

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



**PROGRAMA  
GEOLOGIA DO BRASIL**

**LITOGEOQUÍMICA**

**PROJETO  
CHORROCHÓ-MACURURÉ**

Bahia-Pernambuco

Salvador

2017

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

PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL

PROJETO CHORROCHÓ-MACURURÉ  
RELATÓRIO TEMÁTICO DE LITOGEOQUÍMICA

*Autor*

Léo Rodrigues Teixeira

SALVADOR, 2017

## Sumário

<b>1 Introdução</b> .....	1
1.1 Considerações gerais .....	1
1.2 Síntese do magmatismo na área .....	1
<b>2 Granitoides</b> .....	2
2.1 Introdução .....	2
2.2 Caracterização geoquímica.....	2
2.3 Origem .....	6
2.4 Síntese.....	8
<b>3 Rochas máficas e ultramáficas</b> .....	13
3.1 Introdução .....	13
3.2 Caracterização geoquímica .....	13
3.3 Origem .....	15
3.4 Corpo ultramáfico de Boqueirãozinho .....	16
<b>4 Rochas metassedimentares</b> .....	<b>20</b>
4.1 Introdução .....	20
4.2 Caracterização geoquímica .....	20
4.3 Origem .....	20
<b>4 Referências</b> .....	<b>22</b>

### Apêndice Localização das amostras e resultados analíticos

## 1.1 Considerações gerais

A litogeoquímica foi desenvolvida para caracterizar as unidades ígneas e metaígneas mais representativas da área e também para fazer algumas considerações sobre as rochas metassedimentares mapeadas.

A apresentação dos resultados será feita de maneira objetiva, dentro de três capítulos específicos para os granitoides, para as rochas máficas e ultramáficas e para as rochas metassedimentares, respectivamente. Esta opção acabou por juntar unidades de idades diferentes particularmente granitoides, em função da carência de dados geocronológicos, mas permitiu que comparações importantes fossem realizadas.

A interpretação foi baseada nos resultados analíticos de 79 amostras de um total de 85 analisadas no laboratório GEOSOL. SiO<sub>2</sub>, TiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MnO, MgO, CaO, Na<sub>2</sub>O, K<sub>2</sub>O, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> e Perda ao Fogo (P.F.) foram determinados por Fluorescência de Raios-X, após abertura por fusão de metaborato de lítio (LiBO<sub>2</sub>). Os elementos-traços, listados nas duas tabelas de resultados analíticos incluídas no texto, foram determinados por ICP-MS, após duas aberturas: (i) fusão com metaborato de Lítio (LiBO<sub>2</sub>) para Rb, Cs, Ba, Ga, Sr, Ta, Nb, Hf, Y, Zr, Th, U, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, Be e W; (ii) quatro ácidos para Cr, Ni, Co, Cu, Pb, V, Zn, Li, Mo e Sn.

Estes e outros elementos analisados em todas as amostras, inclusive aquelas que não foram utilizadas na interpretação, estão relacionados, na forma apresentada pelo laboratório, em um apêndice no final deste relatório, juntamente com as coordenadas dos pontos amostrados e os nomes das rochas.

As considerações geológicas empregadas ao longo do texto são bastante sumárias porque foi pressuposto que o leitor tinha acesso aos dados do mapeamento geológico realizado no projeto.

## 1.2 Síntese do magmatismo na área

A área localizada sobre o limite entre a província Borborema e o craton do São Francisco, na faixa de dobramentos Sergipana apresenta uma geologia diversificada em função de sua situação tectônica extremamente complexa.

Estão presentes vários complexos metassedimentares como Cabrobó, Riacho Seco e Macururé. Rochas arqueanas do complexo Mairi (ortognaissico-migmatítico), e do complexo Entremontes (granitoide alcalino), também estão presentes. Estes complexos são cortados por inúmeros corpos de tamanhos variados, em geral de pouca expressão de rochas máficas toleíticas cuja assinatura predominante é de origem em um arco magmático, caracterizadas pelos baixos teores de TiO<sub>2</sub> e HFSE. Além desses corpos ocorrem outros toleíticos, enriquecidos nesses elementos, de provável origem continental, restritos a região do pluton de Bem Viver. No contexto do complexo Mairi, na folha Juremal, aflora um corpo máfico/ultramáfico acamadado com teores de MgO que ultrapassam 30% em algumas amostras. Seu estudo não permitiu uma comparação consistente, sobretudo com as rochas ultramáficas presentes na Serra de Jacobina, a sul desta área, porque as amostras estão muito hidrotermalizadas.

Intrusivos nos diversos complexos ocorrem importantes corpos granitoides, a grande maioria deles muito evoluídos, com teores de SiO<sub>2</sub> acima de 68%, peraluminosos, potássicos, crustais. Foram agrupados dentre de quatro tipos em função dos teores de SiO<sub>2</sub> e K<sub>2</sub>O. Bastante distinto dos demais é o pluton de Bem Viver, magnesiano, sódico, tonalítico. Juntamente com a suíte Chorrochó exhibe um provável trend evolutivo de uma mistura entre os termos menos evoluídos (tonalíticos) mantélicos e produtos da fusão crustal, aparentemente com contribuição de vários materiais, inclusive metassedimentares, da fácies Acaru. Este processo é análogo ao verificado na suíte Queimada Grande em Sergipe.

## 2 – Granitoides

### 2.1 Introdução

A situação tectônica deste projeto, sobre os limites entre a faixa de dobramentos Sergipana e o craton do São Francisco, favorecesse a presença de uma ampla gama de tipos granitoides, a maioria dos quais tem sua origem ligada à fusão parcial de uma crosta continental, ígnea ou metassedimentar, conforme constatado em inúmeros afloramentos onde a passagem da encaixante para o granito se dá de forma gradativa.

A lista de unidades com amostras analisadas quimicamente é extensa, variando desde ortognaisses do Complexo Mairi, da região oeste do Projeto, até inúmeros corpos granitoides com denominações locais como, granito Abóbora, Suíte Chorrochó, Suíte Coronel João Sá, ortogneisse Lobo, Complexo Riacho Seco, Complexo Entremontes entre outros relacionados na tabela 2.1, perfazendo um total de 52 amostras. Os locais amostrados estão na figura 2.1, sobre relevo digital de terreno modificado de Embrapa (<https://www.cnpm.embrapa.br/projetos/relevobr/>).

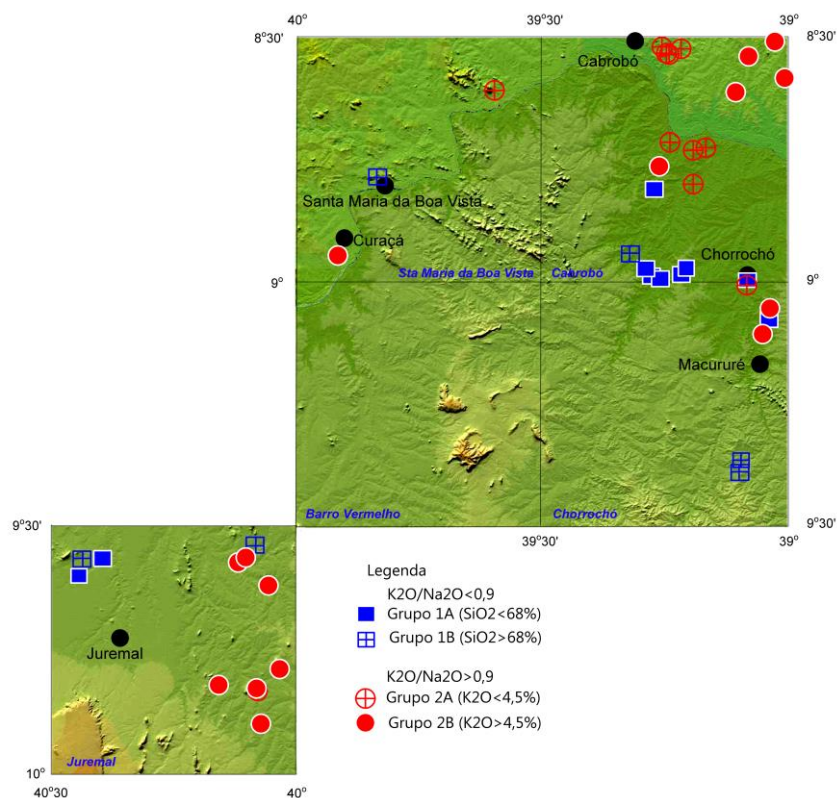


Figura 2.1 – Estações de amostragem. Alguns pontos podem ter mais de uma amostra

### 2.2 Caracterização geoquímica

#### *Elementos maiores*

O elevado número de amostras mostrou um panorama geral do magmatismo ácido na área, porém foi insuficiente para caracterizar as inúmeras unidades individualizadas, pois a maioria delas teve um número restrito de análises. O tratamento em conjunto das amostras revelou a presença de alguns grupos de amostras cujas características eram comuns entre si, apesar de pertencerem a

granitoides diferentes. Tal procedimento se mostrou bastante eficiente e simplificou muito o trabalho de interpretação.

Um grupo restrito de amostras tem menos de 67% de SiO<sub>2</sub>. Esse grupo, com as amostras do Diorito Bem Viver, exibe um trend de cristalização fracionada bem definido. As demais contêm até 75% do óxido e se distribuem de maneira aleatória, sem qualquer tendência clara de evolução, seja por serem de unidades diferentes, seja por representarem os produtos da fusão parcial de uma crosta continental contendo rochas de composições distintas. Além disso, taxas de fusão diferentes também podem ter influenciado.

Dois diagramas (não mostrados) permitem a separação das amostras em grupos com comportamentos distintos: K<sub>2</sub>O/Na<sub>2</sub>O e K<sub>2</sub>O x SiO<sub>2</sub>. No primeiro, dois conjuntos de amostras se destacam: um sódico, com razões K<sub>2</sub>O/Na<sub>2</sub>O inferiores a 0,9 e outro mais potássico com razões de até 2,4. Os dois grupos serão chamados informalmente de G1 e G2, respectivamente. No projeto ARIM Serra de Jacobina, localizado a sul da folha Juremal, os granitoides também foram definidos dentro de grupos (Teixeira, 2017) cujas denominações são semelhantes as aqui utilizadas, porém tais grupos nada têm a ver com os definidos neste projeto.

O grupo G1, sódico, contém as amostras do Diorito Bem Viver, com trend de diferenciação bem definido, como dito acima, e algumas amostras com mais de 67% de SiO<sub>2</sub>, cuja distribuição não deixa claro qualquer trend evolutivo. Assim o grupo será subdividido em G1A, com SiO<sub>2</sub><68% e G1B, com os teores de SiO<sub>2</sub> mais elevados.

O grupo G2, potássico, contém apenas amostras com mais de 65% de SiO<sub>2</sub>, mas no diagrama K<sub>2</sub>O-SiO<sub>2</sub> ficam evidentes dois conjuntos, aparentemente distintos, em função dos teores de K<sub>2</sub>O: um com teores de até 4,5%, chamado aqui de G2A e outro com teores acima de 4,5%, chamado de G2B.

Em resumo, existem quatro grupos de amostras:

G1A: sódico com SiO<sub>2</sub><67%.

G1B: sódico com SiO<sub>2</sub>>67%.

G2A: potássico com K<sub>2</sub>O<4,5.

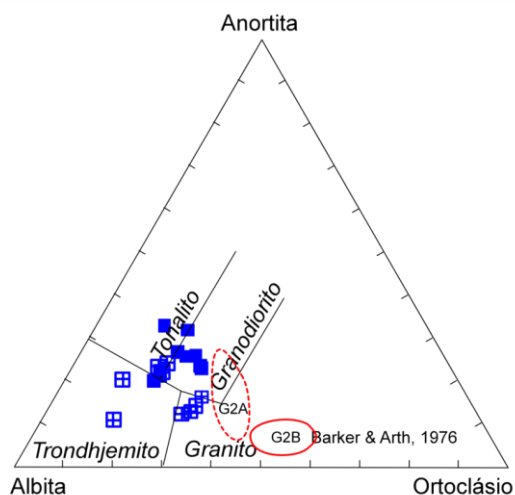
G2B: potássicos com K<sub>2</sub>O>4,5.

Na tabela 2.1 as amostras estão separadas por unidades e têm a indicação de qual grupo pertence. Com algumas exceções, cada unidade contém amostras apenas de um mesmo grupo.

O grupo G1A contém o conjunto de amostras menos diferenciadas entre os granitoides analisados, composto por tonalitos e granodioritos (figura 2.2), sódicos, magnesianos, alcali-cálcicos com tendência calcioalcalina, metaluminosos. As amostras deste grupo pertencem às unidades Diorito Bem Viver, Suíte Chorochó (unidade Acaru) e Complexo Mairi. O grupo G1B contém amostras sódicas, graníticas ou trondhjemíticas (figura 2.2), magnesianas, cálcicas ou alcali-cálcicas, peraluminosas. As amostras deste grupo são do granito Coronel João Sá, Complexo Entremontes e Complexo Mairi.

O grupo G2A contém amostras potássicas, granodioríticas e graníticas, magnesianas a ferrosas, calcioalcalinas, peraluminosas. Pertencem ao ortognaisse Lobo e Complexo Riacho Seco. O grupo G2B contém amostras potássicas, graníticas, ferrosas ou magnesianas, alcali-cálcicas, peraluminosas, pertencentes à unidade São Bento das Lages (U.B. L) do complexo Mairi, ao granito Abóbora, ao ortognaisse Rocinha, à Suíte Chorochó (unidade Acaru) e ao Complexo Belém do São Francisco.

Os grupos se distribuem ao longo da área (figura 2.1) de forma aleatória, aparentemente sem qualquer preferência por áreas determinadas.



**Figura 2.2** – Diagrama Ab-An-Or. Mesma legenda da figura 2.1.

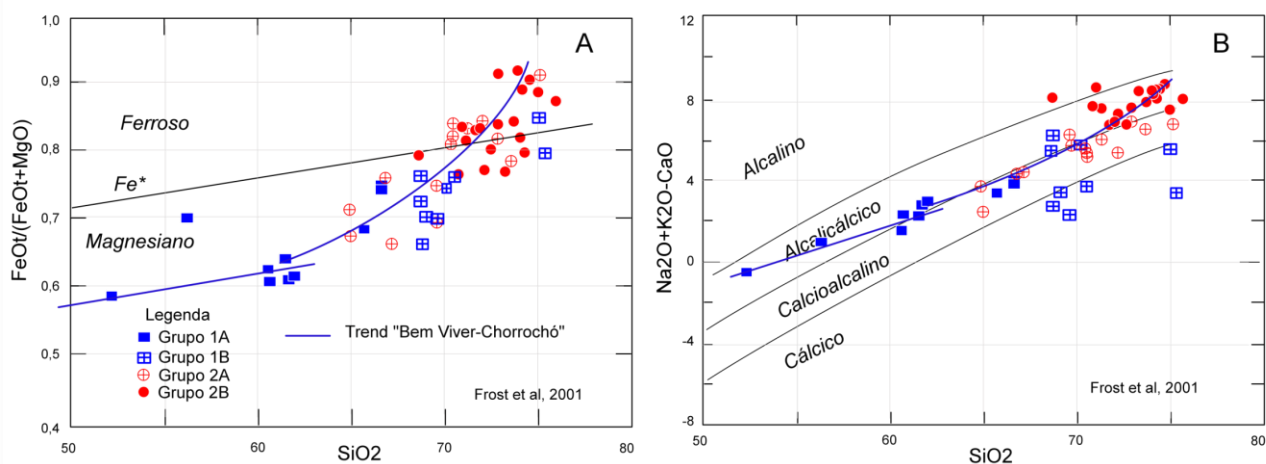
O diagrama Albita-Anortita-Ortoclásio (Figura 2.2) evidencia uma separação consistente entre os quatro grupos. O grupo G1A, o menos diferenciado entre os granitoides, tem composição tonalítica a granodiorítica e difere do grupo G1B, cujas amostras são dispersas ao longo dos campos granodioríticos, trondhjemiticos e graníticos. As amostras do grupo G1 sugerem origem mantélica para os G1A e pela sua irregularidade o G1B, pode ser considerado como produto de fusão crustal ígnea de material de composição diversificada. As amostras trondhjemiticas tanto podem ser mantélicas como produtos de fusão parcial de material crustal (ricos em plagioclásio, talvez cumulático). No mesmo diagrama os grupos G2 são bem discriminados. Enquanto G2A tende a ser granodiorítico a granítico, G2B, muito diferenciado, é eminentemente granítico e se posiciona no limite onde ficam os produtos de fusão parcial eutética.

Nos diagramas de Frost et al (2001) das figuras 2.3A e B os grupos se destacam de forma coerente. O grupo G1A é magnesiano (figura 2.3A) enquanto os demais grupos vistos em conjunto sugerem um possível trend evolutivo desde os termos magnesianos até os ferrosos finais. Porém se considerarmos os grupos separadamente, já que são diferentes, como visto acima, tem-se o grupo G1B sem distribuição clara, com os pontos representativos se distribuindo em arranjo verticalizado, dentro do campo magnesiano. As amostras do grupo G2B se distribuem da mesma forma, porém se posicionam predominantemente sobre o campo ferroso.

A distribuição das amostras destes dois grupos com dispersão vertical é típica de produtos de fusão crustal (leucogranitoides, segundo Frost et al, 2001).

O grupo G2A é o único dos mais enriquecidos em  $\text{SiO}_2$  a apresentar, ainda que de forma pouco definida, uma distribuição que se inicia no campo magnesiano e termina no campo ferroso. Muito provavelmente este grupo contém amostras de rochas híbridas, constituídas pela mistura de produtos mantélicos e de fusão crustal, daí a presença do trend, apesar das amostras estarem bastante dispersas. Granitoides de colocação pós-colisional frequentemente exibem essas características.

No diagrama da figura 2.3B o grupo G1A inicia com caráter alcalocálcico e tende a se tornar calcioalcalino nas amostras mais diferenciadas. Como no gráfico anterior o grupo G1B se mostra disperso e aparentemente sem nenhuma relação com G1A. G2B se mostra menos disperso e suas amostras se concentram no campo alcalocálcico. O grupo G2A se mostra bastante compactado e sua distribuição é linear ao longo do campo calcioalcalino do diagrama. A primeira vista se poderia pensar em considerar, G2A como uma extensão do G1A, porém não dá para afirmar isto, porque G2A representa rochas de localizações e unidades bastante distintas entre si.



**Figura 2.3** – Diagramas de Frost et al (2001), para todas as amostras. A: índice de ferro; B: MALI.

Nos dois diagramas da figura 2.3 está traçado um trend denominado de “Bem Viver-Chorrochó”. Através deste trend é possível visualizar uma evolução desde as rochas dos dioritos Bem Viver até os termos finais da unidade Acaru da Suíte Chorrochó. Inicialmente os termos de Bem Viver evoluem até em torno de 68% de  $\text{SiO}_2$ . Neste ponto passa a haver a presença de amostras coletadas no contexto do Acaru com as mesmas características. O trend praticamente horizontal passa a se inclinar para cima onde ocorrem amostras do Acaru do grupo G2A. Com a evolução, o trend continua a subir

até encontrar os produtos mais diferenciados pertencentes ao grupo G2B. Essas características são típicas de mistura de magmas onde um líquido mantélico ao se colocar na crosta continental induz a fusão parcial desta e os dois líquidos se misturam. No início predomina a composição do líquido mantélico G1A, que começa a se misturar ou contaminar com o material crustal originando a composição de G2A. O prosseguimento do processo leva o trend a se deslocar mais e mais em direção aos termos mais diferenciados, produtos da fusão parcial da crosta (ígnea ou metassedimentar).

Este tipo de evolução magmática é bastante comum em ambientes pós-colisionais, onde a esses granitoides também são classicamente classificados como calcioalcalinos de alto potássio, ou caledonianos.

O trend foi possível porque foram consideradas amostras de apenas duas unidades: Bem Viver e Acaru e nesta última estão presentes todas as composições que caracterizaram a mistura, o que tornou o raciocínio bastante seguro. Na faixa Sergipana, a leste da localização deste projeto, aflora um granitoide com as mesmas características evolutivas, denominado Suíte Queimada Grande no Mapa Geológico e de Recursos Minerais do Estado de Sergipe (Teixeira, 2014).

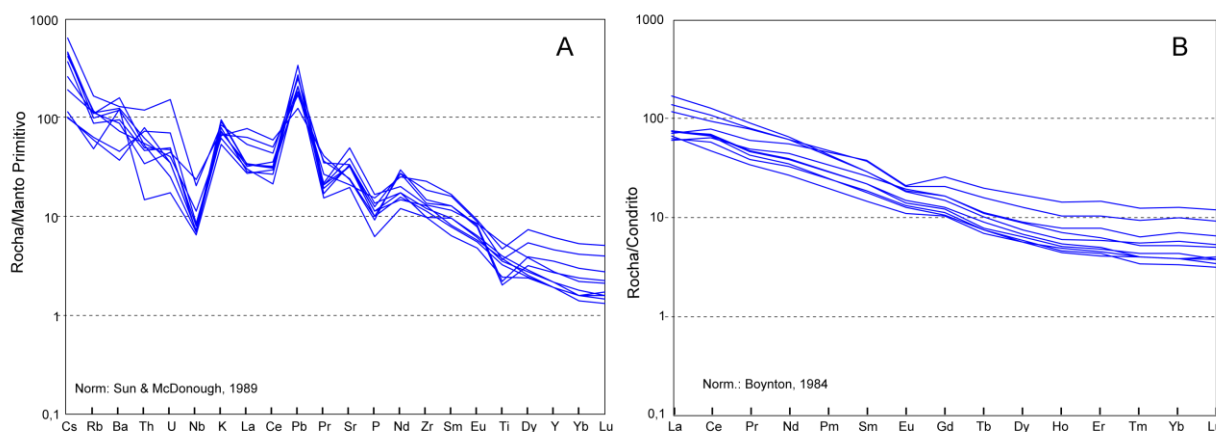
### Elementos Traços

A coerência (ou sua falta) observada no comportamento dos elementos maiores em relação aos grupos a que pertenciam, também está presente nos conteúdos de elementos traços, aqui representados em diagramas multielementares.

O grupo G1A, magnésiano, originado a partir da fusão parcial de manto metassomatizado, exibe espectros condizentes no diagrama multielementar (figura 2.4A), com inclinação acentuada para a direita, causada pelo empobrecimento de HFSE em relação aos LILE, posicionados no lado esquerdo do diagrama. Além da inclinação, observa-se ainda a presença de anomalias positivas de Sr, sugestivas de contribuição importante de plagioclásio nestas rochas sódicas e negativas de Nb, também associadas à origem a partir de um manto metassomatizado, presente em zonas de subducção.

No lado direito do diagrama os espectros evoluem de duas maneiras distintas. Um grupo com forte empobrecimento de Dy, Y, Yb e Lu é de amostras dos dioritos Bem Viver e outro conjunto, com amostras da unidade Acaru, exibe forte enriquecimento nestes elementos ao passo que Ti está empobrecido. Tais características ilustram a presença de mistura de magmas presente na Suíte Chorrochó, onde os termos crustais são mais enriquecidos em HFSE que os mantélicos. Duas amostras do granito Abóbora sugerem que processo semelhante também pode ter ocorrido na folha de Juremal.

Os espectros de ETR (figura 2.4B) são característicos de rochas magnésianas, com



**Figura 2.4** – A: Diagrama multielementar; B: Diagrama de Elementos Terras Raras. Grupo G1A.

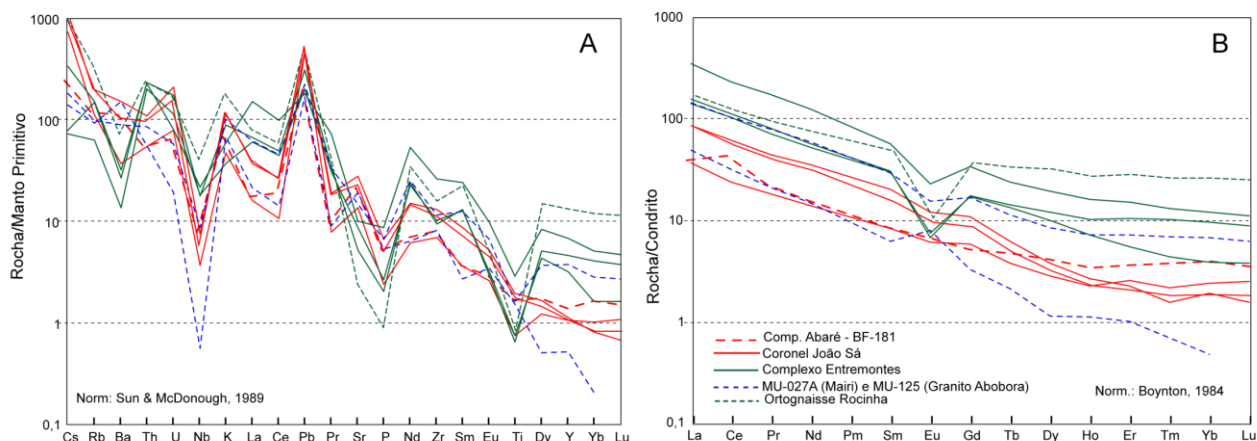
fracionamento importante dos elementos e praticamente sem anomalias negativas de Eu.

O grupo G1B reúne amostras claramente divergentes entre si o que resulta em um conjunto de espectros com distribuição bastante caótica (figuras 2.5A e B). Como estão presentes amostras de locais e tipos litológicos os mais diversos, pouco se pode afirmar a seu respeito. Algumas amostras de unidades mais bem definidas se mostram mais coerentes. É o caso das três amostras do granito



Coronel João Sá, que exibem formas claramente associadas a sua natureza magnesianas, sódica e as amostras do Complexo Entremontes, cujas amostras magnesianas sódicas (tabela 2.2) parecem mais representativas de produtos de anatexia de uma crosta ígnea antiga. Ao contrário de Coronel João Sá, não exibem anomalias positivas de Sr e no diagrama de ETR (figura 2.5B), as anomalias negativas de Eu são bastante acentuadas. Uma amostra do Complexo Abaré (BF-181) exhibe espectros muito semelhantes aos da Suíte Coronel João Sá. Uma única amostra do ortognaisse Rocinha exhibe espectros característicos de granitos ferroso, alcalino, coerente com o que foi definido por Cruz et al (2014) como um granitoide do tipo A, através de uma quantidade elevada de amostras.

Os grupos G2A e G2B são potássicos peraluminosos e em vários aspectos bastante



**Figura 2.5** – A: diagrama multielementar; B: diagrama de Elementos Terras Raras. Grupo G1B

semelhantes. Com os elementos traços não é diferente. As figuras 2.6A a D destacam semelhanças e diferenças relativas aos conteúdos de elementos traços nos dois grupos.

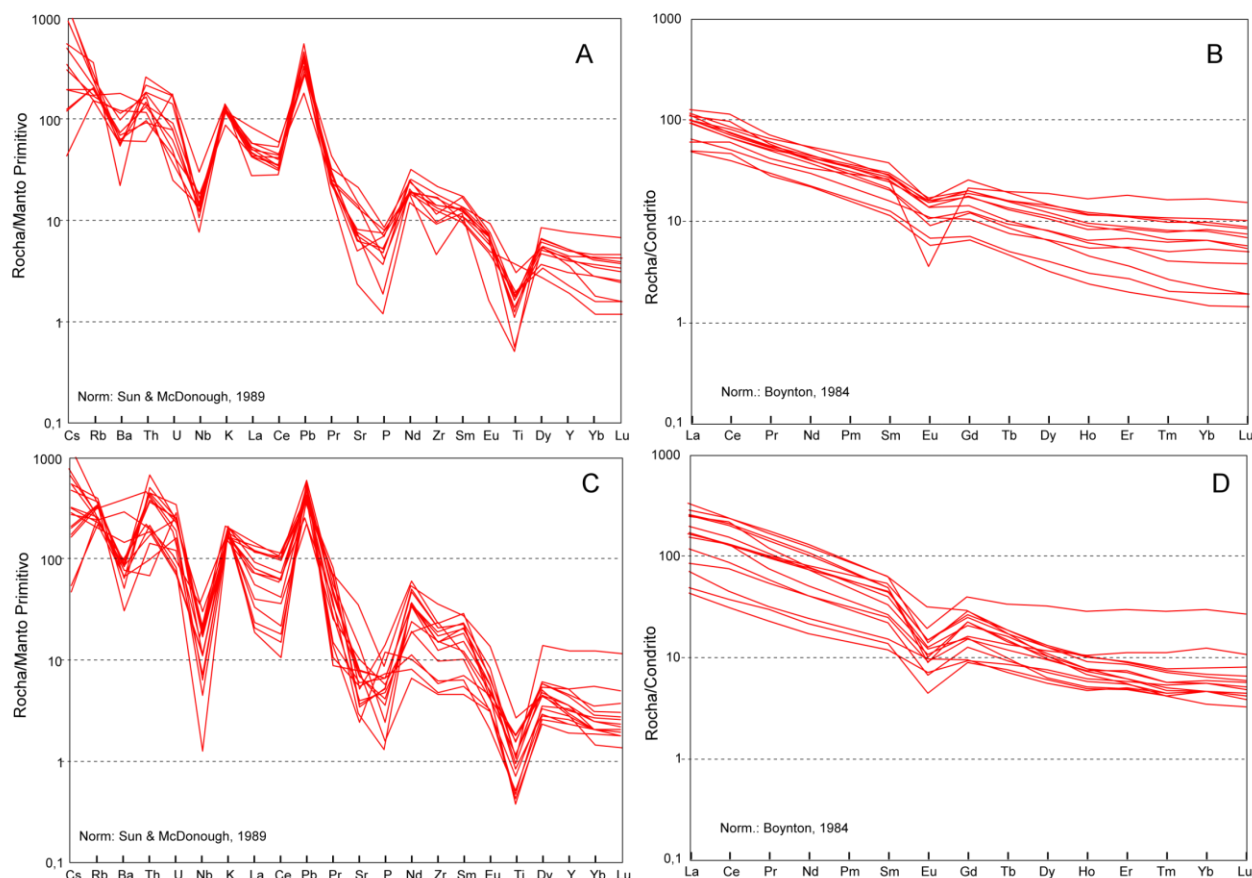
As principais semelhanças entre os dois grupos, destacadas nas figuras 2.6A e C, são as seguintes: forte enriquecimento de LILE e empobrecimento de HFSE; anomalias negativas de Nb muito fortes; anomalias negativas de Sr acentuadas e anomalias negativas de P e Ti muito fortes. Este conjunto de características aponta para uma origem comum destas rochas, enquanto outras sugerem evoluções diferentes dos dois grupos. É o caso dos teores de Nb, La, Ce, Nd, Zr e Sm que variam muito entre as amostras de G2B (figura 2.6C), ao contrário das de G2A (figura 2.6A), cujos espectros são mais harmônicos e a distribuição de valores é mais compacta. Os espectros do grupo G2A sugerem uma evolução mais regular, causada pela fusão parcial de uma fonte de composição mais uniforme e também pela presença de mistura com material de composição mais básica a intermediária como sugerido pelos elementos maiores. O grupo G2B, com variações de teores bem mais acentuadas, devem ter se originado da fusão parcial de material de composição mais variável, ou ainda a taxas variáveis, uma vez que a cristalização fracionada foi pouco importante neste conjunto com altos teores de  $\text{SiO}_2$ .

Uma amostra do grupo G2B, pertencente ao complexo Belém do São Francisco, exhibe enriquecimento em HFSE sugestivo de que possa ser um granitoide do tipo A, como a de Rocinha vista no grupo G1B.

Os espectros de ETR dos dois conjuntos são muito semelhantes (figuras 2.6B e D), contudo, enquanto em G2A os espectros são mais homogêneos, com pequena variação e anomalias negativas de Eu não muito acentuadas, em G2B a variação de teores é bem mais acentuada, particularmente em relação aos ETR leves, o mesmo ocorrendo com o Eu que apresenta anomalias negativas muito acentuadas. A causa das variações são as mesmas vistas no parágrafo anterior.

## 2.3 Origem

A presença extensiva de granitoides ao longo da área do projeto é uma característica marcante e dentro deste contexto, as diferenças sutis de composição tanto mineralógica, com presença maior ou menor de biotita, moscovita, granada, ou outros minerais, quanto química, conforme definidas pela presença dos grupos G1 e G2, levantam questões a respeito de sua origem. Como são granitos crustais, em sua grande maioria, uma questão que surge de imediato é de qual material teriam se originado e se



**Figura 2.6** - A: diagrama multielementar, grupo G2A; B: diagrama de Elementos Terras Raras, grupo G2A; C: diagrama multielementar, G2B; D: diagrama de Elementos Terras Raras, grupo G2B.

podem ser considerados do tipo S ou não.

Apesar do número acentuado de regras e diagramas para discriminar granitos S, a forma mais simples e segura, é comparar granitos reconhecidamente de origem metassedimentar com aqueles produzidos por fusão de crosta ígnea. Granitos peraluminosos podem ser produzidos não apenas por fusão de metassedimentos, mas também por fusões de material ígneo em determinadas condições favoráveis (Patiño Douce, 1997). Alguns elementos são caracteristicamente elevados e outros têm teores baixos em granitos do tipo S. Assim uma comparação com granitos reconhecidamente S fornece boa indicação de seu tipo. Granitos S de várias localidades (p. ex. Antunes et al, 2008, em Portugal, Huang & Jiang, 2014, na China, Paes et al, 2015, em Minas Gerais), mostram sistematicamente teores de Li >100 ppm, Rb >200 ppm, Sn >20 ppm, W >10 ppm, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> > 0,2%. Outros elementos, ao contrário exibem baixos valores, entre eles CaO <0,8%, MgO <0,35%, Sr <100 ppm, Zr <100 ppm, Th <20 ppm e ETR totais <100 ppm. Estes valores não devem ser usados como discriminantes de produtos de fusão parcial de metassedimentos, porém são forte indicativos, sobretudo se for levado em conta que os produtos de fusão parcial de rochas ígneas tendem a ser empobrecidos em P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, Rb, Li, Sn, W, etc. e ter conteúdos mais elevados em MgO, Zr, Th, Sr e ETR totais, como está ocorrendo com os granitos ora estudados (tabela 2.1).

A observação da tabela 2.1, leva a conclusão que a maioria dos granitoides dos grupos G1B, G2A e G2B deve ter se originado da fusão de material ígneo, embora fique claro também a partir dos teores de algumas amostras que a presença de material metassedimentar parece ter sido importante, particularmente no grupo G2B. Em suma, são produtos híbridos da fusão de material ígneo com contribuição metassedimentar. Vários outros autores que estudaram os granitos desta área também na província Borborema e na extensão leste da faixa Sergipana (Santos et al 1988, Cruz et al 2014, Brito & Marinho 2017), chegaram a conclusões semelhantes.

No diagrama da figura 2.7, que definem os possíveis ambientes de colocação, a maioria das amostras se posiciona no campo pós-colisional, numa região onde há forte influência de manto metassomatizado (campo dos granitoides de arco vulcânico-VAG). Muitas amostras do grupo G2B se colocam muito próximas do campo dos granitos sincolisionais (syn-COLG), onde normalmente se colocam os granitoides do tipo S. Isto mostra a importância dos metassedimentos na gênese desse grupo.

As amostras do grupo G1A se colocam no campo dos VAG, muito próximas ao campo pós-colisional. Como os dados sugeriram que este granitoide está se misturando aos G2A (e G2B) deve-se concluir que representa um magmatismo magnesiano de colocação tardia em relação à colisão.

Por fim duas amostras se colocam sobre o campo dos granitos intraplaca (WPG). Uma das amostras é do ortognaisse Rocinha, definido por Cruz et al (2014) como do tipo A e outra é do Complexo Belém do São Francisco, provavelmente de algum maciço do mesmo tipo, não individualizado.

## 2.4 Síntese

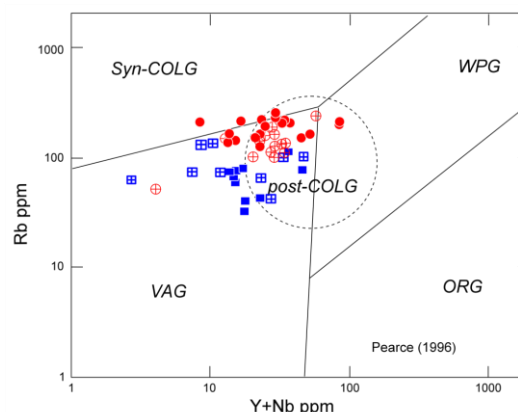
De maneira sintética e com as devidas ressalvas devido ao pequeno número de amostras da maioria das unidades elas podem ser assim discriminadas:

*Complexo Mairi.* Magnesiano, sódico (uma amostra potássica), calcioalcalino, peraluminoso. G1A, G1B e G2B. Como todos os ortognaisses antigos este também é bastante variável composicionalmente, em virtude da intensa migmatização e heterogeneidade litológica presente. Para ter mais informações sobre o quimismo de sequências análogas a essa, ver Teixeira (2012, 2013, 2015).

*Complexo Mairi,* unidade São Bento das Lages. Granito ferroso, potássico, alcalicálcico, peraluminoso. G2B.

*Complexo Entremontes.* Magnesiano, sódico, cálcico, peraluminoso. G1B. Cruz et al (2014) estudaram uma série de amostras com esta mesma denominação que foi caracterizada como de granitoide do tipo A, de colocação pós-colisional e produto híbrido de materiais mantélico e crustal, com idade de 2730 Ma. Consideram que este complexo possa ser um fragmento do craton do São Francisco que foi envolvido nos processos tectônicos da faixa de dobramento. O complexo Entremontes tem as mesmas características da Suíte Caraguataí (Guimarães et al, 2008; Martins et al, no prelo) estudado por Teixeira, 2005, 2012 e Cruz et al (2012), com idade de 2690 Ma, que ocorre por grandes extensões, intrusiva no embasamento do bloco Gavião na região central da Bahia. Como as idades não são muito diferentes é possível que o magmatismo Guaraguataí também tenha atuado nesta região do craton.

As amostras deste projeto conforme definidas acima, nada tem a ver com magmatismo alcalino do tipo A, porém são análogas aos produtos de anatexia de ortognaisses sódicos do Complexo Gavião. Considerando que Entremontes possa ser correlacionado com a suíte Caraguataí, as três amostras aqui analisadas poderiam ser correlacionadas as suas encaixantes (Complexo Gavião/Mairi).



**Figura 2.7** – Diagrama (Y+Nb) - Rb. Mesma legenda da figura 2.3.

*Complexo Abaré*, unidade Riacho do Espinheiro. Foram analisadas duas amostras: uma sódica, a BF-181, pertence ao grupo G1B e com conteúdos semelhantes aos da Suíte Coronel João Sá, embora as duas unidades sejam de idades totalmente diferentes e a outra, BF-056, potássica, pertence ao grupo G2A, e composição que lembra a da unidade Acaru da Suíte Chorrochó.

*Complexo Riacho Seco*, unidade Lagoa Redonda. Ferroso, potássico, calcioalcalino, peraluminoso. G2A.

*Complexo Belém do São Francisco*. Ferroso, potássico, alcalicálcico, peraluminoso. G2B. Brito & Marinho (2017) incluíram esta unidade nos ortognaisses Rocinha e definiram-nos como similares aos granitos do tipo A.

*Ortognaisse Rocinha*, apenas uma amostra. Ferroso, potássico, alcalicálcico, peraluminoso. G2B. Cruz et al (2014) definiram-no como do tipo A.

*Ortognaisse Lobo*. Magnesiano a ferroso, potássico, calcioalcalino, peraluminoso. G2A. Brito & Marinho (2017) caracterizaram-no como sódico e Cruz et al (2014) como potássico. Tal antagonismo entre definições mostra que a unidade ainda não está bem conhecida.

*Diorito Bem Viver*. Magnesiano, sódico, alcalicálcico, metaluminoso. G1A. Granitoide menos diferenciado entre os estudados.

*Suíte Chorrochó*, unidade Acaru. Magnesiano/ferroso, potássico, alcalicálcico, peraluminoso. G1A, G2A e G2B. Esta suíte é semelhante a Suíte Queimada Grande, definida por Teixeira (2014) na faixa Sergipana.

*Suíte Coronel João Sá*. Magnesiano, sódico, alcalicálcico, metaluminoso. G1B. Estudado por vários autores entre eles, Santos et al (1988), Bueno (2008) e Oliveira et al (2010).

*Granito Abóbora*, na região de Juremal. Ferroso, potássico, alcalicálcico, peraluminoso. G2B. No projeto ARIM Serra de Jacobina amostras deste granitos mostraram características dos grupos G2E, G2A e G3 definidos em função dos teores de elementos terras raras (Teixeira, 2017). Na região de Juremal predominam composições compatíveis com o grupo G2A.

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Rocha/Unidade	Di.Bemviver G1A	Di.Bemviver G1A	Di.Bemviver G1A	Di.Bemviver G1A	Di.Bemviver G1A	S. Chorrocho G1A	S. Chorrocho G1A	S. Chorrocho G2A	S. Chorrocho G2A	S. Chorrocho G1A	S. Chorrocho G2A	S. Chorrocho G2B	S. Chorrocho G2B	S. Chorrocho G2A	S. Chorrocho G2B	S. Chorrocho G2B	Gr. Abobora G1B
Grupo	BF-078A	BF-081	BF-076	BF-079A	BF-075	BF-087	IA-006	BF-205	BF-055	IA-052	BF-053	BF-097	IA-007	IA-051	IA-007A	IA-005	MU-125
SiO2	52,3	60,6	60,7	61,7	62	56,3	61,5	64,9	65	65,7	66,8	72,6	72,9	73,6	74	74,6	70,5
TiO2	1,2	0,88	0,84	0,79	0,72	1,05	0,82	0,68	0,81	0,54	0,38	0,34	0,25	0,2	0,2	0,09	0,33
Al2O3	17,7	15,9	15,7	15,4	15,2	17,2	15,5	15,6	15,4	15	15,9	12,9	13,2	13,4	13,5	14	15,9
Fe2O3	8,59	6,82	6,16	6,05	5,59	8,04	6,62	5,09	6,77	4,98	3,98	2,71	2,99	2,2	2,49	1,52	2,89
MnO	0,11	0,09	0,08	0,08	0,08	0,14	0,1	0,09	0,08	0,08	0,06	0,06	0,03	0,03	0,03	0,02	0,03
MgO	5,29	3,55	3,46	3,36	3,03	2,97	3,22	1,78	2,85	1,99	1,09	0,57	0,23	0,52	0,18	0,13	0,78
CaO	6,73	5	4,35	4,25	3,89	5,41	4,4	3,66	3,35	2,95	3,06	1,37	0,73	1,34	0,61	0,7	3,03
Na2O	4,48	4,24	4,14	4	3,93	4,05	3,93	3,51	3,06	4,33	3,56	3,08	3,25	3,52	2,79	2,93	4,55
K2O	1,68	2,23	2,45	2,97	2,86	2,26	2,64	3,75	2,7	1,92	3,68	4,98	5,03	4,32	6,2	6,4	2,09
P2O5	0,375	0,306	0,256	0,253	0,223	0,342	0,28	0,192	0,179	0,14	0,154	0,089	0,124	0,059	0,052	0,034	0,116
Cr2O3	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	<0,01	0,02	<0,01	0,01	0,02	0,01	<0,01	0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01
P. F.	0,89	0,24	0,45	0,2	0,73	0,57	0,47	0,46	0,82	0,17	0,27	0,32	0,14	0,26	0,1	0,5	0,5
Total	99,37	99,88	98,61	99,07	98,27	98,33	99,50	99,70	100,67	98,47	98,84	98,97	99,06	99,33	100,32	100,52	100,72
K2O/Na2O	0,38	0,53	0,59	0,74	0,73	0,56	0,67	1,07	0,88	0,44	1,03	1,62	1,55	1,23	2,22	2,18	0,46
A/CNK	0,83	0,86	0,90	0,88	0,91	0,91	0,89	0,94	1,09	1,03	1,03	0,99	1,09	1,04	1,09	1,07	1,04
Cr	112	67	62	70	60	6	58	12	44	64	10	4	5	21	3	6	<1
Ni	58,8	36,5	36,1	39,3	37,1	5,5	28,4	3,9	36,5	19,3	10,7	2	2,4	5,4	1,5	1,3	2
Co	30,3	22,5	20,4	20,4	18,6	19,4	18,6	10,3	15,9	8,7	6,4	3,4	1,9	2,8	1,6	1,2	5,1
Cu	46,3	31,8	17,2	44	22,7	11,6	31,9	6,6	34,7	3,8	17,9	8,3	3,8	3	4,1	3,3	2,4
Pb	13,4	19,7	20,1	24,8	20	15,2	18,5	21,6	19,8	15,3	24,2	28,8	16	21,7	42,6	40,6	12,2
V	145	103	101	90	86	113	100	71	76	43	28	20	15	15	10	6	27
Zn	102	88	79	84	80	104	78	50	76	74	46	38	22	28	26	14	44
Rb	31,5	57,8	65,5	74,1	72,1	74,5	109	110,6	136,3	77,2	108,6	153,7	128,4	51,9	153,7	222,3	60,7
Cs	0,94	3	3,61	3,75	2,15	1,58	5,26	2,47	4,02	3,43	1,57	2,19	2,25	1,56	4,39	9,63	1,12
Ba	890	684	858	906	1142	641	939	1287	452	525	814	579	1017	979	2061	600	1084
Ga	22,6	21,4	21,1	20	19,1	20,8	24,9	17,6	21,6	20,1	15,3	19,5	14,7	17,7	23,6	14,9	14,9
Sr	1084,7	838,2	732,7	700,1	702,2	451,8	732,6	458,6	282,7	431,5	319,8	143,2	214,2	301,8	283,2	163,9	414
Ta	0,15	0,25	0,32	0,26	0,28	0,6	1,34	0,36	0,29	0,05	0,26	2,32	0,39	<0,05	0,78	1,4	<0,05
Nb	4,81	5,12	5,87	5,32	5,07	17,49	15,18	11,95	13,3	8,34	10,07	21,45	8,1	1,24	7,74	15,1	0,4
Hf	3,64	2,94	3,7	3,76	3,53	6,7	5,55	5,13	4,63	2,89	5,94	5,23	7,42	1,82	3,98	1,97	1,9
Y	12,86	10,03	8,88	10,06	8,81	28,52	21,42	20,71	8,91	8,96	16,46	23,49	14,18	2,84	13,48	8,51	2,34
Zr	150,2	112,4	146,7	137,8	131,2	264,5	215,5	205,7	191,3	112	245,4	169,6	260,3	71,4	165,4	51	91,3
Th	1,3	4,1	4,3	5,5	4,6	3	10,5	12	8,4	4,8	14,4	38,3	16	3,7	17	14,7	4,8
U	0,38	1,07	1,03	0,76	0,54	0,97	3,33	1,93	0,95	0,88	0,53	4,82	1,47	0,4	1,55	5,23	0,41
La	19,3	24,4	20,2	24	24	22,9	38	40,3	30,6	21,5	57,4	50,1	27,3	34,1	80,5	12,7	14,9
Ce	54,4	57,8	48,7	59	56,4	65,6	80	81,5	75,2	39,4	106,7	111,1	63,8	62,3	184,3	18,5	25,2
Pr	6,21	5,89	4,87	5,94	5,44	7,67	9,92	9,08	6,76	4,35	12,13	9,51	6,96	6,15	15,45	2,43	2,53
Nd	27,9	24,1	20,4	24,3	21,7	35	38,2	35,1	26	16,7	44,1	32,2	25,3	20,5	49,5	8,8	8,7
Sm	5,3	4,4	3,7	4,4	3,6	7,6	7,4	6,1	4,4	2,9	7,8	5,4	5,1	2,5	8,1	2	1,2
Eu	1,46	1,11	0,99	1,06	0,95	1,58	1,54	1,6	0,84	0,82	1,31	0,82	0,69	0,67	0,96	0,51	0,58
Gd	4,36	3,31	2,94	3,18	2,75	6,9	5,47	5,31	3,37	2,71	6,22	4,4	4,11	1,38	5,55	1,7	0,85
Tb	0,53	0,43	0,36	0,37	0,36	0,96	0,77	0,71	0,43	0,33	0,8	0,66	0,59	0,13	0,8	0,27	0,1
Dy	2,86	2,18	1,92	2,06	1,83	5,53	4,13	4,16	2,03	1,81	4,11	3,91	3,17	0,65	3,7	1,7	0,37
Ho	0,51	0,39	0,33	0,37	0,32	1,05	0,76	0,77	0,34	0,35	0,64	0,78	0,55	0,12	0,58	0,32	0,08
Er	1,32	1,06	0,91	1,02	0,85	3,14	2,22	2,3	0,82	0,95	1,49	2,42	1,61	0,3	1,35	1,03	0,21
Tm	0,17	0,13	0,11	0,14	0,13	0,41	0,31	0,32	0,11	0,13	0,17	0,38	0,19	<0,05	0,17	0,14	<0,05
Yb	1,1	0,8	0,7	0,9	0,8	2,7	2,1	2,2	0,6	0,8	0,9	2,7	1,3	0,2	1	0,9	0,1
Lu	0,16	0,12	0,1	0,12	0,11	0,39	0,3	0,32	0,09	0,13	0,12	0,36	0,19	<0,05	0,14	0,13	<0,05
Be	1,7	2,2	2,2	2,3	2,2	2,8	4,1	2,3	2,2	3	2,4	3,4	3,6	1	2,5	7,9	0,9
Li	16	22	31	25	23	23	36	20	28	55	26	29	11	21	13	9	22
Mo	0,5	1,16	0,65	0,9	0,67	0,94	0,65	1,59	1,77	0,46	0,32	1,21	0,43	0,3	0,37	0,49	0,2
Sn	1,2	1	0,8	1	0,9	3,3	3	1,6	0,6	1,5	1,2	3,1	1,4	<0,3	1	1,6	<0,3
W	0,9	4,1	1	0,7	0,8	0,9	0,7	1,3	1,5	0,8	1	1,4	2,3	0,8	4,6	0,8	<0,1

Obs: Gr.: Granito; Di.: diorito; S.: Suíte; Ortn: ortogneisse; C: Complexo; U.B.L.: Unidade São Bento das Lages.  
Para caracterização dos Grupos, vide texto.

Tabela 2.1 - Dados químicos dos granitoides

N	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
Rocha/Unidade	Gr. Abobora G2B	Gr. Abobora G2B	Gr. Abobora G2A	Gr. Abobora G2B	Gr. Abobora G2B	Gr. Abobora G2B	Gr. Abobora G2B	S. Cel. João Sá S. G1B	Cel. João Sá S. G1B	Cel. João Sá G1B	Ortg. Rocinha G2B	Ortg. Lobo G2A	Ortg. Lobo G2A	Ortg. Lobo G2A	Ortg. Lobo G2A	C. Abare G2A	C. Abare G1B	Belem do S. F. G2B
Amostra	MU-128B	MU-137	MU-110	MU-111A	MU-129A	MU-122B	MU-127	IA-062	IA-027	IA-053A	BF-022	BF-006	BF-138	BF-137	BF-141	BF-056	BF-181	BF-027
SiO2	71,2	71,7	72,9	73,3	73,7	74,2	74,3	68,7	69,6	68,5	75,6	69,6	69,6	70,4	75,1	67,2	69,1	68,7
TiO2	0,33	0,38	0,12	0,1	0,11	0,18	0,15	0,42	0,16	0,37	0,18	0,44	0,41	0,3	0,11	0,43	0,36	0,58
Al2O3	14,5	14,2	14,9	14,7	13,9	13,7	14	15,6	12,4	15,1	12,7	15,1	14	14,7	12,8	15,6	16,1	14,2
Fe2O3	2,9	2,93	1,93	1,76	1,66	2,06	1,56	3,41	1,89	3,21	2,12	3,09	3,22	3,2	2,04	3,69	3,08	3,35
MnO	0,06	0,05	0,05	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,05	0,04	0,05	0,06	0,05	0,06	0,05	0,03
MgO	0,56	0,51	0,37	0,45	0,26	0,21	0,34	0,91	0,7	1,46	0,27	1,18	0,94	0,64	0,16	1,64	1,13	0,76
CaO	1,22	1,44	0,91	0,68	0,67	0,94	0,53	2,21	4,39	2,42	0,55	1,92	1,97	2,14	1,08	2,72	3,12	1,26
Na2O	3,69	3,29	3,72	3,72	3,04	2,78	3,28	4,74	5,17	4,35	3,19	4,09	3,79	3,58	3,45	3,5	4,54	3
K2O	4,98	4,84	4,01	5,33	5,46	6,22	5,7	3,56	1,45	3,47	5,38	3,98	3,85	4,08	4,32	3,54	2,02	6,21
P2O5	0,306	0,114	0,153	0,159	0,258	0,077	0,103	0,145	0,052	0,106	0,019	0,132	0,117	0,081	0,026	0,093	0,112	0,186
Cr2O3	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01
P. F.	0,58	0,29	0,68	0,46	0,46	0,22	0,41	0,36	3,83	0,61	0,14	0,19	0,62	0,19	0,28	0,25	0,5	0,76
Total	100,33	99,74	99,74	100,69	99,55	100,62	100,40	100,10	99,69	99,64	100,20	99,76	98,57	99,37	99,42	98,73	100,11	99,04
K2O/Na2O	1,35	1,47	1,08	1,43	1,80	2,24	1,74	0,75	0,28	0,80	1,69	0,97	1,02	1,14	1,25	1,01	0,44	2,07
A/CNK	1,06	1,07	1,23	1,12	1,14	1,05	1,12	0,99	0,69	0,99	1,05	1,04	1,00	1,03	1,04	1,07	1,05	1,02
Cr	2	4	9	5	1	<1	<1	8	29	35	5	11	6	4	6	16	6	5
Ni	4,4	3,2	3,4	3,6	2,2	0,7	0,7	3,8	9,7	24	6	10	10	2,6	1,2	14,6	8,8	4,9
Co	4,5	4	2,6	2,7	1,8	1,5	1,8	4,9	2,6	6,5	1,4	6,9	6,1	4,2	1,2	6,8	7,2	4,4
Cu	88,1	2,1	5,1	6,1	5,7	2	14,3	9	3,9	9,2	5,9	11,8	4	4	2,4	5,9	4	6,8
Pb	27,1	28	40,6	41,5	26,9	30,6	29,3	34,3	33,4	37,2	35,5	35,3	13,1	27,2	24,3	30,7	13,9	26,4
V	30	19	10	9	9	12	9	27	15	31	6	40	34	21	5	32	30	45
Zn	64	57	36	26	32	24	25	72	31	55	35	72	30	53	45	48	41	87
Rb	211	233,1	186,3	163,7	218,7	144,1	139,1	129,6	71,6	129,3	217,4	148,6	160,1	162,9	238,7	98,3	73,2	188,8
Cs	1,61	3,81	11,81	2,56	1,65	2,49	0,43	7,82	5,99	11	10	13,35	8,29	11,7	4,52	2,8	1,9	6,37
Ba	589	355	442	535	212	672	469	1081	261	718	491	1098	388	697	156	863	759	2549
Ga	15,1	18,2	16,1	15,1	14,2	13,5	11,8	23,9	18,5	23,4	20,4	20,9	15,4	18,7	16,2	20,8	17,4	25,1
Sr	107,6	70,9	106	115,8	50	147,1	82,5	591,1	292	474,8	49,8	621,6	131,3	137,9	49,4	301,8	447,2	724,2
Ta	0,32	0,3	1,32	0,79	<0,05	<0,05	<0,05	0,14	0,22	<0,05	2,54	0,53	1,05	0,98	1,71	0,52	0,73	0,58
Nb	12,02	13,46	7,57	7,81	5,04	4,52	0,88	5,38	2,63	4,02	28,26	6,67	10,32	10,53	21,63	8,76	5,46	11,73
Hf	6,56	6,03	1,34	1,31	1,59	3,75	2,8	4,21	2,33	3,51	5,64	4	3,96	4,26	4,15	4,74	2,53	9,62
Y	20,48	16,02	19,78	14,81	11,55	10,56	12,58	5,1	4,8	4,69	58,57	6,43	13,99	18,24	34,82	10,53	6,28	12,7
Zr	254,7	233,5	51,6	52,3	69,1	140,1	109,4	147,5	77,6	123,6	174,2	152,9	140,7	159,6	104,4	150	88,5	392,4
Th	57,7	43,4	5,2	5,8	12,2	36,6	18,2	9,5	4,7	8	19,7	17,4	19	16,2	22,8	10	4,5	38,4
U	5,09	5,36	3,81	6,06	2,52	4	1,73	4,55	1,7	3,17	3,52	3,71	3,65	3,04	3,79	0,79	1,31	3,8
La	92,7	81,2	35,9	14,1	16	64	38	26	11,1	26,7	54,1	30,2	35,2	40,5	19,5	30	11,7	99,9
Ce	202	169,7	62,7	26,2	31,7	129,4	73,5	48,2	18,9	45,6	102,8	71,7	80,8	96,6	50,7	63,9	33,4	187,9
Pr	22,74	18,21	6,97	2,92	3,77	13,6	7,56	5,28	2,17	4,93	11,72	6,77	7,38	9,1	5,31	7,13	2,64	20,03
Nd	82,3	63,8	24,8	10,8	13,6	46,1	25,7	20,8	8,3	19,3	46,2	26	25,4	33,1	20,6	26,7	9,2	72,5
Sm	12,7	9,9	5	2,4	2,8	6,7	4,5	3,9	1,6	3,1	9,7	4,4	4,3	5,7	5,3	4,9	1,6	11,9
Eu	1,08	0,68	1,17	0,54	0,34	0,93	0,51	0,87	0,44	0,73	0,81	1	0,81	1,06	0,27	0,98	0,48	2,26
Gd	7,7	6,1	4,68	2,52	2,41	4,21	3,41	2,75	1,51	2,33	10	2,95	3,34	4,77	5,69	3,66	1,29	7,31
Tb	0,93	0,73	0,67	0,42	0,37	0,49	0,46	0,29	0,18	0,24	1,64	0,31	0,46	0,64	0,97	0,47	0,22	0,8
Dy	4,28	3,26	3,77	2,54	2,04	2,12	2,4	1,22	0,9	1,04	10,7	1,45	2,71	3,5	6,3	2,54	1,28	3,28
Ho	0,76	0,54	0,67	0,46	0,37	0,38	0,43	0,19	0,16	0,17	2,04	0,23	0,48	0,62	1,24	0,43	0,24	0,47
Er	2	1,36	1,74	1,28	1,05	1,07	1,2	0,47	0,54	0,44	6,17	0,57	1,45	1,83	3,93	1,12	0,75	1,13
Tm	0,26	0,16	0,22	0,18	0,14	0,14	0,15	0,05	0,07	0,06	0,88	0,08	0,21	0,26	0,55	0,13	0,12	0,13
Yb	1,7	1	1,4	1,2	1	1	1	0,4	0,5	0,4	5,7	0,4	1,4	1,8	3,6	0,8	0,8	0,7
Lu	0,27	0,14	0,18	0,17	0,13	0,15	0,15	0,05	0,08	0,06	0,83	0,06	0,19	0,25	0,51	0,12	0,11	0,1
Be	0,8	2,2	4,8	2,5	1,1	1,5	0,3	4,6	4,4	4,5	5,4	3,1	2,5	6	3,2	3,1	2	3,1
Li	49	63	93	29	37	16	7	39	51	38	33	57	77	71	38	20	24	52
Mo	0,25	0,45	0,25	0,36	0,21	0,35	0,17	0,37	0,51	0,31	0,51	0,37	0,3	0,27	0,24	0,24	0,22	0,66
Sn	1,5	1,8	0,9	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	1,8	1,2	1,4	5	1,9	2,2	3,9	4,7	2,5	1,7	5,6
W	<0,1	<0,1	0,5	<0,1	<0,1	0,3	<0,1	1	1,5	0,9	1,8	0,8	1,1	1,1	1	2	0,7	1,2

Obs: Gr.:Granito; Di:diorito; S:Suíte; Ortn: ortogneisse; C: Complexo; U.B.L.: Unidade São Bento das Lages. Para caracterização dos Grupos, vide texto.

Tabela 2.1 - Dados químicos dos granitoides

N	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52
Rocha/Unidade	Belem do S. F. G2B	Belem do S. F. G2B	C. Rch. Seco G2A	C. Rch. Seco G2A	C. Rch. Seco G2A	C. Rch. Seco G2A	C. Entremontes G1B	C. Entremontes G1B	C. Entremontes G1B	C. Mairi G1A	C. Mairi G1A	C. Mairi G1B	C. Mairi G2B	C. Mairi/U. B.L. G2B	C. Mairi/U. B.L. G2B	C. Mairi/U. B.L. G2B	C. Mairi/U. B.L. G2B
Grupo	BF-101	BF-034	LI-105A	LI-105B	LI-105D	LI-105C	LI-115B	LI-115A	LI-115C	MU-102B	MU-139	MU-097A	MU-017A	LI-121C	LI-121B	LI-121D	LI-121A
SiO2	71	75	70,5	70,5	71,3	72,1	68,7	75	75,3	66,6	66,6	70,2	71,9	70,8	72,2	72,9	74,1
TiO2	0,28	0,23	0,38	0,35	0,27	0,24	0,62	0,14	0,16	0,45	0,49	0,35	0,39	0,24	0,24	0,08	0,08
Al2O3	14,8	12,6	14,4	14,4	14,5	14,6	14,6	13,2	14	15,8	15,9	14,6	14,2	15,2	15	14,3	14
Fe2O3	1,67	2,79	4,1	4,25	3,46	3	4,9	1,99	1,74	4,28	4,55	3,62	2,75	2,7	2,64	3,02	1,33
MnO	0,04	0,06	0,07	0,08	0,06	0,05	0,06	0,02	0,02	0,05	0,06	0,06	0,05	0,02	0,03	0,11	0,02
MgO	0,28	0,31	0,76	0,69	0,59	0,47	1,6	0,3	0,38	1,23	1,36	1,07	0,47	0,71	0,67	0,49	0,25
CaO	0,85	0,9	2,04	1,94	1,78	2,08	3,01	1,5	2,39	2,93	3,1	1,82	1,58	1,11	1,13	0,94	0,68
Na2O	3,93	3,39	3,36	3,21	3,37	3,51	3,84	4,18	4,56	4,82	4,71	4,33	2,93	3,62	3,6	3,44	3,45
K2O	5,45	4,78	3,81	4,1	4,36	3,88	1,81	2,75	1,13	2,04	2,11	3,12	5,49	5,1	4,82	4,99	5,38
P2O5	0,072	0,028	0,165	0,113	0,105	0,041	0,191	0,044	0,058	0,205	0,224	0,146	0,111	0,142	0,143	0,143	0,142
Cr2O3	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,02	<0,01	<0,01
P. F.	0,52	0,09	0,29	0,28	0,15	0,13	0,49	0,11	0,14	0,59	0,94	0,45	0,21	0,48	0,41	0,32	0,36
Total	98,89	100,19	99,88	99,91	99,95	100,10	99,82	99,23	99,88	99,00	100,04	99,77	100,08	100,12	100,90	100,73	99,79
K2O/Na2O	1,39	1,41	1,13	1,28	1,29	1,11	0,47	0,66	0,25	0,42	0,45	0,72	1,87	1,41	1,34	1,45	1,56
A/CNK	1,06	1,02	1,08	1,09	1,07	1,06	1,06	1,05	1,07	1,02	1,01	1,06	1,04	1,12	1,14	1,12	1,10
Cr	4	10	11	9	5	5	18	6	7	11	3	6	6	8	9	10	6
Ni	1,4	1,8	12,5	7,3	5,5	5,3	14,7	2,1	3,5	6	6,4	4,4	2,9	8	8,2	1,6	3,1
Co	2,2	1,9	6,1	5,7	4,6	3,9	8,5	1,6	1,6	7,6	8,9	7,3	3,4	4	4,1	3,2	1,1
Cu	3,8	5,8	30,9	60,6	49,2	32,7	30,7	3,8	3,7	16,3	22,6	0,7	1,8	34,3	41,9	10,4	5,1
Pb	30,7	17,6	33,7	30	31	34	13,1	22,6	14,8	9,1	12,5	16,2	28,3	37,9	33,5	40,3	36,3
V	16	10	22	21	15	16	53	7	9	41	46	29	19	24	21	7	7
Zn	60	66	56	46	49	42	49	18	10	55	62	53	48	47	47	30	17
Rb	210,3	191,1	127,2	134,9	133,2	101,4	98,2	96,9	40,8	39,1	41,8	63,3	253,4	219,6	206,8	165,7	165,8
Cs	4,21	5,84	1,59	0,97	1,02	0,35	2,71	0,64	0,58	0,82	0,81	1,48	4,37	1,38	1,31	0,85	0,37
Ba	1291	608	499	532	411	401	228	190	95	266	328	633	450	610	635	379	469
Ga	24,9	20,9	17,1	17,5	16,9	16,3	18,9	18,8	19,2	16,7	16,5	14,9	18,7	20,6	20,3	16,2	16
Sr	445,6	61,4	173,1	163,8	151	158	214,7	110	183,9	514,2	525,1	311,6	75,9	165,2	161,5	109,4	125,2
Ta	0,48	1,96	0,22	0,36	0,07	<0,05	0,87	0,85	0,87	<0,05	0,29	0,2	0,63	0,37	0,38	<0,05	<0,05
Nb	4,68	25,42	9,94	10,26	9	5,45	15,73	12,68	13,08	5,27	6,28	6,21	12,8	14,66	13,82	4,45	3,15
Hf	5,24	7,24	4,36	5,18	3,76	3,18	7,11	3,07	3,21	3,78	3,3	2,88	6,15	5,42	4,75	2,82	1,87
Y	3,87	55,65	19,14	23,97	23,58	22,86	31,18	20,92	14,39	12,63	16,52	17,08	16,2	19,63	23,4	46,85	10,48
Zr	186,5	209,6	158,8	188,8	130,3	108,1	297,7	105,2	114,7	171,8	156,2	129,7	233	192,7	166	92,5	64,9
Th	28,9	18,4	8,1	11,6	12,9	20	20,1	17,6	6,9	6,4	7,4	38,3	32,2	31,5	13,9	8,4	8,4
U	2,93	2,23	1,7	1,35	1,72	1,08	1,71	3,79	2,46	0,76	1,51	1,24	7,22	5,23	5,35	3,22	3,42
La	62,7	50	30	32,7	37,2	32,1	105,8	47	42,1	54,9	44,8	42,9	83,8	55,4	55,4	27	22,9
Ce	123,6	103,5	56,5	59,4	72,3	63,1	180,3	88,5	109,1	92,2	82,1	177,3	108,7	110,3	51,4	38	38
Pr	10,9	12,01	6,49	6,79	8,38	7,06	20,41	9,59	8,54	11,66	10,3	9,42	19,11	12,64	12,32	5,55	4,07
Nd	35,9	47,5	26,3	26,4	34,1	27,9	73,3	33,1	30,9	41,2	38,5	34,7	67,7	47,7	46,7	20,7	15,2
Sm	4,8	10,1	5,9	5,5	7,7	6,1	10,9	5,9	5,7	5,9	5,9	5,6	9,9	9	9,1	4,4	3,1
Eu	0,95	1,38	1,17	1,22	1,23	1,28	1,66	0,49	0,54	1,36	1,4	1,12	0,78	1,14	1,14	0,69	0,74
Gd	2,41	9,87	5,37	5,04	6,79	5,37	8,52	4,5	4,4	3,93	4,36	4,27	6,1	6,75	7,17	3,92	2,58
Tb	0,25	1,55	0,76	0,79	0,94	0,79	1,12	0,66	0,63	0,49	0,54	0,53	0,71	0,85	0,93	0,74	0,35
Dy	0,91	10,08	4,03	4,84	4,92	4,53	6,13	3,79	3,2	2,42	2,92	2,72	3,47	4,24	4,43	6,26	1,86
Ho	0,13	1,98	0,71	0,91	0,87	0,86	1,13	0,72	0,51	0,43	0,56	0,51	0,58	0,68	0,77	1,68	0,35
Er	0,34	6,03	1,93	2,46	2,41	2,44	3,1	2,15	1,23	1,15	1,23	1,65	1,57	1,88	1,97	6,45	1,09
Tm	<0,05	0,9	0,27	0,35	0,33	0,36	0,42	0,33	0,14	0,18	0,21	0,22	0,19	0,24	0,25	1,08	0,15
Yb	0,3	6	1,7	2	2,1	2,3	2,5	2	0,8	1,2	1,5	1,4	1,2	1,4	1,5	7,5	1
Lu	<0,05	0,84	0,23	0,28	0,29	0,34	0,35	0,28	0,12	0,17	0,21	0,2	0,16	0,22	0,22	1,04	0,14
Be	4,5	4,2	1,8	1,7	1,4	1,3	3,1	2,7	2,5	1,4	1,8	1,7	2,7	3,7	3,7	4	5,3
Li	31	23	36	33	35	29	36	15	15	24	16	41	69	29	27	20	13
Mo	0,6	0,72	0,38	0,42	0,59	0,25	0,49	0,4	0,55	0,44	0,45	0,47	1,74	0,93	0,48	0,4	0,39
Sn	2,7	6,1	2	1,8	1,9	1,5	4,3	4,1	2,8	<0,3	<0,3	<0,3	2,9	4,7	4,7	1,8	1,5
W	1,2	1,6	1,3	2	0,9	0,6	0,7	3,1	3,2	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	3,7	0,7	0,7	4,1

Obs: Gr.: Granito; Di.: diorito; S.: Sulfite; Ortn: ortogneisse; C.: Complexo; U.B.L.: Unidade São Bento das Lages. Para caracterização dos Grupos, vide texto.

Tabela 2.1 - Dados químicos dos granitoides

## 3 – Rochas máficas e ultramáficas

### 3.1 Introdução

Os vários complexos metassedimentares da área contêm corpos máficos de dimensões pouco expressivas, metamorfisados na fácies anfibolito e deformados juntamente com as demais litologias. As amostras analisadas são de corpos intrusivos nos complexos Abaré, Riacho Seco, Cabrobó, Curaçá, bem como no pluton Bem Viver, totalizando 13 amostras. Além das amostras de rochas metamáficas foram analisadas também cinco amostras de rochas ultramáficas pertencentes ao corpo de Boqueirãozinho, intrusivo no complexo Mairi, na folha Juremal. Na tabela 3.1 estão os dados analíticos, normalizados para 100% anídras, juntamente com os resultados das amostras de metassedimentos, que serão considerados no capítulo 4.

Os locais amostrados estão lançados na figura 3.1 sobre relevo digital de terreno modificado de imagem da Embrapa ([www.cnpm.embrapa.br/projetos/relevobr/](http://www.cnpm.embrapa.br/projetos/relevobr/)) juntamente com os pontos de amostragem das rochas metassedimentares.

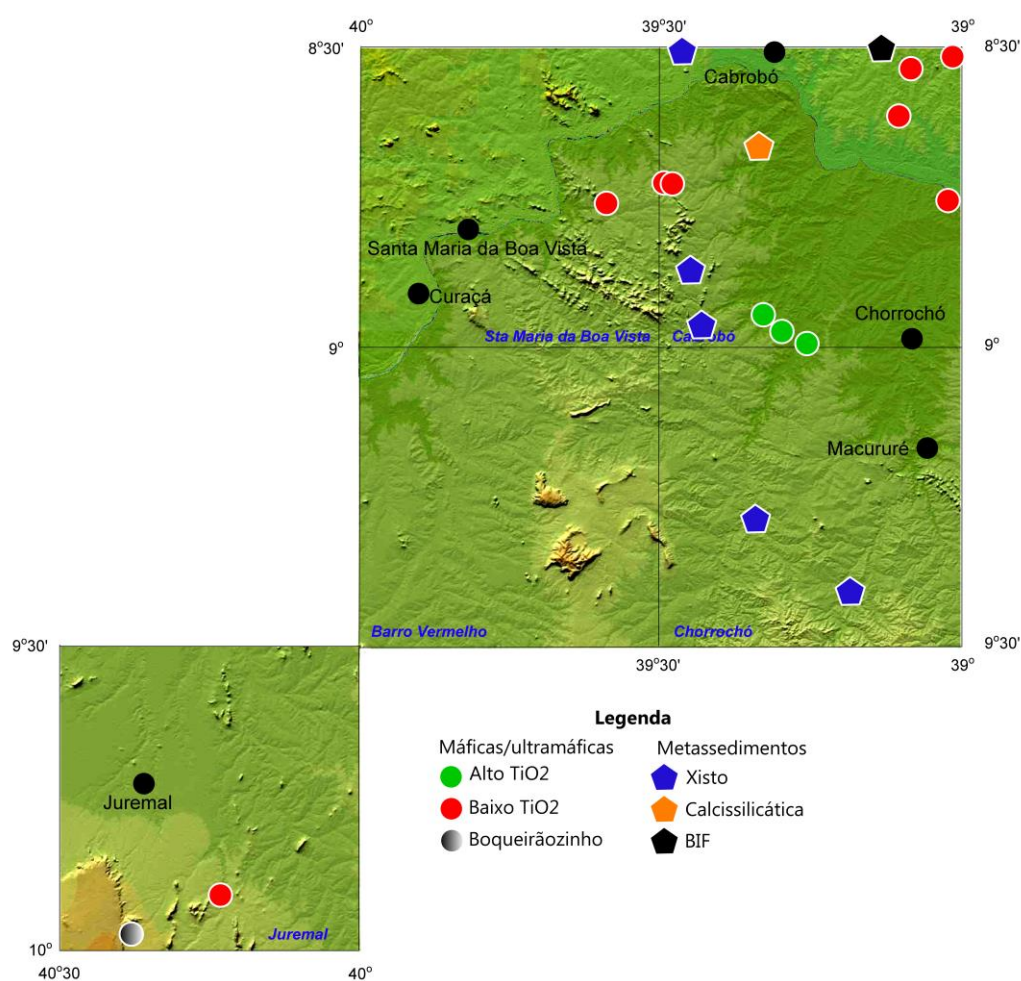


Figura 3.1 – Estações de amostragem. Alguns pontos podem ter mais de uma amostra.

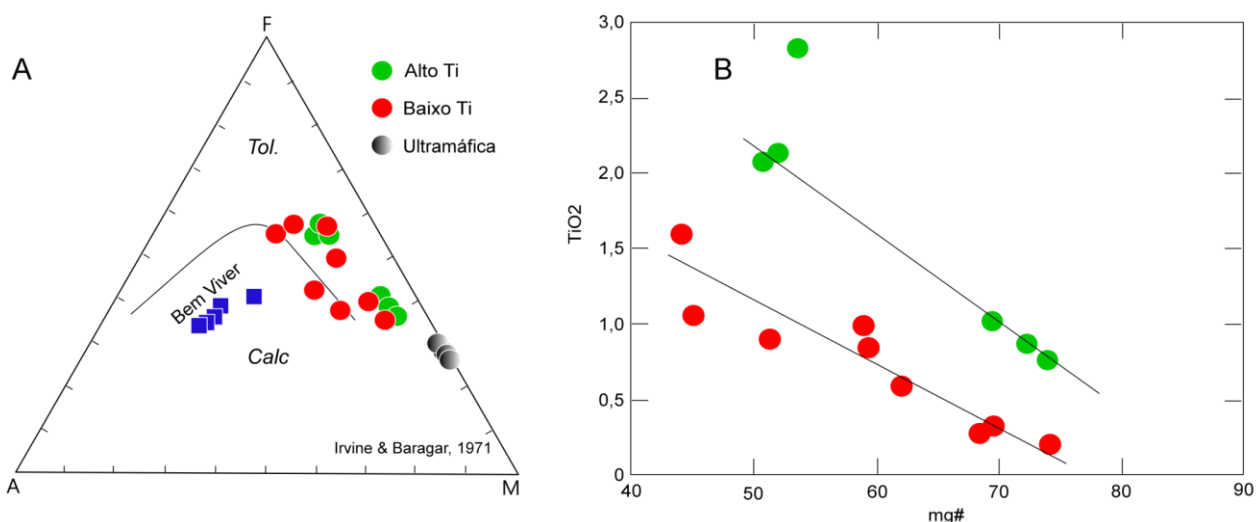
### 3.2 Caracterização geoquímica

As rochas máficas têm filiação toleítica com teores de MgO entre 4 e cerca de 14% e  $mg\# (=100MgO/[FeOt+MgO])$  molar entre 74 e 45, portanto, com grau elevado de diferenciação. Na figura 3.2A, diagrama AFM de Irvine & Baragar, 1971, seu posicionamento é claramente toleítico. No mesmo diagrama também estão lançadas as amostras do Pluton Bem Viver, pois algumas amostras de



rochas máficas foram coletadas dentro dele, o que levou a suspeita de que poderiam ser os componentes menos diferenciados (ou cumuláticos) do mesmo magmatismo. A evolução calcioalcalina de Bem Viver mostra que é muito pouco provável que algumas das rochas toleíticas possam ser componentes menos diferenciados de sua evolução.

A variação dos conteúdos de vários elementos, particularmente de HFSE, pode ser sintetizada a partir dos teores de  $TiO_2$ . Dois conjuntos de amostras se alinham ao longo de dois trends paralelos em um diagrama de  $TiO_2$  em função de  $mg\#$  (figura 3.2B): um com altos teores de  $TiO_2$  em relação ao outro, com teores mais baixos. As amostras com os teores altos foram coletadas em enclaves do pluton Bem Viver ou em suas imediações, ao passo que as de baixo  $TiO_2$  se distribuem ao longo dos complexos metassedimentares, sem um local preferencial (figura 3.1).



**Figura 3.2** – A: diagrama AFM; B: diagrama  $mg\#$  -  $TiO_2$  exibindo os trends de alto e baixo Ti.

Assim, as amostras definem pelo menos dois magmatismos básicos distintos na área do projeto. Um caracterizado pela elevação nos teores de  $TiO_2$ , aqui informalmente chamado de magmatismo de **alto Ti** e outro com teores mais baixos denominados de **baixo Ti**.  $SiO_2$ ,  $Al_2O_3$  e  $Na_2O$  também têm conteúdos distintos nos dois grupos. As inúmeras diferenças entre os grupos podem ser vistas na tabela 3.1, onde as amostras estão separadas entre as de alto e de baixo Ti. Um destaque deve ser dado para três amostras de baixo Ti que contem entre 18 e 20% de  $Al_2O_3$ , mostrando seu enriquecimento em plagioclásio em relação às demais, e o valor excepcionalmente alto de  $P_2O_5$  na amostra BF-078B, 2,26% do óxido, cujo teor de  $TiO_2$  também é o mais elevado entre todas as análises (2,85%).

Os elementos traços exibem diferenças bem mais nítidas que os elementos maiores e mostram que realmente estão presentes dois magmatismos distintos na área. Tais diferenças podem ser vistas nos diagramas multielementares e de ETR na figura 3.3.

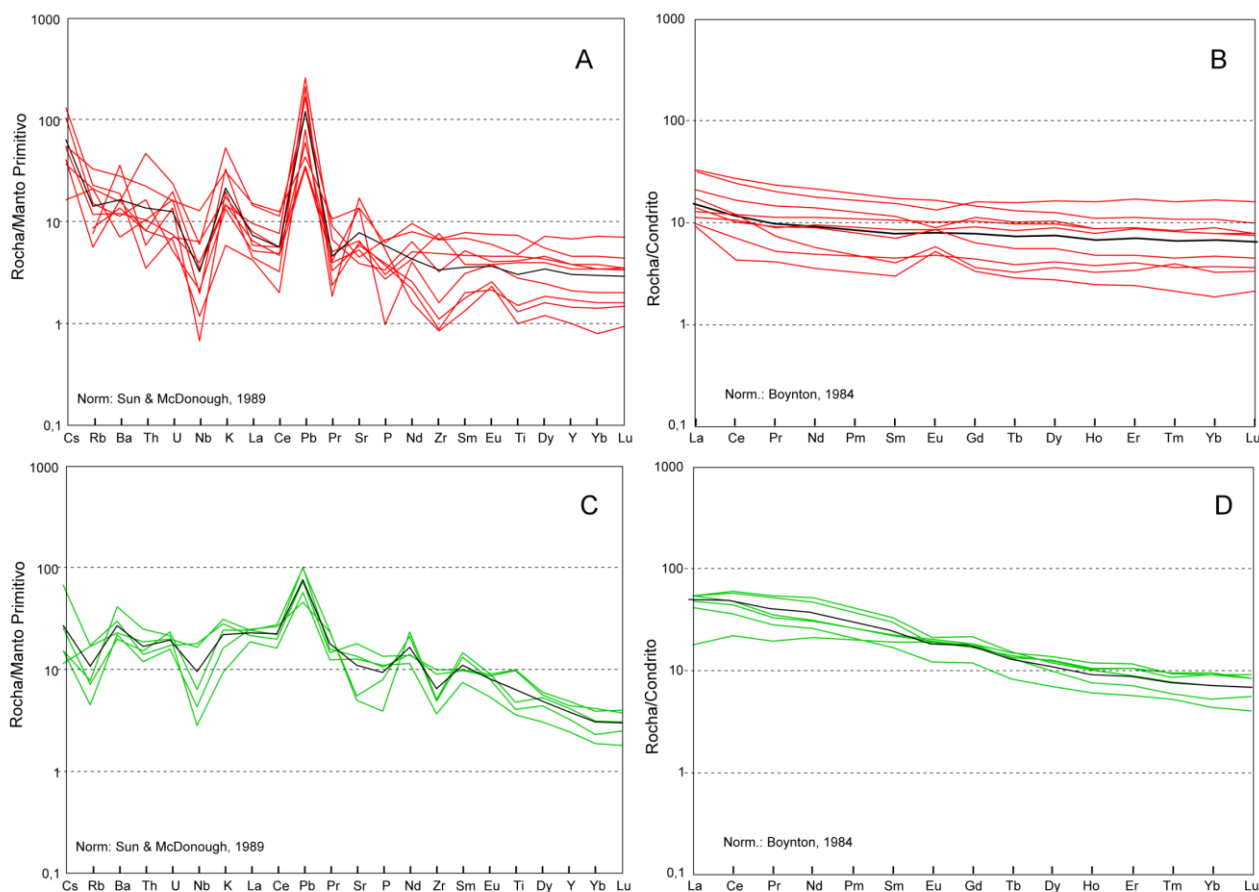
Um fato importante observado no diagrama multielementar das amostras de baixo Ti (figura 3A) é a desarmonia entre os teores. Assim os espectros ficam muito irregulares e suas características ficam ofuscadas. O espectro médio também lançado junto com os das amostras, mostra um padrão muito empobrecido em HFSE, no lado direito do gráfico, enquanto no lado esquerdo onde se situam os elementos mais incompatíveis, mas também os mais móveis o espectro está enriquecido, especialmente em K, U e Pb. Espectros horizontalizados no lado direito realçam a pobreza de HFSE e remetem sua origem para um manto metassomatizado presente em zonas de margens de placas ativas.

Os espectros de ETR das amostras de baixo Ti se mostram menos desarmonicos, porém com acentuada variação de teores, que oscilam entre 5 e 20 x condrito aproximadamente (figura 3.3B). Como visto com o  $Al_2O_3$ , enriquecido em algumas amostras, mostrando um tipo litológico distinto dos demais, assim também os espectros de conteúdo muito variado pode estar indicando que o conjunto representa mais de um tipo magmático, talvez alguma fácies diferente das demais, inclusive uma com anomalia positiva de Eu, evidência de acumulação de feldspato em algumas amostras. Os espectros empobrecidos e horizontalizados sugerem origem em manto metasomatizado.

Ao contrário do conjunto anterior as amostras de alto Ti mostram variações de conteúdos bem mais coerentes entre as várias amostras, o que resulta em espectros regulares e harmônicos (figura 3.3C). Este tipo de espectro é mais característico de rochas de ambientes pós-colisionais ou até anorogênicos, onde a influência de manto metassomatizado foi pouco relevante, se é que ocorreu.

Os espectros de ETR são enriquecidos em elementos leves, com anomalias de Eu muito suaves (figura 3.3D). Normalmente as rochas toleíticas continentais exibem este tipo de espectros caracterizados pela contaminação crustal que acaba por enriquecer os conteúdos de ETR leves.

A amostra BF-078B foi retirada dos diagramas porque seus conteúdos se mostraram muito elevados em vários elementos, como Zr, Y, La, Ce, entre outros, muito destoante das demais.



**Figura 3.3** – A: diagrama multielementar, baixo Ti; B: diagrama de elementos Terras Raras, baixo Ti; C: diagrama multielementar, alto Ti; D: diagrama de Elementos Terras Raras, alto Ti.

### 3.3 Origem

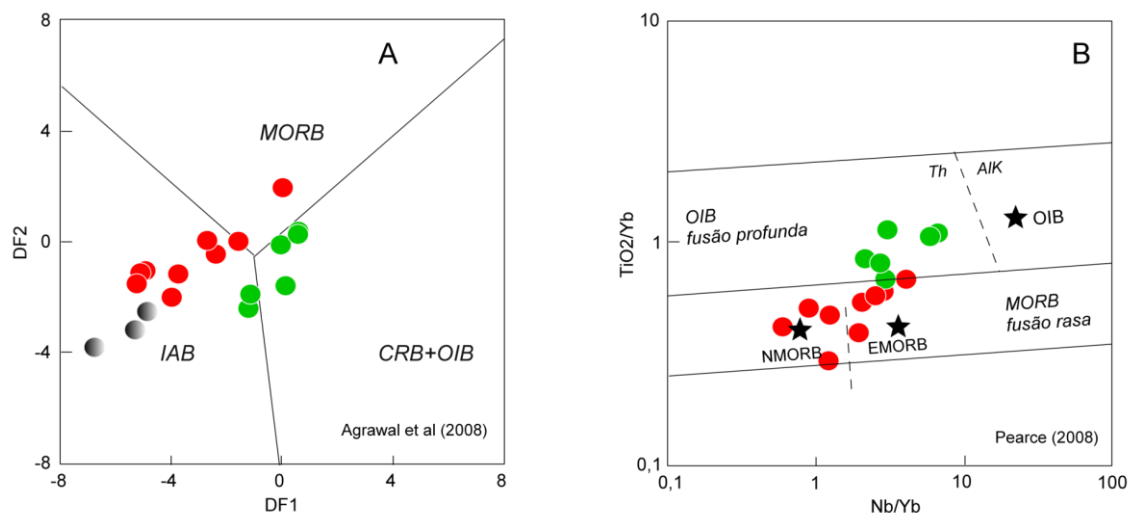
Várias evidências, mostradas acima, apontam para dois magmatismos na área. Um toleítico com características de arco magmático que ocorre associado aos vários complexos metamórficos mapeados na área e outro toleítico com evidências de contaminação crustal nos ETR. Vários autores tem citado a presença de arco magmáticos nas faixas dobradas entre a Província Borborema e o craton do São Francisco. Como, por exemplo, Van Schmuz et al (2014), que citam remanescentes de arco na faixa Central da Província e colagem de fragmentos diversos a sul desta faixa na interface entre Borborema e Craton do São Francisco. Verma & Oliveira (2015) através de estudos geoquímicos com gráficos discriminantes, concluíram que varias unidade máficas/ultramáficas da Província Borborema se originaram em arco de ilha e até fundo oceânico. Como representantes dos produtos de arco, citam Brejo Seco e Monte Orebe na faixa Riacho do Pontal a oeste da área ora estudada.

Para tentar definir a gênese das rochas máficas da área de uma forma mais segura, pois como foi visto acima, alguns elementos maiores são muito móveis, foi utilizado o procedimento gráfico

desenvolvido por Agrawal et al (2008) mediante o uso dos conteúdos de La, Sm Yb, Nb e Th, que são considerados pouco móveis na maioria das situações naturais. Através de funções discriminantes os autores desenvolveram quatro diagramas para individualizar ambientes de ilhas oceânicas, cadeias oceânicas, arco de ilhas e rifts continentais. O mais significativo dos quatro diagramas está mostrado na figura 3.4A. As amostras de baixo Ti se definem no campo de arco de ilhas. Na verdade o diagrama discrimina magmatismo de arco magmático, seja ele em arco de ilhas, ou de margem ativa e magmatismo intraplaca. No mesmo diagrama as amostras de alto Ti se posicionam no campo característico das ilhas oceânicas e riftes continentais, ou seja, este magmatismo tem características continentais (intraplaca) com possível influência de uma pluma mantélica em sua gênese.

Para complementar o que foi visto até aqui, o diagrama com as razões Nb/Yb e  $TiO_2/Yb$  (figura 3.4B) sugere as profundidades de formação dos magmas que deram origem aos dois tipos estudados. O pobre em Ti tem razões compatíveis com fusão rasa, enquanto o de alto Ti se coloca no campo das fusões profundas, o que é bastante coerente com as origens propostas, ou seja, arco de ilha (raso) e magmatismo intraplaca (profundo).

*Resumindo.* O magmatismo básico na área é representado por rochas toleíticas pobres em Ti originadas em arco magmático cujos corpos se distribuem por toda a área do projeto e por rochas toleíticas de alto Ti, continentais amostrado na região de ocorrência do pluton de Bem Viver e como enclaves dentro do próprio pluton.



**Figura 3.4** – A: diagrama discriminante de ambientes tectônicos para rochas máficas e ultramáficas; B: diagrama discriminante de profundidades de fusão de rochas máficas.

### 3.4 Corpo ultramáfico de Boqueirãozinho

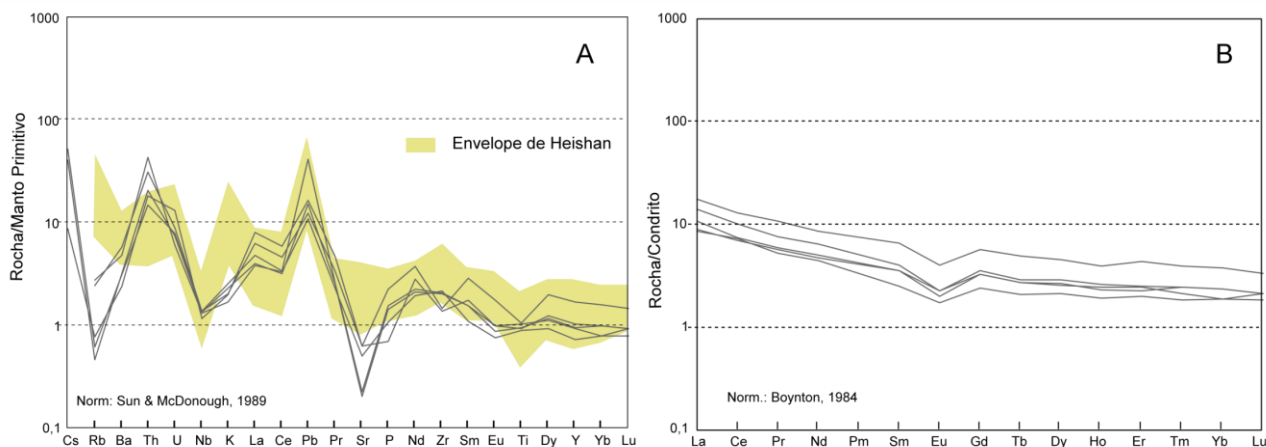
Este afloramento está localizado no sul da folha Juremal (figura 3.1) e é constituído por rochas ultramáficas fortemente alteradas, tanto por metassomatismo como por intemperismo. Apenas cinco amostras foram analisadas de talco serpentinito e serpentinito cujas perdas ao fogo podem atingir cerca de 10% (tabela 3.1). Para a interpretação, os dados estão ajustados para 100% anidro. A quantidade de amostras coletadas e seu estado de conservação não aconselham que se façam deduções muito consistentes a respeito do corpo, portanto as considerações a seguir devem ser encaradas com o devido cuidado.

Apesar do grau de alteração, no diagrama AFM da figura 3.2A as amostras se colocam sobre o eixo FeO-MgO, em função de seus altos teores de MgO, que chegam a mais de 35% em algumas amostras.

Os elementos traços representados nos diagramas multielementares mostram o seguinte. Na figura 3.5A os espectros dos elementos posicionados do lado esquerdo, são bastante enriquecidos se comparados aos do lado direito. As rochas cumuláticas, como as agora consideradas, exibem relação entre os elementos incompatíveis que frequentemente são semelhantes ao que ocorre no líquido que

lhes deu origem. A configuração dos espectros, elevados no lado esquerdo e muito baixos no direito, caracteriza enriquecimento dos LILE com relação aos HFSE localizados na direita. Este tipo de espectro é classicamente associado a rochas originadas em arcos magmáticos.

Na figura 3.4A as amostras de Boqueirãozinho também se posicionam no campo dos produtos de arco de ilhas. Em função destas semelhanças, no diagrama da figura 3.5A está lançado o envelope composicional das rochas ultramáficas de um corpo ultramáfico acamadado da China, Heishan (Xie et al, 2012), muito bem estudado, cuja origem foi atribuída a um magmatismo de margem ativa.



**Figura 3.5** – Rochas ultramáficas de Boqueirãozinho. A: diagrama multielementar; B: diagrama de Elementos Terras Raras.

Inicialmente, existe alguma coerência entre os espectros de Boqueirãozinho e o envelope de Heishan, mas com diferenças importantes nos conteúdos de LILE. Os teores de Rb e K são muito baixos em Boqueirãozinho, o mesmo ocorrendo com os teores de Sr. Este desequilíbrio drástico nos conteúdos deve ser o reflexo de um metassomatismo intenso que mobilizou os elementos e que pode até ser o responsável pelos teores elevados de MgO que, pouco móvel, permaneceu no sistema.

O diagrama de ETR (figura 3.5B) apresenta conteúdos análogos aos observados em Heishan, não mostrados aqui. Todavia exibem anomalias negativas de Eu, também levando a concluir que um importante evento pós-magmático atuou sobre estas amostras.

*Resumindo*, o corpo de Boqueirãozinho tem características sugestivas de uma intrusão acamadada desenvolvida em um arco magmático, porém os conteúdos de elementos mais móveis, como  $K_2O$ ,  $Na_2O$ , Rb, Sr e Eu estão muito baixos em função da atuação de um metassomatismo sobre ele.

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	20	21
Unidade	Bem Viver	Bem Viver	Bem Viver	Bem Viver	Abare	Abare	Rch Seco	Rch Seco	Rch Seco	Abare	Cabrobo	Cabrobo	Cabrobo	L. Redonda	Curaca	Boqueirão.	Boqueirão.	Boqueirão.	Boqueirão.	Boqueirão.
Rocha	Anfibolito	Anfibolito	Anfibolito	Anfibolito	Anfibolito	Anfibolito	Anfibolito	Anfibolito	Anfibolito	Anfibolito	Anfibolito	Anfibolito	Anfibolito	Anfibolito	Gabro	Umaf	Umaf	Umaf	Umaf	Umaf
Grupo	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo					
Amostra	BF-078B	BF-078C	BF-078D	BF-082	BF-182	BF-183	BF-169	BF-171	BF-172	BF-072	BF-102	BF-035	BF-023	LI-023-B	MU-045	MU-011A	MU-011B	MU-011C	MU-011E	MU-011H
SiO2	41,20	50,19	50,90	46,42	57,29	45,08	51,45	47,46	47,99	49,81	48,65	47,73	47,06	49,56	49,73	50,99	53,17	44,67	44,29	52,55
TiO2	2,85	1,02	0,87	2,13	0,76	2,10	0,29	0,91	0,33	0,61	0,87	0,22	1,00	1,05	1,61	0,20	0,21	0,23	0,21	0,23
Al2O3	11,71	8,45	6,76	14,08	7,36	13,47	15,72	14,05	16,64	18,41	14,53	20,49	14,50	13,22	18,91	5,69	3,95	4,30	4,22	4,65
Fe2O3	16,85	11,98	10,44	14,08	8,88	15,09	8,79	15,25	8,91	9,28	12,19	6,06	13,22	15,34	10,91	11,11	11,11	11,77	11,74	11,00
MnO	0,25	0,18	0,19	0,20	0,14	0,21	0,14	0,28	0,16	0,14	0,19	0,11	0,20	0,26	0,16	0,21	0,26	0,15	0,14	0,20
MgO	9,79	13,83	13,75	7,70	12,86	7,80	9,62	8,07	10,18	7,67	8,94	8,64	9,54	6,39	4,32	27,83	26,07	35,19	35,54	24,24
CaO	12,02	11,88	14,86	11,84	10,80	13,37	10,41	11,34	13,71	10,21	11,99	15,31	11,64	10,01	10,51	3,05	4,42	2,19	2,44	6,41
Na2O	1,96	1,45	1,33	2,39	1,20	1,64	2,52	2,10	1,36	3,41	2,13	1,15	2,18	2,40	2,76	0,24	0,28	0,19	0,16	0,30
K2O	1,09	0,73	0,49	0,85	0,28	0,94	0,99	0,44	0,59	0,45	0,41	0,18	0,53	1,59	0,94	0,05	0,06	<0,01	<0,01	0,06
P2O5	2,26	0,08	0,17	0,29	0,24	0,23	<0,01	0,07	<0,01	0,02	0,06	<0,01	0,07	0,14	0,14	0,02	0,02	0,03	0,03	0,05
Cr2O3	0,03	0,19	0,23	0,01	0,19	0,06	0,07	0,02	0,11	<0,01	0,04	0,11	0,07	0,02	0,02	0,60	0,46	1,29	1,24	0,32
PF-orig	1,47	0,83	0,76	0,72	1,39	1,4	1,34	0,58	0,81	0,88	0,76	1,05	0,67	0,54	1,22	5,3	4,1	8,91	9,28	1,68
mg#	53,75	69,77	72,49	52,25	74,34	50,83	68,63	51,41	69,56	62,32	59,46	74,05	59,07	45,44	44,22	83,36	82,43	85,68	85,83	81,51
Cr	132	468	492	63	408	190	204	110	264	21	148	192	177	55	57	776	798	1521	1680	627
Ni	73	433	191	77	203	178	102	66	112	76	122	122	116	74	44	886	818	1784	1777	487
Co	67,5	80,7	54,5	58	53,7	57,1	38,7	56,1	46,3	42,6	53,3	34,5	52,4	51,8	34,7	110,8	101,5	99,6	108,5	78,2
Cu	10,9	335,7	11,8	38,7	28	51,5	2,2	8,3	37,4	77,1	92,9	227,1	51,4	69	64,6	1,8	2,3	1,5	9,5	26,9
Pb	6,2	7,2	3,3	5,2	4,1	7,3	11,9	18,3	14,9	2,4	4,3	5,7	2,5	8,5	3,1	0,8	0,9	1,1	3	1,2
V	290	197	210	337	201	301	127	277	145	126	248	75	282	310	230	96	101	80	77	141
Zn	185	119	84	97	65	94	78	110	91	53	70	25	75	140	77	57	60	83	72	39
Rb	17	4,5	2,8	11	4,9	10,6	13,3	5,5	4,9	7,6	9,6	3,6	14,7	13,5	20,9	1,8	1,6	0,3	0,4	0,5
Cs	0,12	0,2	0,12	0,54	0,12	0,09	0,29	<0,05	<0,05	0,42	0,83	0,32	1,03	0,13	0,44	<0,05	<0,05	0,33	0,42	0,07
Ba	324	139	154	210	290	159	50	95	254	85	79	113	132	111	197	34	41	<5	<5	17
Ga	23,6	15,6	14,1	22	10	17,2	13,7	15,7	12,9	16,6	14,1	15	14,1	16,8	20,1	6,8	5,4	5,5	5,6	4,7
Sr	282,2	104,3	114,3	375,6	267,2	282,8	124,4	82,1	133,9	288,2	113,4	360,7	138,8	95,5	288,6	10,8	13,7	4,4	4,9	13,6
Ta	0,3	0,18	0,1	0,68	0,11	0,64	0,18	0,11	<0,05	0,17	0,16	<0,05	<0,05	0,45	0,49	0,47	0,36	0,22	0,14	0,07
Nb	7,62	4,48	3,06	12,66	1,99	11,83	1,41	2,48	0,49	2,83	1,53	0,85	4,55	4,33	9,12	0,96	1,01	0,98	1,01	0,85
Hf	3,09	2,1	2	3,01	1,33	2,62	0,49	1,19	0,35	0,63	2,18	0,35	1,37	3	2,02	0,81	0,64	0,66	0,59	0,44
Y	33,43	18,46	14,64	22,11	10,88	19,82	6,66	17,61	7,77	9,66	15,85	4,62	17,37	30,92	20,93	3,35	4,79	4,31	4,44	7,8
Zr	92,4	55,8	53,5	111,5	40,1	99,4	12,5	36,6	9,9	18,2	86,3	9,6	54,9	74,4	76,3	24,7	15,8	23,1	23,8	16,6
Th	1,2	1,3	1	1,2	2,1	1,6	0,9	0,7	0,5	0,9	1,4	0,7	0,3	4	1,9	3,8	2,7	1,8	1,3	1,6
U	0,51	0,49	0,33	0,36	0,45	0,42	0,35	0,42	0,29	0,16	0,11	0,14	0,15	0,5	0,34	0,13	0,19	0,16	0,17	0,28
La	32,5	16,8	17	14,9	12,8	16,8	4,1	6,7	3,1	4,5	3,6	2,9	5,5	10	10,4	2,7	4,4	2,8	3,4	5,6
Ce	106,2	48,7	46,7	35,5	29	38,7	10	13,8	5,8	8,4	8,8	3,6	10	20,1	22,4	6	8,3	5,8	6,1	10,7
Pr	14,31	6,65	6,4	4,03	3,41	4,34	0,92	1,83	0,66	1,15	1,11	0,52	1,4	2,53	2,96	0,65	0,95	0,71	0,73	1,33
Nd	70,5	31,4	28,4	18,4	15,5	18,8	3,5	8,6	3	5,5	5,9	2,2	7	11	13,2	2,7	3,9	2,9	3,1	5,2
Sm	15,3	6,5	5,8	4,4	3,3	4,3	0,8	2,3	0,9	1,4	1,7	0,6	2,1	3,1	3,5	0,5	0,8	0,7	0,7	1,3
Eu	3,41	1,54	1,34	1,49	0,89	1,44	0,44	0,68	0,36	0,64	0,65	0,39	0,77	1,01	1,26	0,13	0,17	0,17	0,15	0,3
Gd	12,11	5,57	4,7	4,77	3,05	4,54	0,97	3	1,16	1,68	2,4	0,88	2,77	4,29	3,92	0,63	0,93	0,87	0,87	1,49
Tb	1,43	0,72	0,62	0,71	0,39	0,64	0,16	0,49	0,19	0,27	0,41	0,14	0,47	0,77	0,64	0,1	0,14	0,13	0,13	0,24
Dy	7,73	3,83	3,21	4,4	2,23	4,06	1,19	3,43	1,37	1,82	2,96	0,9	3,2	5,38	4,12	0,7	0,94	0,84	0,87	1,49
Ho	1,28	0,72	0,54	0,85	0,43	0,75	0,24	0,65	0,28	0,35	0,58	0,18	0,64	1,18	0,81	0,14	0,19	0,18	0,17	0,29
Er	3,36	1,87	1,5	2,42	1,19	2,19	0,74	1,94	0,87	1,04	1,87	0,52	1,93	3,66	2,43	0,43	0,53	0,52	0,48	0,93
Tm	0,43	0,25	0,19	0,3	0,17	0,31	0,13	0,28	0,12	0,15	0,27	0,07	0,27	0,53	0,36	0,06	0,08	0,07	0,08	0,13
Yb	2,5	1,5	1,1	1,9	0,9	2	0,7	1,9	0,8	1	1,7	0,4	1,7	3,6	2,3	0,4	0,5	0,4	0,5	0,8
Lu	0,33	0,22	0,18	0,29	0,13	0,27	0,11	0,26	0,12	0,15	0,26	0,07	0,25	0,53	0,33	0,06	0,07	0,07	0,07	0,11
Be	1,9	1,4	1,5	1	0,9	1	1,2	1	0,6	0,9	0,4	0,3	0,4	0,7	0,5	0,2	0,3	0,2	0,3	0,3
Li	14	5	14	6	7	5	11	6	12	17	24	9	43	14	15	2	4	4	4	8
Mo	0,41	0,52	0,21	0,51	0,52	0,9	0,17	0,58	0,42	0,18	0,39	0,37	0,52	1,21	0,7	0,27	0,21	0,13	0,12	0,18
Sn	3,3	1,3	1,8	1	0,7	0,9	0,7	1	<0,3	0,6	<0,3	0,9	0,5	2,1	0,6	1	1,1	0,6	0,5	0,3
W	0,7	0,3	0,2	1,7	0,6	0,4	0,2	1,8	0,1	0,2	1,1	0,4	1,1	1,9	0,4	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Au															<5	<5	127	<5	<5	<5
Pt															<5	<5	<5	<5	<5	<5
Pa															<5	25	23	<5	9	20

Tabela 3.1 - Dados químicos das rochas máficas e dos metassedimentares

N	22	25	19	23	24	26	27	28	29
Unidade	Cabrobo	Cabrobo	Rch. seco	Rch. seco	Rseco	Macurure	Macurure	Abare	Cabrobo
Rocha	Xisto-gd	Xisto-gd	Xisto-bt	Xisto-gd	Xisto-gd	Xisto	Xisto	Calciss	BIF
Grupo									
Amostra	BF-062	BF-162	BF-066	BF-067	BF-198B	IA-019	IA-063	BF-179	BF-041
SiO2	63,57	61,74	71,88	67,95	65,35	62,25	70,75	43,62	49,74
TiO2	1,13	0,90	0,37	1,04	0,77	1,08	0,26	2,62	0,50
Al2O3	16,40	16,50	14,40	13,90	15,51	21,66	15,61	14,98	3,86
Fe2O3	7,73	8,54	2,63	7,42	7,51	7,87	2,14	15,28	11,37
MnO	0,10	0,14	0,02	0,12	0,13	0,08	0,03	0,20	0,20
MgO	2,87	3,90	0,38	2,52	3,70	1,68	0,44	5,44	20,23
CaO	2,25	1,81	0,83	1,63	1,67	0,16	1,29	14,88	13,24
Na2O	1,89	2,37	3,05	2,47	2,48	0,88	4,82	1,86	0,48
K2O	3,91	3,88	6,37	2,74	2,69	4,22	4,54	0,92	0,18
P2O5	0,11	0,20	0,08	0,19	0,20	0,10	0,12	0,16	0,05
Cr2O3	0,02	0,01	<0,01	0,02	0,01	0,02	<0,01	0,04	0,17
PF-orig	1,6	1,29	0,45	0,91	1,48	4,06	0,69	0,74	2,86
mg#									
Cr	57	58	4	59	51	56	80	120	333
Ni	44	59	6	43	51	57	5	148	433
Co	21,7	23,4	2,5	21,3	20,1	20	2,6	60,6	67,4
Cu	49,9	14,8	7,2	16,2	29,9	35,4	4,8	47	197,9
Pb	14,7	13,8	30,4	18,9	14,9	18,9	39	6,7	2,7
V	129	140	20	97	117	151	16	237	125
Zn	112	118	68	100	87	99	53	108	65
Rb	106,9	107,5	241,8	84,2	69,1	179,2	146,2	4,8	1,6
Cs	3,96	4,97	4,05	4,49	12,33	4,3	3,11	<0,05	0,06
Ba	733	658	1466	652	495	767	1048	173	93
Ga	18	17,7	21,6	14,9	16,3	32,6	26,2	16	6,6
Sr	130,4	151,7	708,3	102,7	164,5	181,3	660,4	406,4	76,4
Ta	0,89	0,46	0,42	0,77	0,41	1,64	<0,05	0,31	<0,05
Nb	12,42	7,08	8,69	12,22	6,88	23,24	4,01	5,02	2,16
Hf	8,49	3,65	7,26	5,63	3,51	6,33	3,01	2,31	1,05
Y	17,54	24,37	5,59	25,21	25,8	23,38	2,6	20,03	19,02
Zr	320,4	137	274,7	214	128,9	232	126,2	80,3	34,8
Th	11,3	6,1	69,6	9,2	5,4	23,6	8,9	0,3	0,9
U	2,44	2,28	4,53	1,81	1,43	4,12	4,16	0,14	0,36
La	33,1	21,1	33,8	15,5	19,3	20,8	21	5,6	26,1
Ce	80,2	50,9	82,7	58,9	45,6	61,8	43,1	17,8	26,7
Pr	7,86	5,37	6,02	3,92	4,93	5,4	4,74	2,39	4,62
Nd	29,8	22,4	19,2	15,4	20,7	19,8	18,5	12,8	20
Sm	5,7	4,8	3,7	3,5	4,4	4,1	3,3	3,7	4
Eu	1,05	1	0,84	0,94	0,97	0,87	0,81	1,41	0,94
Gd	4,96	4,66	2,62	3,82	4,63	3,78	2,01	4,37	4,22
Tb	0,69	0,66	0,31	0,66	0,71	0,68	0,19	0,66	0,58
Dy	3,74	4,39	1,33	4,49	4,65	4,44	0,75	3,99	3,5
Ho	0,64	0,85	0,18	0,89	0,93	0,87	0,09	0,74	0,68
Er	1,89	2,69	0,45	2,83	2,89	2,94	0,22	2,21	1,95
Tm	0,27	0,38	0,07	0,41	0,41	0,45	<0,05	0,28	0,26
Yb	1,8	2,5	0,3	2,7	2,7	3,2	0,2	1,9	1,5
Lu	0,29	0,4	<0,05	0,39	0,4	0,48	<0,05	0,27	0,22
Be	1,9	1,5	4,1	2	1,9	5,5	4,9	0,7	0,9
Li	34	74	29	44	43	40	26	10	3
Mo	0,44	0,54	0,32	0,28	0,57	1,82	0,49	0,77	0,5
Sn	2,6	2,1	2,6	1,5	1,3	4,6	1,3	0,6	0,4
W	0,9	0,7	0,4	1	0,4	1,9	0,3	1,3	0,7
Au									
Pt									
Pa									

Tabela 3.1 - Dados químicos das rochas máf. e dos metassedim.

## 4 – Rochas metassedimentares

### 4.1 Introdução

Nove amostras de rochas metassedimentares pertencentes aos complexos Cabrobó, Riacho Seco, Macururé e Abaré foram analisadas e seus resultados estão na tabela 3.1. Apenas as amostras de xisto serão tratadas. Os locais amostrados, como são poucos, estão lançados na figura 3.1 juntamente com os pontos de amostragem das rochas máficas e ultramáficas.

### 4.2 Caracterização geoquímica

Embora provenientes de unidades geológicas diferentes, as composições químicas das amostras pouco diferem entre si, conforme se verifica na tabela 3.1, tanto em relação aos elementos maiores quanto traços. Os protólitos prováveis tinham composições de argilitos, conforme sugere o diagrama (figura 4.1A) com razões  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{Fe}_2\text{O}_3/\text{K}_2\text{O}$  de Herron (1988).

As amostras BF-066 e IA-063 destoam das demais por suas razões  $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{K}_2\text{O}$  muito baixas. Os teores de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  e  $\text{MgO}$  dessas amostras são menores que os das demais, enquanto  $\text{Na}_2\text{O}$  e  $\text{K}_2\text{O}$  são mais elevados (tabela 3.1). Plotam praticamente sobre a linha que delimita os campos da graucava e do arcósio do diagrama.

Os elementos traços têm conteúdos similares em quase todas as amostras e os espectros de ETR (figura 4.1B) são análogos aos de argilitos usados como referências mundiais lançados no mesmo diagrama: os valores de PAAS (Post Archaean average Australian Shale) (Taylor & McLennan, 1985) e de NASC (North American Shale Composite) (Gromet et al, 1984).

Contudo os espectros das amostras BF-066 e IA-063 divergem dos demais, devido a forte queda nos teores de ETR pesados. Como grauvacas e arcósios são rochas com grandes proporções de restos líticos, estas rochas podem conter proporções importantes de fragmentos de rochas originalmente empobrecidas em ETR pesadas e mais ricas em feldspatos.

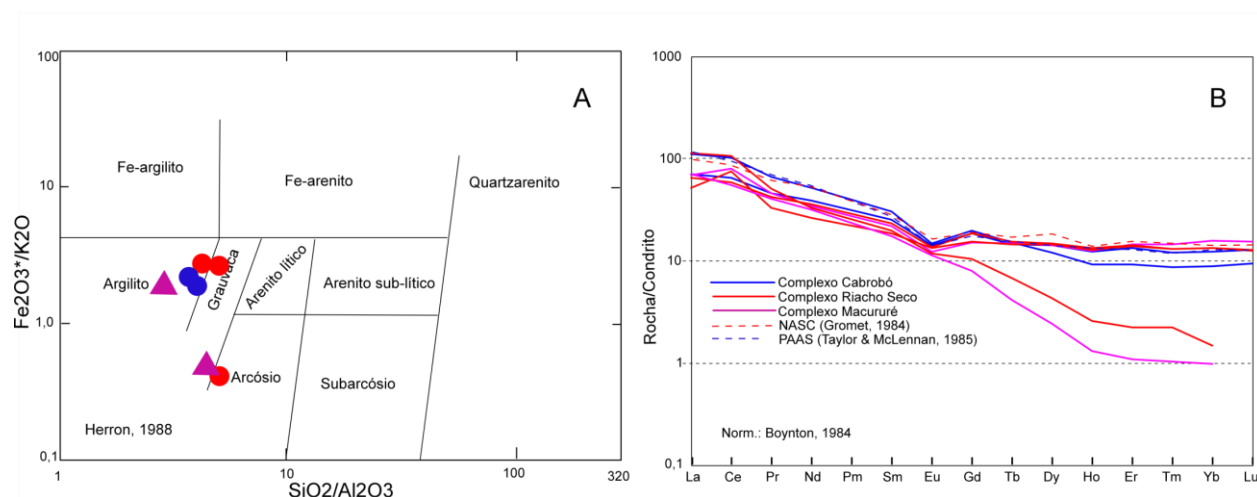


Figura 4.1 – A: diagrama de razões de elementos maiores; B: espectros de ETR.

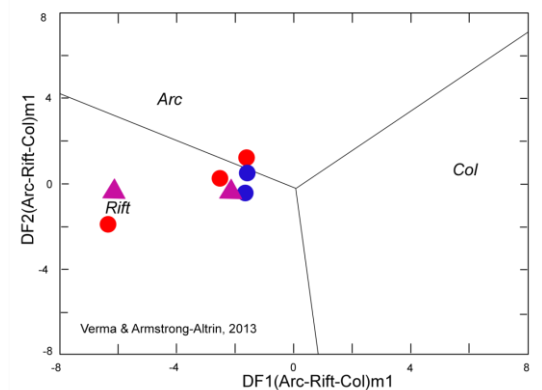
### 4.3 Origem

Durante as décadas de 80 e 90 vários trabalhos surgiram com o objetivo de estudar e definir quimicamente a origem de rochas sedimentares (Bathia & Crook, 1986; Roser & Korsch, 1986, entre outros). Mas eles falhavam porque seus diagramas discriminavam apenas sedimentos relacionados com ambientes de margens continentais ativas ou passivas e arcos de ilhas. Contudo, outros ambientes como de rifts e colisionais não eram discriminados. Assim todos os sedimentos acabavam sendo

caracterizados como de margem continental ou arco de ilhas. Utilizando tais diagramas de Roser & Korsch, 1986, não mostrados aqui, as amostras ora estudadas ficavam caracterizadas como de arco de ilhas ou o material que as compunham eram provenientes deste ambiente, porém esta classificação poderia ser completamente equivocada.

Verma & Armstrong-Altrin (2003) apresentaram um tratamento gráfico mediante o uso de 10 óxidos de elementos maiores nos quais é possível discriminar os ambientes de arco vulcânico, rift e colisional. Este procedimento parece ser mais coerente e passível de dar resultados mais realistas. Segundo ele os xistos estudados estariam relacionados a um ambiente de rift (figura 4.2), mas muito próximos aos valores de arco. Assim as bacias amostradas podem ser consideradas de rift, ou intracontinentais, ou alternativamente, foram abastecidas por material proveniente desses ambientes, inclusive de arco magmático.

O estudo feito foi bastante preliminar e com o intuito de contribuir de alguma forma com a geologia local, a qual deverá verificar a coerência das conclusões.



**Figura 4.2** – Diagrama de Verma & Armstrong-Altrin, 2013.



## 5 – Referências

- AGRAWAL, S.; GUEVARA, MIRNA; VERMA, S. P. Tectonic Discrimination of Basic and Ultrabasic Volcanic Rocks through Log-Transformed Ratios of Immobile Trace Elements. *International Geology Review*, 50, p. 1057–1079. 2008.
- ANTUNES, I.M.H.R.; NEIVA, A.M.R.; SILVA, M.M.V.G.; CORFU, F. Geochemistry of S-type granitic rocks from the reversely zoned Castelo Branco pluton (central Portugal). *Lithos*, 103, p. 445–465. 2008.
- BARKER, F. & ART, J.G. Generation of trondhjemitic-tonalitic liquids and Archaean bimodal trondhjemite-basalt suites. *Geology*, 4, p. 596-600, 1976
- BHATIA, M. R. & CROOK, K. A. W. Trace element characteristics of graywackes and tectonic discrimination of sedimentar basins. *Contr. Mineral. Petrol.* 92, p. 181-193. 1986.
- BOYNTON, W. V. Geochemistry of rare earth elements: meteorite studies. In: Henderson P. (ed.) *Rare earth element geochemistry*. Elsevier. p. 63-114. 1984.
- BRITO, M. F. & MARINHO, M. S. Geologia e Recursos Minerais da Folha Salgueiro. SC-24-V-B-III. Escala 1:100.000. Programa Geologia do Brasil. CPRM. 2017
- BUENO, J. F. *Geoquímica e geocronologia de alojamento de granitos colisionais na faixa sergipana, nordeste do Brasil..* Tese de doutorado, 126 p. IG-UEC. 2008
- CRUZ, R. F.; PIMENTEL, M. M.; ACCIOLY, A. C. A.; RODRIGUES, J. B. Geological and isotopic characteristics of granites from the Western Pernambuco-Alagoas Domain: implications for the crustal evolution of the Neoproterozoic Borborema Province. *Brazilian Journal of Geology*, 44, p. 627-652. 2014
- CRUZ, S. C. P.; PEUCAT, J-J; TEIXEIRA, L. et al The Caraguataí syenitic suite, a ca. 2.7 Ga-old alkaline magmatism (petrology, geochemistry and UePb zircon ages). Southern Gavião block (São Francisco Craton), Brazil. *Journal of South American Earth Sciences* 37, 95-112. 2012.
- FROST, B. R.; BARNES, C.J.; COLLINS, W. J.; ARCULUS, R. J.; ELLIS, D. J.; FROST, C. D. A geochemical classification for Granitic Rocks. *Journal of Petrology*, 42. p. 2033-2048, 2001
- GROMET, L. P.; DYMEC, R. F.; HASKIN, L. A.; KOROTEV, R. L. The “North American Shale Composite”: its compilation, major and trace elemento características. *Geochem, Cosmochim. Acta.* 48, p. 2469-2482. 1984.
- GUIMARÃES, J. T.; SANTOS, R. A.; MELO, R. C.(Org.) Geologia da Chapada Diamantina Ocidental (Projeto Ibitiara-Rio de Contas). Série Arquivos Abertos 31. CBPM/CPRM. 2008.
- HERRON, M. M. Geochemical classification of terrigenous sands and shales from core or log data. *J. Sed. Petrolol.* 58, p. 820-829. 1988.
- HUANG, L-. C. & JIANG, S-. Y. Highly fractionated S-type granites from the giant Dahutang tungsten deposit in Jiangnan Orogen, Southeast China: geochronology, petrogenesis and their relationship with W-mineralization. *Lithos*, 203-203, p. 207-226. 2014
- IRVINE, T. N. & BARAGAR, W. R. A. A Guide to the Chemical Classification of the Common Volcanic Rocks. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 8, p.:523-548. 1971.

- MARTINS, A. M.; OLIVEIRA, R. C.; ELESBÃO FILHO, B. et al. Projeto Brumado Condeúba, 1:100.000. No prelo.
- OLIVEIRA, E. P.; WINDLEY, B. F.; ARAÚJO, M. N. C. The neoproterozoic Sergipano orogenic belt, NE Brazil: a complete tectonic cycle in western Gondwana. *Precambrian Research*, 181, p.64-84. 2010
- PAES, V. J. C.; SANTOS, L. D.; TEDESCHI, M. F. Projeto Avaliação do Potencial do Lítio no Brasil - Área do Médio Rio Jequitinhonha, Nordeste de Minas Gerais. CPRM. 2015
- PATIÑO DOUCE, A. E. Generation of metaluminous A-type granites by low-pressure melting of calc-alkaline granitoids. *Geology*, 25. p. 743-746. 1997.
- 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*, 100, p. 14-48. 2008.
- ROSER, B. P. & KORSCH, R. J. Determination of tectonic setting of sandstone-mudstone suites using SiO<sub>2</sub> content and K<sub>2</sub>O/Na<sub>2</sub>O ratio. *Journal of Geology*, 94, p. 635-650. 1986
- SANTOS, R. A. dos; MENEZES FILHO, N. R. de; SOUZA, J. D. de (Org) Carira, folha Sc.24-Z-A-III, Escala 1:100.000, texto explicativo. PLGB. DNPM/CPRM. 1988.
- 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.* 42. p. 315-345. 1989.
- TAYLOR, S. R. & MCLENNAN, S. M. The continental crust: its composition and evolution. Blackwell, Oxford. 1985.
- TEIXEIRA, L.R. Projeto Ibitiara-Rio de Contas. Relatório Temático de Litogeoquímica. CPRM. 2005.
- TEIXEIRA, L.R. Projeto Brumado-Condeúba. Relatório Temático de Litogeoquímica. CPRM. 2012
- TEIXEIRA, L.R. Projeto Médio São Francisco. Relatório Temático de Litogeoquímica. CPRM. 2013.
- TEIXEIRA, L. R. Mapa Geológico e de Recursos Minerais do Estado de Sergipe. 1:250.000. CPRM/CODISE. 2014
- TEIXEIRA, L.R. Projeto Uauá-Monte Santo. Relatório Temático de Litogeoquímica. CPRM. 2015.
- TEIXEIRA, L.R. Projeto ARIM Serra de Jacobina. Relatório Temático de Litogeoquímica. CPRM. 2017.
- VAN SCHMUZ, W. R.; KOZUK, M.; BRITO NEVES, B. B. Precambrian history of the Zona Transversal of the Borborema Province, NE Brazil: Insights from Sm–Nd and U–Pb geochronology. *Journal of South American Earth Sciences*, 31, p. 227-252. 2011.
- VERMA, S. K. & OLIVEIRA, E. P. Tectonic setting of basic igneous and metaigneous rocks of Borborema Province, Brazil using multi-dimensional geochemical discrimination diagrams. *Journal of South American Earth Sciences*, 58 309-317. 2015
- VERMA, S. P. & ARMSTRONG-ALTRIN, J. S. New multi-dimensional diagrams for tectonic discrimination of siliciclastic sediments and their application to Precambrian basins. *Chemical Geology*, 355, p. 117–133. 2013.
- XIE, W; SONG, X-Y.; DENG, Y-F.; WANG, Y-S.; BA, D-H.; ZHENG, W-Q.; LI, X-B. Geochemistry and petrogenetic implications of a Late Devonian mafic–ultramafic intrusion at the southern margin of the Central Asian Orogenic Belt. *Lithos*, 144-145, p. 209-230. 2012.



## Relação de amostras

N	ID	ID LAB	LONGITUDE	LATITUDE	ROCHA
1	BF-006	HHI-349	-39,24758833	-8,53736167	Biotita meta-granito
2	BF-022	HHH-650	-39,01312333	-8,50411333	Biotita meta-granito
3	BF-023	HHH-651	-39,01319000	-8,50918500	Anfibolito fino a médio
4	BF-027	HHH-653	-39,00254000	-8,58242333	Biotita meta-granito
5	BF-034	HHH-657	-39,10509333	-8,60969500	Biotita meta-granito
6	BF-035	HHH-658	-39,09998333	-8,61227000	piroxênio-hornblenda gnaiss
7	BF-041	HHH-661	-39,12958667	-8,50332000	magnetita-grunerita (Fm Ferrífera )
8	BF-053	HHH-667	-39,23710000	-8,71173667	Biotita-quartzo-diorito
9	BF-055	HHH-668	-39,18952833	-8,72659000	Biotita-quartzo-diorito
10	BF-056	HHH-669	-39,16526000	-8,72371000	Biotita-quartzo-feldspato gnaiss
11	BF-062	HHI-351	-39,46521300	-8,50631800	Pl-granada-ms-qz-bt xisto
12	BF-066	HHI-352	-39,45068700	-8,86572300	bt-granitoide foliado
13	BF-067	HHI-353	-39,45780300	-8,86621200	Granada-mica-xisto
14	BF-072	HHI-354	-39,03163167	-8,75090333	Anfibolito (protólito gabro)
15	BF-075	HHI-355	-39,20523833	-8,97452500	hornblenda-biotita quartzo-monzodiorito
16	BF-076	HHI-356	-39,21469333	-8,98805167	hornblenda-biotita quartzo-diorito
17	BF-078A	HHI-357	-39,25915500	-8,99542333	hornblenda-biotita diorito
18	BF-078B	HHI-358	-39,25915500	-8,99542333	hornblenda meta-diorito
19	BF-078C	HHI-359	-39,25915500	-8,99542333	Piroxênio-hornblendito
20	BF-078D	HHI-360	-39,25915500	-8,99542333	Hornblenda piroxenito (predomina cpx)
21	BF-079A	HHI-361	-39,27444333	-8,99187333	Bioita-diorito
22	BF-081	HHI-362	-39,28981333	-8,97912667	Bioita-diorito
23	BF-082	HHI-363	-39,30492000	-8,96805200	hornblenda meta-diorito
24	BF-087	HHI-364	-39,27284717	-8,81280167	hornblenda-biotita diorito
25	BF-097	HHI-365	-39,25955550	-8,76264667	Biotita-granodiorito/granito
26	BF-101	HHI-366	-39,07832000	-8,53924833	Biotita meta-granito
27	BF-102	HHI-367	-39,07969000	-8,52902167	Anfibolito médio
28	BF-137	HHI-372	-39,21705667	-8,52108000	Biotita meta-granito com traços de muscovita
29	BF-138	HHI-373	-39,24429667	-8,53373833	Biotita meta-granito com traços de muscovita
30	BF-141	HHI-374	-39,25419833	-8,52016833	Biotita meta-granito com traços de muscovita
31	BF-162	HHI-377	-39,33497200	-8,66473200	granada-mica-xisto
32	BF-169	HHI-378	-39,49700333	-8,71626833	qzo-plagioclasio-hornblenda-gnaiss
33	BF-171	HHI-379	-39,49115167	-8,72039000	Piroxênio-anfibólio metagabronorito
34	BF-172	HHI-380	-39,48380500	-8,72067833	Piroxênio-anfibólio metagabronorito
35	BF-179	HHI-381	-39,31972833	-8,93257667	epidoto anfibolito
36	BF-181	HHI-382	-39,32402000	-8,93761300	Biotita-quartzo-feldspato gnaiss
37	BF-182	HHI-383	-39,32797500	-8,94291500	Hornblenda metadiorito
38	BF-183	HHI-384	-39,33296667	-8,94379833	epidoto anfibolito
39	BF-198B	HHI-390	-39,43314500	-8,95628500	granada- biotita-muscovita-xisto
40	BF-205	HHJ-669	-39,18822200	-8,80138000	Quartzo-monzodiorito
41	IA-005	HHH-695	-39,04662267	-9,10488198	granito
42	IA-006	HHH-696	-39,03817456	-9,07934881	diorito
43	IA-007	HHH-697	-39,03367714	-9,05776775	granito
44	IA-007A	HHH-698	-39,03367714	-9,05776775	granito
45	IA-019	HHH-706	-39,33770891	-9,29097983	Xisto
46	IA-027	HHH-910	-39,09459500	-9,36847167	Granodiorito
47	IA-051	HHH-925	-39,07917833	-9,01067000	Granito
48	IA-052	HHH-926	-39,08445000	-9,00318667	Monzogranito
49	IA-053A	HHH-927	-39,07641500	-9,36092167	Granito
50	IA-062	HHH-934	-39,09925667	-9,39695833	Granito
51	IA-063	HHH-935	-39,18772833	-9,40988333	Xisto
52	LI-023-B	HHH-677	-39,59266706	-8,75358765	anfibolito deformado
53	LI-042	HHJ-714	-39,54502689	-8,80923953	Solo
54	LI-051E	HHJ-715	-39,61207683	-8,86383859	Gossan
55	LI-051F	HHJ-716	-39,61207683	-8,86383859	Gossan
56	LI-104B	HHJ-718	-39,50540713	-8,61838436	Quartzo
57	LI-105A	HHJ-719	-39,60083632	-8,60822533	Gnaiss Granítico
58	LI-105B	HHJ-720	-39,60083632	-8,60822533	Gnaiss Granítico
59	LI-105C	HHJ-721	-39,60083632	-8,60822533	Gnaiss Granítico
60	LI-105D	HHJ-722	-39,60083632	-8,60822533	Gnaiss Granítico
61	LI-115A	HHJ-723	-39,83755331	-8,79586807	Gnaiss Granodiorítico
62	LI-115B	HHJ-724	-39,83755331	-8,79586807	Gnaiss Granodiorítico
63	LI-115C	HHJ-725	-39,83755331	-8,79586807	Gnaiss Granodiorítico

<b>N</b>	<b>ID</b>	<b>ID LAB</b>	<b>LONGITUDE</b>	<b>LATITUDE</b>	<b>ROCHA</b>
64	LI-121A	HHJ-726	-39,91287125	-8,94681012	Granito
65	LI-121B	HHJ-727	-39,91287125	-8,94681012	Granito
66	LI-121C	HHJ-728	-39,91287125	-8,94681012	Granito
67	LI-121D	HHJ-729	-39,91287125	-8,94681012	Granito
68	MU-011A	HHJ-881	-40,38610824	-9,97047658	Ultramáfica
69	MU-011B	HHJ-882	-40,38610824	-9,97047658	Ultramáfica
70	MU-011C	HHJ-883	-40,38610824	-9,97047658	Basalto
71	MU-011E	HHJ-884	-40,38610824	-9,97047658	Basalto
72	MU-011H	HHJ-885	-40,38610824	-9,97047658	Gabro
73	MU-017A	HHI-597	-40,03904000	-9,80003800	Granodiorito
74	MU-045	HHJ-893	-40,23479654	-9,90643487	Gabro
75	MU-097A	HHI-598	-40,44424000	-9,56974700	Granodiorito
76	MU-102B	HHI-599	-40,40358700	-9,56426300	Granodiorito
77	MU-110	HHI-600	-40,08356600	-9,84640800	Leucogranito
78	MU-111A	HHI-601	-40,08376700	-9,83826800	Leucogranito
79	MU-122B	HHI-602	-40,07794700	-9,91575900	Leucogranito
80	MU-125	HHI-603	-40,08525900	-9,54228900	Granito
81	MU-127	HHI-604	-40,11021800	-9,56631000	Granito
82	MU-128B	HHI-605	-40,11975500	-9,57671500	Granito
83	MU-129A	HHI-606	-40,16392400	-9,82970000	Granito
84	MU-137	HHI-607	-40,05782900	-9,62790500	Granito
85	MU-139	HHI-608	-40,45055700	-9,60691100	Granito

# Resultados analíticos

**Laboratório**  
**Geosol**

**Métodos**

<b>XRF79C</b>	<i>Fusão metaborato, leitura XRF</i>
<b>IMS95A</b>	<i>Fusão metaborato, leitura ICP-MS</i>
<b>ICM40B</b>	<i>Digestão multiácida, leitura ICP-MS</i>
<b>FAI515</b>	<i>Fire assay, leitura ICP-AES</i>

	N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Método	ID	BF-022	BF-023	BF-027	BF-034	BF-035	BF-041	BF-053	BF-055	BF-056	IA-005	IA-006	IA-007	IA-007A	IA-019	IA-027	IA-051	IA-052	IA-053A	
XRF79C	Al2O3	12,7	14,7	14,2	12,6	20,6	3,7	15,9	15,4	15,6	14	15,5	13,2	13,5	20,7	12,4	13,4	15	15,1	
	BaO	0,08	0,02	0,33	0,09	0,03	0,02	0,11	0,07	0,12	0,07	0,12	0,11	0,27	0,1	0,03	0,14	0,06	0,11	
	CaO	0,55	11,8	1,26	0,9	15,4	12,7	3,06	3,35	2,72	0,7	4,4	0,73	0,61	0,15	4,39	1,34	2,95	2,42	
	Cr2O3	<0,01	0,07	<0,01	0,01	0,11	0,16	0,01	0,01	<0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	<0,01	<0,01	0,02	<0,01
	Fe2O3	2,12	13,4	3,35	2,79	6,09	10,9	3,98	6,77	3,69	1,52	6,62	2,99	2,49	7,52	1,89	2,2	4,98	3,21	
	K2O	5,38	0,54	6,21	4,78	0,18	0,17	3,68	2,7	3,54	6,4	2,64	5,03	6,2	4,03	1,45	4,32	1,92	3,47	
	MgO	0,27	9,67	0,76	0,31	8,69	19,4	1,09	2,85	1,64	0,13	3,22	0,23	0,18	1,61	0,7	0,52	1,99	1,46	
	MnO	0,05	0,2	0,03	0,06	0,11	0,19	0,06	0,08	0,06	0,02	0,1	0,03	0,03	0,08	0,04	0,03	0,08	0,04	
	Na2O	3,19	2,21	3	3,39	1,16	0,46	3,56	3,06	3,5	2,93	3,93	3,25	2,79	0,84	5,17	3,52	4,33	4,35	
	Nb2O5	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
	P2O5	0,019	0,068	0,186	0,028	<0,01	0,046	0,154	0,179	0,093	0,034	0,28	0,124	0,052	0,099	0,052	0,059	0,14	0,106	
	SiO2	75,6	47,7	68,7	75	48	47,7	66,8	65	67,2	74,6	61,5	72,9	74	59,5	69,6	73,6	65,7	68,5	
	TiO2	0,18	1,01	0,58	0,23	0,22	0,48	0,38	0,81	0,43	0,09	0,82	0,25	0,2	1,03	0,16	0,2	0,54	0,37	
	LOI	0,14	0,67	0,76	0,09	1,05	2,86	0,17	0,46	0,25	0,1	0,47	0,32	0,26	4,06	3,83	0,14	0,82	0,61	
IMS95A	Ba	491	132	2549	608	113	93	814	452	863	600	939	1017	2061	767	261	979	525	718	
	Be	5,4	0,4	3,1	4,2	0,3	0,9	2,4	2,2	3,1	7,9	4,1	3,6	2,5	5,5	4,4	1	3	4,5	
	Ce	102,8	10	187,9	103,5	3,6	26,7	106,7	75,2	63,9	18,5	80	63,8	184,3	61,8	18,9	62,3	39,4	45,6	
	Co	1,3	50,8	4,6	1,9	34,8	68	6,7	17,2	7,3	1	20,3	2,1	1,7	22,7	2,7	2,7	9	6,8	
	Cs	8,5	1,03	6,37	5,84	0,32	0,06	1,57	4,02	2,8	9,63	5,26	2,25	4,39	4,3	5,99	1,56	3,43	10,39	
	Cu	<5	48	5	<5	198	181	13	31	<5	<5	35	<5	<5	40	<5	<5	<5	8	
	Dy	10,7	3,2	3,28	10,08	0,9	3,5	4,11	2,03	2,54	1,7	4,13	3,17	3,7	4,44	0,9	0,65	1,81	1,04	
	Er	6,17	1,93	1,13	6,03	0,52	1,95	1,49	0,82	1,12	1,03	2,22	1,61	1,35	2,94	0,54	0,3	0,95	0,44	
	Eu	0,81	0,77	2,26	1,38	0,39	0,94	1,31	0,84	0,98	0,51	1,54	0,69	0,96	0,87	0,44	0,67	0,82	0,73	
	Ga	20,4	14,1	25,1	20,9	15	6,6	20,1	21,6	20,8	23,6	24,9	19,5	17,7	32,6	18,5	14,7	21,6	23,4	
	Gd	10	2,77	7,31	9,87	0,88	4,22	6,22	3,37	3,66	1,7	5,47	4,11	5,55	3,78	1,51	1,38	2,71	2,33	
	Hf	5,64	1,37	9,62	7,24	0,35	1,05	5,94	4,63	4,74	1,97	5,55	7,42	3,98	6,33	2,33	1,82	2,89	3,51	
	Ho	2,04	0,64	0,47	1,98	0,18	0,68	0,64	0,34	0,43	0,32	0,76	0,55	0,58	0,87	0,16	0,12	0,35	0,17	
	La	54,1	5,5	99,9	50	2,9	26,1	57,4	30,6	30	12,7	38	27,3	80,5	20,8	11,1	34,1	21,5	26,7	
	Lu	0,83	0,25	0,1	0,84	0,07	0,22	0,12	0,09	0,12	0,13	0,3	0,19	0,14	0,48	0,08	<0,05	0,13	0,06	
	Mo	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	2	<2	<2	<2	<2	
	Nb	28,26	4,55	11,73	25,42	0,85	2,16	10,07	13,3	8,76	15,1	15,18	8,1	7,74	23,24	2,63	1,24	8,34	4,02	
	Nd	46,2	7	72,5	47,5	2,2	20	44,1	26	26,7	8,8	38,2	25,3	49,5	19,8	8,3	20,5	16,7	19,3	
	Ni	6	116	11	5	122	433	12	46	18	<5	38	<5	<5	57	15	9	27	24	
	Pri	11,72	1,4	20,03	12,01	0,52	4,62	12,13	6,76	7,13	2,43	9,92	6,96	15,45	5,4	2,17	6,15	4,35	4,93	
	Rb	217,4	14,7	188,8	191,1	3,6	1,6	108,6	136,3	98,3	222,3	109	128,4	153,7	179,2	71,6	51,9	77,2	129,3	
	Sm	9,7	2,1	11,9	10,1	0,6	4	7,8	4,4	4,9	2	7,4	5,1	8,1	4,1	1,6	2,5	2,9	3,1	
	Sn	5	0,5	5,6	6,1	0,9	0,4	1,2	0,6	2,5	1,6	3	1,4	1	4,6	1,2	<0,3	1,5	1,4	
	Sr	49,8	138,8	724,2	61,4	360,7	76,4	319,8	282,7	301,8	163,9	732,6	214,2	283,2	181,3	292	301,8	431,5	474,8	
	Ta	2,54	<0,05	0,58	1,96	<0,05	<0,05	0,26	0,29	0,52	1,4	1,34	0,39	0,78	1,64	0,22	<0,05	0,05	<0,05	
	Tb	1,64	0,47	0,8	1,55	0,14	0,58	0,8	0,43	0,47	0,27	0,77	0,59	0,8	0,68	0,18	0,13	0,33	0,24	
	Th	19,7	0,3	38,4	18,4	0,7	0,9	14,4	8,4	10	14,7	10,5	16	17	23,6	4,7	3,7	4,8	8	
	Tl	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	
	Tm	0,88	0,27	0,13	0,9	0,07	0,26	0,17	0,11	0,13	0,14	0,31	0,19	0,17	0,45	0,07	<0,05	0,13	0,06	
	U	3,52	0,15	3,8	2,23	0,14	0,36	0,53	0,95	0,79	5,23	3,33	1,47	1,55	4,12	1,7	0,4	0,88	3,17	
	W	1,8	2	1,2	1,6	1,8	1,8	1	1,5	2	0,8	0,7	2,3	4,6	2,6	1,5	0,8	0,8	0,9	
	Y	58,57	17,37	12,7	55,65	4,62	19,02	16,46	8,91	10,53	8,51	21,42	14,18	13,48	23,38	4,8	2,84	8,96	4,69	
	Yb	5,7	1,7	0,7	6	0,4	1,5	0,9	0,6	0,8	0,9	2,1	1,3	1	3,2	0,5	0,2	0,8	0,4	
	Zr	174,2	54,9	392,4	209,6	9,6	34,8	245,4	191,3	150	51	215,5	260,3	165,4	232	77,6	71,4	112	123,6	
ICM40B	Ag	<0,02	0,48	0,05	<0,02	0,07	0,22	<0,02	0,23	0,06	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,03	<0,02	0,09	0,07		
	Al	4,37	7,58	5,15	3,63	10,5	2,74	6,36	7,45	5,44	4,12	5,58	2,8	4,88	6,81	4,24	5,11	6,11	5,09	
	As	<1	<1	<1	<1	17	<1	6	<1	<1	3	<1	<1	9	2	<1	<1	<1	<1	
	Ba	428	131	2461	422	115	94	667	426	786	472	872	737	2025	692	213	911	481	600	
	Be	6,1	0,5	3,6	4,4	0,3	1,2	2,3	2,2	2,8	5,5	2,8	2	1,6	3,2	4,2	1,2	2,9	4,6	
	Bi	0,09	0,77	0,22	0,08	0,77	0,37	0,19	0,2	0,09	0,11	0,3	0,1	0,13	0,26	0,73	0,05	0,06	0,18	
	Ca	0,31	7,64	0,72	0,47	9,88	8,82	1,99	2,21	1,69	0,38	2,88	0,35	0,37	0,11	2,74	0,79	1,9	1,48	
	Cd	0,05	0,12	0,04	0,1	0,06	0,17	0,04	0,38	0,04	0,03	0,11	0,03	0,16	0,05	0,05	0,03	0,05	0,03	
	Ce	79,6	9,96	158,15	61,22	9,7	29,56	61,88	69,49	40,64	8,67	70,17	37,89	157,46	54,66	12,2	39,97	24,09	30,55	
	Co	1,4	52,4	4,4	1,9	34,5	67,4	6,4	15,9	6,8	1,2	18,6	1,9	1,6	20	2,6	2,8	8,7	6,5	
	Cr	5	177	5	10	192	333	10	44	16	6	58	5	3	56	29	21	64	35	
	Cs	10	<5	7	6	<5	<5	<5	<5	<5	11	6	<5	5	<5	6	<5	<5	11	
	Cu	5,9	51,4	6,8	5,8	227,1	197,9	17,9	34,7	5,9	3,3	31,9	3,8	4,1	35,4	3,9	3	3,8	9,2	
	Fe	1,3	9,18	2,05	1,64	4,11	8,11	2,54	4,37	2,27	0,83	4,02	1,6	1,45	4,41	1,11	1,34	3,23	1,89	
	Ga	19,5	14,4	24	18,9	15	6,1	18,3	19,1	17,9	21,2	21,8	16,3	15,4	26,7	18	14,2	2		

	N	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	
Método	ID	IA-062	IA-063	BF-006	BF-062	BF-066	BF-067	BF-072	BF-075	BF-076	BF-078A	BF-078B	BF-078C	BF-078D	BF-079A	BF-081	BF-082	BF-087	BF-097	
XRF79C	Al2O3	15,6	15,4	15,1	16,1	14,1	13,5	18	15,2	15,7	17,7	11,4	8,25	6,73	15,4	15,9	13,8	17,2	12,9	
	BaO	0,15	0,15	0,15	0,12	0,19	0,09	0,03	0,14	0,11	0,11	0,06	0,02	0,02	0,1	0,08	0,06	0,08	0,06	
	CaO	2,21	1,27	1,92	2,21	0,81	1,58	9,98	3,89	4,35	6,73	11,7	11,6	14,8	4,25	5	11,6	5,41	1,37	
	Cr2O3	<0,01	<0,01	<0,01	0,02	<0,01	0,02	<0,01	0,02	0,02	0,02	0,03	0,19	0,23	0,02	0,02	0,02	0,01	<0,01	<0,01
	Fe2O3	3,41	2,11	3,09	7,59	2,58	7,21	9,07	5,59	6,16	8,59	16,4	11,7	10,4	6,05	6,82	13,8	8,04	2,71	
	K2O	3,56	4,48	3,98	3,84	6,24	2,66	4,44	2,86	2,45	1,68	1,06	0,71	0,49	2,97	2,23	0,83	2,26	4,98	
	MgO	0,91	0,43	1,18	2,82	0,37	2,45	7,5	3,03	3,46	5,29	9,53	13,5	13,7	3,36	3,55	7,55	2,97	0,57	
	MnO	0,04	0,03	0,04	0,1	0,02	0,12	0,14	0,08	0,08	0,11	0,24	0,18	0,19	0,08	0,09	0,2	0,14	0,06	
	Na2O	4,74	4,76	4,09	1,86	2,99	2,4	3,33	3,93	4,14	4,48	1,91	1,42	1,32	4	4,24	2,34	4,05	3,08	
	Nb2O5	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
	P2O5	0,145	0,119	0,132	0,105	0,077	0,184	0,021	0,223	0,256	0,375	2,196	0,081	0,172	0,253	0,306	0,288	0,342	0,089	
	SiO2	68,7	69,8	69,6	62,4	70,4	66	48,7	62	60,7	52,3	40,1	49	50,7	61,7	60,6	45,5	56,3	72,6	
	TiO2	0,42	0,26	0,44	1,11	0,36	1,01	0,6	0,72	0,84	1,2	2,77	1	0,87	0,79	0,88	2,09	1,05	0,34	
	LOI	0,36	0,69	0,19	1,6	0,45	0,91	0,88	0,73	0,45	0,89	1,47	0,83	0,76	0,2	0,24	0,72	0,57	0,27	
	IMS95A	Ba	1081	1048	1098	733	1466	652	85	1142	858	890	324	139	154	906	684	210	641	579
		Be	4,6	4,9	3,1	1,9	4,1	2	0,9	2,2	2,2	1,7	1,9	1,4	1,5	2,3	2,2	1	2,8	3,4
Ce		48,2	43,1	71,7	80,2	82,7	58,9	8,4	56,4	48,7	54,4	106,2	48,7	46,7	59	57,8	35,5	65,6	111,1	
Co		4,9	2,5	5,8	16,3	1,9	15,7	38	15,1	17,2	25,2	54,5	68	48,5	16,2	18	46,8	15,1	2,9	
Cs		7,82	3,11	13,35	3,96	4,05	4,49	0,42	2,15	3,61	0,94	0,12	0,2	0,12	3,75	3	0,54	1,58	2,19	
Cu		7	<5	9	42	<5	13	67	19	15	41	13	282	12	37	28	36	10	<5	
Dy		1,22	0,75	1,45	3,74	1,33	4,49	1,82	1,83	1,92	2,86	7,73	3,83	3,21	2,06	2,18	4,4	5,53	3,91	
Er		0,47	0,22	0,57	1,89	0,45	2,83	1,04	0,85	0,91	1,32	3,36	1,87	1,5	1,02	1,06	2,42	3,14	2,42	
Eu		0,87	0,81	1	1,05	0,84	0,94	0,64	0,95	0,99	1,46	3,41	1,54	1,34	1,06	1,11	1,49	1,58	0,82	
Ga		23,9	26,2	20,9	18	21,6	14,9	16,6	19,1	21,1	22,6	23,6	15,6	14,1	20	21,4	22	20,8	15,3	
Gd		2,75	2,01	2,95	4,96	2,62	3,82	1,68	2,75	2,94	4,36	12,11	5,57	4,7	3,18	3,31	4,77	6,9	4,4	
Hf		4,21	3,01	4	8,49	7,26	5,63	0,63	3,53	3,7	3,64	3,09	2,1	2	3,76	2,94	3,01	6,7	5,23	
Ho		0,19	0,09	0,23	0,64	0,18	0,89	0,35	0,32	0,33	0,51	1,28	0,72	0,54	0,37	0,39	0,85	1,05	0,78	
La		26	21	30,2	33,1	33,8	15,5	4,5	24	20,2	19,3	32,5	16,8	17	24	24,4	14,9	22,9	50,1	
Lu		0,05	<0,05	0,06	0,29	<0,05	0,39	0,15	0,11	0,1	0,16	0,33	0,22	0,18	0,12	0,12	0,29	0,39	0,36	
Mo		<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	
Nb		5,38	4,01	6,67	12,42	8,69	12,22	2,83	5,07	5,87	4,81	7,62	4,48	3,06	5,32	5,12	12,66	17,49	21,45	
Nd		20,8	18,5	26	29,8	19,2	15,4	5,5	21,7	20,4	27,9	70,5	31,4	28,4	24,3	24,1	18,4	35	32,2	
Ni		9	5	13	44	6	43	76	40	41	64	73	433	191	43	42	77	11	<5	
Pb		5,28	4,74	6,77	7,86	6,02	3,92	1,15	5,44	4,87	6,21	14,31	6,65	6,4	5,94	5,89	4,03	7,67	9,51	
Rb		129,6	146,2	148,6	106,9	241,8	84,2	7,6	72,1	65,5	31,5	17	4,5	2,8	74,1	57,8	11	74,5	153,7	
Sm		3,9	3,3	4,4	5,7	3,7	3,5	1,4	3,6	3,7	5,3	15,3	6,5	5,8	4,4	4,4	4,4	7,6	5,4	
Sn		1,8	1,3	1,9	2,6	2,6	1,5	0,6	0,9	0,8	1,2	3,3	1,3	1,8	1	1	1	3,3	3,1	
Sr		591,1	660,4	621,6	130,4	708,3	102,7	288,2	702,2	732,7	1084,7	282,2	104,3	114,3	700,1	838,2	375,6	451,8	143,2	
Ta		0,14	<0,05	0,53	0,89	0,42	0,77	0,17	0,28	0,32	0,15	0,3	0,18	0,1	0,26	0,25	0,68	0,6	2,32	
Tb		0,29	0,19	0,31	0,69	0,31	0,66	0,27	0,36	0,36	0,53	1,43	0,72	0,62	0,37	0,43	0,71	0,96	0,66	
Th		9,5	8,9	17,4	11,3	69,6	9,2	0,9	4,6	4,3	1,3	1,2	1,3	1	5,5	4,1	1,2	3	38,3	
Tl		<0,5	<0,5	0,5	<0,5	0,8	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	
Tm		0,05	<0,05	0,08	0,27	0,07	0,41	0,15	0,13	0,11	0,17	0,43	0,25	0,19	0,14	0,13	0,3	0,41	0,38	
U		4,55	4,16	3,71	2,44	4,53	1,81	0,16	0,54	1,03	0,38	0,51	0,49	0,33	0,76	1,07	0,36	0,97	4,82	
W		1	0,8	0,8	1,2	1,5	1,6	3,7	0,8	1	0,9	1,2	0,7	0,9	0,7	4,1	1,7	0,9	1,4	
Y		5,1	2,6	6,43	17,54	5,59	25,21	9,66	8,81	8,88	12,86	33,43	18,46	14,64	10,06	10,03	22,11	28,52	23,49	
Yb		0,4	0,2	0,4	1,8	0,3	2,7	1	0,8	0,7	1,1	2,5	1,5	1,1	0,9	0,8	1,9	2,7	2,7	
Zr		147,5	126,2	152,9	320,4	274,7	214	18,2	131,2	146,7	150,2	92,4	55,8	53,5	137,8	112,4	111,5	264,5	169,6	
ICM40B		Ag	0,09	0,3	0,04	0,24	0,09	0,07	0,06	<0,02	0,05	<0,02	0,14	0,14	0,15	<0,02	<0,02	0,23	0,05	<0,02
		Al	4,35	4,68	6,71	6,24	4,94	5,68	9,29	7,59	7,52	8,66	6,23	4,39	3,51	7,74	7,87	7,54	6,34	4,17
		As	<1	1	<1	<1	2	<1	17	<1	13	<1	<1	5	<1	14	5	32	6	<1
		Ba	829	709	1044	743	1405	670	81	1126	855	848	319	132	140	910	629	196	603	456
	Be	4,4	4,6	2,8	2,3	4,2	2,4	0,9	1,9	2	1,7	2	1,5	1,3	2,8	2,6	1	3,3	3,5	
	Bi	0,21	0,2	0,32	0,09	0,24	0,17	0,11	0,09	0,14	0,08	0,14	0,19	0,12	0,13	0,2	0,46	0,11	0,1	
	Ca	1,27	0,69	1,3	1,43	0,48	1,03	6,77	2,73	3,01	4,49	7,94	7,94	9,69	2,97	3,35	8,09	3,48	0,81	
	Cd	0,04	0,06	0,05	0,2	0,04	0,1	0,07	0,08	0,13	0,09	0,15	0,15	0,17	0,08	0,1	0,16	0,12	0,04	
	Ce	29,2	31	55,6	71,71	65,2	59,51	8,66	57,64	55,53	54,26	117,08	48,54	44,44	59,29	58,78	36,77	50,13	65,29	
	Co	4,9	2,6	6,9	21,7	2,5	21,3	42,6	18,6	20,4	30,3	67,5	80,7	54,5	20,4	22,5	58	19,4	3,4	
	Cr	8	80	11	57	4	59	21	60	62	112	132	468	492	70	67	63	6	4	
	Cs	8	<5	17	5	5	6	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	5	<5	<5	<5	<5	
	Cu	9	4,8	11,8	49,9	7,2	16,2	77,1	22,7	17,2	46,3	10,9	335,7	11,8	44	31,8	38,7	11,6	8,3	
	Fe	1,99	1,13	1,92	4,7	1,51	4,53	5,9	3,72	3,85	5,47	11,12	7,86	6,75	3,91	4,23	9,53	4,89	1,56	
	Ga	22,7	25	22,6	22,3	25,7	18,6	17,4	21,5	23,1	25,8	27,1	16,8	14	23,6					



	N	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	
Método	ID	BF-101	BF-102	BF-137	BF-138	BF-141	BF-162	BF-169	BF-171	BF-172	BF-179	BF-181	BF-182	BF-183	BF-198B	BF-205	LI-042	LI-051E	LI-051F	
XRF79C	Al2O3	14,8	14,3	14,7	14	12,8	16,2	15,4	14	16,5	14,8	16,1	7,16	13,3	15,4	15,6	11,1	0,9	1,09	
	BaO	0,17	0,03	0,1	0,05	0,03	0,08	<0,01	0,02	0,04	0,02	0,11	0,05	0,05	0,05	0,16	0,03	0,02	0,01	
	CaO	0,85	11,8	2,14	1,97	1,08	1,78	10,2	11,3	13,6	14,7	3,12	10,5	13,2	1,66	3,66	10,7	0,13	0,09	
	Cr2O3	<0,01	0,04	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	0,07	0,02	0,11	0,04	<0,01	0,18	0,06	0,01	<0,01	0,04	0,16	0,16	
	Fe2O3	1,67	12	3,2	3,22	2,04	8,38	8,61	15,2	8,84	15,1	3,08	8,63	14,9	7,46	5,09	9,72	9,8	8,52	
	K2O	5,45	0,4	4,08	3,85	4,32	3,81	0,97	0,44	0,59	0,91	2,02	0,27	0,93	2,67	3,75	0,98	0,03	0,05	
	MgO	0,28	8,8	0,64	0,94	0,16	3,83	9,42	8,04	10,1	5,38	1,13	12,5	7,7	3,67	1,78	10,4	9,19	3,06	
	MnO	0,04	0,19	0,06	0,05	0,05	0,14	0,14	0,28	0,16	0,2	0,05	0,14	0,21	0,13	0,09	0,21	0,11	0,09	
	Na2O	3,93	2,1	3,58	3,79	3,45	2,33	2,47	2,09	1,35	1,84	4,54	1,17	1,62	2,46	3,51	0,89	<0,1	<0,1	
	Nb2O5	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
	P2O5	0,072	0,059	0,081	0,117	0,026	0,198	<0,01	0,073	<0,01	0,154	0,112	0,232	0,228	0,194	0,192	0,317	0,039	0,027	
	SiO2	71	47,9	70,4	69,6	75,1	60,6	50,4	47,3	47,6	43,1	69,1	55,7	44,5	64,9	64,9	51,4	76,4	86,1	
	TiO2	0,28	0,86	0,3	0,41	0,11	0,88	0,28	0,91	0,33	2,59	0,36	0,74	2,07	0,76	0,68	0,5	0,02	0,04	
	LOI	0,52	0,76	0,19	0,62	0,28	1,29	1,34	0,58	0,81	0,74	0,5	1,39	1,4	1,48	0,45	2,42	2,4	2,08	
IMS95A	Ba	1291	79	697	388	156	658	50	95	254	173	759	290	159	495	1287	235	181	39	
	Be	4,5	0,4	6	2,5	3,2	1,5	1,2	1	0,6	0,7	2	0,9	1	1,9	2,3	2,2	0,5	0,3	
	Ce	123,6	8,8	96,6	80,8	50,7	50,9	10	13,8	5,8	17,8	33,4	29	38,7	45,6	81,5	56,1	18,6	38,1	
	Co	1,8	43,9	3,4	5,2	1	17,4	35,6	43,8	36,3	52,2	6,6	39,9	44,1	15	10,2	36,7	27	57,3	
	Cs	4,21	0,83	11,7	8,29	4,52	4,97	0,29	<0,05	<0,05	<0,05	1,9	0,12	0,09	12,33	2,47	0,15	<0,05	0,11	
	Cu	<5	78	<5	<5	<5	12	<5	8	29	44	<5	23	44	25	6	>10000	51	73	
	Dy	0,91	2,96	3,5	2,71	6,3	4,39	1,19	3,43	1,37	3,99	1,28	2,23	4,06	4,65	4,16	4,24	0,69	0,75	
	Er	0,34	1,87	1,83	1,45	3,93	2,69	0,74	1,94	0,87	2,21	0,75	1,19	2,19	2,89	2,3	2,46	0,39	0,41	
	Eu	0,95	0,65	1,06	0,81	0,27	1	0,44	0,68	0,36	1,41	0,48	0,89	1,44	0,97	1,6	0,86	0,18	0,21	
	Ga	24,9	14,1	18,7	15,4	16,2	17,7	13,7	15,7	12,9	16	17,4	10	17,2	16,3	17,6	17,3	1,3	2,6	
	Gd	2,41	2,4	4,77	3,34	5,69	4,66	0,97	3	1,16	4,37	1,29	3,05	4,54	4,63	5,31	4,77	0,9	0,98	
	Hf	5,24	2,18	4,26	3,96	4,15	3,65	0,49	1,19	0,35	2,31	2,53	1,33	2,62	3,51	5,13	2,25	0,08	0,08	
	Ho	0,13	0,58	0,62	0,48	1,24	0,85	0,24	0,65	0,28	0,74	0,24	0,43	0,75	0,93	0,77	0,83	0,14	0,14	
	La	62,7	3,6	40,5	35,2	19,5	21,1	4,1	6,7	3,1	5,6	11,7	12,8	16,8	19,3	40,3	28,3	14,8	12,2	
	Lu	<0,05	0,26	0,25	0,19	0,51	0,4	0,11	0,26	0,12	0,27	0,11	0,13	0,27	0,4	0,32	0,36	0,07	0,07	
	Mo	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	
	Nb	4,68	1,53	10,53	10,32	21,63	7,08	1,41	2,48	0,49	5,02	5,46	1,99	11,83	6,88	11,95	6,67	1,03	1,39	
	Nd	35,9	5,9	33,1	25,4	20,6	22,4	3,5	8,6	3	12,8	9,2	15,5	18,8	20,7	35,1	25,3	7,5	5,6	
	Ni	<5	122	<5	12	<5	59	102	66	112	148	11	203	178	51	9	268	1372	1244	
	Pr	10,9	1,11	9,1	7,38	5,31	5,37	0,92	1,83	0,66	2,39	2,64	3,41	4,34	4,93	9,08	6,34	2,15	1,5	
	Rb	210,3	9,6	162,9	160,1	238,7	107,5	13,3	5,5	4,9	4,8	73,2	4,9	10,6	69,1	110,6	18,9	1,3	2,7	
	Sm	4,8	1,7	5,7	4,3	5,3	4,8	0,8	2,3	0,9	3,7	1,6	3,3	4,3	4,4	6,1	5,2	1,1	1	
	Sn	2,7	<0,3	3,9	2,2	4,7	2,1	0,7	1	<0,3	0,6	1	0,7	0,9	1,3	1,6	3,4	1	1,7	
	Sr	445,6	113,4	137,9	131,3	49,4	151,7	124,4	82,1	133,9	406,4	447,2	267,2	282,8	164,5	458,6	131,5	17	5,7	
	Ta	0,48	0,16	0,98	1,05	1,71	0,46	0,18	0,11	<0,05	0,31	0,73	0,11	0,64	0,41	0,36	0,37	<0,05	<0,05	
	Tb	0,25	0,41	0,64	0,46	0,97	0,66	0,16	0,49	0,19	0,66	0,22	0,39	0,64	0,71	0,71	0,69	0,13	0,14	
	Th	28,9	1,4	16,2	19	22,8	6,1	0,9	0,7	0,5	0,3	4,5	2,1	1,6	5,4	12	6,6	1,7	0,8	
	Tl	0,8	<0,5	0,6	0,6	0,8	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	
	Tm	<0,05	0,27	0,26	0,21	0,55	0,38	0,13	0,28	0,12	0,28	0,12	0,17	0,31	0,41	0,32	0,38	0,07	0,07	
	U	2,93	0,11	3,04	3,65	3,79	2,28	0,35	0,42	0,29	0,14	1,31	0,45	0,42	1,43	1,93	6,58	0,42	2,06	
	W	1,2	1,3	1,1	1,1	1	1,1	0,7	1,9	0,7	1,6	0,7	0,5	0,7	1,1	1,3	0,9	2,5	1	
	Y	3,87	15,85	18,24	13,99	34,82	24,37	6,66	17,61	7,77	20,03	6,28	10,88	19,82	25,8	20,71	23,41	3,6	4,19	
	Yb	0,3	1,7	1,8	1,4	3,6	2,5	0,7	1,9	0,8	1,9	0,8	0,9	2	2,7	2,2	2,4	0,5	0,4	
	Zr	186,5	86,3	159,6	140,7	104,4	137	12,5	36,6	9,9	80,3	88,5	40,1	99,4	128,9	205,7	82,4	7,4	8,7	
ICM40B	Ag	0,04	0,28	<0,02	<0,02	<0,02	0,22	<0,02	0,5	0,06	0,31	<0,02	0,11	0,31	0,06	0,03	<0,02	0,27	0,23	
	Al	3,44	7,1	3,99	4,21	3,86	6,87	7,2	7,18	8,37	7,79	3,85	3,91	6,83	6,09	5,78	4,9	0,53	0,55	
	As	<1	14	<1	<1	<1	10	<1	<1	<1	11	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	
	Ba	1024	75	480	307	105	654	59	94	251	176	540	303	161	508	1179	229	182	34	
	Be	4,2	0,4	5,7	2,3	2,9	1,7	1,3	1	0,5	1	1,8	1,1	1,3	2,1	2,7	2,3	0,6	0,5	
	Bi	0,09	0,6	0,22	0,27	0,09	0,18	0,16	0,22	0,12	0,2	0,08	0,1	0,29	0,28	0,06	15,87	0,08	0,16	
	Ca	0,44	7,88	1,28	1,23	0,62	1,11	7,14	7,64	8,97	9,64	1,91	7,18	8,68	0,97	2,22	7,24	0,11	0,07	
	Cd	0,04	0,11	0,08	0,03	0,07	0,19	0,1	0,27	0,13	0,29	0,04	0,11	0,14	0,19	0,09	0,15	0,12	0,07	
	Ce	75,94	8,85	57,51	47,83	25,75	52,11	8,52	14,58	5,59	17,59	15,94	30,85	42,34	44,3	62,76	49,29	15,1	27,49	
	Co	2,2	53,3	4,2	6,1	1,2	23,4	38,7	56,1	46,3	60,6	7,2	53,7	57,1	20,1	10,3	34,1	24,7	47,1	
	Cr	4	148	4	6	6	58	204	110	264	120	6	408	190	51	12	144	677	727	
	Cs	6	<5	15	11	6	7	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	16	<5	<5	<5	<5	
	Cu	3,8	92,9	4	4	2,4	14,8	2,2	8,3	37,4	47	4	28	51,5	29,9	6,6	>10000	46,8	71,7	
	Fe	0,94	7,9	1,85	1,93	1,13	5,13	5,85	10,13	5,88	9,94	1,72	6	9,81	4,62	3,05	6,37	6,14	5,19	
	Ga	27	15,5	19,8	16,3	17,6	22,4	13,7	18,4	14,9	18,4	18,7	12,1							

	N	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	
Método	ID	LI-104B	LI-105A	LI-105B	LI-105C	LI-105D	LI-115A	LI-115B	LI-115C	LI-121A	LI-121B	LI-121C	LI-121D	LI-023-B	MU-017A	MU-097A	MU-102B	MU-110	MU-111A	
XRF79C	Al2O3	3,81	14,4	14,4	14,6	14,5	13,2	14,6	14	14	15	15,2	14,3	13,1	14,2	14,6	15,8	14,9	14,7	
	BaO	0,14	0,07	0,08	0,06	0,07	0,01	0,04	0,01	0,07	0,1	0,08	0,05	0,02	0,07	0,08	0,02	0,07	0,08	
	CaO	0,02	2,04	1,94	2,08	1,78	1,5	3,01	2,39	0,68	1,13	1,11	0,94	9,92	1,58	1,82	2,93	0,91	0,68	
	Cr2O3	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
	Fe2O3	3,17	4,1	4,25	3	3,46	1,99	4,9	1,74	1,33	2,64	2,7	3,02	15,2	2,75	3,62	4,28	1,93	1,76	
	K2O	1,32	3,81	4,1	3,88	4,36	2,75	1,81	1,13	5,38	4,82	5,1	4,99	1,58	5,49	3,12	2,04	4,01	5,33	
	MgO	0,19	0,76	0,69	0,47	0,59	0,3	1,6	0,38	0,25	0,67	0,71	0,49	6,33	0,47	1,07	1,23	0,37	0,45	
	MnO	0,01	0,07	0,08	0,05	0,06	0,02	0,06	0,02	0,02	0,03	0,02	0,11	0,26	0,05	0,06	0,05	0,05	0,03	
	Na2O	<0,1	3,36	3,21	3,51	3,37	4,18	3,84	4,56	3,45	3,6	3,62	3,44	2,38	2,93	4,33	4,82	3,72	3,72	
	Nb2O5	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
	P2O5	<0,01	0,165	0,113	0,041	0,105	0,044	0,191	0,058	0,142	0,143	0,142	0,143	0,143	0,111	0,146	0,205	0,153	0,159	
	SiO2	90,8	70,5	70,5	72,1	71,3	75	68,7	75,3	74,1	72,2	70,8	72,9	49,1	71,9	70,2	66,6	72,9	73,3	
	TiO2	0,19	0,38	0,35	0,24	0,27	0,14	0,62	0,16	0,08	0,24	0,24	0,08	1,04	0,39	0,35	0,45	0,12	0,1	
	LOI	0,92	0,29	0,28	0,13	0,15	0,11	0,49	0,14	0,36	0,41	0,48	0,32	0,54	0,21	0,45	0,59	0,68	0,46	
	IMS95A	Ba	980	499	532	401	411	190	228	95	469	635	610	379	111	450	633	266	442	535
		Be	0,4	1,8	1,7	1,3	1,4	2,7	3,1	2,5	5,3	3,7	3,7	4	0,7	2,7	1,7	1,4	4,8	2,5
		Ce	19,3	56,5	59,4	63,1	72,3	88,5	180,3	80,6	38	110,3	108,7	51,4	20,1	177,3	82,1	109,1	62,7	26,2
Co		6	6,8	6,6	4,4	5	1,9	9,8	1,9	1,3	4,9	4,6	3,5	54,2	3,3	6,2	6,9	2,6	2,6	
Cs		0,82	1,59	0,97	0,35	1,02	0,64	2,71	0,58	0,37	1,31	1,38	0,85	0,13	4,37	1,48	0,82	11,81	2,56	
Cu		172	31	62	33	48	<5	31	<5	<5	41	30	8	69	<5	<5	14	<5	<5	
Dy		0,71	4,03	4,84	4,53	4,92	3,79	6,13	3,2	1,86	4,43	4,24	6,26	5,38	3,47	2,72	2,42	3,77	2,54	
Er		0,34	1,93	2,46	2,44	2,41	2,15	3,1	1,15	1,09	1,97	1,88	6,45	3,66	1,57	1,5	1,23	1,74	1,28	
Eu		0,26	1,17	1,22	1,28	1,23	0,49	1,66	0,54	0,74	1,14	1,14	0,69	1,01	0,78	1,12	1,36	1,17	0,54	
Ga		7,4	17,1	17,5	16,3	16,9	18,8	18,9	19,2	16	20,3	20,6	16,2	16,8	18,7	14,9	16,7	16,1	15,1	
Gd		1,14	5,37	5,04	5,37	6,79	4,5	8,52	4,4	2,58	7,17	6,75	3,92	4,29	6,1	4,27	3,93	4,68	2,52	
Hf		0,86	4,36	5,18	3,18	3,76	3,07	7,11	3,21	1,87	4,75	5,42	2,82	3	6,15	2,88	3,78	1,34	1,31	
Ho		0,12	0,71	0,91	0,86	0,87	0,72	1,13	0,51	0,35	0,77	0,68	1,68	1,18	0,58	0,51	0,43	0,67	0,46	
La		11,8	30	32,7	32,1	37,2	47	105,8	42,1	22,9	55,4	55,4	27	10	83,8	42,9	54,9	35,9	14,1	
Lu		<0,05	0,23	0,28	0,34	0,29	0,28	0,35	0,12	0,14	0,22	0,2	1,04	0,53	0,16	0,2	0,17	0,18	0,17	
Mo		<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	
Nb		2,07	9,94	10,26	5,45	9	12,68	15,73	13,08	3,15	13,82	14,66	4,45	4,33	12,8	6,21	5,27	7,57	7,81	
Nd		8,5	26,3	26,4	27,9	34,1	33,1	73,3	30,9	15,2	46,7	47,7	20,7	11	67,7	34,7	41,2	24,8	10,8	
Ni		11	16	9	<5	7	<5	16	6	<5	7	7	<5	74	<5	5	7	8	<5	
Pb		2,14	6,49	6,79	7,06	8,38	9,59	20,41	8,54	4,07	12,32	12,64	5,55	2,53	19,11	9,42	11,66	6,97	2,92	
Rb		74,4	127,2	134,9	101,4	133,2	96,9	98,2	40,8	165,8	206,8	219,6	165,7	13,5	253,4	63,3	39,1	186,3	163,7	
Sm		1,5	5,9	5,5	6,1	7,7	5,9	10,9	5,7	3,1	9,1	9	4,4	3,1	9,9	5,6	5,9	5	2,4	
Sr		1,5	2	1,8	1,5	1,9	4,1	4,3	2,8	1,5	4,7	4,7	1,8	2,1	2,9	<0,3	<0,3	0,9	<0,3	
Ta		18,6	173,1	163,8	158	151	110	214,7	183,9	125,2	161,5	165,2	109,4	95,5	75,9	311,6	514,2	106	115,8	
Tb		<0,05	0,22	0,36	<0,05	0,07	0,85	0,87	0,87	<0,05	0,38	0,37	<0,05	0,45	0,63	0,2	<0,05	1,32	0,79	
Tm		0,14	0,76	0,79	0,79	0,94	0,86	1,12	0,63	0,35	0,93	0,85	0,74	0,77	0,71	0,53	0,49	0,67	0,42	
Th		2,3	8,1	11,6	12,9	15,9	20,1	20	17,6	8,4	31,5	32,2	13,9	4	38,3	7,4	6,9	5,2	5,8	
Ti		<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	
Tm		0,05	0,27	0,35	0,36	0,33	0,33	0,42	0,14	0,15	0,25	0,24	1,08	0,53	0,19	0,22	0,18	0,22	0,18	
U		0,37	1,7	1,35	1,08	1,72	3,79	1,71	2,46	3,42	5,35	5,23	3,22	0,5	7,22	1,24	0,76	3,81	6,06	
W		1,7	1,3	2	0,6	0,9	3,1	0,7	3,2	4,1	0,7	3,7	0,7	0,3	<0,1	<0,1	<0,1	0,5	<0,1	
Y		3,27	19,14	23,97	22,86	23,58	20,92	31,18	14,39	10,48	23,4	19,63	46,85	30,92	16,2	17,08	12,63	19,78	14,81	
Yb		0,2	1,7	2	2,3	2,1	2	2,5	0,8	1	1,5	1,4	7,5	3,6	1,2	1,4	1,2	1,4	1,2	
Zr		37	158,8	188,8	108,1	130,3	105,2	297,7	114,7	64,9	166	192,7	92,5	74,4	233	129,7	171,8	51,6	52,3	
ICM40B		Ag	0,28	<0,02	0,1	<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	
		Al	1,44	5,02	5,03	4,71	4,84	5,14	5,02	4,63	4,67	4,42	5,13	5,13	7,03	5,75	5,87	5,63	5,39	
	As	<1	1	1	<1	<1	<1	2	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1		
	Ba	955	444	452	352	339	165	209	81	413	499	546	320	103	432	660	243	437		
	Be	0,4	2	1,7	1,3	1,5	2,6	2,7	2,3	4,8	3	3,2	3,9	0,5	2,5	1,5	1,3	4,7		
	Bi	0,48	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	0,11	<0,04	0,04	<0,04	0,08	<0,04	0,08	<0,04	<0,04	1,05	0,23		
	Ca	0,03	1,31	1,22	1,32	1,1	0,98	1,91	1,53	0,39	0,61	0,65	0,58	7,21	1,1	1,28	2	0,57		
	Cd	<0,02	0,06	0,08	0,08	0,06	0,02	0,06	0,04	0,04	0,04	0,02	0,06	0,17	<0,02	0,03	0,03	0,05		
	Ce	13,38	34,6	36,51	37,05	43,4	68,23	112,14	54,52	24,91	55,28	70,73	31,38	16,31	172,46	82,35	82,53	57,3		
	Co	5,5	6,1	5,7	3,9	4,6	1,6	8,5	1,6	1,1	4,1	4	3,2	51,8	3,4	7,3	7,6	2,6		
	Cr	26	11	9	5	5	6	18	7	6	9	8	10	55	6	6	11	9		
	Cs	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	6	<5	15	5		
	Cu	170,6	30,9	60,6	32,7	49,2	3,8	30,7	3,7	5,1	41,9	34,3	10,4	69	1,8	0,7	16,3	5,1		
	Fe	1,88	2,33	2,42	1,68	1,96	1,12	2,69	0,95	0,73	1,36	1,49	1,71	10,45	1,69	2,3	2,71	1,15		
	Ga	6,2	14,1	13,8	13,3	14,1	15,3	15	15,8	12,6	15,3	16,4	13,5	15,8	23	17,7</				

	N	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	
Método	ID	MU-122B	MU-125	MU-127	MU-128B	MU-129A	MU-137	MU-139	MU-011A	MU-011B	MU-011C	MU-011E	MU-011H	MU-045	
XRF79C	Al2O3	13,7	15,9	14	14,5	13,9	14,2	15,9	5,48	3,8	3,95	3,81	4,57	18,9	
	BaO	0,1	0,13	0,08	0,1	0,04	0,05	0,03	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	0,03	
	CaO	0,94	3,03	0,53	1,22	0,67	1,44	3,1	2,94	4,26	2,01	1,2	6,29	10,5	
	Cr2O3	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,58	0,44	1,18	1,12	0,31	0,02
	Fe2O3	2,06	2,89	1,56	2,9	1,66	2,93	4,55	10,7	10,7	10,8	10,6	10,8	10,9	
	K2O	6,22	2,09	5,7	4,98	5,46	4,84	2,11	0,05	0,06	<0,01	<0,01	0,06	0,94	
	MgO	0,21	0,78	0,34	0,56	0,26	0,51	1,36	26,8	25,1	32,3	32,1	23,8	4,32	
	MnO	0,03	0,03	0,03	0,06	0,03	0,05	0,06	0,2	0,25	0,14	0,13	0,2	0,16	
	Na2O	2,78	4,55	3,28	3,69	3,04	3,29	4,71	0,23	0,27	0,17	0,14	0,29	2,76	
	Nb2O5	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	
	P2O5	0,077	0,116	0,103	0,306	0,258	0,114	0,224	0,023	0,015	0,029	0,031	0,049	0,138	
	SiO2	74,2	70,5	74,3	71,2	73,7	71,7	66,6	49,1	51,2	41	40	51,6	49,7	
	TiO2	0,18	0,33	0,15	0,33	0,11	0,38	0,49	0,19	0,2	0,21	0,19	0,23	1,61	
	LOI	0,22	0,5	0,41	0,58	0,46	0,29	0,94	5,3	4,1	8,91	9,28	1,68	1,22	
IMS95A	Ba	672	1084	469	589	212	355	328	34	41	<5	<5	17	197	
	Be	1,5	0,9	0,3	0,8	1,1	2,2	1,8	0,2	0,3	0,2	0,3	0,3	0,5	
	Ce	129,4	25,2	73,5	202	31,7	169,7	92,2	6	8,3	5,8	6,1	10,7	22,4	
	Co	1,7	4,5	1,9	3,7	1,7	3,5	7,3	109,6	97,1	104,8	120,1	82,2	34,7	
	Cs	2,49	1,12	0,43	1,61	1,65	3,81	0,81	<0,05	<0,05	0,33	0,42	0,07	0,44	
	Cu	<5	<5	11	67	<5	<5	18	<5	<5	<5	10	26	62	
	Dy	2,12	0,37	2,4	4,28	2,04	3,26	2,92	0,7	0,94	0,84	0,87	1,49	4,12	
	Er	1,07	0,21	1,2	2	1,05	1,36	1,65	0,43	0,53	0,52	0,48	0,93	2,43	
	Eu	0,93	0,58	0,51	1,08	0,34	0,68	1,4	0,13	0,17	0,17	0,15	0,3	1,26	
	Ga	13,5	14,9	11,8	15,1	14,2	18,2	16,5	6,8	5,4	5,5	5,6	4,7	20,1	
	Gd	4,21	0,85	3,41	7,7	2,41	6,1	4,36	0,63	0,93	0,87	0,87	1,49	3,92	
	Hf	3,75	1,9	2,8	6,56	1,59	6,03	3,3	0,81	0,64	0,66	0,59	0,44	2,02	
	Ho	0,38	0,08	0,43	0,76	0,37	0,54	0,56	0,14	0,19	0,18	0,17	0,29	0,81	
	La	64	14,9	38	92,7	16	81,2	44,8	2,7	4,4	2,8	3,4	5,6	10,4	
	Lu	0,15	<0,05	0,15	0,27	0,13	0,14	0,21	0,06	0,07	0,07	0,07	0,11	0,33	
	Mo	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	
	Nb	4,52	0,4	0,88	12,02	5,04	13,46	6,28	0,96	1,01	0,98	1,01	0,85	9,12	
	Nd	46,1	8,7	25,7	82,3	13,6	63,8	38,5	2,7	3,9	2,9	3,1	5,2	13,2	
	Ni	<5	<5	<5	7	<5	5	7	886	818	1784	1777	487	44	
	Pr	13,6	2,53	7,56	22,74	3,77	18,21	10,3	0,65	0,95	0,71	0,73	1,33	2,96	
	Rb	144,1	60,7	139,1	211	218,7	233,1	41,8	1,8	1,6	0,3	0,4	0,5	20,9	
	Sm	6,7	1,2	4,5	12,7	2,8	9,9	5,9	0,5	0,8	0,7	0,7	1,3	3,5	
	Sn	<0,3	<0,3	<0,3	1,5	<0,3	1,8	<0,3	1	1,1	0,6	0,5	0,3	0,6	
	Sr	147,1	414	82,5	107,6	50	70,9	525,1	10,8	13,7	4,4	4,9	13,6	288,6	
	Ta	<0,05	<0,05	<0,05	0,32	<0,05	0,3	0,29	0,47	0,36	0,22	0,14	0,07	0,49	
	Tb	0,49	0,1	0,46	0,93	0,37	0,73	0,54	0,1	0,14	0,13	0,13	0,24	0,64	
	Th	36,6	4,8	18,2	57,7	12,2	43,4	6,4	3,8	2,7	1,8	1,3	1,6	1,9	
	Tl	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	
	Tm	0,14	<0,05	0,15	0,26	0,14	0,16	0,21	0,06	0,08	0,07	0,08	0,13	0,36	
	U	4	0,41	1,73	5,09	2,52	5,36	1,51	0,13	0,19	0,16	0,17	0,28	0,34	
	W	0,3	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
	Y	10,56	2,34	12,58	20,48	11,55	16,02	16,52	3,35	4,79	4,31	4,44	7,8	20,93	
	Yb	1	0,1	1	1,7	1	1	1,5	0,4	0,5	0,4	0,5	0,8	2,3	
	Zr	140,1	91,3	109,4	254,7	69,1	233,5	156,2	24,7	15,8	23,1	23,8	16,6	76,3	
ICM40B	Ag	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,05	0,04	0,07	0,16	0,22		
	Al	4,42	4,47	4,29	4,99	4,87	5,33	5,53	2,89	2,08	2,08	2,03	2,49	8,45	
	As	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1		
	Ba	662	1154	477	632	206	356	323	17	27	<5	<5	<5	182	
	Be	1,7	1,2	0,4	1,3	1,4	2,8	2,3	0,1	0,2	0,2	0,1	0,2	0,5	
	Bi	0,18	<0,04	<0,04	<0,04	0,05	0,05	0,06	0,08	0,12	0,24	0,15	0,24	<0,04	
	Ca	0,51	1,98	0,29	0,77	0,4	0,96	2,06	2,1	3,16	1,45	1,61	4,67	7,38	
	Cd	<0,02	0,03	0,02	0,11	0,03	0,03	0,04	0,08	0,13	0,02	0,03	0,11	0,12	
	Ce	130,26	17,59	68,36	205,22	32,83	176,39	80,18	5,61	8,05	5,27	4,89	9,52	17,19	
	Co	1,5	5,1	1,8	4,5	1,8	4	8,9	110,8	101,5	99,6	108,5	78,2	34,7	
	Cr	<1	<1	<1	2	1	4	3	776	798	1521	1680	627	57	
	Cs	<5	<5	<5	<5	<5	5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	
	Cu	2	2,4	14,3	88,1	5,7	2,1	22,6	1,8	2,3	1,5	9,5	26,9	64,6	
	Fe	1,22	1,75	0,88	1,77	0,98	1,83	2,75	7,16	7,29	7,15	7,14	7,54	7,01	
	Ga	16,9	16,9	14,1	21,4	16,9	23,9	20,1	6	4,6	4,4	4,1	3,5	17,8	
	Ge	0,7	0,2	0,2	0,6	0,1	0,5	0,3	<0,1	<0,1	0,1	0,1	0,4	0,7	
	Hf	4,07	0,93	2,31	6,3	2,46	7,61	0,83	0,2	0,36	0,14	0,15	0,43	2,01	
	In	<0,02	<0,02	<0,02	0,04	0,02	0,04	0,04	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,03	0,07	
	K	4,65	1,66	4,23	3,9	4,01	3,8	1,6	0,04	0,06	0,01	0,01	0,06	0,71	
	La	64,2	9,3	34,1	90,2	16,1	81,5	35,6	2,4	4,3	2,5	2,4	4,8	7,5	
	Li	16	22	7	49	37	63	16	2	4	4	4	8	15	
	Lu	0,15	0,02	0,13	0,3	0,14	0,15	0,21	0,04	0,06	0,05	0,04	0,11	0,28	
	Mg	0,1	0,32	0,15	0,27	0,13	0,25	0,64	>15	>15	>15	>15	14,58	2,24	
	Mn	0,01	0,02	0,01	0,04	0,02	0,03	0,04	0,15	0,19	0,1	0,1	0,15	0,12	
	Mo	0,35	0,2	0,17	0,25	0,21	0,45	0,45	0,27	0,21	0,13	0,12	0,18	0,7	
	Na	1,87	3,27	2,16	2,53	1,98	2,26	3,23	0,06	0,16	0,02	0,03	0,16	1,97	
	Nb	6,5	4,4	4,1	18,1	8,5	19,3	10,6	0,6	0,8	1	0,9	1	11,9	
	Ni	0,7	2	0,7	4,4	2,2	3,2	6,4	758	704,7	1485,1	1427,2	413	31,8	
	P	229	355	391	1106	952	459	793	73	55	78	81	157	574	
	Pb	30,6	12,2	29,3	27,1	26,9	28	12,5	0,8	0,9	1,1	3	1,2	3,1	
	Rb	164,1	54,3	168,5	244,6	263	261,2	39,1	1,9	1,7	0,4	0,4	0,6	10,3	
	S	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	
	Sb	0,16	0,06	0,06	<0,05	<0,05	<0,05	0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,05	0,08	
	Sc	2,6	1,3	1,9	4	3,4	4,6	5,2	23,8	26,7	15,5	13,9	35,2	29,7	
	Se	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	
	Sn	1,5	1	1,1	4,8	2,6	4,8	1,6	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	1,3	
	Sr	131,8	409,3	71,2	114,5	47,2	73,1	553,1	6,2	9,2	0,6	<0,5			