

# **Caracterização mineralógica de fontes alternativas para potássio**

**Patricia d'Almeida de Toledo Piza**

Bolsista de Iniciação Científica, Geologia, UERJ

**Sílvia Cristina Alves França**

Orientadora, Eng<sup>a</sup>. Química, D. Sc.

**Luiz Carlos Bertolino**

Co-orientador, Geólogo, D. Sc.

## **Resumo**

Com o solo ácido e o crescimento do setor agricultor no Brasil, o país vê-se necessitado de novas fontes de fertilizantes. Uma alternativa atraente ao uso de fertilizantes industriais é a utilização de pó de rocha, a chamada rochagem. Este método está inserido no Projeto AGROMINERAIS desenvolvido no CETEM com apoio do CNPq. O estudo foi desenvolvido com 02 rochas distintas, provenientes dos estados de Minas Gerais e Bahia. São elas verdete e granito rico em amazonita, as quais contêm minerais ricos em potássio. Tais rochas foram avaliadas pelos métodos de descrição petrográfica, lupa binocular, difração de raios X, microscopia eletrônica de varredura e análises químicas.

## **Introdução**

O clima tropical predominante no Brasil propicia ambientes oxidantes e solos de pH ácido, os quais têm pouca disponibilidade de nutrientes como P, Ca, Mg, K e Mo, e concentração de íons como Zn, Cu, Fe, Mn e Al (Nahass e Severino, 2009). O potássio é o sétimo elemento mais abundante na crosta terrestre, raramente forma depósitos econômicos e 95% de sua produção mundial é usada para fertilizantes (Nascimento e Loureiro, 2009). Particularmente é importante na produção de batata, cana-de-açúcar, beterraba, uvas, frutas, cereais, côco, cacau e seringueira (Straaten, 2007).

Segundo Nascimento e Loureiro (2009), o potássio, na agricultura, tem como principal função promover a reciclagem dos nutrientes necessários aos crescimentos das plantas. Ele desempenha uma função importante na ativação de enzimas que atuam em diversos processos metabólicos tais como, fotossíntese, síntese de proteínas e carboidratos.

Na natureza, esse elemento é encontrado nas formas mineral, trocável e em solução. Silicatos, como feldspato potássico, micas, leucita, glauconita e illita, são exemplos de fontes onde o potássio é encontrado na fase mineral, a qual é o objetivo deste trabalho. No entanto, ele é encontrado em maior concentração em sais, como a silvita, carnalita, kainita e langbeinita. Estes minerais com elevado teor de K podem tornar-se fontes alternativas potenciais para fertilizantes de solubilização lenta (Nascimento e Loureiro, 2009).

Uma alternativa atraente ao uso de fertilizantes industriais é a utilização de pó de rocha, a chamada rochagem. Por ter uma solubilidade mais lenta que os fertilizantes comerciais, o pó de rocha se constitui em fonte de nutrientes para plantas cultivadas durante longos períodos, promove o aumento da capacidade de troca catiônica dos solos, devido a formação de novos minerais de argila durante o processo de alteração da rocha (Melahmed *et al.*, 2009). O modelo de rochagem constitui uma alternativa viável em termos econômicos e

ecológicos devido ao baixo custo de processo de beneficiamento, que envolve apenas moagem das rochas usadas na composição do produto, e devido à liberação gradual de nutrientes que diminui as perdas por lixiviação e favorece uma ação de longo prazo do insumo aplicado.

### **Verdete de Matutina (MG)**

O estudo refere-se à caracterização do verdete, o qual é constituído por metassedimentos pelíticos, com predominância de glauconita, quartzo e outros minerais. A rocha ocorre na Serra da Saudade, no município Matutina, na região do Alto Parnaíba (MG). Geologicamente, encontra-se no Cráton do São Francisco, no Grupo Bambuí, na Formação Serra da Saudade. A formação é constituída por folhelhos intercalados com verdetes, em alternância centimétrica a métrica, com alguns níveis de fosforita no topo (Valarelli *et al.*, 1992).

A coloração verde é dada pela presença de ferro. Inicialmente ferroso, ele substitui cátions neutralizados, como  $K^{+2}$ ,  $Na^{+2}$ ,  $Ca^{+2}$  e  $Mg^{+2}$ , e parcialmente ferro férrico. A mineralogia é composta por quartzo, feldspato potássico, albita, mica branca, glauconita, dando a cor verde à rocha, clorita e opacos. E a porcentagem de  $K_2O$  varia entre 7 e 14%. Segundo Eichler (1983), o verdete de Abaeté apresenta cerca de 11,4% de  $K_2O$ .

### **Granito de Potiraguá (BA)**

O granito é uma rocha ígnea plutônica, a qual é constituída essencialmente por quartzo e feldspato, podendo ainda haver micas e anfólio. Dentre estes minerais, o feldspato é aquele que apresenta maior quantidade de K em sua estrutura cristalina. No caso do granito de Potiraguá, o feldspato presente é a amazonita e é o principal responsável pela coloração verde da rocha. O contexto geotectônico deste granito também é o Cráton do São Francisco, pertencendo ao embasamento Paleoproterozóico do mesmo (Rosa *et al.*, 2005).

### **Objetivos**

O estudo tem como objetivo principal a caracterização mineralógica do verdete (ardósia), da região de Cedro do Abaeté (MG), e do granito rico em amazonita, da região de Potiraguá (BA), visando a utilização das mesmas como fonte alternativa de potássio para a agricultura. Como objetivos secundários: determinação dos constituintes mineralógicos por meio da descrição petrográfica de lâminas delgadas; difração de raios X, fluorescência de raios X; teste de cominuição das amostras e determinação da liberação do mineral de interesse.

### **Materiais e Métodos**

Para o desenvolvimento do estudo foram enviadas para o CETEM 07 amostra de verdete e 01 amostra de granito, as quais foram descritas petrograficamente macro e microscopicamente (Figura 1). Inicialmente as amostras foram cominuídas, homogeneizadas em pilhas e classificadas em faixas granulométricas.

Os difratogramas de raios X das amostras, obtidos pelo método do pó, foram coletados em um equipamento Bruker-D4 Endeavor, nas seguintes condições de operação: radiação Co K $\alpha$  (40 kV/40 mA); velocidade do goniômetro de 0,02° 2 $\theta$  por passo com tempo de contagem de 0,5 segundos por passo e coletados de 4 a 80° 2 $\theta$ , com detector sensível à posição LynxEye. As interpretações qualitativas de espectro foram efetuadas por comparação com padrões contidos no banco de dados PDF02 (ICDD, 2006) em software Bruker DiffraC<sup>Plus</sup>.

## Resultados e Discussões

O verdete é uma rocha de coloração verde clara, de matriz argilosa, e com presença de capa de alteração de cores amarelo a marrom, sendo oriunda de alteração de óxido de ferro, a qual preenche fraturas perpendiculares ao seu acamamento. A anisotropia da rocha (Figura 1) é de caráter sedimentar, marcado por ciclos de deposição predominantemente da glauconita, intercalados com ciclos de deposição de glauconita com material quartzoso. Sua granulometria é fina e a mineralogia é composta por 37% de glauconita; 24% de quartzo, recristalizado, em tamanho que varia entre 0,5 e 7 mm, usualmente subarredondado; 14% de matriz argilosa marrom clara; 11% de caulinita; 7% de micas, muscovita e, subordinadamente, clorita e biotita; e 7% de óxidos de ferro, entre minerais opacos, sendo magnetita ou martita. Ainda há microclina e zircão.

Após a análise granulométrica, as rochas foram observadas à lupa binocular. Constatou-se que no verdete, o mineral de interesse, a glauconita, é melhor liberado da ganga, o quartzo, em fração granulométrica inferior a 0,105mm (Figura 1).

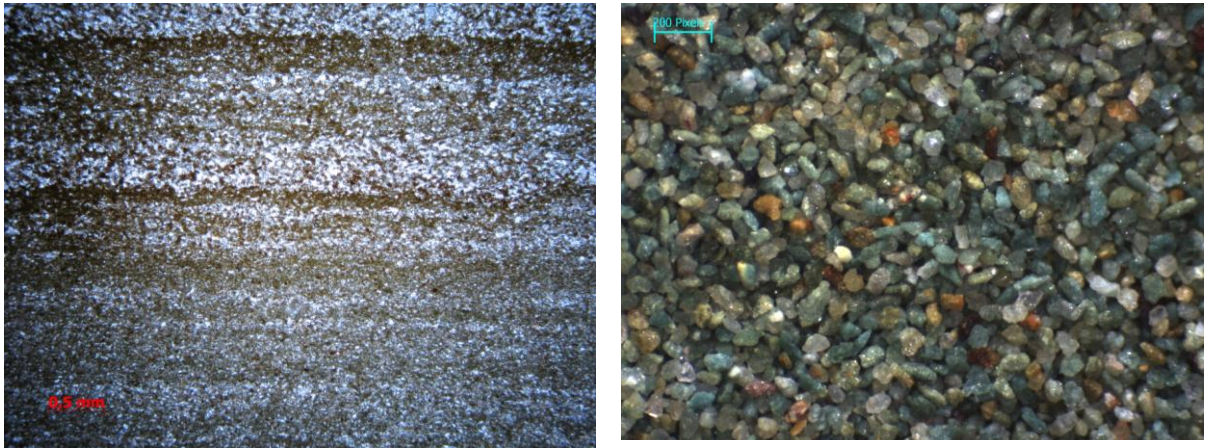


Figura 1. Lâmina petrográfica de verdete (à esquerda) e verdete cominuído a 0,105mm (à direita).

Após a análise da amostra de verdete através do método de difração de raios-X (DRX), ratificou-se a presença de ilita, quartzo, vermiculita e, principalmente, glauconita no verdete (Figura 2).

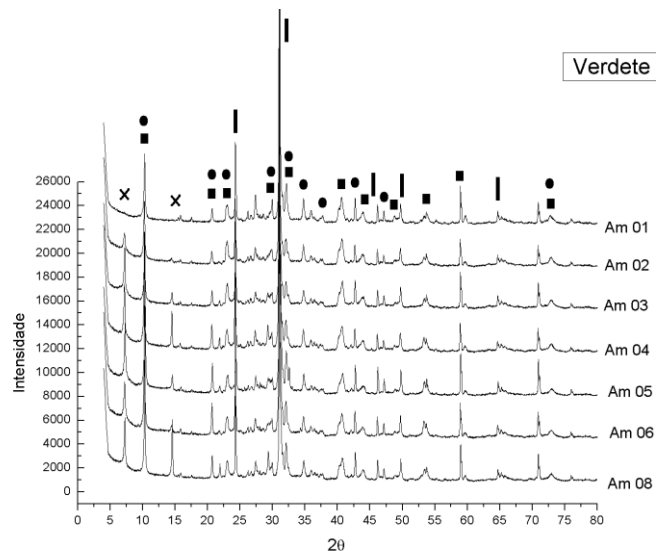


Figura 2. Difratomogramas de raios X das 07 amostras de verdete, cuja mineralogia é composta por glauconita (■), illita (●), quartzo (▣) e vermiculita (X). Co K $\alpha$  (35kV/40 mA).

Através de análises químicas verificou-se que o teor de K<sub>2</sub>O presente no verdete varia entre 6,09 e 7,33% (Tabela 1), concentrando-se em maior quantidade na fração granulométrica inferior a 0,037mm.

	Am-01	Am-02	Am-03	Am-04	Am-05	Am-06	Am-08	Am Comp
SiO <sub>2</sub>	70,26	60,74	61,36	62,65	63,96	65,55	65,08	64,65
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11,03	15,4	15,21	14,87	14,75	14,18	13,37	13,52
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,99	6,45	6,48	6,04	6,27	5,82	5,57	5,71
CaO	0,32	0,03	0,05	0,05	0,06	0,04	0,16	0,14
MgO	1,75	2,43	2,32	2,1	1,84	1,78	2,05	1,98
Na <sub>2</sub> O	0,85	0,04	0,03	0,08	0,04	0,16	0,22	0,24
K <sub>2</sub> O	6,68	7,31	6,78	6,63	6,86	6,09	7,33	6,95
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
TiO <sub>2</sub>	0,67	0,8	0,78	0,77	0,77	0,78	0,7	0,74
MnO	0,23	0,07	0,11	0,17	0,12	0,13	0,13	0,11
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,18	0,096	0,132	0,131	0,103	0,102	0,139	0,134
SrO	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
BaO	0,08	0,08	0,09	0,08	0,07	0,07	0,07	0,07
P.F.	2,9	5,59	5,39	5,17	5,03	5,17	4,75	4,39
Total	99,97	99,07	98,76	98,74	99,9	99,9	99,61	98,65

Tabela 1. Composição química das amostras (% em peso).

O granito é rico em amazonita (microclina verde –  $\text{KAISi}_3\text{O}_8$ ), plagioclásio, quartzo e biotita. Apresenta uma coloração esbranquiçada e níveis esverdeados ricos em amazonita. A porção rica em amazonita é de granulometria mais grossa. E lâmina delgada a rocha apresenta-se homogênea e os grãos encontram-se bem preservados (Figura 3).

No granito, a amazonita concentra-se principalmente nas frações mais finas (0,105mm), constituindo cerca de 60% dessa fração, além da amazonita ocorrem o quartzo, biotita e turmalina. Neste intervalo a amazonita encontra-se liberada dos outros minerais (Figura 3).

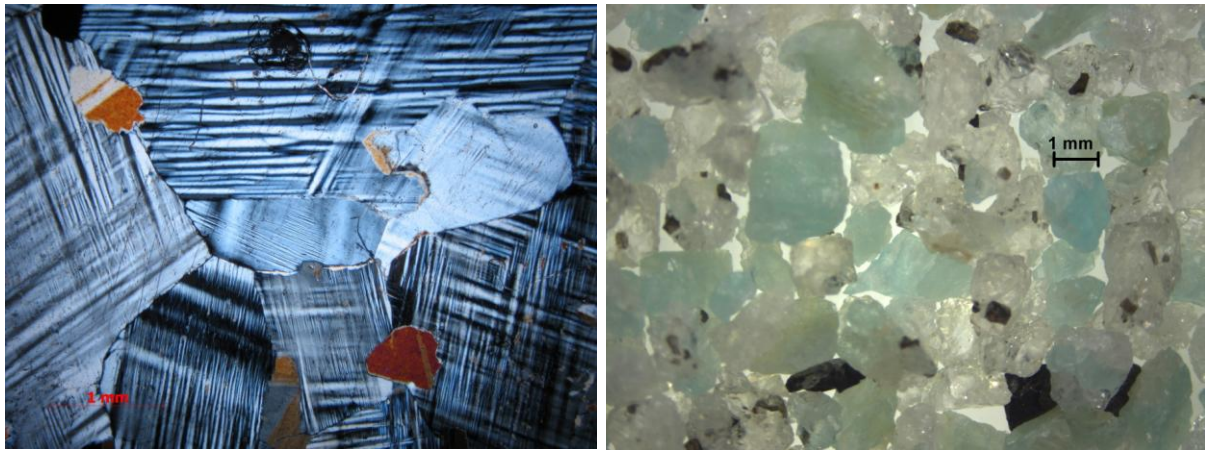


Figura 3. Lâmina petrográfica de granito (à esquerda) e granito cominuído a 0,841mm(à direita).

Após a análise da amostra de verdete através do método de difração de raios-X (DRX), ratificou-se a presença de plagioclásio, biotita e, principalmente, microclina no granito (Figura 4).

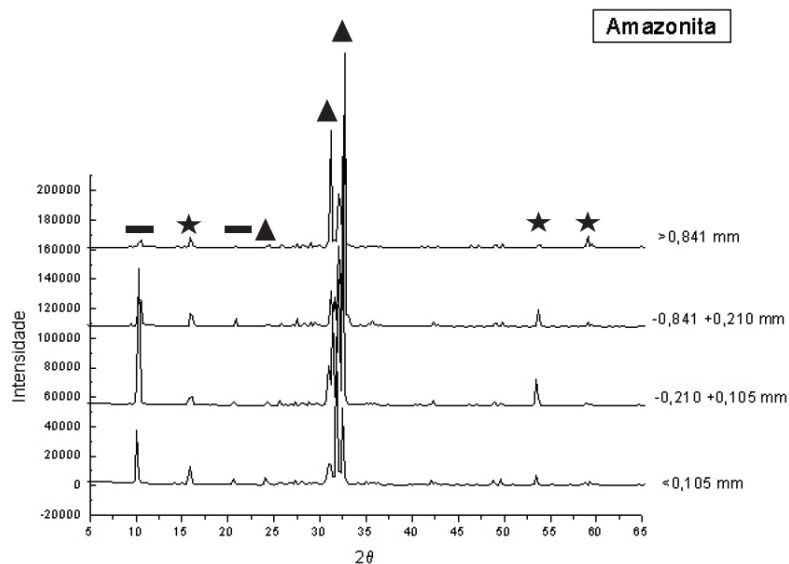


Figura 4. Difratoigramas de raios X das 04 amostras de granito, cuja mineralogia é composta por microclina (▲), plagioclásio (★) e biotita (—).  $\text{Co K}\alpha$  (35kV/40 mA).

Através de análises químicas verificou-se que o teor de  $K_2O$  presente no verdete varia entre 5,28 e 6,90% (Tabela 2), concentrando-se em maior quantidade na fração granulométrica inferior a 0,105mm.

	+0,841mm	-0,841 +0,210mm	-0,210 +0,105mm	-0,105mm
SiO <sub>2</sub>	80,63	72,70	71,33	72,23
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11,15	15,04	14,83	14,97
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,38	1,59	1,42	0,92
MnO	0,01	0,03	0,02	0,02
MgO	0,00	0,00	0,00	0,02
CaO	0,12	0,43	1,24	0,86
Na <sub>2</sub> O	2,35	4,57	4,38	3,85
<b>K<sub>2</sub>O</b>	<b>5,49</b>	<b>5,28</b>	<b>5,78</b>	<b>6,90</b>
TiO <sub>2</sub>	0,005	0,049	0,039	0,02
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,00	0,00	0,003	0,001
P.F.	0,16	0,53	0,54	0,58
Total	100,29	100,20	99,55	100,37

Tabela 2. Composição química das amostras (% em peso).

## 5. Conclusão

O verdete da região de Matutina (MG) é uma rocha de coloração verde clara, de matriz argilosa, granulometria fina, cuja anisotropia é de caráter sedimentar. Ela é composta por cerca de 37% de glauconita, 24% de quartzo, 14% de matriz argilosa marrom clara, 11% de caulinita, 7% de micas e 7% de óxidos de ferro, entre minerais opacos e flúidos alterados, além de poder apresentar microclina e zircão. A glauconita é melhor liberada à fração granulométrica inferior a 0,105mm, e a quantidade de potássio presente no verdete varia entre 6,09 e 7,33%.

O granito da região de Potiraguá (BA) é rico em amazonita, que gera níveis esverdeados na rocha, e ainda contém plagioclásio, quartzo e biotita. É uma rocha ígnea homogênea, mas a porção rica em amazonita apresenta granulometria mais grossa. A amazonita é melhor liberada à fração granulométrica inferior a 0,105mm, e a quantidade de potássio presente no granito varia entre 5,28 e 6,90%.

## 6. Agradecimentos

Ao CETEM pelo suporte científico, técnico e laboratorial durante a execução do trabalho. À Amazon Minig pelo apoio e fornecimento das amostras de verdete, e ao Sr. Wilson Fontanelli pelo fornecimento da amostra de granito. Ao CNPq e a FAPERJ pelo apoio financeiro.

## 7. Referências Bibliográficas

- EICHLER, V. **Disponibilidade do potássio do verdete de Abaeté calcinado com e sem calcário magnesiano, para a cultura do milho em solos de textura média e argilosa.** 1983. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura de Lavras, Minas Gerais (Brasil).
- MELAMHED, R., GASPAR, J.C.; MIEKELEY, N. Pó-de rocha como fertilizante alternativo para sistemas de produção sustentável. In: LAPIDO LOUREIRO, F.E et al. (Eds). **Fertilizantes Agroindustriais e Sustentabilidade.** Rio de Janeiro, RJ, Brasil: Centro de Tecnologia Mineral, 2009, p.385-396.
- NAHASS, S.; SEVERINO, J. Calcário Agrícola no Brasil. In: LAPIDO LOUREIRO, F.E et al. (Eds). **Fertilizantes Agroindustriais e Sustentabilidade.** Rio de Janeiro, RJ, Brasil: Centro de Tecnologia Mineral, 2009, p.409-444.
- NASCIMENTO, M.; LOUREIRO, F.E.L. O potássio na agricultura brasileira – fontes e rotas alternativas. In: LAPIDO LOUREIRO, F.E et al. (Eds). **Fertilizantes Agroindustriais e Sustentabilidade.** Rio de Janeiro, RJ, Brasil: Centro de Tecnologia Mineral, 2009, p.305-336.
- ROSA, M.L.S.; CONCEIÇÃO, H.; MACAMBIRA, M.J.B.; MARINHO, M.M.; MENEZES, R.C.L.; CUNHA, M.P.; RIOS, D.C. Magmatismo Neoproterozóico no sul do estado da Bahia, maciço sienítico Serra das Araras: geologia, petrografia idade e geoquímica. **Revista Brasileira de Geociências**, v.35 (1), p.111-121, 2005.
- STRAATEN, P. **Agrogeology: The use of rocks for crops.** Ed: Enviroquest Ltd. 2007. p. 440.
- VALARELLI, J.V.; NOVAIS, R.H.; MELO, M.T.V.; LEAL, E.D. Ardósias “Verdete” de Cedro do Abaeté na Produção de Termofosfato Potássico Fundido e sua Eficiência Agrônômica. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**. v. 65 (4) p. 363 – 375, 1993.