

Universidade de São Paulo
Instituto de Geociências

A geração de magmas ácidos na Província Magmática Paraná, região de Piraju-Ourinhos (SP): uma contribuição da geoquímica isotópica e de elementos traço em rochas e minerais

Vivian Azor de Freitas

Orientador: Prof. Dr. Valdecir de Assis Janasi

Dissertação de Mestrado

Programa de Pós-Graduação em Mineralogia e Petrologia

São Paulo
2009

A todos que torceram por mim.

I. RESUMO

Os dacitos da região de Piraju-Ourinhos (SP), que se estendem por cerca de 60 km acompanhando o curso do rio Paranapanema, são as exposições mais setentrionais do magmatismo ácido da Província Magmática Paraná. Estratigraficamente, jazem sobre os arenitos eólicos da Formação Botucatu e são sobrepostos por derrames de basaltos de alto Ti tipo Pitanga. Diques e soleiras de basaltos presentes na região têm afinidades químicas variadas, podendo ser comparados aos tipos Paranapanema, Urubici e Pitanga.

Os traquidacitos, classificação química dessas rochas, apresentam textura porfírica com 5 a 15% de fenocristais de plagioclásio, clinopiroxênio, minerais opacos e apatita. A matriz afanítica a fanerítica fina é composta por vidro, plagioclásio, clinopiroxênio, quartzo e feldspato alcalino. Vidro pode constituir de 10 a 90% da matriz e em muitos casos está devitrificado, mostrando texturas reliquiares de *quenching*. Vesículas e amígdalas são abundantes em certas variedades de traquidacitos, podendo chegar a 40% da rocha.

Foi obtida neste trabalho a idade U-Pb do magmatismo ácido por TIMS em concentrados de badeleíta e zircão. O valor, $134,4 \pm 0,9$ (2σ), é mais exato e preciso que as idades obtidas previamente nos traquidacitos da região, $133 - 134 \pm 6$ Ma (K-Ar, 1σ) e $128,7 \pm 1$ Ma ($^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$, 1σ), e encontra-se no curto intervalo de tempo atualmente admitido para o clímax do vulcanismo na Província.

As razões iniciais $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ dos traquidacitos (0,7078 a 0,7080) são pouco mais radiogênicas que as dos basaltos (0,7056 a 0,7068), enquanto os valores de ϵNd_{134} são mais negativos (~ -5 versus -4). Tais diferenças sugerem que, embora os basaltos devam ter vínculo genético com o magmatismo ácido da região, deve existir alguma contribuição crustal na gênese das rochas vulcânicas ácidas.

As razões iniciais $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ obtidas por LA-ICPMS mostram valores idênticos na matriz e em fenocristais de plagioclásio e apatita ($\sim 0,7077$), consistentes com cristalização em equilíbrio. Com exceção de um cristal de plagioclásio que é fortemente mais radiogênico ($\sim 0,7083$) e outro menos radiogênico ($\sim 0,7074$), podendo corresponder a duas diferentes suítes de antecristais. A maioria dos fenocristais de clinopiroxênio tem razões iniciais $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ diferentes da matriz [em geral menores, entre 0,7045 e 0,7071; somente um cristal é mais radiogênico, 0,7084]. Junto com dois fenocristais de plagioclásio (com $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ inicial de 0,7083 e 0,7074), eles não se formaram em equilíbrio com a matriz, e são prováveis antecristais.

Modelamentos geoquímicos utilizando elementos maiores e elementos traço compatíveis e incompatíveis mostram que é possível obter o magma ácido após a cristalização fracionada de 60 a 80% de basalto tipo Pitanga. O principal obstáculo para esse modelo seria o hiato composicional de sílica entre os magmas ácidos e básicos; no entanto, esse hiato pode resultar de limitações físicas impostas à separação cristal-líquido em composições intermediárias e à extração por *filter pressing* de líquidos residuais mais evoluídos. As pequenas diferenças nas razões isotópicas de Sr e Nd entre as rochas ácidas e básicas podem ser explicadas por um modelo de AFC com 60% de cristalização de um magma basáltico e assimilação de 10-30% de líquido granítico derivado do embasamento pré-Cambriano. Por outro lado, o modelo de refusão de *underplates* basálticos prevê a geração de magmas ácidos com teores de elementos compatíveis (Ni, Cr e V) mais elevados, e portanto demandariam fracionamento para alcançar as composições observadas nos traquidacitos.

II. ABSTRACT

Dacitic rocks from Piraju-Ourinhos, State of São Paulo, outcrop for ca. 60 km along the Paranapanema River valley, and constitute the northernmost expositions of the Parana Magmatic Province acid magmatism. They rest directly over the Botucatu Formation eolic sandstones and are recovered by Pitanga-type high Ti basalt flows. Basalt dykes and sills that occur in the region show different chemical relationship and can be compared to the Paranapanema, Urubici and Pitanga basalt types.

Chemically classified as trachydacites, these rocks are porphyritic with 5 to 15% plagioclase, clinopyroxene, opaque minerals and apatite phenocrysts. Aphanitic to phaneritic groundmass is composed of glass, plagioclase, clinopyroxene, quartz and alkali feldspar. Glass can make up 10 to 90% of the original groundmass and is usually devitrified, being recognized by relict quenching textures. Vesicles and amygdalas are abundants in such trachydacites varieties and can achieve to 40% of rock.

In this work, the age of the acid magmatism was obtained by U-Pb TIMS in baddeleyite and zircon concentrates. The value [134.4 0,9 (2 σ)], is more accurate and precise compared with ages previously obtained in the trachydacites from region [133 -134 \pm 6 Ma (K-Ar); 128.7 \pm 1 Ma ($^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$)], and within the short age interval currently admitted for the Paraná volcanism climax.

Initial $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ratios of the trachydacites (0.7078 to 0.7080) are slightly more radiogenic than those of associated basalts (0.7056 to 0.7068), whereas ϵNd_{134} are more negative (\sim -5 *versus* -4). These differences suggest that, although the basalts must have a genetic link with the acid magmatism of region, some crustal contribution may exist in the acid magmas.

Initial $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ obtained by LA-ICPMS show identical values for the groundmass and plagioclase and apatite phenocrysts (\sim 0.7077), consistent with equilibrium crystallization. Most of the clinopyroxene phenocrysts have initial $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ different from the groundmass (usually smaller; 0.7045-0.7071; only one crystal is more radiogenic, 0.7084). Together with two the plagioclase phenocrysts (with initial $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ = 0.7083 and 0.7074), they did not crystallize in equilibrium to the groundmass, and are likely antecrysts.

Geochemical modelling using major elements and both compatible and incompatible trace-elements show that it is possible to obtain the acid magmas after 60 to 80% fractional crystallization of a Pitanga-type basalt. The main obstacle for such model would be the wide compositional silic gap between acid and basic magmas.; however, this gap could result from

physical limitations to crystal-liquid separation at intermediate compositions and to the extraction by filter pressing of more evolved residual liquids. The small differences in Sr-Nd isotopic signature between acid and basic rocks can be explained by an AFC model, with 60% of basaltic magma crystallization plus ~10-30% assimilation of a granitic liquid derived from the pre-Cambrian basement. On the other hand, a model of remelting of basalt underplates generates acid magmas with higher contents of compatible elements contents (Ni, Cr, V) and therefore would demand some fractionation to achieve the observed trachydacite compositions.

III. AGRADECIMENTOS

Esta dedicatória vai para aqueles que, de uma forma ou de outra, colaboraram para esta dissertação de mestrado.

Como não podia deixar de ser, agradeço primeiramente ao professor Valdecir, o melhor orientador que poderia ter, por toda a sua dedicação, seus ensinamentos, sua calma, seu bom senso e suas sugestões durante todos esses anos. Obrigada e parabéns pelas suas conquistas, você merece.

A todos da Universidade de Alberta, professor Larry Heaman, Judy Schultz, Antonio Simonetti e Barry Herchuk. Em especial ao primeiro, pela oportunidade, assim como pela sua experiência geológica, essenciais para que eu pudesse encontrar os tais cristais de badeleíta e à Judy pela hospitalidade, paciência e apoio total durante toda minha estadia no Canadá.

Um agradecimento especial aos geólogos e companheiros de equipe, Tarcísio e Chico, pela ajuda com trabalhos de campo e na coleta de amostras. Aos responsáveis pelos meus dados de química, Sandra e Paulinho, pelas minhas imagens por BSE e análises de minerais obtidas nos laboratórios operados por Marcos e Isaac. À equipe do CPGeo, Vasco, Walter, Kei, Solange e ao professor Teixeira por parte dos dados isotópico obtidos.

Aos conhecimentos e experiência de Lucelene, que sempre está disposta a ajudar quem precisa. Às dicas valiosas de Adriana e Luana, com quem dividi experiências e a atenção de Valdecir, assim como Renato, Bruna, Camila, Vidya e Lisa. Aos colegas de classe Frederico, Tatiana e Marcelo, aos do corredor, Gabriel, Rogério, John, Carlos Mário, Thaís, Roberta e Alice. Ao pessoal de minha turma, às garotas do time e todos os colegas de pós-graduação e graduação com quem dividi momentos inesquecíveis durante todos esses meus anos de Geologia.

Também agradeço à FAPESP pela bolsa concedida.

Embora tenha deixado por último, mas eles sabem que são os primeiros em meu coração, agradeço minha mãe, Cristina, e meu namorado, Caju. Os dois me deram todo apoio, tiveram muita paciência e foram essenciais durante todo o meu mestrado. Obrigada sempre.

IV. SUMÁRIO

I. RESUMO.....	i
II. ABSTRACT.....	iii
III. AGRADECIMENTOS	v
IV. SUMÁRIO	vi
V. ÍNDICE DE FIGURAS	viii
VI. ÍNDICE DE TABELAS.....	xii
1. INTRODUÇÃO	1
2. MATERIAIS E MÉTODOS.....	3
2.1. Análises petrográficas.....	3
2.2. Análises químicas de rocha total	5
2.3. Análises isotópicas Rb-Sr e Sm-Nd em rocha total.....	5
2.4. Análises isotópicas Rb-Sr na matriz das rochas	9
2.5. Análises de elementos maiores em minerais e vidro por Microsonda Eletrônica	10
2.6. Análises de elementos traço em minerais e vidro por LA-Q-ICP-MS	10
2.7. Análises de isótopos de Sr em minerais por LA-MC-ICP-MS	12
2.8. Identificação, separação mineral e análises isotópicas U-Pb	15
2.8.1. Separação de concentrados de badeleíta e zircão	16
3. CONTEXTO GEOLÓGICO DAS ROCHAS ESTUDADAS	25
3.1. A Bacia do Paraná	25
3.2. A Província Magmática Paraná.....	25
4. GEOLOGIA E PETROGRAFIA	33
4.1. Geologia da região de Piraju-Ourinhos	33
4.2. Petrografia dos dacitos e basaltos.....	37
4.2.1 Rochas vulcânicas ácidas.....	37
4.2.2. Rochas vulcânicas básicas	42
5. GEOCRONOLOGIA U-Pb	45
5.1. Datações prévias de rochas vulcânicas ácidas e básicas da PMP.....	45
5.2. Resultados de datação U-Pb por TIMS	46

6. GEOQUÍMICA	49
6.1. Geoquímica de rochas	49
6.2. Análises de elementos maiores em fenocristais e vidro por ME.....	51
6.2.1. Vidro	51
6.2.2. Plagioclásio	52
6.2.3. Piroxênios	53
6.3. Geoquímica de elementos traço em minerais e vidro.....	54
7. GEOQUÍMICA ISOTÓPICA.....	59
7.1. Isotopia Rb-Sr e Sm-Nd em rocha total.....	59
7.2. Isotopia Rb-Sr na matriz de rocha.....	61
7.3. Análises isotópicas por LA-MC-ICP-MS em fenocristais	61
8. PETROGÊNESE	71
8.1. Geoquímica e isotopia Rb-Sr de fenocristais: implicações genéticas e estimativas de coeficientes de partição em dacitos da PMP	71
8.2. Contribuição aos modelos de origem e evolução dos dacitos da região de Ourinhos.....	77
8.2.1. <i>Cristalização Fracionada X Fusão Parcial</i>	80
8.2.2. <i>Assimilação Crustal</i>	86
9. CONCLUSÕES	91
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	95
ANEXOS	

V. ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. Imagens de elétrons retroespalhados obtidas no MEV. A figura A com contraste de 65% e a B com contraste de cerca de 40%. Os pontos 1, 2, 3 e 4 são de cristais de número atômico médio alto, o número 5 é uma magnetita e o número 6 é um K-feldspato.	4
Figura 2.2. Espectrômetro de Massa TIMS VG 354 mono coletor.	7
Figura 2.3. Espectrômetro de Massa TIMS Finnigan MAT modelo 262 multicoletor.	7
Figura 2.4. Microsonda Eletrônica JEOL 8600 do laboratório de Microsonda Eletrônica do IGc- USP.	10
Figura 2.5. LA-Q-ICP-MS da Universidade de Alberta.	11
Figura 2.6. Sistema de Laser Ablation UP213 da New Wave Research do laboratório de isótopos radiogênicos da Universidade de Alberta, Canadá.	14
Figura 2.7. Painel de disco do laboratório de preparação de amostra da Universidade de Alberta.	17
Figura 2.8. Mesa vibratória do laboratório de preparação de amostra da Universidade de Alberta.	17
Figura 2.9. Peneiramento do laboratório de geoquímica da Universidade de Alberta.	17
Figura 2.10. Separação magnética por queda livre no laboratório de geoquímica da Universidade de Alberta.	18
Figura 2.11. Montagem dos líquidos densos do laboratório de geoquímica da Universidade de Alberta.	18
Figura 2.12. Separação magnética por Frantz do laboratório de geoquímica da Universidade de Alberta.	18
Figura 2.13. Fotomicrografias em microscópio binocular de concentrados de zircão (A), badeleíta (B, C e D) e clinopiroxênio (E) das amostras de traquidacitos OU-09 (A, B, C e D) e OU-07 (E) utilizados na datação U-Pb.	20
Figura 2.14. Canoa feita com papel alumínio (foto superior) e balança onde são pesados os grãos (foto inferior).	22
Figura 2.15. Montagem da coluna para a separação do U e Pb do laboratório de geocronologia U-Pb da Universidade de Alberta.	23
Figura 3.1. Mapa da extensão da Província Magmática Paraná, com as isópacas de suas lavas e ilustra também os limites da Bacia do Paraná. Extraído de Peate <i>et al.</i> (1992).	27
Figura 3.2. Mapa Geológico simplificado da Bacia do Paraná. (1) embasamento cristalino. (2) sedimentos pré-vulcânicos. (3) rochas vulcânicas básicas e intermediárias da PMP. (4) rochas vulcânicas ácidas tipo Palmas da PMP. (5) rochas vulcânicas ácidas tipo Chapecó da PMP. (6) enxame de diques da PMP. (7) sedimentos pós-vulcânicos. Alinhamento tectônicos e/ou magnéticos. (8) localização da seqüência de derrames investigadas pela autora da figura. O retângulo em azul representa a região estudada nesse trabalho. Modificado de Marques & Ernesto. (2004).	29
Figura 4.1. Mapa geológico da região de Piraju-Ourinhos (SP), segundo Negri <i>et al.</i> (2006) com a localização dos principais pontos analisados nesse projeto. Círculos vermelhos representam traquidacitos e verdes basaltos.	34
Figura 4.2. Perfil esquemático do corpo de um derrame ácido. No topo e na base encontra-se o dacito tipo "chocolate" e ao centro os tipos granular e "sal e pimenta".	35
Figura 4.3. Fotografias de amostras de mão das variedades texturais de dacitos encontrados na região de Piraju-Ourinhos. Foto A representa o dacito granular porfírico. Foto B corresponde ao dacito "sal e pimenta". Foto C ilustra o dacito tipo cinza vítreo com amígdalas. Foto D representa o dacito tipo "chocolate" amigdaloidal.	36
Figura 4.4. Fotomicrografias destacando as principais características texturais dos dacitos da região. A- fenocristal de andesina, polarizadores cruzados. B - textura <i>quenching</i> , polarizadores descruzados. C - amígdala preenchida por zeólitas, polarizadores cruzados. D fenocristais de clinopiroxênio e apatita, polarizadores descruzados.	38
Figura 4.5. Fotomicrografia de um dacito tipo "chocolate". Polarizadores descruzados.	38
Figura 4.6. Fotomicrografia de um dacito cinza vítreo. Polarizadores descruzados.	39

Gracias por visitar este Libro Electrónico

Puedes leer la versión completa de este libro electrónico en diferentes formatos:

- HTML(Gratis / Disponible a todos los usuarios)
- PDF / TXT(Disponible a miembros V.I.P. Los miembros con una membresía básica pueden acceder hasta 5 libros electrónicos en formato PDF/TXT durante el mes.)
- Epub y Mobipocket (Exclusivos para miembros V.I.P.)

Para descargar este libro completo, tan solo seleccione el formato deseado, abajo:

