



# WORKSHOP INSUMOS PARA AGRICULTURA SUSTENTÁVEL

## POTENCIAL DE UMA ROCHA DACÍTICA PARA REMINERALIZAÇÃO DE SOLOS

GRECCO, M. F.<sup>1</sup>; BERGMANN, M.<sup>2</sup>; BAMBERG, A. L.<sup>3</sup>; SILVEIRA, C.A. P.<sup>3</sup>; MARTINAZZO, R.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Bolsista Projeto Xisto Agrícola (Convênio Petrobras SIX/Embrapa Clima Temperado), Embrapa Clima Temperado, BR 392, Km 78, Caixa Postal 403, CEP 96001-970, Pelotas, RS. E-mail:

grecco.eg@hotmail.com;<sup>2</sup>Pesquisadora Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) – Serviço Geológico do Brasil, Rua Banco da Província, 105, CEP 90840-030, Porto Alegre, RS. E-mail:

magda.bergmann@cprm.com.br;<sup>3</sup>Pesquisador(a) da Embrapa Clima Temperado, BR 392, Km 78, Caixa Postal 403, CEP 96001-970, Pelotas, RS. E-mails: adilson.bamberg@embrapa.br, augusto.posser@embrapa.br, rosane.martinazzo@embrapa.br

### Introdução

A atividade agrícola intensiva e a lixiviação de nutrientes faz com que os solos brasileiros sejam propensos à perda gradativa da sua fertilidade. Com a finalidade de compensar esta perda, produtores rurais costumam utilizar fertilizantes minerais concentrados de alta solubilidade. Isso tem resultado em aumento do consumo brasileiro de fertilizantes solúveis, que em 2011 foi da ordem de 28,33 milhões de toneladas, enquanto a produção nacional conseguiu atender apenas 30% dessa demanda (Anda, 2012). Como a maior parte deste montante vem sendo importado, o custo da produção das lavouras brasileiras tem se elevado significativamente nos últimos anos.

A fim de reduzir custos sem afetar a produção alguns agricultores estão recorrendo a fontes alternativas para o fornecimento de nutrientes (Almeida & Silva, 2009). Entre as fontes alternativas de nutrientes estão algumas rochas silicáticas. A aplicação de rochas em forma de pó no solo é conhecida como rochagem ou “*rocks for crops*”, técnica onde o emprego de rochas moídas visa recompor a fração de minerais intemperizáveis atuando como os minerais primários e secundários de um solo pouco intemperizado (Amparo, 2003; van Straaten, 2007). Almeida & Silva (2009) comprovaram a eficiência de uma rocha basáltica como remineralizador de solos em experimento com a cultura do milho. Além disso, os autores destacam os custos de produção, em torno de 89% menores em relação a uma adubação convencional solúvel.

Entre os diversos tipos de rochas que podem ser utilizadas na remineralização de solos, as rochas vulcânicas mostram um potencial destacado (Knapick, 2007; Almeida & Silva 2009). No Sul e Sudeste do Brasil rochas deste tipo são encontradas na extensa Província Magmática Paraná-Etendeka, sob a denominação de Formação Serra Geral. Na Formação Serra Geral as rochas ácidas (teores de SiO<sub>2</sub> > 65%) representam 2,5% do volume total dos vulcanitos, e estão divididas em dois tipos, segundo abordagem litoestratigráfica e litoquímica: Membro Palmas e Membro Chapecó (Nardy et al., 2008).

No setor de mineração de agregados, os finos de britagem podem ser coprodutos destinados a usos como *filler* asfáltico, porém quando esta demanda é menor que a produção, estes representam um resíduo que pode gerar problemas ambientais. Neste caso, o seu uso na agricultura para remineralizar solos empobrecidos em nutrientes é uma alternativa a ser considerada, o que requer sua caracterização química, mineralógica e estudos sobre seu desempenho agrônômico.

Este trabalho tem por objetivo caracterizar o dacito da Pedreira Brita Pinhal de Itaara, RS como uma rocha potencial para remineralização de solos; utilizando dados de litoquímica e petrografia.

## Materiais e Métodos

A pedreira Brita Pinhal situa-se no município de Itaara, ao norte do município de Santa Maria, RS com coordenadas UTM 0233731mE e 6716893mS, cota 412 m, destinada principalmente à produção de brita e finos de britagem (*filler* asfáltico). A pedreira comporta uma praça de lavra oval com eixo maior N30E de aproximadamente 660 m de comprimento e o eixo menor N60W (com 240 m de comprimento), e apresenta três bancadas com taludes em torno de 12 m de altura. O empreendimento produz um volume de 18.000 m<sup>3</sup> de material britado por mês, dos quais 2.700 m<sup>3</sup> correspondem a *filler* (finos de britagem com granulometria menor que 0,75 mm), comercializado na região de Santa Maria.

O material lavrado corresponde à zona central de um derrame dacítico com espessura mínima aflorante de 36 m. O derrame apresenta na zona central disjunção colunar e sub-horizontal métrica a decimétrica, com rocha de cor cinza claro, de textura afanítica, com bandamento de fluxo e alteração esferoidal. Segundo informações do administrador da pedreira, na cota de 28 m abaixo do nível do piso inferior foi encontrada uma lente de arenito, igualmente exposta na rodovia BR 158 na altura do acesso da pedreira capeando alteritos de rocha basáltica, que corresponde provavelmente ao Fácies Gramado. A se confirmar esta hipótese, o derrame explorado pela Brita Pinhal representa a primeira corrida de lavas ácidas na litoestratigrafia local.

A litoquímica foi realizada no ACME Analytical Laboratories Ltd, Vancouver, Canadá. Pelo tratamento analítico foram determinados os elementos maiores, menores e os elementos-traço pelos métodos de ICP (Inductively Coupled Plasma) e ICP-MS (Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry). Foram realizados cálculos para a dose crítica de aplicação da rocha moída, com base nos dados de elementos traço, em um Planossolo Háplico eutrófico solódico e em limites para ações de prevenção estabelecidas pelo CONAMA (2009).

A petrografia foi realizada na Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) – Serviço Geológico do Brasil, Superintendência de Porto Alegre, em Porto Alegre, RS. O estudo petrográfico focou a identificação, quantificação e os aspectos de alteração dos minerais maiores acessórios além da descrição da textura primária.

## Resultados e Discussão

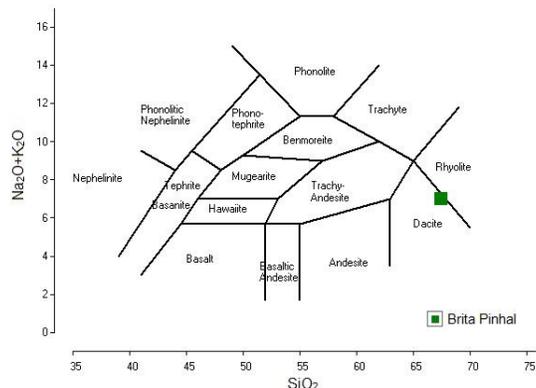
Na Tabela 1 são apresentados os dados de concentração dos elementos maiores e menores presentes na rocha, onde se destaca o nutriente potássio, pelo valor de K<sub>2</sub>O (4,63%).

**Tabela 1.** Composição litoquímica da rocha dacítica da Pedreira Brita Pinhal de Itaara, RS.

Óxidos (%)										TOT* (%)		Total
SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	C	S	
67,45	0,73	12,44	6,02	0,22	0,72	2,22	2,44	4,63	0,22	0,11	<0,02	99,9

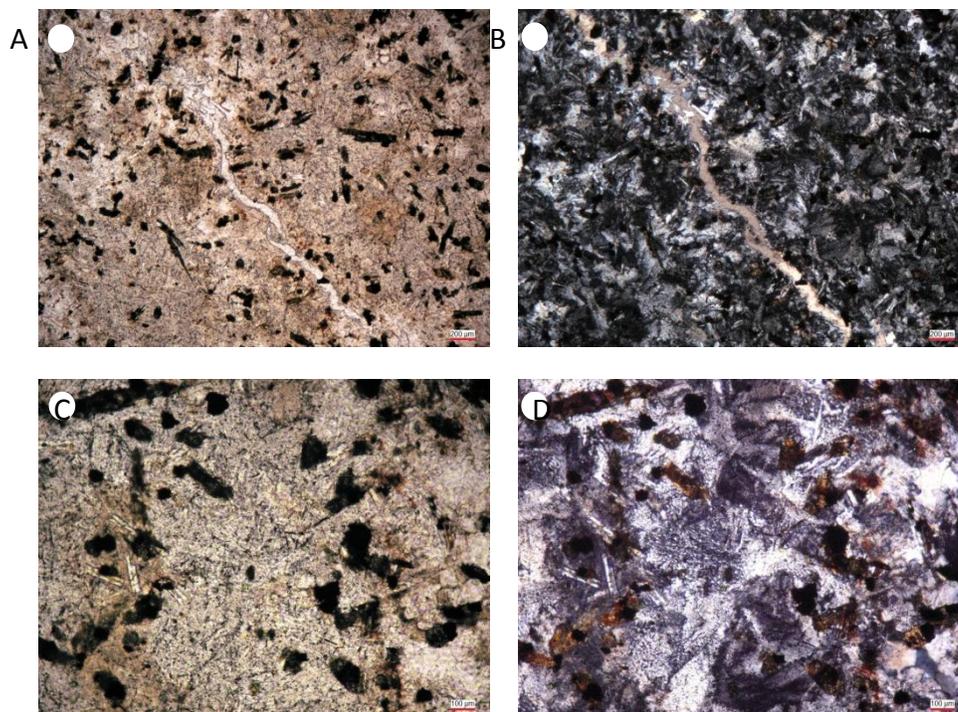
\*Total

De acordo com o diagrama de Cox et al. (1979) para rochas vulcânicas, a rocha deste estudo se situou no campo dos dacitos, próximo ao limite com os riolitos. Segundo os diagramas discriminantes utilizados por Nardy et al. (2008), a rocha corresponde ao sub-grupo Santa Maria do Membro Palmas.



**Figura 1.** Posição da rocha da Brita Pinhal no diagrama TAS de Cox et al (1979).

Em lâmina delgada (Fig.2-A; Fig. 2-B), o dacito da Brita Pinhal pode ser caracterizado como uma rocha microgranular, com textura micrográfica, dada por intercrescimento de quartzo e feldspato alcalino, além de textura esferulítica própria de feições de devitrificação (Fig.2-C; Fig. 2-D). Ocorrem ainda cristálitos prismáticos alongados de provável clinopiroxênio pseudomorfo com minerais opacos, imersos em matriz micrográfica à micrólitos de feldspato potássico com raros plagioclásios. Os cristálitos podem atingir 0,3-0,5 mm e mostram bordos pouco nítidos.



**Figura 2. A-B.** Rocha com textura geral esferulítica e micrográfica com vênula de carbonato e pseudomorfos de máfico com óxidos e hidróxidos de ferro e domínios residuais de quartzo. Aumento de 40x (A, LPNA; B, LPA). **C-D.** Detalhe da fotomicrografia anterior mostrando os domínios esferulíticos e os cristálitos máficos e félsicos. Aumento de 200x (C, LPNA; D, LPA).

O quartzo é identificado também em domínios intersticiais e minerais opacos, que ocorrem em quantidade acessória, apresentando halos de óxidos de ferro e corroboram as feições de oxidação que a rocha apresenta. Ocorrem vênulas descontínuas de espessura sub-milimétrica e domínios irregulares à carbonato, que também está presente em eventual substituição de cristais de feldspato potássico. Lamelas de filossilicato com

pleocroismo em tons verdes e amarelos são observadas na matriz da rocha e sobre os feldspatos. A apatita, mineral de interesse como fonte de  $P_2O_5$  para a remineralização de solos, ocorre na rocha em agulhas extremamente finas de difícil visualização, embora se tenha registrado indivíduos de até 1 mm de comprimento. A textura de resfriamento rápido e as feições de devitificação podem representar fatores importantes no comportamento da rocha no que toca à disponibilização e solubilidade do K.

A Tabela 2 apresenta as concentrações de elementos-traço do dacito e a dose crítica calculada com base nos dados de um Planossolo Háplico, de acordo com os limites de prevenção estabelecidos pelo Conama (2009). Para a rocha e condições consideradas neste estudo, o elemento-traço limitante é o Bário, com uma dose crítica calculada de 434,8 t ha<sup>-1</sup>.

**Tabela 2.** Concentrações de elementos-traço de acordo com os limites estabelecidos pelo Conama (2009) para ações de prevenção e investigação agrícola, teores totais na rocha dacito, no Planossolo Háplico e respectiva dose crítica para aplicação agrícola.

Elemento	Limite para ações de prevenção (mg kg <sup>-1</sup> )	Investigação Agrícola (mg kg <sup>-1</sup> )	Concentração (mg kg <sup>-1</sup> )		Dose crítica* (t)
			Dacito	Planossolo Háplico	
Ag	2	25	<0.1	n.d.	2.900
As	15	35	2,5	<1	>11.200
Ba	150	300	690	n.d.	434,8
Cd	1,3	3	0,2	<0.1	>9.000
Co	25	35	8,4	n.d.	5.953,40
Cr	75	150	13,7	6,7	9.970,80
Cu	60	200	21,8	n.d.	5.504,60
Hg	0,5	12	<0.01	<0.05	>90.000
Mo	30	50	1,1	n.d.	54.545,4
Ni	30	70	<20	<1	3.000
Pb	72	180	4,2	8	30.476,20
Sb	2	5	0,1	n.d.**	40.000
Se	5	-	0,9	<1	> 8.888,9
Zn	300	450	50	n.d.	12.000

\*Dose de dacito moído a ser incorporada ao solo na profundidade de 0,2 m, necessária para atingir os limites estabelecidos por Conama (2009) para ações de prevenção. \*\* n.d. - não detectado.

Para fins de utilização do dacito da Brita Pinhal na agricultura como fonte de K para adubação da cultura de milho, com uma expectativa de produção de 10 toneladas de grãos por hectare, a necessidade de K<sub>2</sub>O seria de 170 kg ha<sup>-1</sup>, para um solo com nível “muito baixo” de K (CQF-RS/SC, 2004). Nesse sentido, seria necessária uma dose de 14,7 t de rocha dacítica por hectare para suprir plenamente o fornecimento deste nutriente. Para este cálculo partiu-se da premissa que 25% do K<sub>2</sub>O poderia se tornar disponível no primeiro cultivo, conforme estudo conduzido por Bamberg et al. (2011). Considerando que o Bário é o elemento que limita a aplicação da rocha em no máximo 434,8 ton ha<sup>-1</sup> ano, para suprir a cultura do milho nas condições de fertilidade citadas acima seria seguro aplicar 14,7 ton ha<sup>-1</sup> ano durante 29,5 anos.

## Conclusões

O dacito da pedra Brita Pinhal apresenta fatores favoráveis à disponibilização de K, conforme constatado pelas análises litoquímica e petrográfica. A rocha não oferece risco de contaminação por elementos-traço, nas condições consideradas neste estudo.

## **Agradecimentos**

Os autores agradecem à petrógrafa Andréa Sander da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) – Serviço Geológico do Brasil, Superintendência de Porto Alegre pela orientação na descrição da lâmina petrográfica.

## **Referências Bibliográficas**

ALMEIDA, E.; SILVA, F.J.P.S. **Transição Agroecológica De Sistemas Produtivos Familiares No Sul Do Paraná E Planalto Norte Catarinense – O Relato da Experiência Com o Pó de Basalto.** In: I Congresso Brasileiro de Rochagem, 2009, Brasília. Anais I Congresso Brasileiro de Rochagem. Brasília: Fundação Sonia Ivar, 2009. v.1. p.167-181.

AMPARO, A. **Farinha de rocha e biomassa.** Revista Agroecologia Hoje, 20:11, 2003.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL PARA DIFUSÃO DE ADUBOS - ANDA. **Anuário Estatístico do Setor de Fertilizantes 2011.** São Paulo: ANDA, 2012.

BAMBERG, A.L.; SILVEIRA, C.A.P.; POTES, M.L.; PILLON C.N; LOUZADA, R.M; CAMPOS A.D.S. **Dinâmica de Liberação de Nutrientes Disponibilizados por Rochas Moídas em Colunas de Lixiviação.** 2011. In: XXXII anais do congresso brasileiro de ciência do solo, Uberlândia, MG.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO – CQFS-RS/SC. **Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina.** 10.ed. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo / Comissão de Química e Fertilidade do Solo, 2004. 400p.

CONAMA- Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução n. 420, de 28/12/2009. **Dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas.**

COX, K.G.; BELL, J.D.; PUNKHURST, R.J. The interpretation of igneous rocks. London: George Allen & Unwin Publishers, 450 p., 1979.

KNAPIK, J. G.; ANGELO, A. C. **Crescimento de mudas de Prunus sellowii Koehne em resposta a adubações com NPK e pó de basalto.** Floresta, v.37, n.2, p.257-264, 2007.

NARDY, A.J.R.; MACHADO, F.B.; OLIVEIRA, M.A.F. de. **As rochas vulcânicas mesozóicas ácidas da Bacia do Paraná: litoestratigrafia e considerações geoquímicoestratigráficas.** Revista Brasileira de Geociências, v.38, n.1, p.178-195, 2008.

VAN STRAATEN, P. **Agrogeology – the use of rocks for crops.** Enviroquest, Cambridge, Canada, 440p. 2007.