

## **CINÉTICA DE LIBERAÇÃO DE POTÁSSIO DE ROCHAS \***

**ANTONIO FERNANDO MAGALHÃES**

Prof. Adjunto do Dep. de Agronomia da UFRPE. Bolsista do CNPq.

Avaliou-se a cinética de liberação de potássio de rochas, coletadas em Pernambuco, com possibilidade de serem utilizadas como fertilizantes potássicos alternativos. Ácido acético 0,05M — pH 5,0 cloreto de amônia  $5 \times 10^{-5}$ M e água deionizada foram as soluções utilizadas para determinar a dissolução de potássio em sistema de equilíbrio fechado ou com lavagens sucessivas. Mica foi o principal mineral potássico encontrado nas rochas cujos teores totais de K variaram entre 2,29 e 4,90%. A maior taxa de liberação de potássio observada foi 7% do total em todos os casos. A potencialidade de utilização destas rochas "in natura" como fertilizantes alternativos em sistema agrícola moderno e anual é pequena devido a baixa taxa de liberação e teor total.

### **INTRODUÇÃO**

A interferência do homem no sistema solo-planta se faz necessário para manter os nutrientes em concentrações ideais na solução do solo e, conseqüentemente, obter uma alta produtividade. Esta interferência é feita através de aplicações de fertilizantes convencionais ou materiais que contenham os nutrientes, cuja solubilização aumentará o teor dos mesmos na solução do solo.

O fertilizante potássico consumido no Brasil é totalmente importado. Porém, existem no país imensas reservas de rochas com teores relativamente altos de potássio. A utilização dessas reservas como fertilizantes alternativos está sujeita primordial-

\* Trabalho executado com apoio da Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP)

mente à liberação de K para a solução do solo que depende não só do teor total de potássio no material como também da forma que o mesmo se encontra nas rochas, além de fatores externos (SCHROEDER, 1978).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a velocidade e concentração de potássio liberado pelas rochas para diversas soluções em ambiente controlado de laboratório. Apesar do solo ser um sistema complexo e sujeito a muitas variáveis, os resultados obtidos em soluções simples são de grande utilidade na avaliação das potencialidades das rochas como fertilizantes alternativos.

## MATERIAL E MÉTODO

Quatro amostras de rocha foram coletadas no estado de Pernambuco, sendo três na Serra das Russas, no município de Gravatá-PE, e uma no município de Surubim-PE.

As amostras das rochas foram dissolvidas em ácido fluorídrico (JACKSON, 1964) e as concentrações K e Na foram determinadas em fotômetro de chama. Cálcio e magnésio foram analisados em espectrofotômetro de absorção atômica.

A composição mineralógica e as características das rochas foram determinadas através de análise da seção delgada em microscópio petrográfico e de difratometria de raio-X. O instrumento utilizado na difratometria de raio-X foi um aparelho marca Phillips com tubo de cobre e filtro de níquel. A unidade geradora de raio-X foi estabilizada em 40 KV e 20 mA.

A metodologia utilizada na avaliação da cinética de liberação foi dividida em duas partes. A primeira foi delineada para estudar a liberação de K em sistema fechado e a segunda para determinar a taxa de liberação de potássio em sistema aberto.

**Determinação do Potássio Liberado para a Solução de Equilíbrio** — Quatro amostras de rocha (SR-1, SR-1B, SR-2 e BX-SF) foram moídas para passar em malha de 0,149 mm (100 mesh). Amostras de duplicata de cada rocha foram submetidas a um equilíbrio com água deionizada, ácido acético 0,05M ajustado a pH 5,0 e uma solução de  $\text{NH}_4\text{Cl}$   $5 \times 10^{-5}\text{M}$ , durante período

dos de 1, 3, 6, 12, 24, 36 e 48 horas. As suspensões de rocha/solução, na relação 1:100, foram agitadas continuamente em temperatura controlada ( $25 \pm 2^\circ\text{C}$ ). Após cada período a suspensão foi filtrada e a concentração de K foi determinada em fotômetro de chama.

Determinação da Taxa de Liberação de Potássio das Rochas — Duplicatas de 0,250 g de rocha moída ( $< 0,149$  mm) foram colocadas em tubos de centrífuga e 25 ml da solução de ácido acético 0,05 M ajustado a pH 5,0, foi adicionado. Após um período de agitação de 30 minutos, em agitador mecânico, as suspensões foram centrifugadas, e com o auxílio de uma pipeta os 25 ml, adicionados inicialmente, foram retirados. Nova solução foi adicionada ao tubo de centrífuga, iniciando-se um novo ciclo. Esta operação foi repetida nove vezes. A concentração de K foi determinada em cada ciclo através do fotômetro de chama. Utilizou-se a mesma metodologia para a solução de clareto de amônio  $5 \times 10^{-3}$  M e água deionizada.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As características macroscópicas, textura e composição mineralógica, determinada pela análise petrográfica e através da difratometria de raio-X encontram-se na tabela 1. Minerais de mica (biotita e muscovita) são os mais abundantes em todas as rochas estudadas. Plagioclásios e quartzo estão também presentes.

Tabela 1 — Descrição petrográfica e composição mineralógica das rochas

Código	Características Macroscópicas	Textura	Composição Mineralógica (1)
SR-1	Rocha de granulação muito fina, afanítica, coloração cinza escuro esverdeado, apresentando intercalação de lâminas paralelas de cor creme amarelado e planos de fraturas com superfície de deslizeamento	Monolítica Laminada	Hidromuscovita, epidoto, plagioclásio e quartzo

Tabela 1 (conclusão) — Descrição petrográfica e composição mineralógica das rochas

Código	Características Macroscópicas	Textura	Composição Mineralógica (1)
SR-1B	Rocha com abundante matriz cinza escuro esverdeada, laminada, onde estão dispersos pequeninos clastos branco leitoso fosco. Fraturas transversais são preenchidas por material branco amarelado	Porfiroclástica Lineada	Biotita, plagioclásio, quartzo, epidoto e microclina
SR-2	Rocha preta acinzentada, granulação fina homogênea e laminação aderente, deformada	Porfiroclástica Laminada	Biotita, plagioclásio, quartzo, titanita, apatita e epidoto
BX-SF	Rocha de granulação média, homogênea de coloração pontualmente mesclada preto acinzentado e branco fosco acinzentado exibindo pronunciada folheação definida por acamamento de mineral micáceo preto brilhante	Granolepoblastíca com Granada	Biotita, quartzo, plagioclásio, granada, zircão, apatita e turmalina

(1) Na ordem de abundância

A composição química das rochas encontram-se na tabela 2. Das rochas coletadas, as amostras SR-1B e SR-2 apresentaram os maiores teores de potássio (9,4 e 3,39% K). Entretanto, estes valores são muito baixos quando comparados com fertilizantes convencionais.

Tabela 2 — Tipo, procedência e composição química das rochas testadas

Rocha			Composição Química			
Código	Tipo	Procedência	K	Na	Ca	Mg
			%			
SR-1	Blastomilonito Laminado	Gravatá-PE	2,85	1,21	2,95	6,90
SR-1B	Milonito Laminado	Gravatá-PE	4,90	1,15	2,05	6,10
SR-2	Diorito Biotítico Cataclástico Lineado	Gravatá-PE	3,39	1,23	2,70	5,35
BX-SF	Xisto Biotítico com Granada	Surubim-PE	2,29	1,25	1,45	2,70

A concentração de equilíbrio de potássio foi atingida em todas as amostras testadas após o período de 24 horas (figuras 1 a 3). Os teores mais altos de K liberados pelas rochas foram obtidos na solução de ácido acético, pH 5,0. A alta concentração da solução ácida favoreceu uma maior dissolução de potássio das rochas, porém esta concentração não é normalmente encontrada no solo. É provável que esta solução tenha acelerado o processo de intemperização das micas (FANNING & KERAMIDAS, 1977) com a abertura individual das entre camadas (JACKSON et alii, 1952) ou de várias entre camadas nas bordas do mineral (MORTLAND, 1958), liberando uma maior quantidade de potássio para a solução.

As rochas SR-2 (diorito biotítico) e SR-1 (blastomilonito laminado) foram as que apresentaram uma maior liberação de potássio para a solução de equilíbrio em todas as soluções testadas.

A mica é o mineral dominante em todas as rochas (tabela 1) e a liberação de K destes materiais para a solução de equilíbrio vai depender fundamentalmente do tamanho das partículas de mica (SCOTT, 1968), da concentração de potássio na solução de equilíbrio, do processo de intemperização (FANNING & KE-

RAMIDAS, 1977) e do pH da solução (SCHROEDER, 1978). Neste contexto, apenas uma pequena parte do potássio total presente no mineral é liberado a curto prazo.

A concentração da solução de  $\text{NH}_4\text{Cl}$  é a que mais se aproxima da encontrada na solução do solo em sistema natural. Nesta situação, apenas a rocha SR-2 (figura 2) apresentou uma dissolução de potássio, em sistema fechado, suficientemente alta ( $0,14\text{mM}/1$ ) para suprir a solução do solo com K através de liberação proveniente de minerais primários intemperizados (MIELNICZUK, 1980). A dissolução de K das demais rochas variou entre  $0,02$  e  $0,06\text{mM}/1$ . A diferença na liberação de potássio para a solução de cloreto de amônio (figura 2) e para água deionizada (figura 3) é pouco significativa.

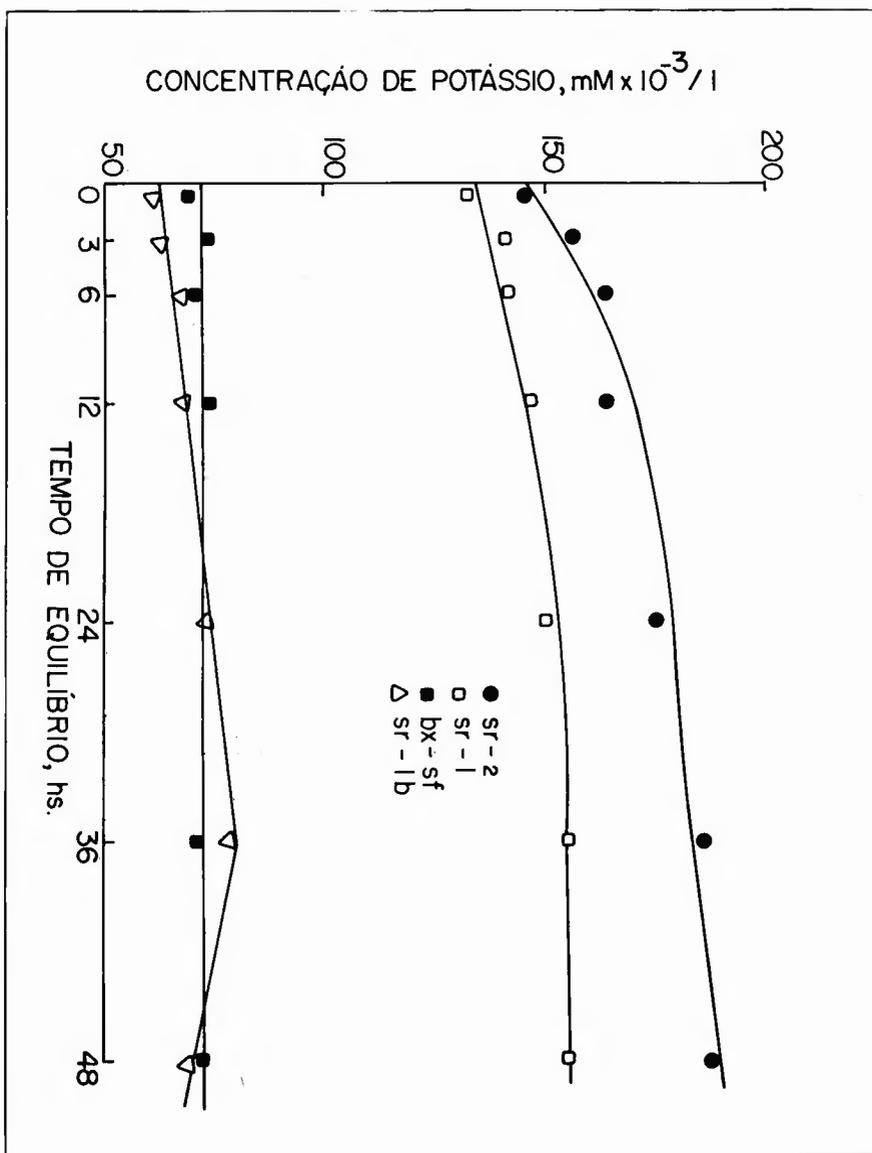


Figura 1 Potássio extraído por uma solução 0,05 M de ácido acético a pH 5,0, em função do tempo de equilíbrio

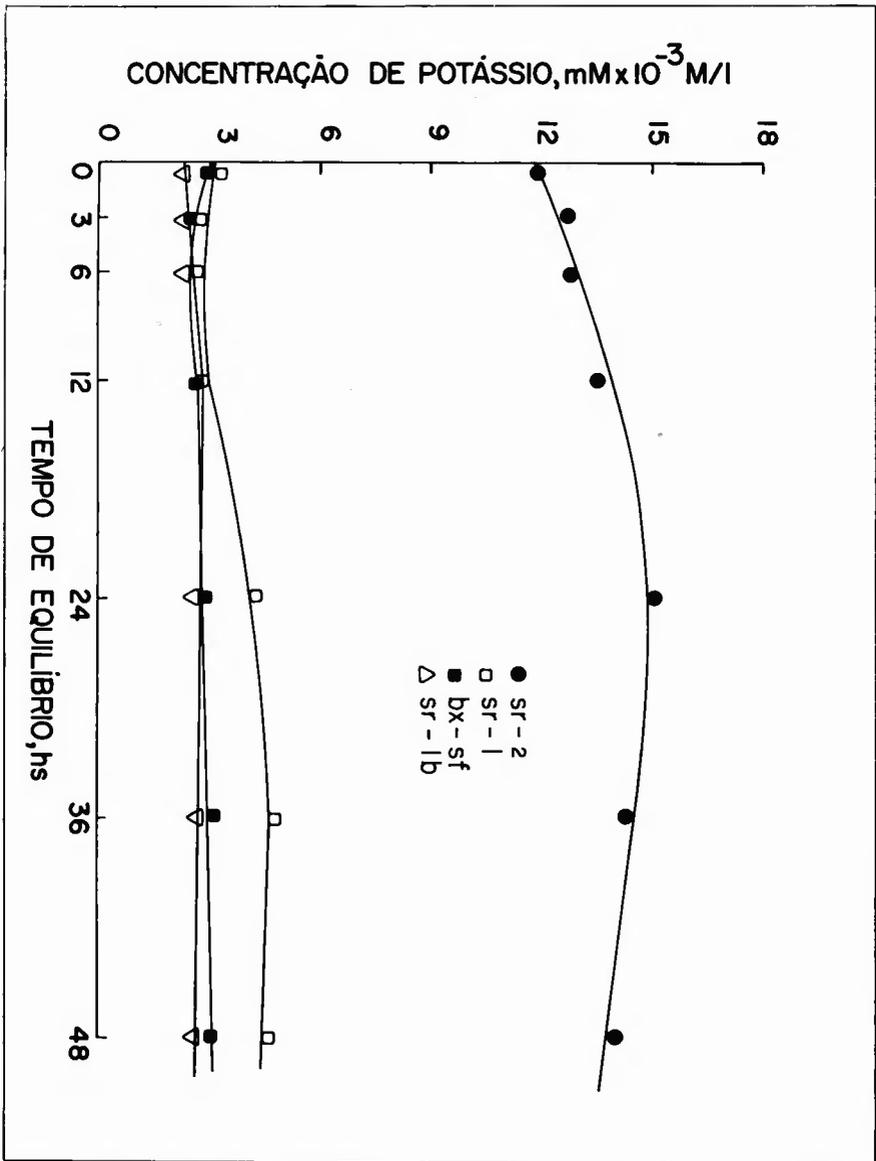


Figura 2 — Dissolução de potássio em função do tempo numa solução  $5 \times 10^{-3} \text{M}$  de cloreto de amônio

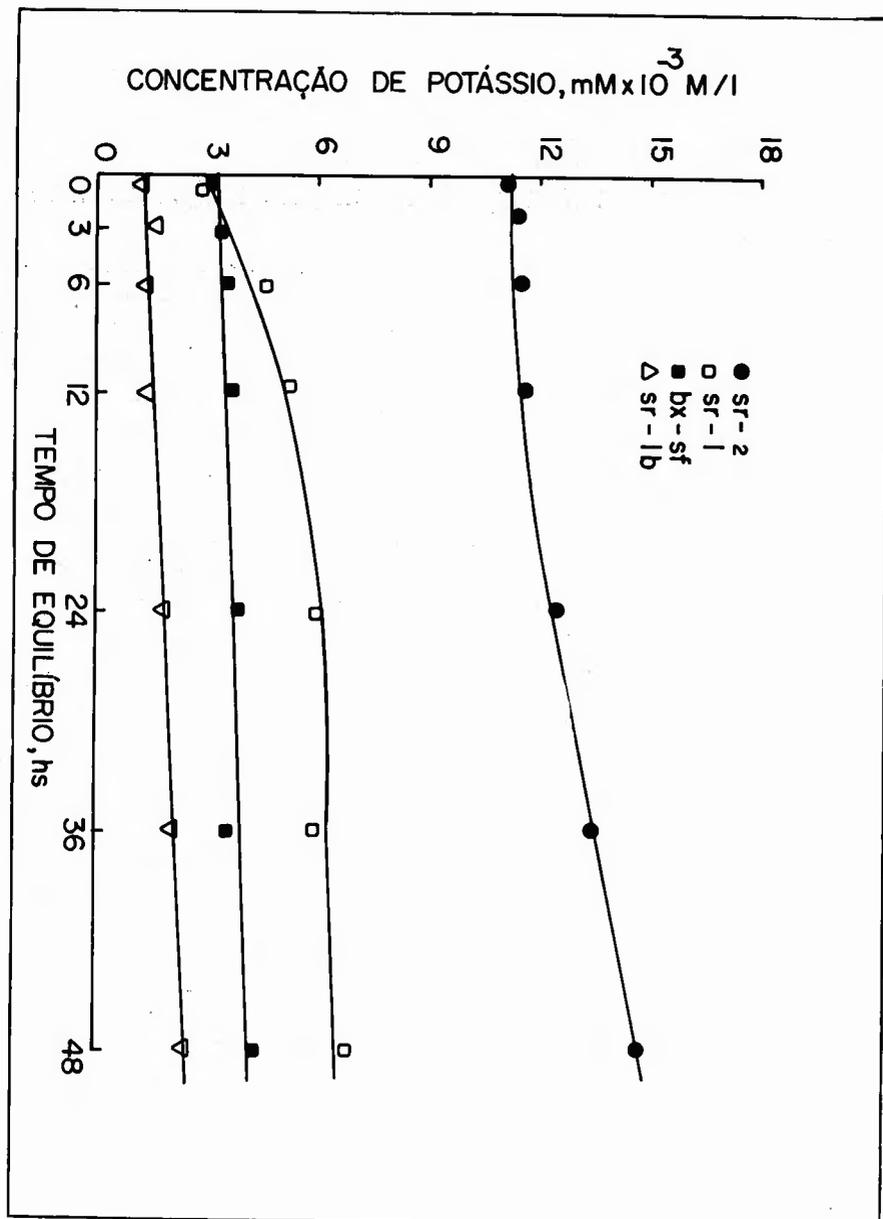


Figura 3 — Potássio dissolvido em água deionizada em relação ao tempo de equilíbrio

Os resultados obtidos na remoção sucessiva de potássio das rochas testadas são apresentados na tabela 3. Neste experimento, a dissolução de K das rochas variou entre 1,1 e 7,0% do total. Os maiores teores de potássio total dissolvido foram obtidos na solução do cloreto de amônio. As rochas SR-1 e SR-2 liberam 7,0 a 4,5% de potássio total, respectivamente, na solução de cloreto de amônio.

As taxas de liberação observadas para todas as rochas são muito baixas, dificultando sua utilização como fonte alternativa de nutrientes. Entretanto, em casos especiais de plantas perenes com extenso sistema radicular, baixa taxa de crescimento e alta capacidade de absorver potássio, talvez seja possível sua utilização.

Apesar da dissolução de K da rocha SR-2 ter sido relativamente elevada (figura 2) na solução de cloreto de amônio, a taxa de liberação em remoção sucessiva não superou 10% do potássio total da rocha (tabela 3). Considerando-se o baixo teor de K existente nesta rocha, este fato dificulta sua utilização "in natura" como fertilizante alternativo em solos agrícolas. Talvez um tratamento prévio do material facilite a liberação do potássio existente na rocha. Entretanto, este procedimento pode tornar o material anti-econômico, devido ao baixo teor de K total.

A aplicação destas rochas como fertilizantes não convencionais dependerá também de fatores econômicos como proximidade da mina, energia para britagem, técnicas de campo para distribuição, incorporação ao solo e, logicamente, de testes de campo.

Tabela 3 — Potássio total dissolvido nas soluções testadas após dez extrações sucessivas de trinta minutos

Código	Rocha	Teor na Rocha	Potássio Total Removido					
			meq/100g	meq/100g —%—	meq/100g —%—	meq/100g —%—		
			0,05M Ácido Acético, 5x10 <sup>-3</sup> M NH <sub>4</sub> Cl pH 5,0					
SR-1	Blastomilonito Laminado	72,890	2,477	3,4	5,098	7,0	2,767	3,8
SR-1	Milonito Laminado	125,320	1,333	1,1	1,608	1,3	1,390	1,1
SR-2	Diorito Bioti- tico Cataclástico Lineado	86,956	2,226	2,6	3,935	4,5	4,087	4,7
BX-SF	Xisto Biotítico com Granada	58,568	1,045	1,8	1,234	2,1	1,254	2,1

## CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos, conclue-se que:

- a) mica (biotita e muscovita) é o mineral potássico dominante nas rochas testadas e o teor de K variou entre 2,29 e 4,90%;
- b) a dissolução de potássio das rochas, nas soluções testadas, foi igual ou inferior a 7% do teor total;
- c) a baixa taxa de liberação de K dificulta a utilização destes materiais "in natura" como fertilizantes alternativos em sistema agrícola moderno e convencional.

## ABSTRACT

Kinetics of potassium release from K-rich rocks, collected in Pernambuco State, were evaluated using ammonium chloride  $5 \times 10^{-3} M$ , acetic acid 0,05—pH 5,0 and water as leaching solutions in open and close systems. Optical and X-ray diffraction data show that mica is the principal K mineral in the rocks. The K content in those rocks range from 2,29 to 4,90% of K. The highest rate of K release observed was 7%. Due to the low rate of K release these rocks have a low potentiality as an alternative fertilizer in a modern agricultural system.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 — FANNING, D. S. & KERAMIDAS, V. Z. Micas. In: DIXON, J. B.; WEED, S. R.; KITTRICH, J. A.; MILFORD, M. H.; WHITE, J. L., eds. *Minerals in soil environments*. Madison, Soil Science Society of America, 1977. cap. 7, p. 195-258.
- 2 — JACKSON, M. L. *Soil chemical analysis*. New Jersey, Prentice Hall, 1964. 497 p.
- 3 — —; HSEUNG, Y.; COREY, R. B.; EVANS, E. J.; VANDEN HEUVEL, R. C. Weathering of clay-size minerals in soils and sediments. II. Chemical weathering of layer silicates. *Soil Science Society of American Journal*, Madison, 16:3-6, 1952.
- 4 — MIELNICZUK, J. *O potássio no solo*. Piracicaba, Instituto da Potassa, 1980. 80 p.

- 5 — MORTLAND, M. M. Kinetics of potassium release from biotite. *Soil Science Society of American Journal*, Madison, 22:503-8., 1958.
- 6 — SCHROEDER, D. Structure and weathering of potassium containing-minerals. In: CONGRESS OF THE INTERNATIONAL POTASH INSTITUTE, 11., Bern, 1978. *Potassium research-review and trends*. Bern, International Potash Institute, 1978. p. 43-63.
- 7 — SCOTT, A. D. Effect of particle size on interlayer potassium exchange in mica. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF SOIL SCIENCE TRANSACTIONS, 9. Adelaide, Society of Soil Science, 1968. v. 2, p. 649-60.

Recebido para publicação em 03 de julho de 1986