



III Simpósio de Vulcanismo e Ambientes Associados
Cabo Frio, RJ – 02 a 07/08/2005.

160616

AS ROCHAS VULCÂNICAS ÁCIDAS DA REGIÃO MÉDIO PARANAPANEMA (SP/PR) COMO MATERIAL POZOLÂNICO

Tarcísio José Montanheiro¹, Jorge Kazuo Yamamoto², Valdecir de Assis Janasi², Fernanda Amaral Dantas², Pedro Moraes Reis², Vivian Azor de Freitas²

¹Instituto Geológico, Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, Avenida Miguel Stéfano 3900, 04301-903, São Paulo-SP,
tjmonta@igeologico.sp.gov.br

²Instituto de Geociências, USP, Rua do Lago, 562, 05508-800, São Paulo-SP

Resumo – A prospecção de zeólicas e vidro na Formação Serra Geral (região de Piraju-Ourinhos/SP) identificou rochas vulcânicas potencialmente pozolânicas com índices de atividade pozolânica entre 3 e 6,4 MPa. Essas ocorrências estão associadas com dacitos porfiríticos, em especial as camadas vesiculares-amigdaloidais de matriz vítreia de cor marrom-avermelhada que ocorrem no contato com arenitos da Fm. Botucatu. Levantamentos de campo recentes mostram que as rochas vulcânicas ácidas ocorrem em área maior do que admitido em mapas prévios e que camadas com atividade pozolânica podem alcançar até 3 m de espessura e atingir, em superfície, mais de 1000 m de extensão.

Palavras-Chave: pozolana, Formação Serra Geral, dacito

Abstract – The prospecting of zeolites and glass in the Serra Geral Formation in the Piraju-Ourinhos region identified potentially pozzolanic volcanic rocks with pozzolan activity indices between 3.0 and 6.4 MPa. These occurrences are associated with porphyritic dacites, particularly vesicular-amigdaloidal layers with glassy groundmass of reddish-brown color that occur in the contact with the Botucatu Formation sandstones. Recent field studies show that the acidic volcanic rocks outcrop in a larger area than previously admitted, and that individual layers of rocks with pozzolanic activity may reach up to 3 m thickness and be exposed for more than 1,000 m.

Keywords: pozzolan, Serra Geral Formation, dacite

1. Introdução

As rochas da Formação Serra Geral têm sido utilizadas na região como pedra britada para os mais diversos fins na construção civil e obras de engenharia. Nesse sentido, o estudo do aproveitamento econômico das ocorrências associadas às rochas basálticas reveste-se de considerável interesse, uma vez que elas constituem uma camada de rocha estéril (zona vesicular-amigdaloidal e/ou solo), com até 15 metros de espessura, de várias jazidas de brita da região e, portanto, geram problemas de disposição de rejeito (problema ambiental), planejamento de frentes de lavra (lavra sempre na horizontal) e principalmente econômico (custos de remoção do estéril).

No entanto, as rochas vulcânicas ácidas da região, comparadas aos basaltos s.s., têm se mostrado um alvo mais favorável para fins de prospecção de material pozolânico (Montanheiro, 1999), em particular pela maior abundância de vidro vulcânico e zeólitas: dois dos principais componentes minerais ativos para uma reação pozolânica.

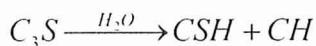
Embora estas rochas não sejam consideradas pozolanas convencionais, resultados analíticos de ensaios laboratoriais fazem dessa formação uma fonte potencial para esses materiais. Além disso, na tentativa de se estabelecer um modelo prospectivo de depósito pozolânico, estudos em andamento desenvolvidos por nossa equipe têm mostrado que a distribuição areal das rochas vulcânicas ácidas é mais ampla que a mostrada em mapas prévios; esboçam uma zonalidade marcante para os derrames e trazem contribuições ao conhecimento petrográfico e de química mineral, assunto discutido em outro trabalho neste Congresso.

2. Materiais pozolânicos

Pozolanas são substâncias naturais ou artificiais, de composição silicosa ou silício-aluminosa que, não sendo por si só cimentícias, reagem, porém, com hidróxido de cálcio na presença de umidade e à temperatura ambiente resultando em compostos com propriedades cimentícias.

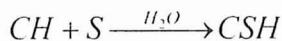
Os depósitos minerais promissores como fontes naturais de material pozolânico possuem origem ígnea ou sedimentar mas suas propriedades pozolânicas dependem, fundamentalmente, da presença de componentes minerais que permitem a reação pozolânica: vidro vulcânico, opala, argilas, zeólitas e óxidos de alumínio hidratado.

A hidratação do cimento Portland produz hidróxido de cálcio. Tomando-se a alita (C_3S) como exemplo, a reação de hidratação dá:



onde C representa o CaO, S o SiO_2 e H o H_2O , que é a notação adotada pela indústria do cimento.

A reação pozolânica ocorre combinando-se o hidróxido de cálcio disponível com os elementos reativos do material pozolânico. Como a sílica é o principal componente ativo de um material pozolânico, pode-se ilustrar a reação pozolânica conforme segue:



Assim, segundo Mehta (1987), é importante verificar que a reação pozolânica consome o hidróxido de cálcio, ao passo que a reação de hidratação do cimento Portland produz hidróxido de cálcio. Na realidade, a reação pozolânica se desencadeia porque a sílica e a alumina são vulneráveis ao hidróxido de cálcio, pela fraqueza e instabilidade de suas ligações estruturais no material original, como é o caso do vidro vulcânico ou das argilas calcinadas (Malquori, 1960).

3. Geologia e petrografia

Estudos geológicos recentes ao longo do vale do Rio Paranapanema mostram que as rochas vulcânicas ácidas possuem uma extensão lateral maior do que está apresentado nos trabalhos de Raposo (1987) e Schobbenhaus Fº et al. (1981), principalmente no eixo Piraju-Ourinhos. O posicionamento estratigráfico entre as rochas vulcânicas sugere que os derrames ácidos estão sobrepostos pelos basálticos. Muitas exposições de rocha ao longo da calha do rio Paranapanema mostram que o contato inferior dos derrames ácidos é com a Formação Botucatu. A base dos derrames mostra um expressivo nível (1-3m) de dacito porfirítico de matriz vítreo vermelho, fortemente vesicular. Segue um dacito porfirítico cinza com desplacamento subhorizontal, geralmente com textura "sal e pimenta" (com evidências de devitrificação), e por dacito com desplacamento subvertical e textura granular. O topo dos derrames é novamente vítreo e vesicular-amigdaloidal, mas de cor cinza-escuro.

As variações texturais são principalmente em termos de cristalinidade e granulação da matriz. Nas rochas de matriz vítreo, fenocristais formam até 15% da rocha, e são de plagioclásio (1-5 mm); clinopiroxênio, titanomagnetita e apatita. A cor marrom-avermelhada das rochas vítreas que ocorrem no contato basal com arenitos parece associar-se à oxidação da matriz, que é acompanhada, em algumas amostras, pela alteração dos fenocristais de piroxênio. Nas rochas com textura macroscópica "sal e pimenta" observa-se uma mescla entre porções claras, cristalinas, com

intercrescimento de quartzo e feldspatos, epórcões de aspecto turvo, que parecem ter sido parcialmente vítreas, nas quais o plagioclásio tem tipicamente texturas de "quenching". Nas rochas holocristalinas, fenocristais e amígdalas são menos abundantes, e quartzo é sempre distinguível ao microscópio, em geral intercrescido com os feldspatos. As amígdalas, cujo diâmetro normalmente varia entre 1 e 20 mm, podem alcançar localmente dimensões maiores (até decimétrica), e são preenchidas por zeólitas (e.g., mordenita), calcedônia e carbonatos.

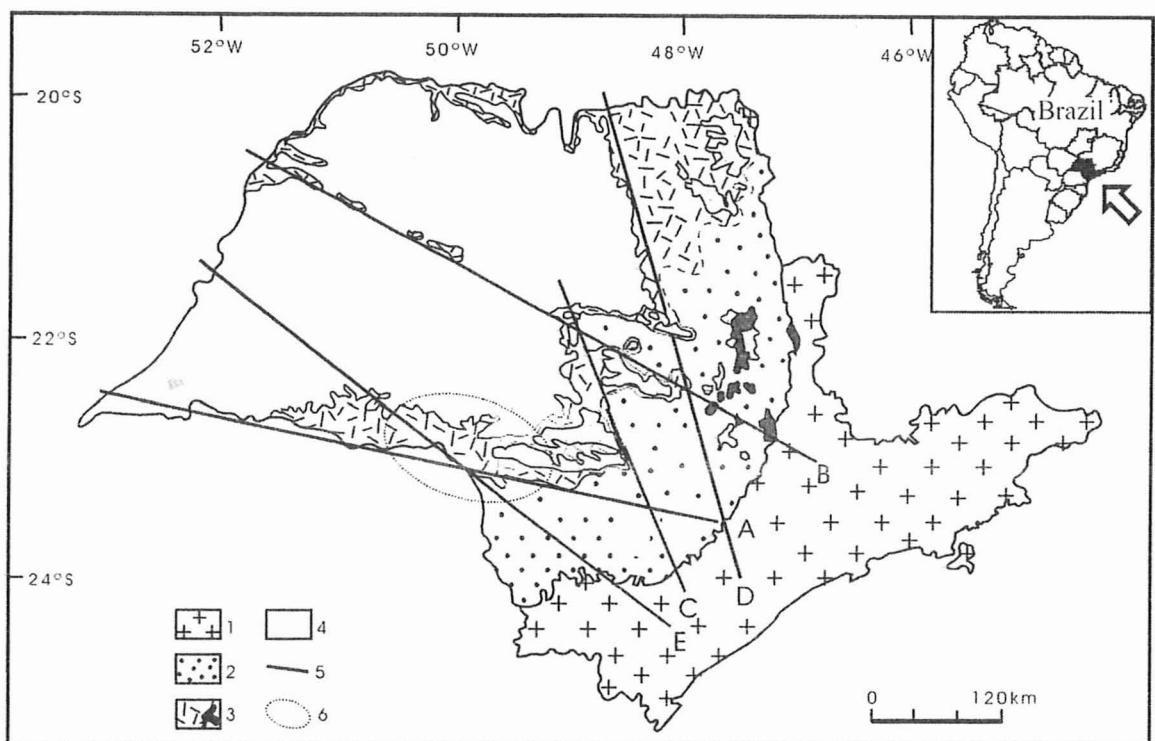


Figure 1: Mapa geológico simplificado do Estado de São Paulo (modificado de Riccomini 1977). 1. Embasamento cristalino pré-Devoniano; 2. Sedimentos pré-vulcânicos (principalmente Paleozóico e Mesozóico); 3. Formação Serra Geral; 4. Sedimentos pós-vulcânicos (principalmente Cretáceo Superior); 5. Principais lineamentos tectônicos; 6. Localização da região em estudo.

4. Materiais e métodos

Um programa de prospecção superficial para materiais pozolânicos executado na porção interna da Bacia do Paraná no Estado de São Paulo (Montanheiro, 1999), identificou associações com rochas intermediárias e ácidas da Formação Serra Geral.

Trabalhos sistemáticos de campo e de laboratório foram executados em duas etapas. Na primeira, a caracterização geral das amostras foi feita através de análises petrográficas; química pelo método de ICP para os maiores óxidos e perda ao fogo; por difração de raios X e por microscopia eletrônica de varredura. Em seguida, as amostras com características potenciais para reatividade pozolânica, ou seja, com feições texturais vítreas e presença de vidro vulcânico ou zeólitas, foram escolhidas para a segunda etapa que consiste na determinação dos parâmetros físicos (massa específica, área específica e finura blaine) e dos índices de resistência à compressão dos corpos de prova.

5. Resultados e discussão

Um total de 77 amostras volumétricas de rochas vulcânicas da região foi objeto de análises geoquímicas; 12 delas foram preparadas para os ensaios de caracterização tecnológica como pozolanas. A maior parte das rochas escolhida para análise são de caráter ácido a intermediário, e se classificam como andesito a riolito segundo a nomenclatura química de Le Maitre (1989). Parte da variedade composicional é secundária, associada ao preenchimento de vesículas por calcedônia e zeólitas; as composições primárias parecem se concentrar num intervalo restrito (65-67% SiO₂; Raposo, 1987; Janasi et al., neste Congresso).

Os resultados dos ensaios de pozolanicidade das rochas selecionadas mostram que apenas uma apresentou alta reatividade pozolânica com cal, após 7 dias. Outras 4 amostras apresentaram valores na faixa entre 3 e 6 MPa, e 7 delas menos de 3 MPa. O fato de somente uma amostra ter apresentado um alto valor de resistência à compressão não significa que os dacitos não podem ser explorados como fonte possível de material pozolânico, mas que eles são potencialmente favoráveis.

6. Conclusões

Os materiais pozolânicos possibilitam a produção de cimentos especiais com menor consumo de energia e, portanto, menor custo de fabricação. Além disso, à medida que uma parcela do clínquer Portland é substituída por materiais pozolânicos, há, consequentemente, o aumento da vida útil do jazimento calcário, bem como dos equipamentos de produção e, sobretudo, gera-se incomensuráveis ganhos ambientais. Na região estudada, não existem fábricas de cimento num raio de 250 km. Assim, a descoberta de materiais pozolânicos poderia viabilizar uma unidade de moagem, onde se produziria cimento pozolânico, a partir de clínquer Portland trazido de uma fábrica próxima. Pode-se, dessa forma, produzir cimento na região, sem necessariamente implicar na instalação de uma fábrica de cimento para a produção de clínquer Portland. Nesse sentido, as rochas de composição ácida a intermediária da Formação Serra Geral poderiam ser empregadas como materiais pozolânicos para a produção de cimento na própria região de Piraju e, consequentemente, o seu desenvolvimento econômico.

7. Agradecimentos

Os autores agradecem à Fapesp (processo 03/06259-4) pelo apoio financeiro. FAD e PMS agradecem ao CNPq e VAF à Fapesp pela concessão de Iniciação Científica.

8. Referências

- Janasi, V.A., Montanheiro, T.J.. Aspectos geológicos, petrográficos e químicos do vulcanismo ácido da Bacia do Paraná na região de Piraju-Ourinhos (SP). In: Simpósio de Vulcanismo e Ambientes Associados, 3, Cabo Frio. Anais deste Simpósio. 2005.
- Le Maitre, R.W. Classification of igneous rocks and glossary of terms. Oxford, Blackwell, 193p. 1989.
- Malquori, G. Portland-Pozzolan Cement. In: International Symposium on the Chemistry of Cement, 4, Washington, D.C, Paper VIII-3, 2:983-1006. 1960.
- Mehta, K. "Natural Pozzolans." Supplementary Cementing Materials for Concrete, CANMET-SP-86-8e, Canadian Government Publishing Center, Supply and Services, Ottawa.VI, p. 1-33. 1987.
- Montanheiro, T.J. Prospecção e caracterização de pozolanas na Bacia do Paraná. Estado de São Paulo. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, Tese de Doutoramento, 226p. 1999.
- Raposo, M.I.B. Evolução magmática e petrológica das rochas vulcânicas ácidas mesozóicas da região de Piraju-Ourinhos (SP e PR). Instituto Astronômico e Geofísico, Universidade de São Paulo, São Paulo. Dissertação de Mestrado, 159p. 1987.
- Riccomini, C. Considerações sobre a posição estratigráfica e tectonismo de deformação da Formação Itaqueri na porção centro-leste do Estado de São Paulo. Revista do Instituto Geológico. 18:441-448. 1997.
- Schobbenhauss, C.; Almeida Campos, D.; Derze, G.R.; Asmus, H.E. Mapa geológico do Brasil e da Área Oceânica Adjacente incluindo Depósitos Minerais. escala 1:2.500.000. In: Schobbenhauss, C.; Almeida Campos, D.; Derze, G.R.; Asmus, H.E. (eds.) *Geologia do Brasil*. DNPM, 501p. 1981.