the viability of using crushed phlogopite rock as an alternative potassium source in brazilian soil, **Journal of Brazilian Chemical Society**, v.24 (8), p. 1366-1372. 2013.