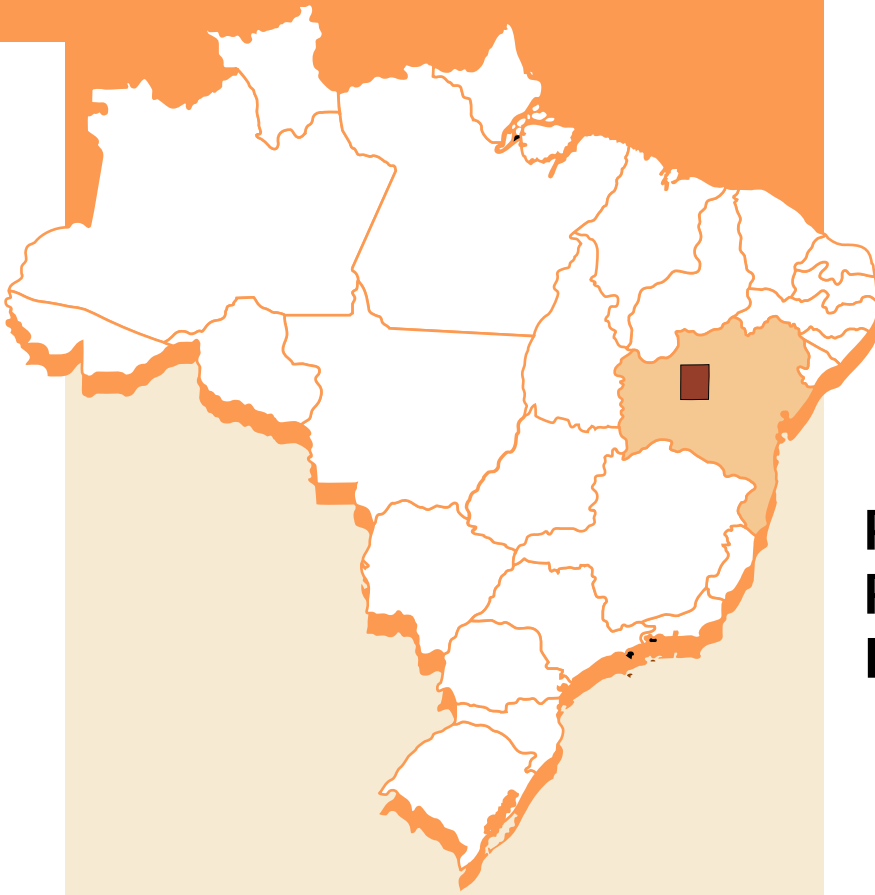


MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO
E TRANSFORMAÇÃO MINERAL

GOVERNO DO ESTADO DA BAHIA
SECRETARIA DA INDÚSTRIA,
COMÉRCIO E MINERAÇÃO



**PROGRAMA
RECURSOS MINERAIS
DO BRASIL**

LITOGEOQUÍMICA

**PROJETO BARRA - OLIVEIRA
DOS BREJINHOS**

Estado da Bahia

Salvador

2008



MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
SECRETARIA DE MINAS E METALURGIA
CPRM- *Serviço Geológico do Brasil*

GOVERNO DO ESTADO DA BAHIA
SECRETARIA DA INDÚSTRIA, COMÉRCIO E MINERAÇÃO
CBPM- *Companhia Baiana de Pesquisa Mineral*

PROGRAMA RECURSOS MINERAIS DO BRASIL

PROJETO BARRA - OLIVEIRA DOS BREJINHOS

RELATÓRIO TEMÁTICO DE LITOGEOQUÍMICA

Autor

Léo Rodrigues Teixeira

SALVADOR, 2008

Sumário

1	Introdução	1
1.1	Considerações gerais	1
1.2	Síntese do magmatismo na área	2
2	Rochas básicas – Magmatismo calimiano e toniano	3
2.1	Introdução	3
2.2	Características geoquímicas	4
	<i>Elementos maiores</i>	5
	<i>Elementos traços</i>	7
2.3	Sobre a gênese deste magmatismo	10
2.4	Onde se colocam as rochas máficas	11
2.5	Características do sill acamadado do Espinhaço	13
2.6	Anortosito de Arroz	15
2.7	Conclusões	15
3	Rochas granitóides riacianas	19
3.1	Introdução	19
3.2	Caracterização geoquímica	20
	<i>Elementos maiores</i>	20
	<i>Elementos traços</i>	20
3.3	Conclusões	22
4	Granitóides de Riacho de Santana	25
4.1	Introdução	25
4.2	Caracterização geoquímica	25
	<i>Elementos maiores</i>	25
	<i>Elementos traços</i>	25
4.3	Conclusões	26
5	Referências bibliográficas	28

Apêndice Localização das amostras e resultados analíticos

1 – Introdução

1.1 — Considerações gerais

O principal alvo da litogeoquímica no Projeto Barra Oliveira dos Brejinhos foram os sills e diques básicos intrusivos nas unidades metassedimentares da Chapada Diamantina e do Espinhaço. Além das rochas básicas também foram estudados vários corpos de granitóides de idade riaciana intrusivos no Complexo Paramirim e rochas intermediárias a ácidas aflorantes na Serra do Muquem, no extremo oeste da área do projeto, relacionadas ao Complexo Riacho de Santana.

Embora a presença de rochas magmáticas seja marcante na área, os trabalhos de petrologia disponíveis estão restritos as rochas básicas que afloram nas imediações da localidade de Lagoa de Dentro, a NE de Brotas de Macaúbas (Babinsky et al. 1999; Brito, D. C., 2008) destacando-se, contudo, que o primeiro trabalho da referência focalizou os aspectos isotópicos dos gabros e definiu uma idade de 1514 Ma para os mesmos. O trabalho de Brito D. C. (2008) esteve mais voltado para o magmatismo básico presente na região mais a sul da Chapada, porém algumas amostras de Lagoa de Dentro também foram tratadas. Sobre os granitóides são conhecidos apenas os trabalhos de Guimarães et al. (2005 a, b) e Teixeira (2005) que focalizam os granitóides das regiões de Ibitiara e Queimada Nova e de Arcanjo et al. (2000) e de Teixeira (2000) que estudaram o granitóide de Veredinha, localizado no vale do Rio Paramirim, fora da área deste projeto, mas com as mesmas características dos aqui mapeados.

A apresentação dos resultados será feita de maneira sucinta, mediante tabelas com os resultados analíticos e também diagramas, de preferência aqueles clássicos e mais familiares aos leitores e a partir destas informações serão feitas interpretações e comentários. A ordem de apresentação das litologias não será a cronológica, mas sim a ordem de importância do magmatismo no contexto regional. Como o magmatismo básico é o mais extensivamente presente, ele será descrito primeiro, a seguir serão caracterizados os granitóides riacianos e finalmente os granitóides do Complexo Riacho de Santana.

Algumas unidades amostradas não terão um item específico, pois apenas algumas amostras foram analisadas. São elas: um migmatito do Complexo Paramirim, na região de Bom Sossego, cuja única amostra analisada revelou-se um tonalito rico em Al_2O_3 com forte anomalia positiva de Eu. Esta rocha foi datada por laser ablation em zircões (U-Pb) e sua idade de cristalização foi 2324 ± 17 Ma e a idade de metamorfismo 2136 ± 27 Ma; um dique subvulcânico petrograficamente definido como um andesito/ dacito que quimicamente tem composição traquiandesítica (os dados desta análise estão na tabela dos granitóides); e finalmente, algumas amostras de uma rocha classificada petrograficamente como tufo ácido aflorante na região norte do projeto. As análises destas rochas foram incluídas na tabela das rochas máfica, mas seu balanço químico está muito alterado, sendo impossível qualquer consideração a seu respeito. Esta rocha foi datada por laser ablation em zircões (U-Pb) e a idade concórdia foi de 1524 ± 43 Ma.

A interpretação foi baseada nos resultados analíticos de 90 amostras analisadas no laboratório ACME. SiO_2 , TiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , MnO, MgO, CaO, Na_2O , K_2O , P_2O_5 , Cr $2O_3$, C, S, Ni e Sc e Perda ao Fogo foram determinados por ICP-ES e abertura por fusão de $LiBO_2/Li_2B_4O_7$. Os traços: Ba, Be, Co, Cs, Ga, Hf, Nb, Rb, Sn, Sr, Ta, Th, U, V, W, Zr, Y, ETR foram determinados por ICP-MS, após abertura por fusão de $LiBO_2/Li_2B_4O_7$ e os traços Mo, Cu, Pb,

Zn, Ni, As, Cd, Sb, Bi, Ag, Au, Hg, Tl, Se foram determinados por ICP-MS, após abertura por Água Régia.

Os dados analíticos das amostras utilizadas na caracterização de cada unidade estão contidos em tabelas ao longo do texto. Todos os dados originais, tanto das amostras utilizadas, quanto das não utilizadas, estão relacionados no apêndice 1, colocado no final deste relatório.

1.2 – Síntese do magmatismo na área

As rochas mais antigas amostradas neste projeto foram os gabro-dioritos e tonalitos cálcio-alcálicos normais, metaluminosos, relacionados ao Complexo Riacho de Santana, de idade arqueana. Este magmatismo está restrito a alguns afloramentos no extremo oeste da área estudada.

No Riachão, a partir de cerca de 2100 Ma com idades até $2091 \pm 6,6$ Ma foram produzidas várias fácies dos granitóides cálcio-alcálicos de alto K, correlacionados aos granitóides de Queimada Nova (Teixeira, 2005) cuja colocação, inferida a partir da idade de metamorfismo de 2136 Ma nos migmatitos do Complexo Paramirim e de suas características químicas, seria sin tardi-colisional.

No Calimiano, em torno de 1500 Ma, foram colocados os diques e sills máficos toleíticos com assinatura química compatível com a atuação de uma pluma mantélica, durante a fase inicial de estabelecimento de um rifte continental. Este magmatismo é marcado pela presença concomitante de dois tipos gabróicos, muito semelhantes, porém originados em regiões do manto com diferentes razões Ti/Zr. Um com razões médias de 132 e outro com razões médias de 94, condriticas. Este magmatismo domina nas regiões da Chapada Diamantina e Espinhaço.

Num sill na localidade de Gentio do Ouro (na Chapada Diamantina), NE da área do projeto, foi determinada uma idade U-Pb (concordia) de 934 ± 14 Ma, por laser ablation. Esta determinação é o primeiro registro neoproterozóico nesta área e correlacionável ao magmatismo básico presente no Espinhaço Meridional, em Minas Gerais, de idade análoga (Dossin et al, 1993).

2 — Rochas básicas – Magmatismo calimiano e toniano

2.1 – Introdução

Na área do projeto, o magmatismo máfico calimiano está disseminado ao longo de toda a Chapada Diamantina e no Espinhaço. Na Chapada Diamantina é intrusivo, sobretudo nas formações dos grupos Rio dos Remédios e Paraguaçu e no Espinhaço, em formações dos grupos Oliveira dos Brejinhos, São Marcos e Santo Onofre. As idades disponíveis na Chapada Diamantina foram obtidas por U-Pb em zircões por Babinsky et al. (1999) em Lagoa de Dentro, 1514 ± 333 Ma e por Guimarães et al. (2005a) em Lagoa do Dionísio, $1496 \pm 3,2$ Ma e no contexto do Espinhaço (Oliveira dos Brejinhos) a única idade disponível é de 1492 ± 16 Ma (U-Pb, laser ablation em zircão), obtida neste projeto.

No Complexo Paramirim também ocorrem alguns diques provavelmente relacionados a este magmatismo. Em Gentio do Ouro, como já citado antes, um sill com as mesmas características das máficas de 1500 Ma teve sua idade determinada, neste projeto, em 934 ± 14 Ma (U-Pb, laser ablation). Como esta rocha é muito semelhante às demais, elas serão tratadas junto e quando houver discrepâncias estas serão comentadas.

A forma de ocorrência mais comum são sills descontínuos de gabro sem deformação visível, cujas espessuras são indefinidas, uma vez que seus contatos com as encaixantes raramente são vistos. Nos afloramentos descritos ocorrem como blocos arredondados predominantemente nas encostas e também ao longo de algumas drenagens. No Espinhaço os sills máficos são intrusivos, predominantemente, nos espessos pacotes de hornfels do Grupo Oliveira dos Brejinho e suas relações de contato com as encaixantes são mais claras.

Petrograficamente, as rochas máficas que ocorrem no Espinhaço exibem diferenças em relação àquelas que predominam na região da Chapada. No Espinhaço, particularmente no limite sul da área do projeto, ocorrem sills com estruturas de acamamento magmático incipiente de uma rocha gabróica de granulação média a grossa, com textura cumulática composta por clinopiroxênio + ortopiroxênio + plagioclásio (labradorita), onde o piroxênio ocorre como grandes cristais e as ripas de feldspato preenchem os espaços entre os cristais máficos, ou são inclusões dentro deles. A olivina está presente, com frequência, e ela também pode ocorrer como cristais inclusos nos piroxênios. Além da textura cumulática também são observadas texturas ofíticas a subofíticas. A composição mineralógica inclui piroxênios, variando desde 80 até 40%; plagioclásio, de 15 a 40%; olivina, localmente até 15%; opacos de 2 a 5% e traços de apatita. O clinopiroxênio é o máfico mais comum e naquelas amostras onde ocorrem dois piroxênios, ele predomina sobre os ortopiroxênios. Na região da Chapada o tipo petrográfico mais comum é um gabro com textura intergranular constituída por cristais euédricos a subédricos de plagioclásio com piroxênio (titano-augita) intersticial.

Muito frequentemente as rochas máficas, tanto do Espinhaço quanto da Chapada, estão hidrotermalizadas, daí a presença de actinolita-tremolita substituindo a augita primária,

plagioclásios saussuritizados, micas e outros minerais secundários, em porcentagens diversas e elevadas.

Os dados químicos estão na tabela 2.1. A localização aproximada dos pontos de amostragem está na figura 2.1. Na tabela e nos diagramas utilizados na interpretação as amostras estão agrupadas em dois conjuntos que têm algumas características em comum, embora outras sejam bastante distintas. Sempre estará destacada, também, a presença de três amostras da localidade de Arroz no oeste da Chapada Diamantina, cujas características petrográficas são anortosíticas, daí porque elas fogem dos padrões exibidos pelas outras.

2.2 — Caracterização geoquímica

Uma das metas deste estudo era o estabelecimento das diferenças e semelhanças existentes entre as rochas máficas do norte do Espinhaço e aquelas da Chapada Diamantina. No Espinhaço o tipo predominante, contem olivina, e aflora sob a forma de sills, nos quais são visíveis alguns acamamentos insipientes, o que aparentemente não ocorre na Chapada. Por outro lado na Chapada predominam gabros ricos em plagioclásio e augita, de cor cinza esverdeada. Todavia alguns afloramentos do Espinhaço também contêm gabros com estas características.

Os dois conjuntos também são diversos quanto a algumas características químicas e podem ser individualizados através das suas razões Ti/Zr. Como os dois elementos são incompatíveis, suas razões não são, a princípio, alteradas pela presença de cristalização fracionada. Assim elas refletem as razões que prevaleciam na fonte, na época da fusão parcial que deu origem aos líquidos.

As amostras definem duas retas que passam pela origem das coordenadas no diagrama Zr-Ti da figura 2.2. Os pontos representativos das amostras analisadas no Projeto Ibitiara-Rio de Contas (Teixeira, 2005) também foram plotados, pois o magmatismo é o mesmo e as definições seriam mais consistentes a partir de um número maior de amostras.

As amostras da Chapada Diamantina

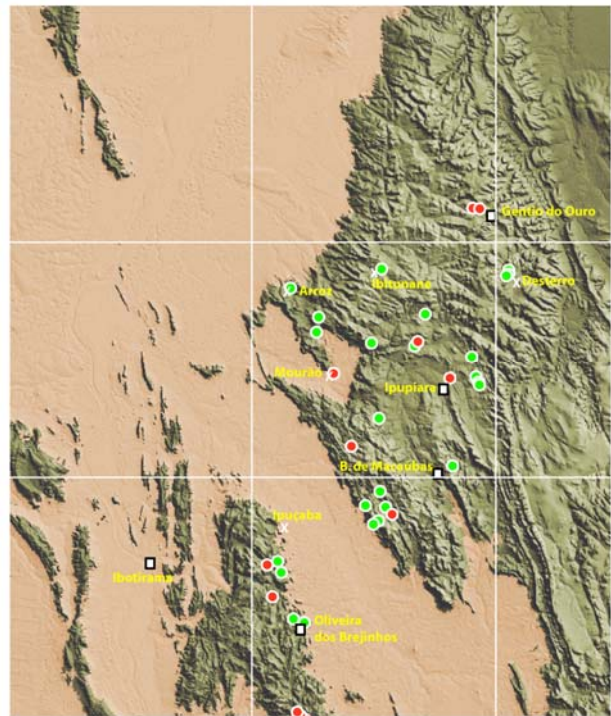


Figura 2.1 — Estações de amostragem de rochas básicas. Alguns pontos contem mais de uma amostra. Círculo verde, magmatismo m1; círculo vermelho, magmatismo m2. Os afloramentos LR-3, LR-4 e LR-7 são os do limite sul da área.

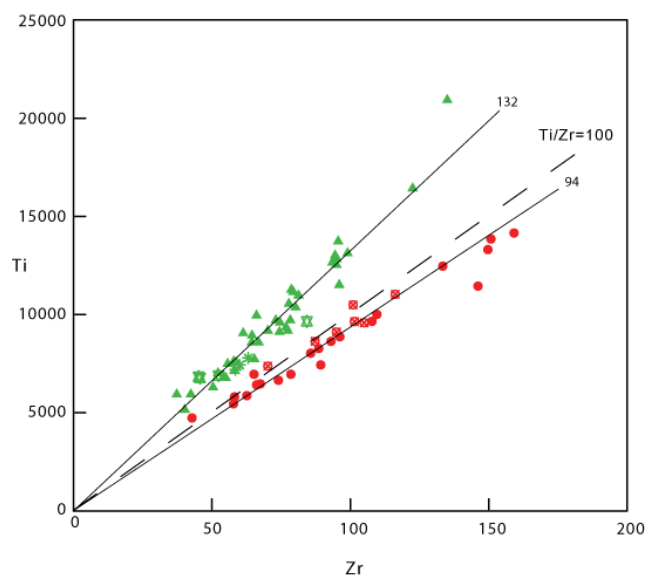


Figura 2.2 — Diagrama Zr-Ti. As amostras definem dois *trends* distintos, um com razões Ti/Zr = 132, denominado m1 e outro de razões condriticas Ti/Zr = 94, denominado m2. Asteriscos são da localidade de Arroz; os símbolos vazados são dados de Teixeira (2005).

caracterizam um alinhamento com razões Ti/Zr igual a 132, maior, portanto, que a razão condrítica que é igual 100 (Hofman, 1988; Sun & McDonough, 1989; Wilson 1989; Kroner & Tegtmeier, 1994). As amostras do Espinhaço se alinham segundo uma razão Ti/Zr = 94, muito próxima, portanto, do valor condrítico. A maioria das amostras do Projeto Ibitiara-Rio de Contas, localizado na Chapada, a sul da área em estudo também está dentro deste *trend*. As duas retas mostram que os dois tipos ocorrem tanto na Chapada quanto no Espinhaço, porém os gabros com razões mais altas predominam na Chapada, enquanto os de razões mais baixas predominam no Espinhaço. Para simplificar a descrição o conjunto com razões Ti/Zr iguais a 132 será chamado de **m1** e o conjunto com razões Ti/Zr iguais a 94, de **m2**.

Elementos maiores

Os teores de SiO₂ nos dois conjuntos variam entre 44 e 49%. Em termos médios *m2* é mais enriquecido que *m1*. Os demais óxidos também apresentam teores médios diferentes nos dois conjuntos. O conjunto *m2* também é mais enriquecido em MgO (até cerca de 15 %) e CaO (até 14%), enquanto *m1* contém mais Al₂O₃ (até 20%), Na₂O e K₂O. Os valores numéricos podem ser vistos em detalhe na tabela 2.1. Os teores de Fe₂O₃ total são ligeiramente mais altos

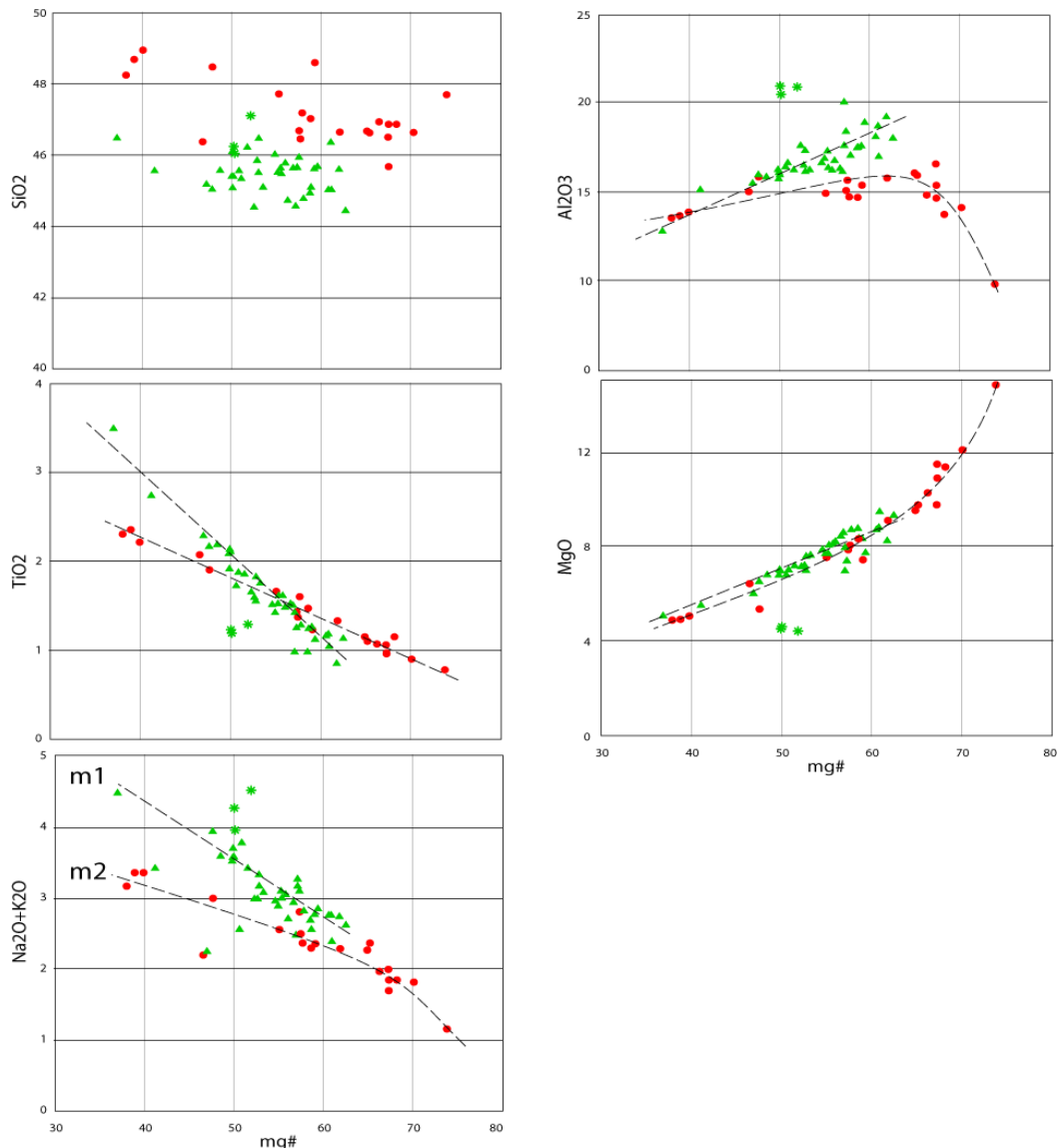


Figura 2.3 — Diagramas binários em função de mg# mostrando as diferenciações de m1 e m2.

no m1. Estes dados mostram o caráter mais magnésiano de m2, daí o maior conteúdo de piroxênio e até olivina nesse conjunto. m1, por seu turno, é mais rico em Al_2O_3 e Na_2O e, conseqüentemente, mais enriquecido em plagioclásio, como descrito acima.

A extensão da diferenciação dos dois magmatismos é mais evidente através da variação de $\text{mg}\#$ ($=100\text{Mg}/\text{Mg}+\text{Fe}$ [molar]). O m2 tem uma extensão bem maior deste parâmetro, cujo valor mais elevado é superior a 70; m2 apresenta extensão menor e os valores maiores de $\text{mg}\#$ são em torno de 62. Os diagramas binários da figura 2.3 ilustram como os dois conjuntos evoluem. Inicialmente se observa que (i) os caminhos evolutivos são bem diversos nos dois conjuntos e os de m1 quase sempre são retilíneos. (ii) Apesar de mais extenso, m2 apresenta, sistematicamente, teores mais elevados de SiO_2 , ou seja, apesar de ter termos mais magnesianos tem também maiores teores de SiO_2 em relação à m1, sugestivo de contaminação crustal mais intensa. (iii) m2 apresenta evolução em dois segmentos distintos, que ficam bem claros para Al_2O_3 , MgO e $(\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})$. As inflexões das linhas de diferenciação refletem o fracionamento mineral diferente nos dois casos. Em m1 as amostras mostram, aparentemente, apenas o segmento onde o plagioclásio e augita se fracionaram, daí a queda constante nos teores de Al_2O_3 . No m2 existe um primeiro segmento onde está sugerido que houve controle dos teores em função do fracionamento de olivina e piroxênios até $\text{mg}\#$ em torno de 65; a partir daí o padrão muda, e o Al_2O_3 passa a ser compatível e então cai de 16% para 14%, aproximadamente, ficando muito semelhante ao m1. Este comportamento sugere um importante controle pelo fracionamento do plagioclásio, semelhante ao que ocorre com o m1. (iv) O TiO_2 mostra comportamento incompatível ao longo de toda a diferenciação dos dois líquidos, porém mostra *trends* retilíneos que se cruzam, ou seja, a diferenciação dos líquidos foi diferente. (v) Finalmente, os álcalis mostram uma inflexão importante em m2 a partir de $\text{mg}\#$ 65; na seqüência os *trends* se afastam e os álcalis, em m1, exibem tendência incompatível mais acentuada que em m2.

No diagrama AFM (Irvine & Baragar, 1971) da figura 2.4A as amostras de m1 e m2 se posicionam no campo toleítico e se sobrepõem na maior parte do percurso. Todavia m2 tem espectro mais longo e começa com várias amostras (as do Espinhaço) na região do gráfico que define os cumulos toleíticos. Ao longo do segmento principal se observa um deslocamento

para junto do campo cálcio-alcálico, sugestivo da presença de importante contaminação crustal nos dois magmas estudados. As três amostras da localidade de Arroz, na Chapada Diamantina, em função de seus elevados teores de Na_2O (amostras 27, 28, 29 na tabela 2.1) se posicionam no campo cálcio-alcálico apesar de sua composição geral ser semelhante a do m1. No diagrama de Jensen (1976), figura 2.4B, o caráter cumulático das amostras menos diferenciadas de m2 é

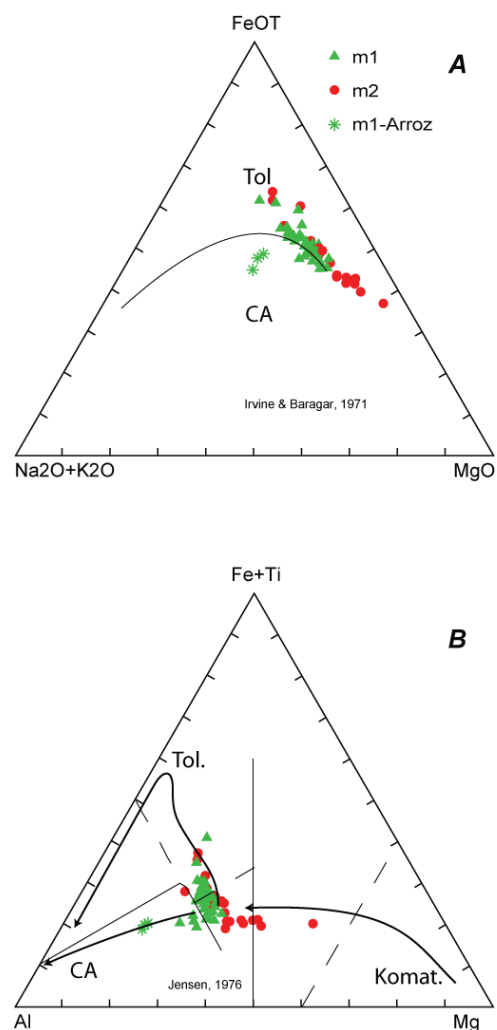


Figura 2.4 — A: diagrama AFM; B: diagrama de Jensen.

refletido no posicionamento das amostras ao longo da parte final do *trend* komatiítico. Na parte toleítica também aparece o deslocamento das amostras em direção ao campo cálcio-alcálico, de forma semelhante ao que havia ocorrido na figura 2.4A. As amostras de Arroz se posicionam no campo cálcio-alcálico.

Em resumo, m1 e m2 são líquidos toleíticos, cujos termos menos diferenciados têm características cumuláticas (m2) e o restante da diferenciação apresenta efeitos de uma provável contaminação crustal.

Elementos traços

As diferenças entre os conteúdos de elementos traços nos dois conjuntos são pouco significativas em termos médios como pode ser visto na tabela 2.1. A diferença mais importante é mostrada pelo Cr, que está bem mais enriquecido no m2 (262 ppm) que no m1 (92 ppm) em função da presença de composições menos diferenciadas naquele magma. Mesmo assim os teores não chegam a ser muito realçados. Outro elemento que está mais enriquecido em relação a m2, relativamente a m1, é o Cu, porém os teores em ambos são pouco expressivos. Em m1, apenas os teores de Rb e Sr são significativamente mais elevados que os de m2 (tabela 2.1).

As semelhanças e diferenças são mais notadas quando se observa a evolução dos dois magmas. A figura 2.5 mostra o fracionamento de vários elementos traços em função da variação de mg#.

Os elementos compatíveis Cr e Ni têm comportamento bastante distinto nos dois líquidos. O *trend* evolutivo do Cr em m2 tem a forma normal para este tipo de magma, com uma inflexão pouco acima de mg# 60, sugestivo de mudança na assembléia mineral que se fracionava. Em m1, ao contrário os pontos representativos das amostras se colocam todos em um mesmo patamar de teor, em torno de 100 ppm, e não mostram qualquer tipo de alinhamento. O Ni, ao contrário, mostra uma linha evolutiva muito bem definida em m2, com inflexão em torno de mg# 60. As amostras de m1 se colocam praticamente sobre o *trend* definido por m2, daí se supor que os minerais que continham este elemento evoluíram da mesma forma nos dois conjuntos.

Os conteúdos de Cr podem estar refletindo diferentes velocidades de ascensão dos dois magmas. m1 pode ter permanecido longo tempo em uma câmara magmática profunda, na qual se iniciou o fracionamento com a separação de minerais com Cr; posteriormente o líquido já bastante diferenciado saiu da câmara para ir se alojar nos diques e sills em níveis crustais mais elevados. Já o líquido m2, ao contrário, teve a maior parte de seu fracionamento durante a ascensão até os níveis crustais onde hoje se encontra, daí porque os sills exibem acamamento magmático com termos bem pouco evoluídos. Temperaturas mais elevadas, segundo Huppert & Sparks (1985), favorecem a assimilação de material crustal. Assim como m2 é mais primitivo, é também mais quente e mais sujeito a assimilar material da encaixante.

Os HFSE mostram evolução bem definida tanto em m1 quanto em m2, porém os percursos não são iguais. Zr mostra dois trends paralelos, onde os teores em m2 são maiores que no m1; Y mostra duas linhas que se cruzam, mas que são muito semelhantes, com maior espalhamento dos pontos em m1; Nb inicia bem definido em m2, porém as amostras mais evoluídas mostram teores não conclusivos quanto a direção seguida pela evolução (figura 2.5). Aparentemente seu comportamento é análogo ao do Zr visto acima, porém as três amostras muito evoluídas de Gentio do Ouro e de Morão têm teores muito baixos e ficam muito fora do padrão das demais.

Os LILE são muito irregulares em ambos os magmatismos, e a distribuição de Sr serve como exemplo. Em m2 existe um padrão incompatível visível no início da diferenciação que fica

indefinido com as amostras mais diferenciadas. Em m1 existe uma nuvem de pontos sem nenhuma indicação de um possível *trend* evolutivo. Como os LILE são móveis e as rochas máficas tanto da Chapada quanto do Espinhaço sofreram acentuados processos de hidrotermalismo, tal dispersão irregular deve ser o reflexo da atuação destes processos, ou da assimilação de material crustal.

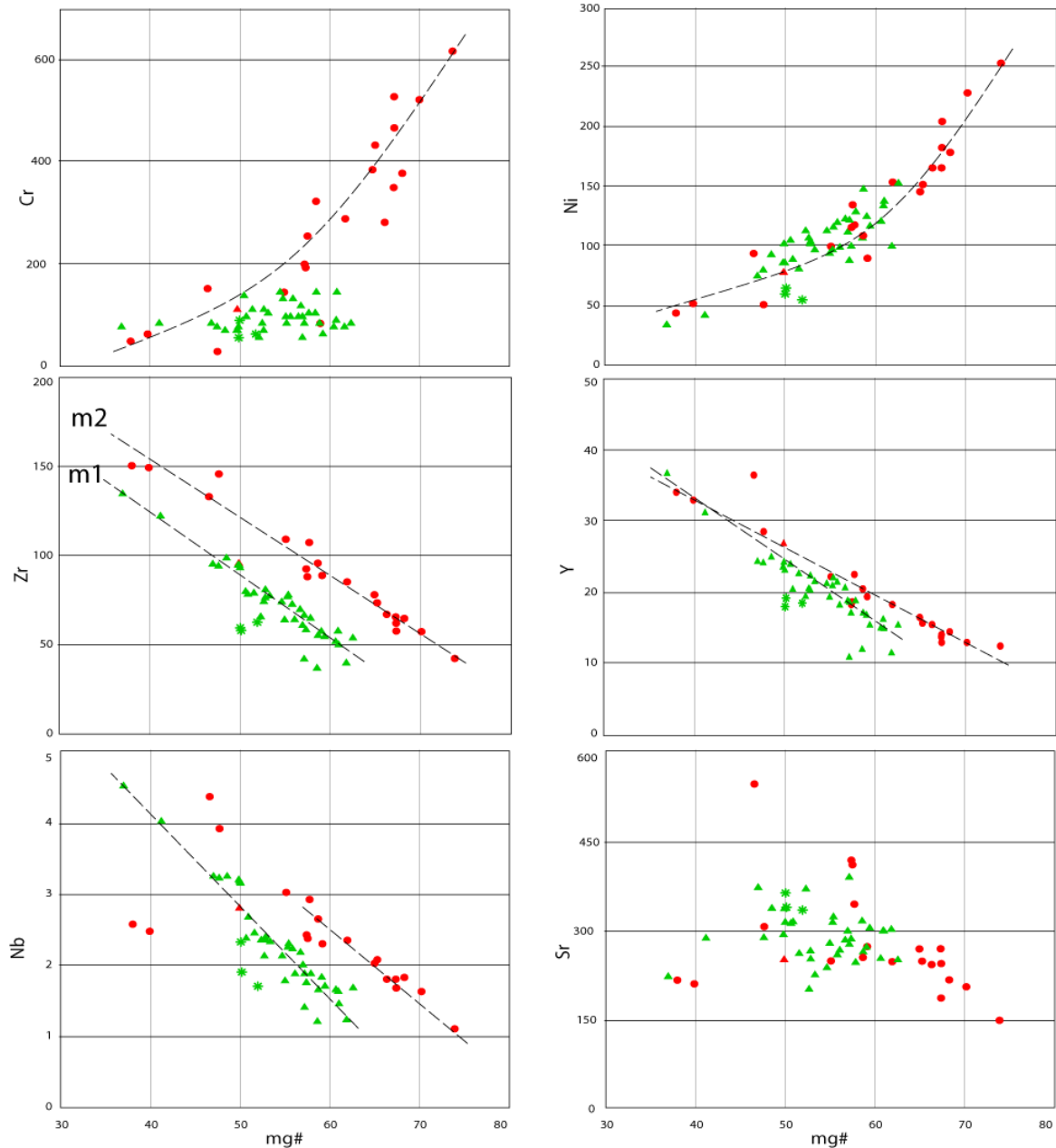


Figura 2.5 — Diagramas mostrando as diferentes formas de fracionamento dos elementos compatíveis (Cr e Ni), dos HFSE (Zr, Y, Nb) e dos LILE (Sr).

Segundo Holm (1985) os elementos traços em rochas submetidas a algum tipo de metassomatismo podem apresentar teores exagerados, em relação aos das rochas frescas, porém as tendências originais dos espectros, como inclinações, presença de anomalias, etc., em diagramas multielementares permanecem as mesmas permitindo que se usem estes dados normalmente, porém com cuidado. Nos diagramas multielementares da figura 2.6, normalizados pelo manto primordial, os pontos mais importantes a serem destacados são: i) a distribuição dos elementos nos dois magmas é de uma forma geral, bastante semelhante; ii) os m1 têm

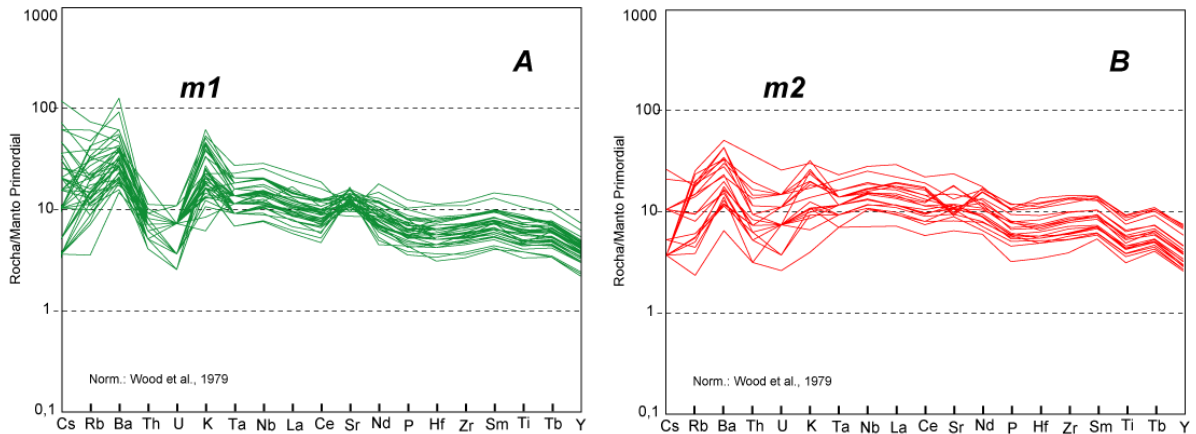


Figura 2.6 — Diagramas multielementares. A: líquido m1; B: líquido m2.

composições muito mais homogêneas, que dão aos espectros uma forma muito mais paralela. m2, ao contrário, têm distúrbios de composição bem mais acentuados; iii) as diferenças composicionais mais importantes nos dois conjuntos são as anomalias consistentes e positivas de K e Sr em m1, não verificadas em m2 e o enriquecimento de Tb em relação ao Ti em m2. Tais diferenças estão refletindo inicialmente um processo de fracionamento importante de feldspato em m1, com acumulação deste mineral de forma muito acentuada. Talvez seja produto de uma fonte mais profunda, contendo granada residual que reteve os ETR pesados representados pelo Tb. Convém notar que as amostras com anomalias mais acentuadas de Sr são aquelas menos diferenciadas, mostrando que no espectro composicional amostrado a evolução se deu a partir do fracionamento e acumulação de plagioclásio. m2 não tem tais características e o ligeiro enriquecimento de Tb pode estar refletindo fusão mantélica em profundidades mais rasas onde a presença de granada não era marcante. A irregularidade dos espectros, sobretudo no lado esquerdo dos diagramas, onde estão os elementos mais móveis, sugerem que processos hidrotermais afetaram muito mais estas rochas que aquelas de m1.

Os ETR se comportam de forma semelhante nos dois conjuntos (figura 2.7). A única diferença entre os dois magmas é a presença de anomalias positivas de Eu em m1. Tais anomalias reforçam a idéia mostrada no parágrafo anterior, segundo a qual o fracionamento se iniciou com o plagioclásio, daí porque as amostras menos evoluídas são as que têm as maiores anomalias positivas de Eu em m1.

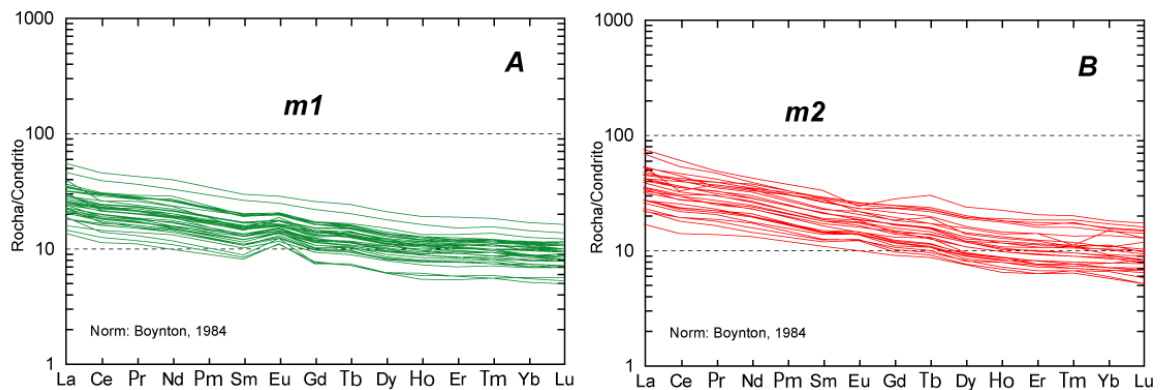


Figura 2.7 — Espectros de ETR. A: líquido m1; B: líquido m2.

2.3 — Sobre a gênese deste magmatismo

Ao longo dos anos o magmatismo calimiano desta área da Bahia tem sido pouco estudado e é considerado simplesmente, o que é óbvio, como continental. Holm (1985) caracterizou dois tipos de magmatismos continentais: um de margem de placa, com rochas básicas originadas em ambiente de rifte em suas fases iniciais e outro intra-placa continental, que é aquele gerado abaixo de uma crosta continental espessa.

No diagrama TiO_2 -Nb/3-Th (Holm, 1985) da figura 2.8 quase todas as amostras se posicionam no campo dos basaltos de margem, característico do magmatismo relacionado às fases iniciais dos riftes. Apenas três amostras de m2 caem no campo intra-placa. São amostras de Gentio do Ouro e da localidade de Morão, cujas características, principalmente petrográficas são diferentes das demais. As amostras de Gentio do Ouro têm textura gráfica entre quartzo e k-feldspato, ausente nas demais máficas estudadas. Convém lembrar que a idade desse sill (934 Ma), também é diferente das outras rochas básicas da área, que têm 1500 Ma.

As razões entre elementos traços incompatíveis, sobretudo os HFSE, são sensíveis às composições das fontes que lhe deram origem, como considerado no início deste capítulo, como também a contaminações e profundidades de formação. Condie (2005) utilizou as razões Zr/Y e Nb/Y para definir a gênese de rochas máficas pela atuação de plumas mantélicas ou não. Essas razões indicam, no presente caso, a atuação de uma pluma mantélica (figura 2.9). Tal característica já havia sido detectada nas amostras do projeto Ibitiara-Rio de Contas (Teixeira, 2005).

As razões TiO_2/Yb , sensível à profundidade da fusão e Th/Yb sensível à composição da fonte e à contaminação crustal (Pearce, 2008) são compatíveis com fusão parcial mantélica profunda e também com a

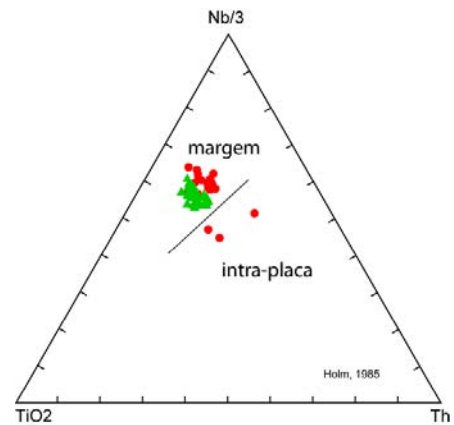


Figura 2.8 — As amostras que caem no campo intra-placa são de Gentio do Ouro e de Morão.

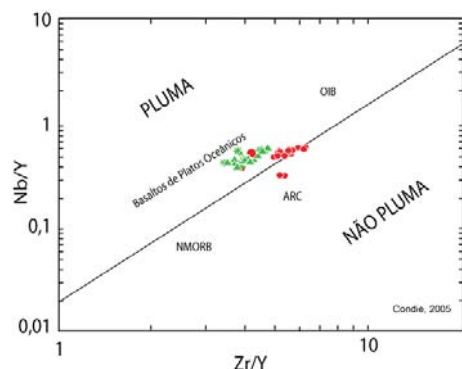


Figura 2.9 — Diagrama Zr/Y – Nb/Y

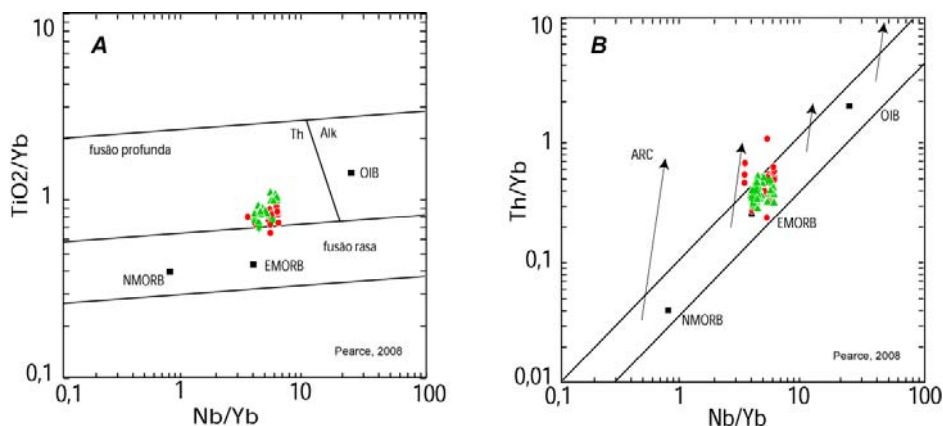


Figura 2.10 — Diagramas de Pearce, 2008. A: Razões mostrando que as amostras são produtos de fusão em manto profundo. B: Razões mostrando fonte análoga aos EMORB e presença de contaminação crustal no sentido mostrado pelas setas.

presença de uma fonte cuja composição era semelhante à dos E-MORB (figura 2.10 A e B). A tendência a um aumento das razões Th/Yb, sem variação nos valores de Nb/Yb é condizente com a presença de contaminação crustal. As amostras mais “contaminadas”, segundo este critério, são as de Gentil do Ouro e Morão.

Uma das formas de verificar qual o mecanismo petrogenético que produziu a diferenciação de um líquido magmático é relacionar a variação de teores entre elementos compatíveis e incompatíveis (Cocherie, 1986 entre outros). O único elemento compatível cujo fracionamento ficou bem claro foi o Ni, enquanto que vários incompatíveis ficaram bem definidos, entre eles Zr, Ti, Nb, Y, La, Ce. Foram elaborados três diagramas para Y-Ni, Zr-Ni e Ce-Ni (figura 2.11), dos quais se pode depreender quais os mecanismos presentes, suas semelhanças e diferenças em m1 e m2. Os três gráficos mostram padrões compatíveis com cristalização fracionada, em função da maior variação do elemento compatível em relação ao incompatível, resultando em linhas evolutivas fortemente inclinadas. Com Y ocorre praticamente uma justaposição entre m1 e m2. Com Ce e Zr são obtidas duas retas paralelas que sugerem a presença de duas cristalizações fracionadas, uma para m1 e outra para m2, onde a segunda se caracteriza pela maior extensão de Ni aliado a teor médio pouco maior que o de m1 (ver tabela 2.1). Como os teores de elementos traços são maiores em m2 existe a tendência do aparecimento de dois trends paralelos.

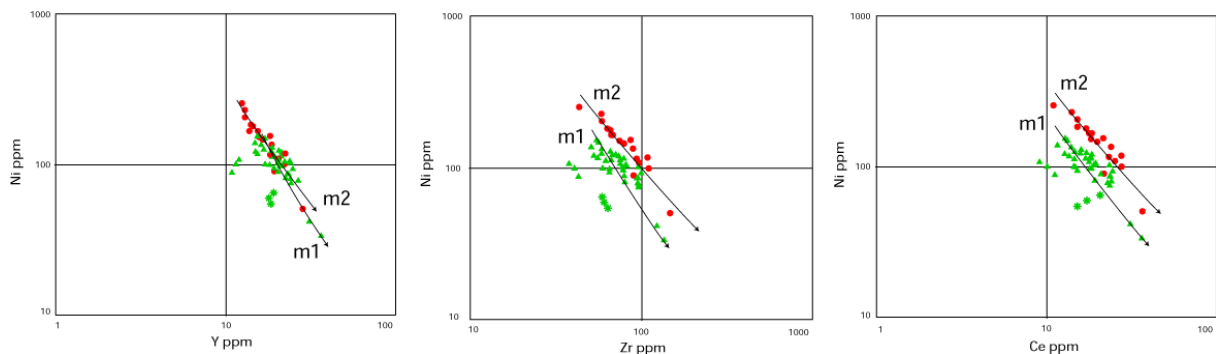


Figura 2.11 — Diagramas incompatíveis versus compatíveis, mostrando a presença de cristalização fracionada.

Em resumo, o magmatismo em foco, é toleítico, produto da atuação de uma pluma mantélica, durante as fases iniciais de um processo de rifteamento, que produziu a fusão parcial de níveis profundos do manto. A composição da fonte foi variável, pois produziu m1 e m2, porém era análoga a composição da fonte dos E-MORB. Tanto m1 quanto m2 assimilaram material crustal em sua ascensão até o nível onde colocaram. Deve-se destacar, também, que a presença generalizada de hidrotermalismo nestas rochas não chegou a alterar de forma significativa suas características químicas, sobretudo em relação aos elementos traços.

2.4 — Onde estão se colocando as rochas básicas

Este magmatismo é o principal registro da atuação de um importante evento distensivo que atuou em toda região da Chapada e no norte do Espinhaço. Todavia este evento permanece obscuro, pois não foi anotada, até o momento, qualquer característica estrutural ou tectônica que mostre como ele teria ocorrido e qual a sua extensão. Até o tipo das intrusões não está claro: são predominantemente sills ou são diques?

Em função das características dos afloramentos amostrados, aparentemente existe uma preferência pela forma de sill. Contudo não ocorrem afloramentos extensos e concordantes com o acamamento das encaixantes, pelo contrário afloram blocos isolados sem muita continuidade

lateral. A partir da definição das cotas onde ocorrem os afloramentos descritos, também se observa a existência de níveis topográficos preferenciais onde as rochas básicas ocorrem com mais freqüência. Este fato gera mais questionamento, afinal por que isto ocorre, uma vez que unidades sedimentares encaixantes têm mergulhos suaves, mas podem chegar até a mais de 30°? São vários sills cortando as inúmeras formações sedimentares em alturas estratigráficas distintas? Caso sejam diques, porque eles cortariam estas formações em cotas preferenciais? No momento estas perguntas ficarão sem resposta.

Uma visão geral da distribuição dos pontos amostrados e das principais curvas de nível está na figura 2.12. A distribuição preferencial em cotas específicas é confirmada também estatisticamente. O histograma de freqüência das alturas (figura 2.13) destaca quatro populações de afloramentos: a primeira, em cotas inferiores a 600 metros contém os diques no embasamento; a segunda, predominante entre 700 e 800 metros contém quase 50% dos afloramentos; a terceira, de 900 metros, não se destaca muito da anterior e pode até ser igual a ela e a quarta, com poucos afloramentos, restrita a região de Gentio do Ouro contém as cotas mais altas, acima de 1000 metros.

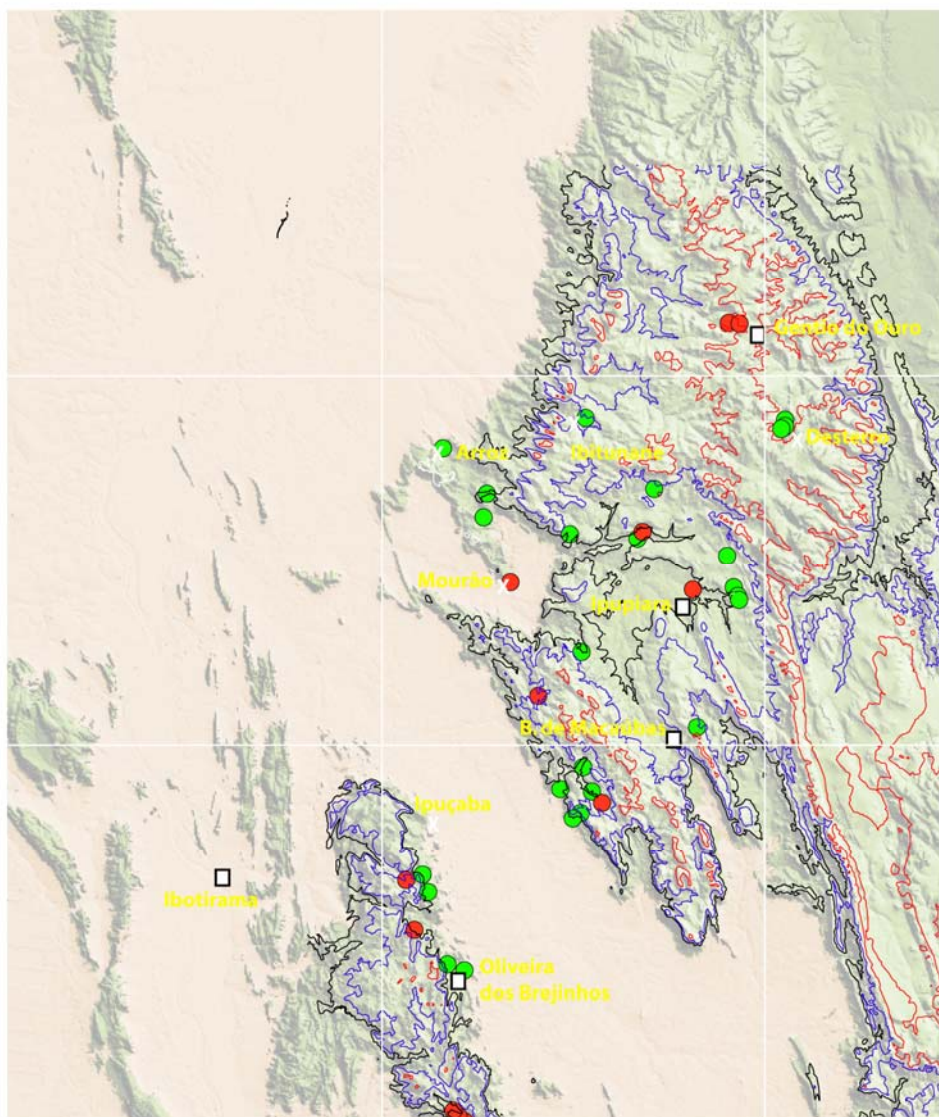


Figura 2.12 — Imagem digital do terreno com as curvas de nível de 750 m (preta), 900 m (azul) e 1100 m (vermelha). Os círculos verdes são de m1 e os vermelhos de m2.

O patamar de 750 metros contém a maioria dos afloramentos amostrados, tanto do Espinhaço, quanto da Chapada Diamantina. Ocorrem tanto rochas do magmatismo m1, sobretudo na Chapada, quanto do m2, mais freqüente no Espinhaço. O gabro m1 do Espinhaço que foi datado (1492 Ma) está nesta cota.

O patamar de 900 metros não contém muitos afloramentos amostrados, contudo estão nele os afloramentos datados da Chapada Diamantina. Neste patamar só foi observado o magmatismo m1 e em nenhum afloramento foi possível verificar a existência ou não de acamamento magmático.

O terceiro patamar topográfico está em altitudes em torno de 1100 metros. Tais altitudes só ocorrem na região N-NE do Projeto, em Gentio do Ouro. O sill de Gentio do Ouro exibe características do magmatismo m2, porém, é muito diferenciado em relação às demais amostras deste magmatismo e, como visto acima, algumas razões de elementos traços incompatíveis são diferentes. O gabro de Gentio do Ouro tem idade de 934 ± 14 Ma, definida neste projeto. É interessante notar que, apesar da maioria dos afloramentos ocorrerem nas cotas mais baixas, as ocorrências de ouro próximas as rochas básicas ficam restritas a este patamar.

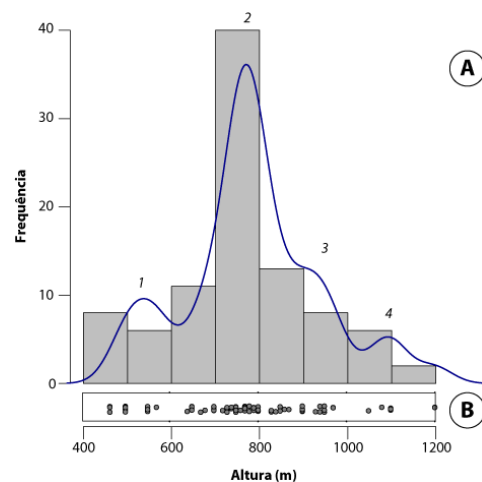


Figura 2.13 — A: histograma e curva de frequência dos afloramentos em função da altura. B: distribuição dos afloramentos nos intervalos de altura. A curva de frequência mostra quatro “populações”: 1- em 550 m (embasamento), 2 - em 750 m, com maior frequência, 3 - em 900 m, que pode ser a mesma de 750 m e 4 - acima de 1000 m, na região de Gentio do Ouro.

2.5 – Características do sill acamadado do Espinhaço

No limite sul da área do Projeto, sobre o Espinhaço, foram descritos e amostrados três afloramentos que se estendem ao longo da encosta de uma elevação, denominados LT-3, LT-4 e LT-7 (resultados analíticos na tabela 2.1). Os afloramentos LT-4 e LR-7 têm em comum o fato de as rochas máficas aflorarem ao longo das encostas em patamares distintos, no LR-4 são quatro e no LR-7 são provavelmente cinco e o LR-3, muito próximo ao LR-4, pode ser considerado como parte deste. A posição geográfica dos afloramentos está mostrada na figura 2.1.

As características petrográficas das rochas ao longo dos patamares são distintas. Ocorre uma variação entre termos mais ricos em minerais máficos, como olivina, augita e opx e termos ricos em plagioclásio. São observados também lineamentos tênues que caracterizam um incipiente processo de acamamento magmático (foto 2.1)



Foto 2.1 — Acamamento magmático incipiente em gabro no afloramento LR-7, no Espinhaço.

mergulhando cerca de 30° para SW. Embora os blocos aflorantes possam estar deslocados, tal atitude é compatível com o que se observa nos metassedimentos da região. As relações de

contato entre as encaixantes e os gabros, não são visíveis neste local, mas em outros locais (algumas pedreiras no norte) tais relações são bem definidas e caracterizam a presença de um sill. A foto (foto 2.2) ilustra um dos patamares do afloramento LR-7 (equivalente ao JB-4) onde os níveis de acamamento são mais visíveis.



Foto 2.2 — Aspecto de um dos patamares do afloramento LR-7.

Estes afloramentos estão na cota de 750 metros, definida acima, e o magmatismo é o m2 típico.

As características químicas dos afloramentos sugerem que os mesmos pertençam a um mesmo sill, sendo que o LR-7 estaria na parte basal, o LR-4 na parte mais do topo e o LR-3 estaria numa região intermediária. A partir desta sugestão foram elaborados alguns diagramas que mostram a variação dos elementos ao longo da espessura do sill e definem sua natureza.

Na figura 2.14 está um resumo dos locais amostrados e suas alturas. A distribuição normatativa de olivina, hiperstênio, plagioclásio e diopsídio evidencia, caso os dois principais afloramentos sejam do mesmo sill, um perfil levemente mais máfico na sua parte central e as duas bordas ligeiramente empobrecidas. Este perfil caracterizaria o sill como do tipo D, onde a diferenciação magmática ocorre em meio a movimentos convectivos complexos (Latypov, 2003; Aarnes et al.,2008). mg# abaixo de 70 caracteriza um líquido já diferenciado, cujos teores de Cr e Ni, mostrados na figura, confirmam. Os espectros têm conformação semelhante para todos os

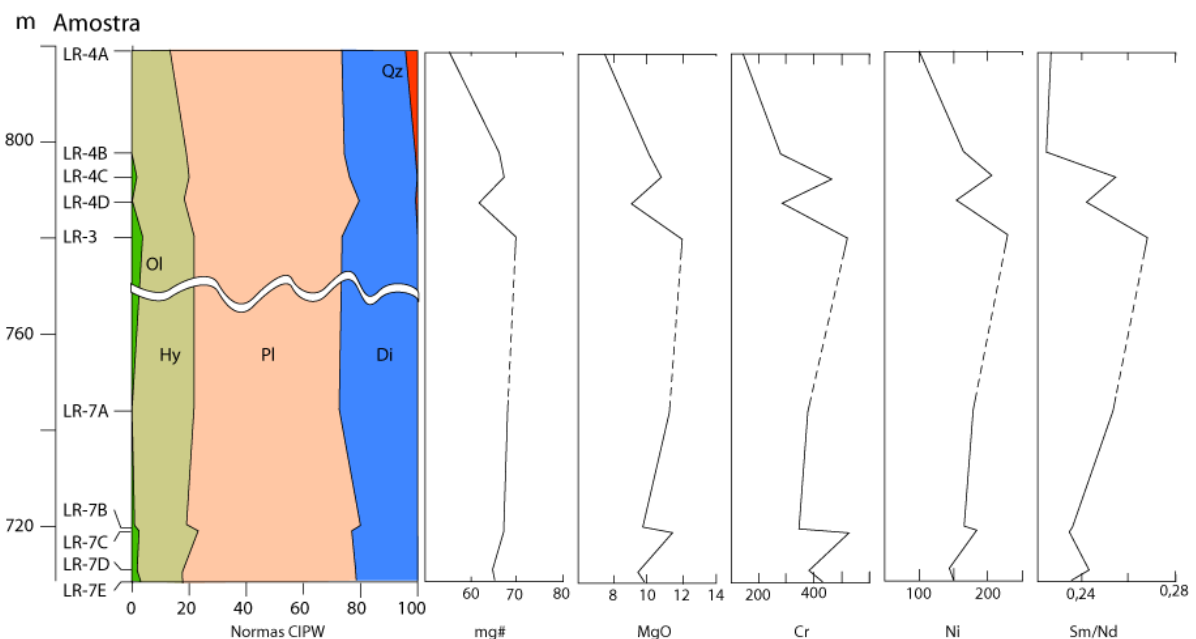


Figura 2.14 — Perfil do sill com alturas amostradas e teores de alguns elementos e composição CIPW nas amostras. A distribuição dos elementos mostra um padrão levemente concordante com o dos sills com perfil D.

elementos mostrados na figura, inclusive pela razão Sm\Nd, que é mais elevada no centro do sill.

Deve-se salientar que o caráter regional do Projeto Barra Oliveira dos Brejinhos impediu que os trabalhos fossem mais aprofundados nesta área, porém os sills do Espinhaço, que são ricos em sulfetos (pirita?) merecem estudos mais minuciosos.

2.6 — Anortositos de Arroz

A oeste da localidade de Arroz, na borda oeste da Chapada (figura 3.1) aflora uma rocha de aspecto gabróico grossa e cor cinza claro esverdeado. Quimicamente são rochas cálcio-alcálicas (figura 2.4), com 20% de Al_3O_3 e 46% de SiO_2 . Análise petrográfica revelou uma rocha cumulática constituída por grandes cristais euédricos a subédricos de plagioclásio tabular com até 8 cm de comprimento, cujos interstícios são preenchidos por piroxênio. O plagioclásio está parcialmente saussuritizado e epidotizado e o piroxênio está alterado em epidoto verde e anfibólio fibroso. A mineralogia é composta por 90% de plagioclásio, 9% de piroxênio (alterado) e 1% de opacos.

2.7 — Conclusões

As rochas máficas da Chapada e do Espinhaço são toleíticas continentais, colocadas preferencialmente sob a forma de sills descontínuos aflorantes em sua maioria entre as cotas de 750 e 900 m. Foram identificados dois magmatismos, cujas fontes são distintas, uma com razão Ti/Zr em torno de 130, denominado m1, cuja presença é marcante na Chapada Diamantina e outro com razões Ti/Zr, condriticas, em torno de 94, denominado m2, cuja localização preferencial é no Espinhaço, onde forma sills “acamadados”. As características químicas destes dois magmatismos são similares aquelas das rochas básicas colocadas nas fases iniciais de desenvolvimento de riftes, em resposta da atuação de uma pluma mantélica. Estas rochas têm idade de 1500 Ma. A colocação das mesmas, até melhor avaliação, deve ter ocorrido na mesma época, pois não foi observada nenhuma relação intrusiva entre elas.

O sill de Gentio do Ouro corresponde a um outro tipo magmático cujas características são compatíveis com o magmatismo toleítico m2, porém é produto de um magma muito mais diferenciado, e suas características são de um magmatismo intraplaca de crosta espessa. Este tipo ocorre em cotas acima de 1000 m na Chapada e em um dique que corta o embasamento na localidade de Morão. A idade deste magmatismo foi definida com 940 Ma. Convém destacar que quando as mineralizações de ouro ocorrem junto a rochas básicas, estas estão acima de 1100 m e são muito evoluídas.

Como poucas amostras de Gentio do Ouro foram tratadas e essa é a única idade fora do Calimiano conhecida na área, a caracterização dessas rochas deve ser encarada com reservas e não se deve estender a idade para os outros corpos de composição m2 da área, pois as razões Ti/Zr condriticas observadas são normais para a maioria das rochas básicas, independentemente de sua idade e ambiente de colocação. Na verdade as razões de m1, em torno de 132 é que devem ser consideradas anômalas, pois são muito elevadas.

N ID	1 LR-4A	2 LR-4B	3 LR-4C	4 LR-4D	5 LR-3	6 LR-7A	7 LR-7B	8 LR-7C	9 LR-7D	10 LR-7E	11 LR-8A	12 JB-33	13 JB-39	14 JB-51	15 JB-92	16 JM-100	17 JM-119	18 LR-18	Média	19 LR-29	20 LR-31	21 JM-40D
SiO2	47,71	46,93	46,86	46,64	46,63	46,86	46,5	45,67	46,67	46,62	48,47	46,01	48,59	47,69	47,18	46,45	46,68	47,02	46,95	48,94	48,24	46,37
TiO2	1,67	1,08	0,97	1,34	0,91	1,16	1,07	0,98	1,16	1,11	1,91	1,52	1,24	0,79	1,61	1,38	1,44	1,48	1,27	2,22	2,31	2,08
Al2O3	14,94	14,84	15,38	15,79	14,14	13,76	16,58	14,67	16,07	15,94	15,85	16,64	15,39	9,86	14,74	15,67	15,09	14,71	15,00	13,89	13,56	15,03
Fe2O3	12,16	10,31	10,42	11,07	10,14	10,43	9,37	10,98	10,16	10,27	11,67	12,91	10,18	10,35	11,68	11,5	11,68	11,61	10,94	15,15	15,85	14,62
MnO	0,19	0,16	0,15	0,17	0,16	0,16	0,14	0,16	0,15	0,15	0,2	0,18	0,16	0,16	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,21	0,22	0,25
MgO	7,54	10,25	10,87	9,09	12,05	11,33	9,75	11,45	9,51	9,74	5,37	7,86	7,44	14,78	8,05	7,86	7,94	8,32	9,40	5,08	4,91	6,44
CaO	11,95	12,65	12,82	11,95	12,6	12,65	12,57	12,23	12,37	12,15	11,87	10,02	13,25	14,27	11,69	11,65	11,55	11,67	12,22	9,61	9,62	8,2
Na2O	2,14	1,64	1,65	1,97	1,49	1,47	1,72	1,42	1,97	2,04	2,48	2,46	2,1	1,04	1,81	1,74	2,01	1,7	1,83	2,38	2,56	1,28
K2O	0,42	0,33	0,2	0,32	0,33	0,38	0,28	0,28	0,3	0,33	0,52	0,5	0,26	0,12	0,56	0,76	0,8	0,6	0,41	0,98	0,61	0,92
P2O5	0,194	0,127	0,105	0,163	0,094	0,115	0,111	0,119	0,123	0,121	0,248	0,119	0,144	0,066	0,164	0,138	0,16	0,167	0,14	0,218	0,243	0,214
Total	99,75	99,7	99,73	99,73	99,73	99,73	99,76	99,74	99,76	99,77	99,79	99,78	99,75	99,66	99,79	99,78	99,77	99,72	99,75	99,76	99,75	99,77
mg#	55	66	67	62	70	68	67	67	65	65	48	55	59	74	58	58	57	59	63	40	38	47
PF	0,8	1,3	0,2	1,2	1,1	1,3	1,6	1,7	1,2	1,2	1,2	1,5	1	0,4	53	53	52	54	12,62	35	33	42
Cr ppm	144	281	465	287	520	376	349	527	383	431	27	144	82	616	253	192	198	322	310,95	62	48	151
Ni	99	165	204	153	228	178	165	182	145	151	50	112	89	253	117	134	115	108	147,11	51	43	93
Co	47,8	56	55,1	49,3	58,7	51,8	47,6	60,9	53,2	52,8	39,2	58	45,5	66,8	49,9	49,5	45,3	49,8	52,07	45,1	46,3	56,3
V	300	233	211	246	209	238	218	223	238	226	331	209	279	269	303	266	267	289	253,06	437	456	252
Cu	122,4	113,3	67,6	85,9	54,6	127,1	94	52,6	80	75,6	106,6	39,3	121,5	108,3	127,9	119	118,3	95,4	94,97	182,7	182,8	62,4
Pb	1,4	1,7	2,6	1,4	5,3	0,7	1,2	0,9	2,5	2,1	2,3	8,2	2,3	0,4	1	47,6	6,5	0,9	4,94	1,7	1,6	10,2
Zn	23	18	18	18	18	14	17	20	16	18	28	41	19	25	33	42	46	30	24,67	59	68	192
Rb	8,1	6,9	3,3	4,8	12,1	8,2	5,2	3,8	4,8	12,9	13,2	4,7	2	16,3	15,5	17,3	16,8	8,90	20,3	12,8	22	
Cs	0,2	0,2	<0,1	<0,1	0,2	0,2	0,1	0,1	<0,1	<0,1	0,2	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,4	0,19	<0,1	0,2	<0,1
Ba	151	122	106	86	177	115	91	98	89	134	170	201	126	49	212	328	249	329	157,39	252	229	388
Sr	248,9	242,7	244,5	247,7	205,2	216,8	269,4	186,2	269,3	248,6	306,9	237,3	273,1	148,5	344,8	411,5	419,3	254,7	265,30	210,1	216,3	548
Ga	16,8	15,3	14,1	15,3	13,4	13,5	15,4	14,4	16,2	15,2	20	17,3	17,2	10,3	17,2	16,6	15,6	16,2	15,56	19,2	20,6	20,1
Ta	0,7	0,4	0,4	0,5	0,3	0,4	0,4	0,4	0,5	0,9	0,6	0,5	0,3	0,7	0,6	0,5	0,6	0,51	0,6	0,6	0,6	1
Nb	12,1	7,2	6,7	9,4	6,5	7,3	7,2	6,7	8,1	8,3	15,7	8,5	9,2	4,4	11,7	9,5	9,7	10,6	8,82	9,9	10,3	17,5
Hf	3,2	1,9	1,8	2,3	1,7	2	1,9	1,7	2,2	2	3,9	2,1	2,5	1,2	2,9	2,4	2,5	2,6	2,27	4,2	4,3	3,8
Zr	109,6	67,5	58,2	85,7	57,8	65,2	66,1	62,6	78,5	74	146,1	74,4	89,3	42,8	107,8	88,6	93	96,2	81,30	149,7	150,8	133,4
Y	22,2	15,5	13	18,3	13	14,5	13,8	14,1	16,5	15,7	28,5	21,2	19,4	12,5	22,5	18,7	18,3	20,5	17,68	32,9	34	36,4
Th	0,7	0,5	0,3	0,6	0,6	0,5	0,7	0,5	0,7	0,7	1,3	0,6	0,8	0,3	1,1	0,9	0,9	1,1	0,71	1,9	1,6	3,5
U	0,3	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	0,4	0,2	0,2	<0,1	0,3	0,2	0,3	0,3	0,22	0,4	0,4	0,7
La	12,2	8,3	7	10,3	6,7	7,8	8,3	6,6	8,2	8,2	15,7	7,7	9,6	5,1	12,7	10,7	9,9	11,7	9,26	12,7	13,6	20,9
Ce	27,7	18,5	15,2	21,6	14,1	17,1	17,8	15,2	19,9	18,3	36,7	17	21,8	11	27,6	24	23,3	25,3	20,67	31,2	32,3	42,1
Pr	3,87	2,63	2,13	3,05	1,95	2,44	2,54	2,21	2,72	2,63	4,97	2,42	3,06	1,63	3,91	3,58	3,23	3,54	2,92	4,4	4,64	5,6
Nd	17,5	12,2	9,2	13,4	8,4	10,3	11,4	10,1	11,6	11,6	21,3	11	14	7,7	16,7	15,3	14,4	15,7	12,88	20,1	22,1	22,9
Sm	3,97	2,74	2,34	3,24	2,25	2,61	2,69	2,37	2,82	2,73	4,96	2,85	3,41	2,06	4,01	3,6	3,41	3,52	3,09	5,1	5,47	5,33
Eu	1,38	1,04	0,89	1,14	0,87	0,99	0,98	0,88	1,04	1	1,66	1,14	1,24	0,71	1,33	1,31	1,18	1,26	1,11	1,65	1,84	1,78
Gd	4,18	3,02	2,56	3,67	2,44	2,92	2,76	2,68	3,09	2,96	5,37	3,36	3,75	2,28	4,27	3,59	3,49	3,94	3,35	5,84	6,18	5,91
Tb	0,72	0,52	0,44	0,58	0,42	0,49	0,49	0,46	0,53	0,5	0,91	0,61	0,63	0,4	0,73	0,64	0,6	0,67	0,57	1	1,05	1,04
Dy	3,93	2,94	2,56	3,37	2,38	2,78	2,64	2,52	2,88	2,81	5,05	3,7	3,7	2,35	4,1	3,68	3,36	3,77	3,25	5,89	6,07	6,03
Ho	0,84	0,61	0,5	0,68	0,48	0,57	0,55	0,55	0,6	0,58	1,01	0,78	0,71	0,45	0,81	0,73	0,68	0,75	0,66	1,23	1,27	1,32
Er	2,33	1,55	1,36	1,87	1,28	1,66	1,52	1,46	1,66	1,55	2,86	2,23	2,04	1,28	2,28	2	1,9	2,16	1,83	3,24	3,38	3,74
Tm	0,35	0,24	0,21	0,28	0,21	0,24	0,22	0,22	0,25	0,23	0,42	0,35	0,3	0,2	0,34	0,3	0,28	0,34	0,28	0,5	0,55	0,58
Yb	2,21	1,44	1,33	1,76	1,2	1,43	1,37	1,36	1,58	1,44	2,74	2,13	1,81	1,16	2,05	1,83	1,72	1,86	1,69	2,98	3,12	3,45
Lu	0,32	0,21	0,18	0,24	0,16	0,21	0,2	0,21	0,24	0,22	0,4	0,32	0,26	0,16	0,29	0,26	0,26	0,28	0,25	0,44	0,46	0,5
C%	0,03	0,05	0,03	0,03	<0,02	0,04	0,04	0,03	0,04	0,05	0,04	<0,02	0,02	0,02	<0,02	0,03	0,03	0,04	0,03	0,04	0,05	0,23
S%	<0,02	0,06	0,06	0,09	0,04	0,07	0,04	0,06	0,06	0,06	0,08	0,07	0,08	0,05	0,05	0,07	0,08	0,08	0,06	0,08	0,07	0,02

Observações. Amostras 1-13: Espinhaço; 14-20: Chapada; 21: embasamento (Morão)

Amostras 14 - 18: oeste da Chapada; 19-20: Gentio do Ouro

Tabela 2.1 - B - Dados químicos dos gabros de composição m2

3 - Rochas granitóides riacianas

3.1 – Introdução

No Complexo Paramirim são conhecidos inúmeros corpos granitóides de dimensões ainda mal definidas, cujas composições variam entre tonalitos, granodioritos e granitos. Afloram desde a região de Ibitiara, no contexto da Chapada Diamantina e Queimada Nova, caracterizados durante o Projeto - Ibitiara Rio de Contas (Teixeira, 2005) até próximo ao Espinhaço, na localidade de Ipuçaba. Outros locais onde afloram são a sul das cidades de Ouricuri do Ouro e de Brotas de Macaúbas e na localidade de Morão, entre as cidades de Ipuçaba e Morpará.

O único granitóide com idade conhecida nesta região é o de Ibitiara, com $2091 \pm 6,6$ Ma. (Guimarães et al., 2005a). Devido às similaridades petrográficas e químicas que os demais granitóides da área têm com o de Ibitiara e pelo contexto geológico onde afloram, todos foram considerados como do Riaciono. Sua cor predominante é cinza a levemente rosado, isotrópicos, frequentemente porfíricos, com fenocristais de plagioclásio que atingem mais de 1 cm e contêm enclaves máficos. Exibem estruturas de fluxo e localmente contêm foliação tectônica suave.

Foram analisadas 13 amostras, cujos dados se encontram na tabela 3.1. Na figura 3.1 estão os locais de amostragem. Na tabela e em alguns diagramas as amostras estão agrupadas nos conjuntos Ipuçaba, Morão e Ouricuri do Ouro, para realçar a forte semelhança que existe entre eles. O granito de Morão aflora em dois tipos distintos: um granodiorítico de granulação média e porfírico, rico em enclaves máficos, em geral centimétricos. Este tipo é comum próximo ao povoado de Morão. O outro tipo é de granulação média a fina, granítico, muito evoluído. Ocorre em um local a mais de 20 km a oeste de Morão.

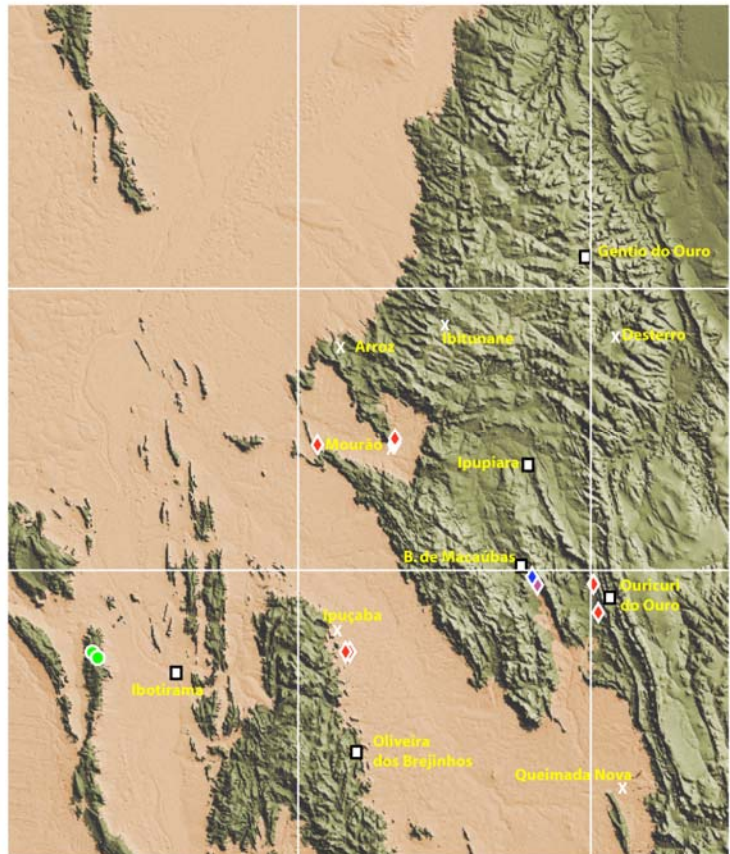


Figura 2.1 — Estações de amostragem dos granitóides. Alguns pontos contêm mais de uma amostra. Círculo verde, magmatismo de Riacho de Santana (arqueano); símbolo vermelho, magmatismo riaciono Queimada Nova; símbolo lilaz, granitóide deformado e símbolo azul, dique de traqui-andesito (estateriano).

3.2 - Caracterização geoquímica

Elementos maiores

Como a maioria das amostras é composta por tonalitos e granodioritos, os teores de SiO_2 variam entre 60 e 68%. Teores acima de 70% só aparecem nas amostras de granulação fina dos granitóides de Morão e em uma amostra bastante deformada da região de Ouricuri do Ouro. Os teores de Al_2O_3 ficam em torno de 15% e as razões A/CNK molares são maiores que um, imprimindo um caráter peraluminoso as amostras. As razões $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ variam de 0,78 até 1,44 e apenas as amostras da fácies fina do Morão destoam do conjunto, com razões superiores a 2 (tabela 3.1).

As composições são caracterizadas como cálcio-alcálicas no diagrama AFM da figura 3.2 A, onde se pode verificar como os granitóides desta área são semelhantes aos de Ibitiara/Queimada Nova. A natureza de alto potássio é bem caracterizada no diagrama TAS (Ringwood, 1989) da figura 3.2B. Apenas as amostras da fácies fina de Morão, por serem muito enriquecidas em K, acabam se posicionando no campo das rochas shoshoníticas.

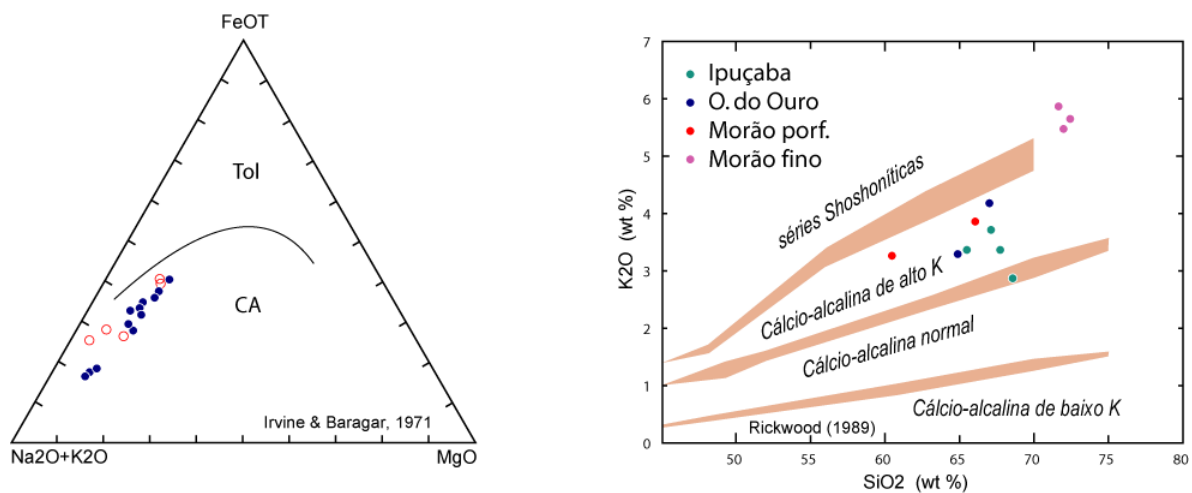


Figura 3.2 — A: diagrama AFM; B: diagrama $\text{SiO}_2 \times \text{K}_2\text{O}$. No diagrama A os círculos azuis são de amostras deste projeto, os círculos vazados vermelhos são dos granitóides de Ibitiara-Queimada Nova de Teixeira (2005). O diagrama B contém apenas as amostras ora estudadas, com legenda incluída na figura. Notar que as amostras de Morão finas têm posicionamento discrepante em relação às demais, sobretudo no diagrama B.

Elementos traços

Os elementos traços mostram algumas características que podem ser assim sumarizadas. Os LILE são enriquecidos, em especial Ba, que atinge valores de até 1880 ppm em Morão e Sr, que atinge 800 ppm, também em uma amostra de Morão; estes teores são bastante semelhantes aos observados nos granitóides de Queimada Nova (Teixeira, 2005). Teores de Ba elevados são uma característica das rochas ígneas desta região da Bahia, tanto destas cálcio-alcálicas, quanto das alcalinas de São Timóteo e das vulcânicas da Formação Novo Horizonte (Grupo Rio dos Remédios) vistas no Projeto Ibitiara-Rio de Contas.

No diagrama multielementar da figura 3.3A, onde são apresentados os teores das amostras normalizados pelos valores do manto (Wood et al., 1979), foi lançado também o envelope composicional de Ibitiara/Queimada Nova para comparação. A semelhança entre os granitóides de Ipuçaba e Ouricuri do Ouro com os granitóides de Queimada Nova é bastante

clara. Os espectros composicionais desses granitóides são muito semelhantes e se sobrepõem muito bem ao envelope de Queimada Nova. Já os espectros de Morão, figura 3.3 B, mostram-se algo diferentes do envelope de Queimada Nova. Os termos porfiríticos tendem a ser mais enriquecidos em alguns elementos, como ETR leves, P e Zr, enquanto que a fácies fina é bastante empobrecida na maioria dos elementos, com destaque para os baixos teores de Y, Yb, P, Ti e Nb. Apesar dos valores mais “extremos” verificados no Morão ele também pode ser considerado como da mesma natureza dos demais estudados, já que a configuração geral dos espectros segue o mesmo padrão geral do tipo Queimada Nova.

Enriquecimentos de LILE, como o Sr, aliados a valores pouco expressivos de Y e Yb e

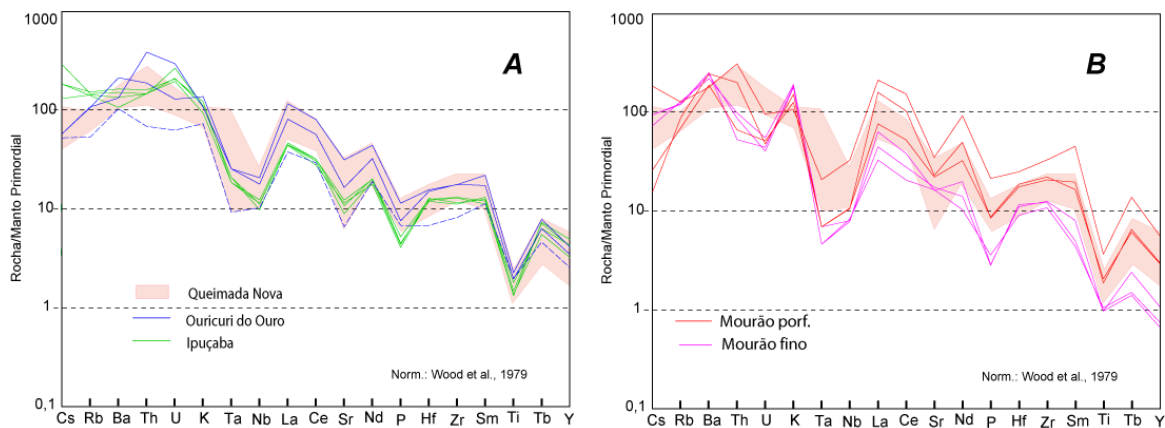


Figura 3.3 — Diagramas multielementares. A: granitóides de Queimada Nova, O. do Ouro e Ipuçaba; B: granitóides de Morão, fácies porfirítica e fácies fina. Notar que os granitóides de Morão apesar de mostrarem a mesma configuração geral dos espectros, extravasam em muito os limites do envelope de Queimada Nova de Teixeira (2005).

outros HFSE apontam para um líquido gerado em fonte profunda onde o plagioclásio não era estável daí o enriquecimento de Sr no líquido. Por outro lado a granada, era, e reteve elementos como Y e Yb no resíduo de fusão. Tais características apontam para uma fusão em níveis profundos, compatíveis com uma fusão parcial do manto. No lado esquerdo do gráfico os enriquecimentos de Rb, Ba, K apontam para um enriquecimento da fonte, que deve ter sido causado por metassomatismo da cunha do manto acima da zona de subducção o que é reforçado pelas fortes anomalias negativas de Nb e Ta. Assim o quadro apresentado pelos elementos traços é compatível com as séries cálcio-alcálicas geradas em ambiente de subducção a partir da fusão parcial do manto metassomatizado.

Os ETR, cujos espectros estão nos diagramas A e B da figura 3.4, exibem características distintas para os vários locais amostrados. Comparando-se os perfis com o envelope dos granitóides de Queimada Nova-Ibitiara verifica-se uma perfeita coincidência destes com os granitóides coletados na região SE do projeto (Ouricuri do Ouro). Estes afloramentos estão relativamente próximos aos locais amostrados como Queimada Nova (Teixeira, 2005) e, provavelmente, pertencem a mesma fácies desta granitogênese. Os granitóides de Ipuçaba também têm espectros bastante semelhantes ao envelope de Queimada Nova, porém exibem um formato ligeiramente mais empobrecido em ETR leves. Pode pertencer a uma fácies cuja evolução foi ligeiramente diferente daquela verificada na região SE do projeto. Finalmente o granito de Morão é o mais diferente entre os estudados. Apresenta duas fácies mostradas no diagrama B da figura 3.4. A fácies porfirítica, menos evoluída, mostra um padrão de ETR mais fracionado que o de Queimada Nova e a fácies fina, com teores de SiO₂ acima de 71%, tem padrão de distribuição completamente empobrecido na maioria dos elementos, com forte anomalia positiva de Eu. Provavelmente seja o produto mais evoluído de uma diferenciação magmática iniciada na fácies porfirítica.

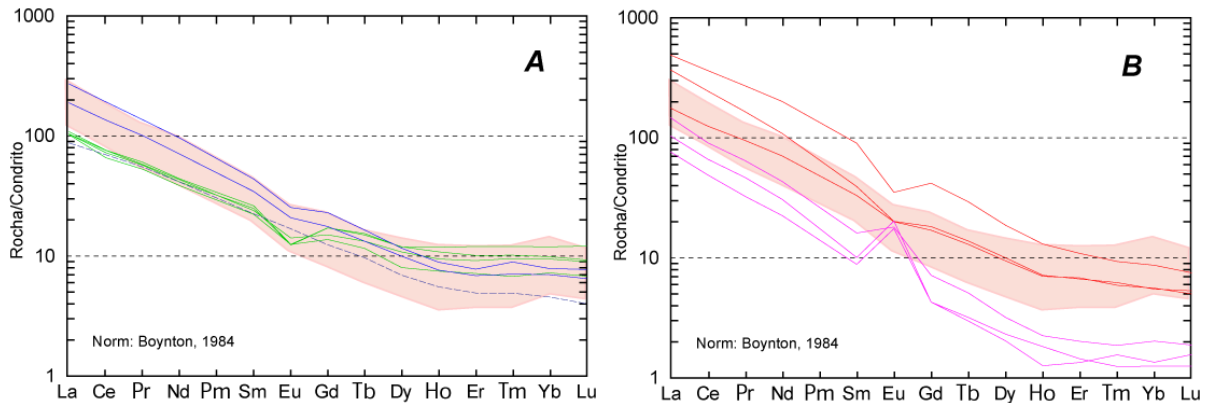


Figura 3.4 — Espectros de ETR. A: granitóides de Queimada Nova, O. do Ouro e Ipuçaba; B: granitóides de Morão, fácies porfirítica e fácies fina. Notar que a fácies fina de Morão, tem espectros totalmente diferentes dos demais granitóides da área. Mesma legenda da figura anterior.

Os elementos traços mostram que o magmatismo riaciano está representado por pelo menos três fácies: a fácies Queimada Nova, presente no SE da área, a fácies Ipuçaba, presente no oeste, próximo aos metassedimentos do Espinhaço e a fácies Morão, mais potássicas que as demais, está presente na região central da área.

Para corroborar o que foi mostrado acima, está mostrado o diagrama de Nb+Y - Rb (Pearce, 1996) da figura 3.5. As amostras plotam no campo dos granitóides com assinaturas de arco magmático, a maioria dentro do sub-campo dos granitos pós-colisionais. Considerando as idades disponíveis atualmente, este posicionamento é bastante coerente. Em um migmatito da região de Bom Sossego, SE da área (amostra nº 15 na tabela 3.1), foi definida uma idade (U-Pb em zircões) de 2136 Ma em zircão metamórfico, sugestivo de que houve uma colisão nesta época, cuja natureza, contudo ainda não está clara. O granitóide de Queimada Nova com idade de 2091 Ma (Guimarães et al., 2005a) seria pós colisional. Na região de Boquira, em Veredinha, bem além do limite Sul deste projeto, aflora um outro granito com características químicas bastante semelhantes ao magmatismo ora estudado, com idade (U-Pb em zircão) de 2103 Ma (Arcanjo et al., 2000; Guimarães et al., 2005b). Assim o posicionamento mais provável para esta granitogênese seria sin a tardi-colisional, bastante coerente com todo o quadro geológico e químico observado.

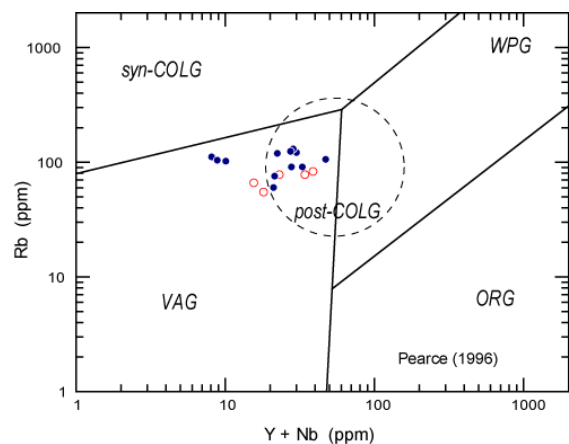


Figura 3.5 — Diagrama tectônico mostrando a influência de arco magmático na gênese dos granitóides e seu posicionamento pós colisional. Mesma legenda da figura 3.2.

3.3 — Conclusões

O magmatismo riaciano na área do projeto Barra Oliveira dos Brejinhos se estende por todo o segmento sul da mesma desde a região de Queimada Nova a SE até as proximidades do Espinhaço, no SW, sob a forma de plutons cujas dimensões são pouco conhecidas. As rochas são cálcio-alcálicas de alto K, peraluminosas, com razões K_2O/Na_2O em torno de 1, teores de SiO_2 entre 60 e 72%. As características químicas sugerem a presença de pelo menos três fácies

distintas, denominadas Queimada Nova, Ipuçaba e Morão, produtos da fusão parcial de um manto metassomatizado, colocados em regime de sin a tardi-colisão entre 2100 Ma e pelo menos 2090 Ma, colisão esta ainda de natureza pouco conhecida, pois os dados ainda são escassos.

N ID	Ipuçaba				Morão						Ouricuri do Ouro				
	1 LR-R-9	2 LR-R-6B	3 LR-R-6A	4 LR-R-6C	5 LR-R-24A	6 LR-R-23	7 LR-R-22A	8 LR-R-24D	9 LR-R-24C	10 LR-R-24B	11 JB-129	12 JB-156	13 JB-113	14 JB-123	15 LR-R-10
SiO2	65,43	67,08	67,72	68,56	60,45	66,07	66,37	71,6	71,95	72,31	64,8	66,93	75,76	52,36	68,85
TiO2	0,46	0,38	0,34	0,35	0,94	0,53	0,48	0,25	0,25	0,27	0,58	0,5	0,51	1,68	0,43
Al2O3	15,76	15,36	14,85	15,04	16,03	15,41	14,99	14,11	14,06	13,98	14,78	15,03	8,9	17,21	16,09
Fe2O3	5,06	4,25	4,79	4,13	7,29	4,69	4,3	2,04	2,31	2,14	5,89	4,24	4,39	11,44	3,12
MnO	0,07	0,07	0,07	0,06	0,07	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,07	0,04	0,05	0,07	0,03
MgO	1,6	1,37	1,34	1,19	2,24	1,19	1,37	0,83	1,01	0,88	1,79	1,66	1,75	3,34	0,83
CaO	3,14	2,8	2,47	3,05	2,76	3,27	2,67	0,99	0,65	0,64	3,68	1,52	2,63	2,97	3,59
Na2O	3,1	2,94	3,3	3,29	4,15	3,61	3,21	2,45	2,5	2,45	3,68	3,95	1,35	5,03	4,86
K2O	3,34	3,7	3,36	2,85	3,25	3,85	4,63	5,85	5,46	5,64	3,27	4,18	2,22	2,63	1,23
P2O5	0,109	0,094	0,091	0,085	0,446	0,182	0,177	0,059	0,06	0,075	0,238	0,158	0,142	0,372	0,096
Total	99,74	99,74	99,79	99,82	99,65	99,72	99,66	99,79	99,72	99,72	99,7	99,7	99,92	99,78	99,82
Mg#	39	39	36	36	38	34	39	45	47	45	38	44	44	37	35
K2O/Na2O	1,08	1,26	1,02	0,87	0,78	1,07	1,44	2,39	2,18	2,30	0,89	1,06	1,64	0,52	0,25
PF	1,7	1,7	1,5	1,2	2	0,9	1,4	1,6	1,5	1,3	0,9	1,5	2,2	2,7	0,7
Cr	41	27	27	27	21	14	14	<14	<14	<14	21	34	21	27	<14
Ni	13,2	12,6	10,6	10,5	9,5	6,7	8,3	1,6	1,8	2	8,6	4,5	14,4	17,4	6
Co	11	9,1	9,6	8,4	10,3	8,4	8,9	2,9	4	3,5	11,8	9,1	12,5	32,3	6,4
V	54	45	40	38	63	46	43	14	18	13	71	45	49	173	38
Cu	3,9	3,3	4,5	1,7	5,5	3,4	4,3	4,8	1,4	1,7	5,8	9	15,9	2,9	3,4
Pb	16,4	11,8	10,4	7,6	6,4	2,4	3,9	2,5	2,3	0,8	5	5,6	2,9	0,7	4,3
Zn	47	42	52	39	49	17	16	6	9	8	31	28	19	29	30
Rb	126,7	131,8	123,1	121,3	109,6	60,2	76,4	111,6	103,6	106,1	93	91,9	46,1	58,5	33
Cs	5,5	3,5	2,5	3,5	3,5	0,5	0,3	1,4	1,8	1,8	1,1	1,1	1	0,7	0,7
Ba	1147	1243	1020	809	1364	1427	1864	1663	1830	1911	1009	1615	785	628	709
Sr	284,4	249,3	207	266,2	808,3	511	532	402,9	374,1	379,9	724,3	380,9	152,7	209,3	538,7
Ga	18,6	17,9	17,2	17	22,6	17,9	19,1	16	16,2	15,5	20,7	21,3	10,5	19,8	18,9
Ta	0,9	0,8	0,9	0,8	0,9	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	1,1	1,1	0,4	1,7	0,1
Nb	7	7,7	6,1	7,1	20,4	6,7	6,6	5	4,9	5,2	12,9	11,1	6,4	30,1	2,5
Hf	4,4	4,2	4,5	4,3	8,8	6,6	6,2	4,1	3,9	3,2	5,5	5,3	2,4	4,9	6,3
Zr	145	123,6	127,9	143	364,7	244,7	229	135,2	139,1	119,8	194,8	195,8	90,6	188,9	263,4
Y	21	20,8	24	15,9	27,7	14,5	14,8	3,3	5,3	3,7	20,2	17	12,5	29,9	1,2
Th	14,1	15,5	14,1	14,2	29,8	6,4	19,3	9,5	8,4	5,1	37,2	18,1	6,6	4,9	1,1
U	5,7	5,6	7,2	5,3	2,6	1,4	1,3	1,5	1,1	1,2	8	3,5	1,7	1,1	0,3
La	31,9	33,3	31,8	31,5	151	54,5	113,5	31,9	45,3	23,5	82,9	57,8	26,9	35,7	13,7
Ce	60,8	61	58,2	52,8	292,1	100,5	197	53,3	73	39,4	153,3	108,3	55,9	72,6	20,4
Pr	7	7,31	6,92	6,4	32,92	11,54	20,04	5,67	7,83	3,95	16,43	12,15	6,69	8,93	1,86
Nd	25,8	26,2	24,7	23	119,8	42,1	64,8	18,3	25,8	13,4	57,1	42	24,6	35,8	5,6
Sm	4,65	5,09	4,85	4,33	17,49	6,41	7,61	1,95	3,12	1,71	8,49	6,69	4,37	6,85	0,6
Eu	1,04	0,92	0,91	0,92	2,57	1,46	1,47	1,48	1,32	1,28	1,86	1,53	1,24	1,87	0,72
Gd	3,89	4,45	4,44	3,56	10,78	4,37	4,69	1,1	1,84	1,1	5,95	4,56	3,22	6,11	0,35
Tb	0,63	0,71	0,73	0,55	1,38	0,61	0,65	0,14	0,24	0,15	0,78	0,63	0,46	0,98	0,05
Dy	3,49	3,85	3,83	2,59	5,98	3,02	3,2	0,65	1,02	0,74	3,75	3,22	2,24	5,32	0,24
Ho	0,68	0,78	0,85	0,54	0,93	0,5	0,51	0,09	0,16	0,13	0,64	0,55	0,4	1,06	0,05
Er	1,93	2,13	2,53	1,51	2,27	1,42	1,39	0,28	0,42	0,3	1,64	1,45	1,04	2,94	0,1
Tm	0,31	0,33	0,39	0,22	0,3	0,19	0,2	0,05	0,06	0,04	0,29	0,23	0,16	0,48	0,02
Yb	1,98	2,07	2,5	1,52	1,8	1,16	1,14	0,28	0,42	0,26	1,65	1,47	0,96	2,71	0,14
Lu	0,29	0,3	0,39	0,22	0,24	0,16	0,17	0,05	0,06	0,04	0,25	0,21	0,13	0,4	0,03
C%	0,09	0,1	0,08	0,06	0,15	0,07	0,11	0,15	0,1	0,08	0,04	0,14	0,24	0,15	0,03
S%	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02

Observações.

5-7: granito de Mourão porfírico; 8-10: granito fino de Morão; 14: andesito do SE da área; 15: migmatito de Bom Sossego

Tabela 3.1 - Dados químicos das rochas granitóides

4 – Granitóides de Riacho de Santana

4.1 Introdução

Estas rochas afloram nas margens da estrada BR-235, no trecho que liga Ibotirama a Barreiras. Estão no contexto do Espinhaço (Serra do Muquem), colocados tectonicamente neste ambiente. As amostras foram coletadas em dois afloramentos, um deles em um corte da estrada, contém rochas de colação cinza clara, ricas em plagioclásio com cristais de mineral máfico com até mais de 0,5 cm de comprimento. No afloramento predominam rochas com aspecto isotrópico, mas também, ocorrem, localmente, rochas com aspecto migmatítico. O outro afloramento é uma pedreira abandonada, a cerca de 200 m da estrada, constituída basicamente por uma rocha de granulação média a grossa de coloração cinza esverdeada, rica em plagioclásio e piroxênio. Não existe deformação clara.

Foram coletadas sete amostras nos dois afloramentos. Os dados químicos estão na tabela 4.1 e na figura 3.1 estão as localizações aproximadas dos pontos de amostragem.

4.2 Caracterização geoquímica

Elementos maiores

Os teores de SiO_2 variam entre 53,50 e 67% , os teores de Al_2O_3 em torno de 15%. São gabros dioríticos, tonalitos e granodioritos com razões A/CNK, molares, inferiores a um o que lhes conferem um caráter metaluminoso. Os teores de Na_2O superiores aos de K_2O definem o conjunto como sódico (tabela 4.1).

No diagrama AFM (figura 4.1) as amostras se definem como cálcio alcalinas e uma delas plota no campo toleítico. Ela é um gabro diorítico contendo feições características de imiscibilidade de líquidos com as rochas migmatíticas. Embora a variação composicional e o fato de pertencerem à mesma série magmática sugiram uma cristalização fracionada simples, os teores dos vários elementos analisados não mostram qualquer alinhamento indicativo de que as partes intermediárias e ácidas sejam componentes da evolução de um mesmo magma.

Elementos traços

Algumas características dos elementos traços corroboram e elucidam mais o que foi mostrado pelos elementos maiores. Na tabela 4.1 é observado que alguns elementos de raio iônico grande (LILE) tem teores elevados, a exemplo de Ba e sobretudo Sr que atinge mais de 700 ppm em uma das amostras de tonalito. Ao contrário dos LILE, os HFSE ocorrem com teores

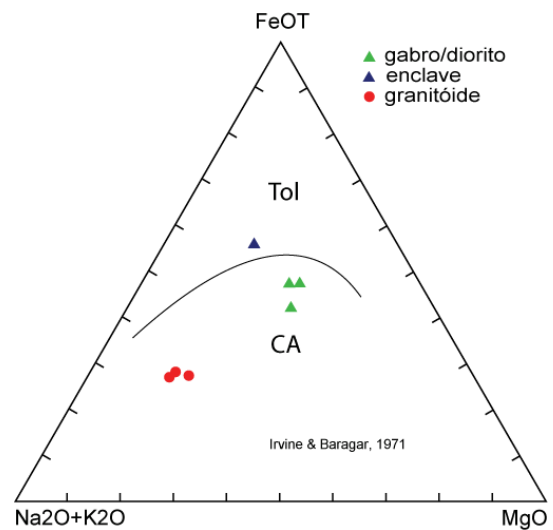


Figura 4.1 — Diagrama AFM.

bastante baixos, em especial o Y e o Nb, além dos ETR. Sob a forma gráfica tal comportamento está mostrado na figura 4.2 A onde os elementos incompatíveis são normalizados pelo manto primitivo (Wood et al., 1979). Os espectros mostram anomalias levemente positivas de Sr, enquanto os valores de Y são muito baixos. Este comportamento pode estar refletindo a natureza da fonte cuja fusão parcial deu origem a essas rochas. O local era suficientemente profundo para permitir a estabilidade da granada enquanto o plagioclásio não era estável. Assim o líquido ficou enriquecido em Sr, ao passo que a granada reteve o Y no resíduo da fusão fazendo com que o líquido ficasse empobrecido no elemento. Este comportamento é compatível com uma fusão parcial mantélica em níveis profundos. As fortes anomalias negativas de Nb e Ta sugerem a participação de um manto metassomatizado em sua gênese.

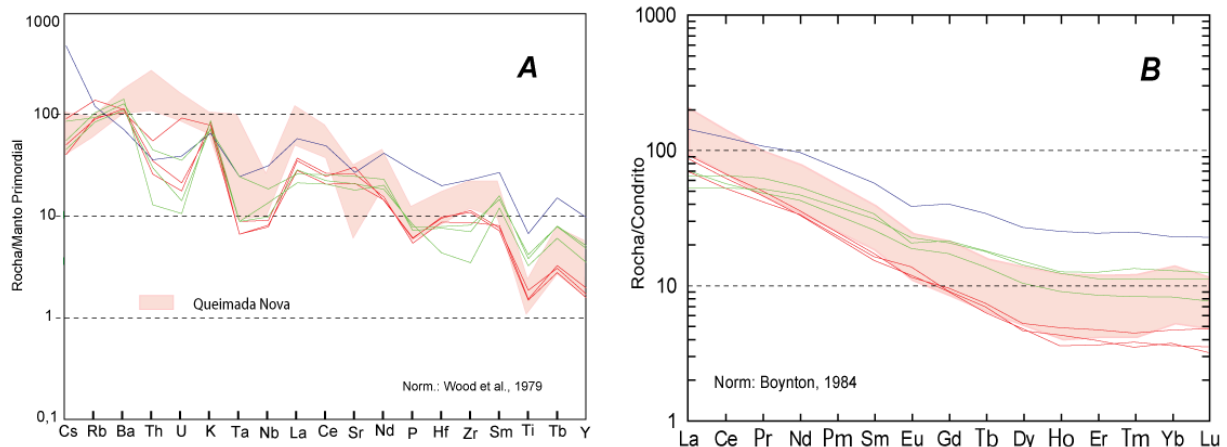


Figura 4.2 — A: diagrama multielementar e B: espectros de ETR das rochas do Complexo Riacho de Santana na Serra do Muquem. Linhas verdes, gabro/dioritos; linhas vermelhas, granitóides e linha azul, enclave máfico nos granitóides.

Os ETR, cujos espectros estão na figura 4.2A, mostram teores baixos, forte fracionamento e quase ausência de anomalias de Eu. Os termos tonalíticos são fortemente empobrecidos em ETR pesados, e o enclave toleítico está muito enriquecido. Contudo a configuração e os teores não deixam dúvidas quanto à presença de rochas da série cálcio alcalina normal.

Nos diagramas da figura 4.2 foram colocados os envelopes obtidos nos granitóides de Ibitiara-Queimada Nova, descritos no projeto Ibitiara-Rio de Contas, como referência. Não existe boa aderência dos espectros com aqueles granitóides, já que de uma forma geral os teores nos termos tonalíticos do Riacho de Santana são bastante baixos em relação a eles. Aparentemente, estas amostras pertencem a um outro evento magmático.

4.3 – Conclusão

As amostras coletadas na serra do Muquem representam um magmatismo cujos termos composicionais são gabro-dioritos, tonalitos e granodioritos com características da série cálcio alcalina normal, levemente enriquecida em K, provavelmente relacionada a um evento diferente daquele que originou os granitóides de Queimada Nova, descritos no capítulo anterior.

N ID	1	2	3	4	5	6	6
	LR-R-1A	LR-R-1B	LR-R-1C	LR-R-1D	LR-R-2A	LR-R-2B	LR-R-2C
SiO2	65,44	64,3	67,16	54,57	53,53	56,11	54,99
TiO2	0,4	0,5	0,41	1,8	1,12	0,87	1,02
Al2O3	15,95	15,75	15,19	13,49	13,99	14,39	14,92
Fe2O3	3,83	3,98	3,53	12,63	10,88	8,74	10,13
MnO	0,06	0,06	0,06	0,17	0,17	0,14	0,13
MgO	2	2,54	1,91	3,51	6,23	5,81	5,53
CaO	3,48	3,31	3,12	6,01	6,53	6,5	4,91
Na2O	4,65	4,41	4,35	3,43	1,99	2,73	2,49
K2O	2,27	2,67	2,48	2,07	2,75	2,32	2,23
P2O5	0,131	0,133	0,118	0,608	0,169	0,18	0,157
Total	99,74	99,72	99,78	99,68	99,67	99,75	99,7
K2O/Na2O	0,49	0,61	0,57	0,60	1,38	0,85	0,90
Mg#	51	56	52	36	53	57	52
PF	1,5	2,1	1,4	1,4	2,3	1,9	3,2
Cr	48	48	62	21	34	103	34
Ni	36	39	51	11,9	47	55	36
Co	11,1	11,8	11,2	33,7	38,1	31,8	34,4
V	56	61	59	165	323	200	295
Cu	1,9	3	11,7	22,8	55,2	5,9	81,1
Pb	7,1	4,2	8	1,5	1,3	3,1	2,5
Zn	21	23	17	97	43	29	67
Rb	80,6	123,9	83,8	107,6	93,4	75,7	83,6
Cs	1	1,8	0,8	9,3	1,1	0,9	1,7
Ba	898	879	824	560	1114	871	1006
Sr	731,3	505,4	622,1	646,5	433,7	500,7	591,7
Ga	18,5	19,2	17,2	22	18,9	16,9	19
Ta	0,3	0,3	0,4	1,1	0,4	0,4	1,1
Nb	5,1	5,3	5,9	20,3	8,8	6,4	12
Hf	3,6	3,5	3,2	7,3	2,9	1,6	2,8
Zr	125,3	130,8	100,3	262,7	94,2	40,3	81,1
Y	8,1	8,8	10,1	49,7	24,7	18	26,2
Th	3,5	2,6	5,5	3,6	1,3	3	4,5
U	0,6	0,5	2,6	1,1	0,3	0,4	1
La	26	20,9	27,6	42,9	15,8	21,2	19,3
Ce	48,8	41	52,4	97,5	41,1	44,4	50,9
Pr	5,45	4,92	5,91	12,68	6,11	5,72	7,36
Nd	19,3	19,5	20,8	56,1	27,2	24,8	31,1
Sm	2,9	3,09	3,26	10,82	5,89	4,86	6,41
Eu	0,85	0,98	0,82	2,74	1,61	1,34	1,47
Gd	2,27	2,29	2,41	10,06	5,2	4,33	5,38
Tb	0,29	0,32	0,34	1,57	0,82	0,63	0,83
Dy	1,5	1,45	1,64	8,4	4,43	3,25	4,73
Ho	0,25	0,3	0,34	1,75	0,86	0,63	0,88
Er	0,74	0,8	0,96	4,96	2,29	1,73	2,55
Tm	0,12	0,11	0,14	0,78	0,35	0,26	0,42
Yb	0,73	0,76	0,95	4,66	2,28	1,67	2,61
Lu	0,11	0,1	0,15	0,71	0,35	0,24	0,39
C%	0,11	0,15	0,06	0,03	0,07	0,03	0,13
S%	<0,02	<0,02	<0,02	0,15	0,1	0,03	0,06

Observações.

Amostras 1-4: Corte da estrada para Brasília; 5-7: pedreira.

Tabela 4.1 - Dados químicos das rochas da Serra do Muquem

5 – Referências bibliográficas

- AARNES, I.; PODLADCHIKOV, Y. Y.; NEWMANN, E. R. Post-emplacement flow induced by thermal stresses as a mechanism for reversed differentiation in mafic sill intrusions. In: *Anais do 33º IGC*. Oslo, Noruega. CD-ROM. 2008.
- ARCANJO, J. B.; VARELA, P. H. L.; MARTINS, A. A.; LOUREIRO, H. S. C.; NEVES, J. P. et al. Projeto Vale do Paramirim. Convênio CPRM/CBPM. 105 p. 2000.
- BABINSKY, M.; PEDREIRA, A. J.; BRITO NEVES, B.B., VAN SCHMUS, W. R. Contribuição à geocronologia da Chapada Diamantina. In: *Simpósio Nacional de Estudos Tectônicos*, 7, Lençóis. SBG:ABGP. p. 118-120. 1999.
- BOYNTON, W. V. Geochemistry of rare earth elements: meteorite studies. In: Henderson P. (ed.) *Rare earth element geochemistry*. Elsevier. p. 63-114. 1984.
- BRITO, D. C. Geologia, petrografia e litogeoquímica dos diques máficos que ocorrem na porção sudoeste da Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. Dissertação de mestrado. IG. UFBA. 2008.
- COCHERIE, A. Systematic use of trace element distribution patterns in log-log diagrams for plutonic suites. *Geoch. and Cosmoch. Acta*.v. 50, p. 2517-2522. 1986.
- CONDIE, K. C. High field strength element ratios in Archean basalts: a window to evolving sources of mantle plumes? *Lithos*, v. 79. p. 491-504. 2005.
- DOSSIN, T. M.; DOSSIN, I. A.; CHARVET, J.; POUCKET, A.; LAPIERRE, H. Late Proterozoic mafic dykes swarm from the Espinhaço range (Minas Gerais – Brazil): Geochemistry and tectonical setting. *Anais do II Simpósio do CSF*. Salvador, pp. 128-130. 1993.
- GUIMARÃES, J. T.; MARTINS, A. A. M.; ANDRADE FILHO, E. L.; et al. Projeto Ibitiara-Rio de Contas. CBPM/CPRM. Cd-ROM. 2005a.
- GUIMARÃES, J. T.; TEIXEIRA, L.R.; SILVA, M. G.; et al. Datações U-Pb em rochas magmáticas intrusivas no complexo Paramirim e no rifte Espinhaço: uma contribuição ao estudo da evolução geocronológica da Chapada Diamantina. In: *Anais do III Simpósio sobre o Cráton do São Francisco*. Salvador, p. 159-161. 2005 b.
- HOFMAN, A. W. Chemical differentiation of the Earth: the relationship between mantle, continental crust, and oceanic crust. *Earth and Planetary Science Letters*, v. 90. p. 297-314. 1988.
- HOLM, P. E. The geochemical fingerprints of different tectonomagmatic environments using hygromagmatophile element abundances of tholeiitic basalts and basaltic andesites. *Chemical Geology*, v. 51. p. 303-323. 1985.
- HUPPERT, H. & SPARKS, R. S. Cooling and contamination of mafic and ultramafic magmas during ascent through continental crust. *Earth and Planet. Sci. Letters*, v. 74, p. 371-386. 1985.
- IRVINE, T. N.; BARAGAR, W. R. A. A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks. *Canadian Journal of Earth Sciences*, v. 8, p. 523-548, 1971.
- JENSEN, L. S. A new cation plot for classifying subalkalic volcanic rocks. Ontário: Div. of Mines, 1976. 22 p. (Miscellaneous Paper, 66).
- KRONER, A.; TEGTMEYER, A. Gneiss - greenstone relationships in the Ancient Gneiss Complex of southwestern Swaziland, Southern Africa, and implications for early crustal evolution. *Precambrian Research*, v. 67, p. 109-139, 1994.

- LATYPOV, R. M. The origin of basic-ultrabasic sills with S-, D-, and I-shaped compositional profiles by in situ crystallization of a single input of phenocryst-poor parental magma. *Journal of Petrology*, v. 44, p. 1619-1656.
- PEARCE, J. A. Sources and settings of granitic rocks. *Episodes*, v.19, n. 4. pp. 120-125. 1996.
- PEARCE, J. A. Geochemical fingerprinting of oceanic basalts with applications to ophiolite classification and the search for Archean oceanic crust. *Lithos*, v. 100, p. 14-48.
- RICKWOOD, P. C. Boundary lines within petrologic diagrams which use oxides of major and minor elements. *Lithos*, v. 22, p. 247-263. 1989.
- SUN, S.S & MCDONOUGH, W. F. Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications for mantle composition and processes. In: Saunders, A. D. and Norry, M. J. (eds). *Magmatism in ocean basins. Geol. Soc. London Spec. Pub.* v. 42. p. 315-345. 1989.
- TEIXEIRA, L. R. Projeto Vale do Paramirim. Relatório Temático de Litogeoquímica. Convênio CPRM/CBPM. 2000.
- TEIXEIRA, L. R. Projeto Ibitiara-Rio de Contas. Relatório Temático de Litogeoquímica. Convênio CPRM/CBPM. 2005.
- WILSON, M. *Igneous Petrogenesis*. London. 466 p. 1989.
- WOOD, D. A.; JORON, J. L.; TREUIL, M.; NORRY, M.; TARNEY, J. Elemental and Sr isotope variations in basic lavas from Iceland and the surrounding ocean floor. *Contribution to Mineralogy and Petrology*, v. 70, p. 319-339. 1979.

Apêndice:
Localização das amostras e resultados analíticos

Localização das amostras e tipo de rocha

N	ID	N. laboratório	Localização			Rocha
			X	Y	MC	
1	LR-R-1A	HFV190	679227	8657284	45	Granitóide
2	LR-R-1B	HFV191	679227	8657284	45	Granitóide
3	LR-R-1C	HFV192	679180	8657232	45	Granitóide
4	LR-R-1D	HFV193	679180	8657232	45	Mafica
5	LR-R-2A	HFV194	679050	8656888	45	Mafica
6	LR-R-2B	HFV195	679050	8656888	45	Mafica
7	LR-R-2C	HFV196	679050	8656888	45	Mafica
8	LR-R-3	HFV197	728848	8617368	45	Gabro
9	LR-R-4A	HFV198	729106	8616782	45	Gabro
10	LR-R-4B	HFV199	729166	8616842	45	Gabro
11	LR-R-4C	HFV200	729215	8616850	45	Gabro
12	LR-R-4D	HFV201	729282	8616882	45	Gabro
13	LR-R-5	HFV202	729408	8639262	45	Gabro
14	LR-R-6A	HFV203	727100	8655520	45	Granito
15	LR-R-6B	HFV204	727100	8655520	45	Granito
16	LR-R-6C	HFV205	727100	8655520	45	Granito
17	LR-R-7A	HFV206	728104	8617818	45	Gabro
18	LR-R-7B	HFV207	728069	8617842	45	Gabro
19	LR-R-7C	HFV208	728041	8617948	45	Gabro
20	LR-R-7D	HFV209	728037	8617980	45	Gabro
21	LR-R-7E	HFV210	728037	8617996	45	Gabro
22	LR-R-8A	HFV211	721325	8652620	45	Gabro
23	LR-R-9	HFV212	726565	8655506	45	Granito
24	LR-R-10	HFV213	754005	8649898	45	Migmatito
25	LR-R-11A	HFV214	744913	8662246	45	Gabro
26	LR-R-11B	HFV215	744958	8662224	45	Gabro
27	LR-R-11C	HFV216	744948	8662314	45	Gabro
28	LR-R-12A	HFV217	745501	8662624	45	Gabro
29	LR-R-12B	HFV218	745501	8662624	45	Gabro
30	LR-R-13A	HFV219	762001	8675570	45	Gabro
31	LR-R-13B	HFV220	762061	8675612	45	Gabro
32	LR-R-13C	HFV221	762152	8675756	45	Gabro
33	LR-R-13D	HFV222	762867	8675740	45	Gabro
34	LR-R-13E	HFV223	762201	8675712	45	Gabro
35	LR-R-13F	HFV224	762255	8675720	45	Gabro
36	LR-R-14A	HFV225	768020	8694810	45	Gabro
37	LR-R-14B	HFV226	768022	8694810	45	Gabro
38	LR-R-14C	HFV227	768004	8694768	45	Gabro
39	LR-R-15	HFV228	767803	8695276	45	Gabro
40	LR-R-16	HFV229	767349	8696252	45	Gabro
41	LR-R-17	HFV230	766192	8701228	45	Gabro
42	LR-R-18	HFV231	754530	8704464	45	Gabro
43	LR-R-19	HFV232	753669	8703920	45	Gabro
44	LR-R-20	HFV233	756787	8710260	45	Gabro
45	LR-R-21A	HFV234	745913	8686724	45	Gabro
46	LR-R-21B	HFV235	745704	8686946	45	Gabro
47	LR-R-22A	HFV236	735600	8697046	45	granito
48	LR-R-23	HFV237	735626	8697800	45	granito
49	LR-R-24A	HFV238	721181	8696554	45	Granito

50	LR-R-24B	HFV239	721181	8696554	45	Granito
51	LR-R-24C	HFV240	721181	8696554	45	Granito
52	LR-R-24D	HFV241	721181	8696554	45	Granito
53	LR-R-25A	HFV242	726345	8717322	45	Gabro
54	LR-R-25B	HFV243	726345	8717322	45	Gabro
55	LR-R-25C	HFV244	726345	8717322	45	Gabro
56	LR-R-26	HFV245	732163	8707008	45	Gabro
57	LR-R-27	HFV246	732490	8710671	45	Gabro
58	LR-R-28	HFV247	744298	8704462	45	Gabro
59	LR-R-29	HFV248	768245	8735738	45	Gabro
60	LR-R-30	HFV249	740496	8760148	45	Tufo ácido
61	LR-R-31	HFV250	766668	8735864	45	Gabro
62	LR-R-32	HFV251	746302	8721706	45	Gabro
63	LR-R-33A	HFV252	774343	8720398	45	Gabro
64	LR-R-33B	HFV253	774343	8720398	45	Gabro
65	LR-R-33C	HFV254	774343	8720398	45	Gabro
66	LR-R-34	HFV255	774475	8720798	45	Gabro
67	LR-R-35	HFV256	774591	8721218	45	Gabro
68	JB-33	HFT818	727036	8640096	45	Gabro
69	JB-39	HFT819	722178	8645048	45	Gabro
70	JB-42B	HFT821	724297	8651062	45	Gabro
71	JB-43B	HFT822	723571	8653484	45	Gabro
72	JB-43C	HFV259	723571	8653484	45	Gabro
73	JB-51	HFU657	722206	8645410	45	Gabro
74	JB-65	HFU666	744934	8662186	45	Gabro
75	JB-69	HFU668	743098	8666472	45	Gabro
76	JB-92	HFU672	748429	8664434	45	Gabro
77	JB-93	HFU673	747298	8665892	45	Gabro
78	JB-95	HFU674	745990	8669718	45	Gabro
79	JB-113	HFV125	762180	8668744	45	Granito
80	JB-123	HFV127	761188	8670362	45	Andesito
81	JB-129	HFV131	773527	8663290	45	Granito
82	JB-156	HFV137	772625	8668958	45	Granito
83	JM-40D	HFU712	735766	8697022	45	Gabro
84	JM-100	HFU728	761609	8695936	45	Gabro
85	JM-119	HFU734	739801	8680181	45	Gabro
86	SL-12	HFU661	749948	8733784	45	Basalto
87	SL-39	HFU697	758542	8746323	45	Tufo ácido
88	SL-56	HFU705	740507	8760151	45	Tufo ácido
89	SL-102	HFV173	750000	8733221	45	Tufo ácido
90	HL-73	HFV189	749954	8559444	45	Vulcânica alcalina

Resultados analíticos

Métodos analíticos utilizados:

- 1 Óxidos, PF, C, S, Ni e Sc: ICP-ES, abertura por fusão de LiBO₂/Li₂B₄O₇
- 2 Ba, Be, Co, Cs, Ga, Hf, Nb, Rb, Sn, Sr, Ta, Th, U, V, W, Zr, Y, ETR: ICP-MS, abertura por fusão de LiBO₂/Li₂B₄O₇
- 3 Mo, Cu, Pb, Zn, Ni, As, Cd, Sb, Bi, Ag, Au, Hg, Tl, Se: ICP-MS, abertura por Água Régia

N	89	90
ID	SL-102	HL-73
SiO2	44,7	56,64
TiO2	3	3,28
Al2O3	20,18	12,74
Fe2O3	15,69	15,72
MnO	<0,01	0,02
MgO	2,83	0,59
CaO	0,04	0,39
Na2O	0,05	0,17
K2O	9,05	8,38
P2O5	0,142	0,327
Sum	99,82	99,8
LOI	4,1	1,5
Cr2O3%	0,019	<0,002
Ni	35	49
Co	13	14
V	197	94
Cu	0,7	0,6
Pb	6,3	3,7
Zn	1	6
Rb	220	200,9
Cs	1,6	1,3
Ba	857	1167
Sr	40,1	41,1
Ga	27,4	19,4
Ta	3,3	2,9
Nb	53,9	47,4
Hf	8,7	4,7
Zr	345,7	184,3
Y	48,4	24,4
Th	8,4	3,7
U	3,4	6,7
La	36,6	37
Ce	76,4	77,6
Pr	9,63	10,42
Nd	42,9	41,9
Sm	10,17	7,73
Eu	2,66	2,31
Gd	10,45	6,89
Tb	1,73	1,07
Dy	9,33	5,32
Ho	1,75	0,94
Er	5,11	2,35
Tm	0,82	0,33
Yb	4,81	1,76
Lu	0,69	0,23
TOTAL C	0,05	0,04
TOTAL S	<0,02	<0,02
Be	6	4
Sc	28	17
Sn	3	2
W	1,2	3,4
Mo	0,3	0,3
Ni	1,3	5,7
As	<0,5	4,8
Cd	<0,1	<0,1
Sb	0,2	<0,1
Bi	<0,1	0,1
Ag	<0,1	<0,1
Au	<0,5	<0,5
Hg	<0,01	<0,01
Tl	<0,1	<0,1
Se	<0,5	<0,5