



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA E GEOQUÍMICA**

---

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO Nº 491**

**MORFOLOGIA E ASSINATURA GEOQUÍMICA DE ZIRCÃO  
DA SUÍTE SANUKITOIDE RIO MARIA, PROVÍNCIA  
CARAJÁS: IMPLICAÇÕES PETROLÓGICAS**

**Dissertação apresentada por:**

**HÉVILA DE NAZARÉ SILVA DA COSTA**

**Orientador: Prof. Dr. Claudio Nery Lamarão (UFPA)**

---

**BELÉM  
2016**

Dados Internacionais de Catalogação de Publicação (CIP)  
Biblioteca do Instituto de Geociências/SIBI/UFPA

---

Costa, Hévia de Nazaré Silva da, 1984 -  
Morfologia e assinatura geoquímica de zircão da suíte  
sanukitoide Rio Maria, Província Carajás: implicações petrológicas /  
Hévia de Nazaré Silva da Costa. – 2016.

xvi, 84 f. : il. ; 30 cm

Inclui bibliografias

Orientador: Claudio Nery Lamarão

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Pará,  
Instituto de Geociências, Programa de Pós-Graduação em Geologia  
e Geoquímica, Belém, 2016.

1. Granodiorito. 2. Zircão. 3. Microscopia Eletrônica de  
Varredura. 4. Catodoluminescência. 5. Espectroscopia de raios-X. I.  
Título.

CDD 22. ed. 552.3

---



**Universidade Federal do Pará**  
**Instituto de Geociências**  
**Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica**


**MORFOLOGIA E ASSINATURA GEOQUÍMICA DE  
ZIRCÃO DA SUÍTE SANUKITOIDE RIO MARIA,  
PROVÍNCIA CARAJÁS: IMPLICAÇÕES PETROLÓGICAS**

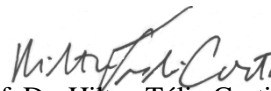
**DISSERTAÇÃO APRESENTADA POR  
HÉVILA DE NAZARÉ SILVA DA COSTA**


**Como requisito parcial à obtenção do Grau de Mestre em Ciências na Área de  
GEOQUÍMICA E PETROLOGIA.**

**Data de Aprovação: 29/ 11 / 2016**

**Banca Examinadora:**

  
Prof. Dr. Claudio Nery Lamarão  
(Orientador-UFPA)

  
Prof. Dr. Hilton Túlio Costi  
(Membro-MPEG)

  
Prof. Dr. Davis Carvalho de Oliveira  
(Membro-UFPA)

*Aos meus pais, Edilson e Meriam.*

## AGRADECIMENTOS

Não teria como desenvolver essa pesquisa sem o apoio e a colaboração de algumas pessoas e instituições, para quais gostaria de expressar meus sinceros agradecimentos:

- À Universidade Federal do Pará, pela infraestrutura disponibilizada do Instituto de Geociências (IG);
- A CAPES (2014-2016), pela concessão de bolsa de mestrado e ao projeto de pesquisa INCT – GEOCIAM/CNPq;
- Ao meu orientador Claudio Nery Lamarão, mestre e amigo, por ser o bom exemplo de dedicação ao trabalho, humildade e sucesso, obrigada pela orientação, paciência, amizade, mas acima de tudo por insistir em mim como geóloga;
- Ao Laboratório de Microanálises da UFPA pelas imagens de MEV, e às técnicas Ana Paula e Vívian, que colaboraram com este com zelo e atenção;
- À Gisele Marques pela amizade, incentivo e empatia de sempre, desde a graduação acompanhando as minhas vicissitudes dentro do curso de geologia;
- Aos integrantes do GPPG pela atenção e tempo despendido ao me socorrer nas horas em que recorri a eles;
- Aos amigos da sala 06 pela amizade e pelas conversas e incentivo a manter o foco no trabalho;
- A todos os professores do IG que de uma forma ou de outra fizeram questionar o meu próprio conhecimento;
- Aos amigos que me acompanharam durante a jornada deste mestrado, pelo auxílio e companheirismo que não foram sufocados num ambiente tão competitivo, em especial a Douglas, Lílian e Hanna pela despreziosa e franca amizade;
- Aos amigos da turma 2007 e aos demais leais amigos que fiz no curso de geologia, vocês são aqueles que me inspiram a continuar acreditando nesta profissão tão desafiadora;
- Aos meus pais, Edilson e Meriam, irmãos Marcos, Max e Maruzo por nunca questionarem minhas escolhas;
- Ao meu companheiro Thiago por ter me dado além de todo o apoio, o presente mais lindo, nossa pequena Luna, que me faz buscar ser uma pessoa melhor a cada dia;
- E a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a execução desse trabalho, o meu mais sincero Muito Obrigado!

“Existe apenas um bem, o saber, e apenas um mal, a ignorância.”

Sócrates

## RESUMO

O presente trabalho envolveu o estudo morfológico e composicional de zircão de rochas granodioríticas da Suíte Sanukitoide Rio Maria, Província Carajás. Para este estudo foram escolhidas cinco regiões inseridas nos domínios desta província, sendo elas: Rio Maria e Bannach, áreas-tipo do Sanukitoide Rio Maria, Ourilândia do Norte, contendo rochas granodioríticas correlacionáveis aos sanukitoides Rio Maria, São Félix do Xingu, onde ocorrem granodioritos tipo sanukitoides ainda pouco estudados, além do Granodiorito Trairão, região de Pau D'Arco, pertencente à Suíte Guarantã e geoquimicamente distinto dos sanukitoides. Os cristais de zircão foram estudados com o auxílio de imagens por elétrons secundários (ES), catodoluminescência (CL), análises semiquantitativas por espectroscopia de raios-X por dispersão de energia (EDS) através de um microscópio eletrônico de varredura (MEV), objetivando definir feições morfológicas e assinaturas geoquímicas características para os zircões de cada grupo de rocha, comparar os aspectos tipológicos entre eles e reafirmar a importância do zircão em estudos petrológicos e a metodologia MEV-CL-EDS como ferramenta de apoio para esses fins. O estudo morfológico foi realizado em zircões de dois grupos de rochas. No primeiro, formado por zircões da Suíte Sanukitoide Rio Maria, foram selecionados cento e dez cristais de zircão e no segundo, representado por zircões do Granodiorito Trairão, vinte e nove cristais. Os zircões do primeiro grupo apresentaram formas euédricas, subordinadamente subédricas, padrão de zoneamento bem definido, núcleos bem desenvolvidos e preservados de alteração, estreitas bordas luminescentes, sugerindo mudança composicional no final de sua cristalização, e rara a moderada presença de inclusões de F-apatita. Os zircões do Granodiorito Trairão mostraram formas euédricas a subédricas e zoneamento oscilatório bem definido. A presença de inclusões de F-apatita é recorrente nesta amostra, tanto no núcleo quanto nas bordas dos cristais, ora truncando, ora ocorrendo paralelamente às zonas de crescimento, sugerindo cristalização simultânea de ambos minerais. Realizou-se também o estudo tipológico nesses dois grupos de zircões. Os zircões dos sanukitoides Rio Maria são principalmente do tipo S18, com raras ocorrências do tipo P4. O segundo, representado por zircões do Granodiorito Guarantã, se correlacionam aos tipos S3 e S8. Análises semiquantitativas por ESD realizadas em zircões das cinco regiões estudadas foram comparadas e interpretadas em diagramas geoquímicos específicos. Os zircões dos sanukitoides de Rio Maria e Ourilândia do Norte apresentaram os menores conteúdos de Nb (1,0-1,8%), seguidos dos zircões das regiões de Bannach e Xingu (1,8-2,5%) e do Granodiorito Trairão (dominantemente entre 2,2-3,3%). Os zircões das rochas sanukitoides de

Rio Maria e Ourilândia do Norte apresentaram razões Zr/Nb mais elevadas, entre 30 e 50, e os do Granodiorito Trairão mais baixas, predominantemente entre 17 e 23. Os zircões dos sanukitoides de Bannach e Xingu apresentaram razões Zr/Nb intermediárias, entre 23 e 32. O diagrama Sr *versus* Zr/Nb mostra um *trend* negativo bem definido, com os zircões do Granodiorito Trairão mais enriquecidos em Sr (1,5 a 2,4%) e os dos sanukitoides de Rio Maria e Ourilândia do Norte mais empobrecidos (0,6 a 1,6%), com superposição parcial entre eles. Zircões dos sanukitoides de Bannach e Xingu apresentaram conteúdos intermediários de Sr (1,2 e 1,7%) e Zr/Nb (23 e 32), e plotaram entre os anteriores no diagrama. O estudo mostrou diferenças morfológicas, tipológicas e composicionais entre os zircões das rochas sanukitoides do sudeste do Pará, e entre esses e os do Granodiorito Trairão. De acordo com a tipologia proposta por Pupin (1980), essas diferentes características permitiram enquadrar os zircões das rochas sanukitoides e os do Granodiorito Trairão em dois grupos distintos, sugerindo que sua cristalização ocorreu em diferentes ambientes e temperaturas.

**Palavras-chave:** Província Carajás. Sanukitoides Rio Maria. Zircão. MEV-EDS. Catodoluminescência.



## ABSTRACT

This research involved the morphological and compositional study of zircons from granodioritic rocks of Sanukitoide Rio Maria suite, Carajás Province. For this study were chosen five regions inserted in this Province, namely: Rio Maria and Bannach, type areas of the Rio Maria Sanukitoide rocks; Ourilândia do Norte, containing correlated granodioritic rocks to sanukitoids Rio Maria; São Felix do Xingu, where there are still poorly studied granodiorite rocks similar to sanukitoides, besides Trairão Granodiorite, situated in the Pau D'Arco region, belonging to the Garantã suite and geochemically distinct from sanukitoide rocks. Zircon crystals were studied with the aid of secondary electron images (ES), cathodoluminescence (CL), semiquantitative analysis by spectroscopic energy dispersive (EDS) using a scanning electron microscope (SEM), aiming to define morphological features and characteristics geochemical signatures for zircons from each group of rock, compare the typological aspects between them and reaffirm the importance of zircon in petrological studies and SEM-CL-EDS methodology as a support tool for these purposes. The morphological study was conducted in zircons from two groups of rock. In the first one, made up of zircons from Rio Maria Sanukitoide Suite, were selected one hundred ten zircons and in the second one, represented by zircons of Trairão Granodiorite, twenty nine crystals. Zircons from the first group have euhedral shapes, subordinately subhedral, well defined standard zoning, well-developed and preserved cores, thin luminescent edges, suggesting compositional change at the end of crystallization, and rare to moderate presence of F-apatite inclusions. The zircons of Trairão Granodiorite showed euhedral the subhedral forms and well defined oscillatory zoning. The presence of F-apatite inclusions is recurring in this sample, both at the cores or at the edges of the crystals, truncating or taking place in parallel with the growth zones, suggesting simultaneous crystallization of both minerals. For the typological study were selected two groups of zircons. The first, made up of zircons of the Rio Maria sanukitoides, falls mostly within S18 type, with rare occurrences in P4 type. The second, represented by zircons of the Garantã Granodiorite, correlates with S3 and S8 types. Semiquantitative ESD analysis performed in zircons from the five studied regions were compared and interpreted in specific geochemical diagrams. Zircons of Rio Maria and Ourilândia do Norte sanukitoides showed the lowest Nb contents (1.0-1.8%), followed by the zircons of Bannach and Xingu regions (1.8-2.5%) and Trairão Granodiorite (dominantly between 2.2 to 3.3%). Zircons from Rio Maria and Ourilândia do Norte sanukitoides showed higher Zr/Nb ratios, between 30 and 50, and zircons from Trairão Granodiorite the lower

ratios, predominantly between 17 and 23. Zircons from Bannach and Xingu sanukitoides presented intermediate Zr/Nb ratios, between 23 and 32. The Sr *versus* Zr/Nb diagram shows a well defined negative trend, with zircons of Trairão Granodiorite more enriched in Sr (1.5 to 2.4%) and zircons from the Rio Maria and Ourilândia of Norte sanukitoides most depleted (0.6 to 1.6%), with partial overlap between them. Zircons from Bannach and Xingu sanukitoides showed intermediate Sr content (1.2 to 1.7%) and Zr/Nb (23 and 32) and plotted between the previous in the diagram. The study showed morphological, typological and compositional differences between the zircons of sanukitoides rocks of southeastern Para, and between these and the zircons of the Trairão Granodiorite. According to Pupin (1980) scheme, these differences allowed to frame the zircons of the sanukitoid rocks and the Trairão Granodiorite into two distinct groups, suggesting its crystallization occurred in different environments and temperatures.

**Keywords:** Carajás Province. Sanukitoides Rio Maria. Zircon. SEM-EDS. Cathodoluminescence.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

### FIGURAS

|            |  |    |
|------------|--|----|
| Figura 1 - | Mapa de localização das áreas de ocorrência das rochas sanukitoides estudadas.....   | 3  |
| Figura 2 - | Províncias geocronológicas do Cráton Amazônico de acordo com (A) Tassinari & Macambira (1999, 2004) e (B) Santos et al (2000, 2006)....  | 5  |
| Figura 3 - | Mapa geológico da Província Carajás (Feio 2011) com a distribuição das rochas sanukitoides Rio Maria.....  | 6  |
| Figura 4 - | Mapa geológico do Domínio Rio Maria (compilado de Almeida <i>et al.</i> 2010 e Santos <i>et al.</i> 2013).....   | 7  |
| Figura 5 - | Mapa geológico do Granito Bom Jardim, Suite Intrusiva Velho Guilherme, mostrando granodioritos na borda leste com características similares a dos sanukitoides Rio Maria (compilado de Lamarão et al. 2012).....   | 12 |
| Figura 6 - | Imagens de MEV-CL (acima) e MEV-ERE (abaixo) de cristais de zircão do Granodiorito Trairão (este estudo), mostrando diferenças no grau de luminescência, padrão de zoneamento, intensidade de fraturas e alteração.....  | 20 |
| Figura 7 - | Classificação tipológica de zircão e escala geotermométrica correspondente proposta por Pupin (1980), mostrando os principais tipos e subtipos da classificação. O Índice A reflete a razão Al/álcalis, controle de desenvolvimento das pirâmides do zircão, ao passo que a temperatura afeta o desenvolvimento de diferentes prismas do zircão.....   | 22 |
| Figura 8 - | Populações de zircão na classificação petrogenética proposta por Pupin (1980): (1), (2) e (3) Granitos crustais ou de origem principalmente crustal (granitos orogenéticos): (1) leucogranitos aluminosos; (2) (sub) monzogranitos autóctones e granodioritos; (3) monzogranitos aluminosos intrusivos e granodioritos. (4) e (5) Granitos de origem crustal e mantélica, granitos híbridos (granitos orogenéticos): (4a-c, área pontilhada escura) granodioritos + monzonitos; (4a-c, claro área pontilhada) monzogranitos + granitos alcalinos; (5) granitos da série subalcalina. (6) e (7) Granitos do manto ou principalmente de origem mantélica (granitos anorogênicos): (6) granitos da série alcalina; (7) granitos da série toleítica. Ch, área charnoquitos magmático; Mu, limite de muscovita granitos (temperatura <725° C). Compilado de Pupin (1980)..... | 23 |
| Figura 9 - | Imagens de elétrons secundários de zircões da Suíte Sanukitoide Rio Maria, da região de Bannach. As figuras 8a-e exibem o tipo predominante encontrado nos sanukitoides dessa região e sua tipologia   |    |

|             |   |    |
|-------------|---|----|
|             | característica (S18) segundo Pupin (1980). Em f tem-se um tipo de zircão pouco comum nessas rochas, classificado como pertencente ao tipo P4. A e B= modelos esquemáticos de cristais de zircão (Pupin 1980).....   | 26 |
| Figura 10 - | Imagens de CL de cristais de zircão representativos da amostra FMR-27 da Suíte Sanukitoide Rio Maria, região de Bannach.....  | 27 |
| Figura 11 - | Imagens de CL de cristais de zircão representativos da amostra FMR-100 da Suíte Sanukitoide Rio Maria, região de Bannach. F-Ap = Flúor-apatita.....   | 29 |
| Figura 12 - | Imagens de CL de cristais de zircão representativos da amostra FMR-80 da Suíte Sanukitoide Rio Maria, região de Bannach. F-Ap = Flúor-apatita.....  | 30 |
| Figura 13 - | Imagens de elétrons secundários de cristais de zircão representativos da amostra MAR-123 do Granodiorito Trairão, Suíte Guarantã, com o respectivo tipo morfológico associado, segundo Pupin (1980). S8 e S3 representam os tipos principais encontrados nessas rochas (a, b). Em c, d, e estão os tipos secundários, sendo S13 dominante sobre o tipo S18..... | 31 |
| Figura 14 - | Imagens de CL de cristais de zircão representativos da amostra MAR-123 do Granodiorito Trairão, Suíte Guarantã. F-Ap = Flúor-apatita.....   | 32 |
| Figura 15 - | Diagrama Ta x Nb (% em peso) mostrando a variação composicional dos zircões nas rochas sanukitoides da Suíte Rio Maria e do Granodiorito Trairão da Suíte Guarantã.....   | 33 |
| Figura 16 - | Diagrama Sr x Nb (% em peso) mostrando a correlação positiva entre os dois elementos nos zircões estudados.....   | 34 |
| Figura 17 - | Diagrama Nb x Zr/Nb (% em peso) evidenciando a variação composicional dos zircões nas rochas da Suíte Sanukitoide Rio Maria e do Granodiorito Trairão, Suíte Guarantã.....  | 35 |
| Figura 18 - | Diagramas comparando a variação de Sr e Nb (% em peso) de zircões das rochas da Suíte Sanukitoides Rio Maria obtidas por EDS (A) com análises de rocha total destas mesmas rochas (B) (Oliveira <i>et al.</i> 2009; Lamarão <i>et al.</i> 2012; Santos <i>et al.</i> 2013).....   | 36 |
| Figura 19 - | Diagramas Nb x Zr/Nb (% em peso) comparando a variação composicional dos zircões nas rochas da Suíte Sanukitoide Rio Maria utilizando análises por EDS (A) com análises de rocha total destas mesmas rochas (B).....  | 37 |
| Figura 20 - | Diagramas Sr x Zr/Nb (% em peso) comparando a variação composicional dos zircões nas rochas da Suíte Sanukitoide Rio Maria obtidas por EDS (A) com análises de rocha total destas mesmas rochas (B).....  | 38 |

|             |   |    |
|-------------|---|----|
| Figura 21 - | Diagrama Sr x Nb (% em peso) mostrando a variação composicional dos zircões das rochas da Suíte Sanukitoides Rio Maria, do Granodiorito Trairão e de rochas TTG (Tonalito Arco Verde e Trondhjemito Mogno) estudadas por Ramalho (2014), aflorantes no Domínio Rio Maria..... | 39 |
| Figura 22 - | Grade tipológica esquemática de zircão (Pupin 1980), com a localização dos principais tipos de zircão estudados.....  | 41 |

### TABELAS

|            |  |    |
|------------|--|----|
| Tabela 1 - | Relação de trabalhos com petrografia detalhada das rochas sanukitoides e do Granodiorito Trairão (Suíte Garantã), Província Carajás, estudadas neste trabalho..... | 16 |
| Tabela 2 - | Amostras estudadas por região e número de análises obtidas por MEV-EDS.....  | 18 |

## SUMÁRIO

|   |     |
|---|-----|
| <b>DEDICATÓRIA</b> .....  | iv  |
| <b>AGRADECIMENTOS</b> .....   | v   |
| <b>EPÍGRAFE</b> .....   | vi  |
| <b>RESUMO</b> .....   | vii |
| <b>ABSTRACT</b> .....   | ix  |
| <b>LISTA DE ILUSTRAÇÕES</b> .....                                     | xi  |
| <b>1 INTRODUÇÃO</b> .....   | 1   |
| 1.1 APRESENTAÇÃO.....   | 2   |
| 1.2 ROCHAS SANUKITOIDES DO DOMÍNIO RIO MARIA.....                     | 2   |
| 1.3 CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL.....                                  | 3   |
| <b>1.3.1 Domínio Rio Maria</b> .....                                  | 6   |
| 1.3.1.1 Suíte Sanukitoide Rio Maria <i>versus</i> Suíte Guarantã..... | 9   |
| 1.4 JUSTIFICATIVA.....  | 13  |
| 1.5 OBJETIVOS.....  | 15  |
| 1.6 MATERIAIS E MÉTODOS.....  | 15  |
| <b>1.6.1 Pesquisa bibliográfica</b> .....                             | 15  |
| <b>1.6.2 Revisão petrográfica</b> .....                               | 16  |
| <b>1.6.3 Separação de minerais pesados</b> .....                      | 16  |
| <b>1.6.4 Estudo morfológico de zircão</b> .....                       | 17  |
| <b>1.6.5 Estudo composicional de zircão</b> .....                     | 17  |
| 1.7 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....  | 18  |
| <b>1.7.1 Generalidades</b> .....                                      | 18  |
| <b>1.7.2 Morfologia e composição de zircão</b> .....                  | 19  |
| <b>2 RESULTADOS</b> .....   | 24  |
| 2.1 ESTUDO MORFOLÓGICO DE ZIRCÃO POR MEV-EDS-CL.....                  | 25  |
| <b>2.1.1 Suíte Sanukitoide Rio Maria</b> .....                        | 25  |
| <b>2.1.2 Granodiorito Trairão</b> .....                               | 30  |
| 2.2 ANÁLISES QUÍMICAS DE ZIRCÃO.....                                  | 33  |
| <b>2.2.1 Análises Zircão EDS <i>versus</i> Rocha Total</b> .....      | 35  |
| <b>3 DISCUSSÕES</b> .....   | 40  |
| 3.1 ASPECTOS MORFOLÓGICOS E TIPOLOGIA.....                            | 41  |

|   |           |
|---|-----------|
| 3.2 ASPECTOS COMPOSICIONAIS DOS ZIRCÕES ESTUDADOS.....  | 43        |
| <b>4 CONCLUSÕES.....</b>  | <b>45</b> |
| <b>REFERÊNCIAS.....</b>   | <b>47</b> |
| <b>APÊNDICES.....</b>   | <b>58</b> |
| <b>APÊNDICE A - COMPOSIÇÃO QUÍMICA DOS ZIRCÕES ESTUDADOS</b><br><b>OBTIDAS POR ANÁLISES DE EDS.....</b> | <b>59</b> |

# CAPÍTULO 1

---

## INTRODUÇÃO



## 1 INTRODUÇÃO

### 1.1 APRESENTAÇÃO

O presente trabalho envolve o estudo de cristais de zircão de rochas granodioríticas pertencentes à Suíte mesoarqueana Rio Maria da Província Carajás (Almeida *et al.* 1981), porção sudeste do Cráton Amazônico. O granodiorito Rio Maria (Medeiros & Dall’Agnol 1988) cobre grandes áreas do Domínio Rio Maria (Vasquez *et al.* 2008a), aflorando a sul e sudeste da cidade de Rio Maria, a sul e nordeste de Xinguara, norte de Redenção e leste de Bannach. Estudos petrológicos, geoquímicos e de química mineral realizados nessas rochas (Oliveira *et al.* 2009, 2010) indicaram que esses granodioritos apresentam características geoquímicas similares a de rochas da série sanukitoide, com conteúdos elevados de Mg, Cr, Ni, Ba, Sr e ETRL, conforme definido por Shirey & Hanson (1984); Halla (2005). Outras rochas granodioríticas correlacionáveis aos sanukitoides Rio Maria foram descritas nas regiões de Água Azul do Norte (Gabriel & Oliveira 2014; Santos *et al.* 2013), Ourilândia do Norte (Santos & Oliveira 2016), Serra do Inajá (Rolando & Macambira 2003) e Xingu (Avelar 1996; Lamarão *et al.* 2012), todas inseridas nos domínios da Província Carajás.

Os cristais de zircão foram estudados morfológica e geoquimicamente com o auxílio de imagens por catodoluminescência (CL) e análises semiquantitativas de EDS (espectroscopia de raios-X) através de um microscópio eletrônico de varredura (MEV), objetivando definir uma assinatura característica para essas rochas, além de reafirmar a importância do zircão em estudos petrológicos e a metodologia MEV-CL-EDS como ferramenta de apoio a estudos desta natureza.

Esta dissertação foi organizada da seguinte forma: um capítulo introdutório (capítulo 1), o qual aborda pontos relacionados à apresentação e localização da área de estudo, ao contexto geológico regional da Província Carajás, justificativa, os objetivos a serem alcançados, os métodos utilizados e a Fundamentação teórica deste estudo. O capítulo 2 apresenta os resultados alcançados. E, por fim, os capítulos 3 e 4 encerram a dissertação apresentando as discussões e conclusões finais, respectivamente, integrando todos os dados apresentados nos capítulos antecedentes.

### 1.2 ROCHAS SANUKITOIDES DO DOMÍNIO RIO MARIA

As rochas sanukitoides selecionadas para este estudo estão situadas no Domínio Rio Maria (Santos 2003; Vasquez *et al.* 2008a), sudeste do Cráton Amazônico, Província Geocronológica Amazônia Central (Tassinari & Macambira 2004). Suas ocorrências

abrangem os municípios de Rio Maria, Bannach, Pau D'arco, Ourilândia do Norte e São Félix do Xingu (Figura 1).

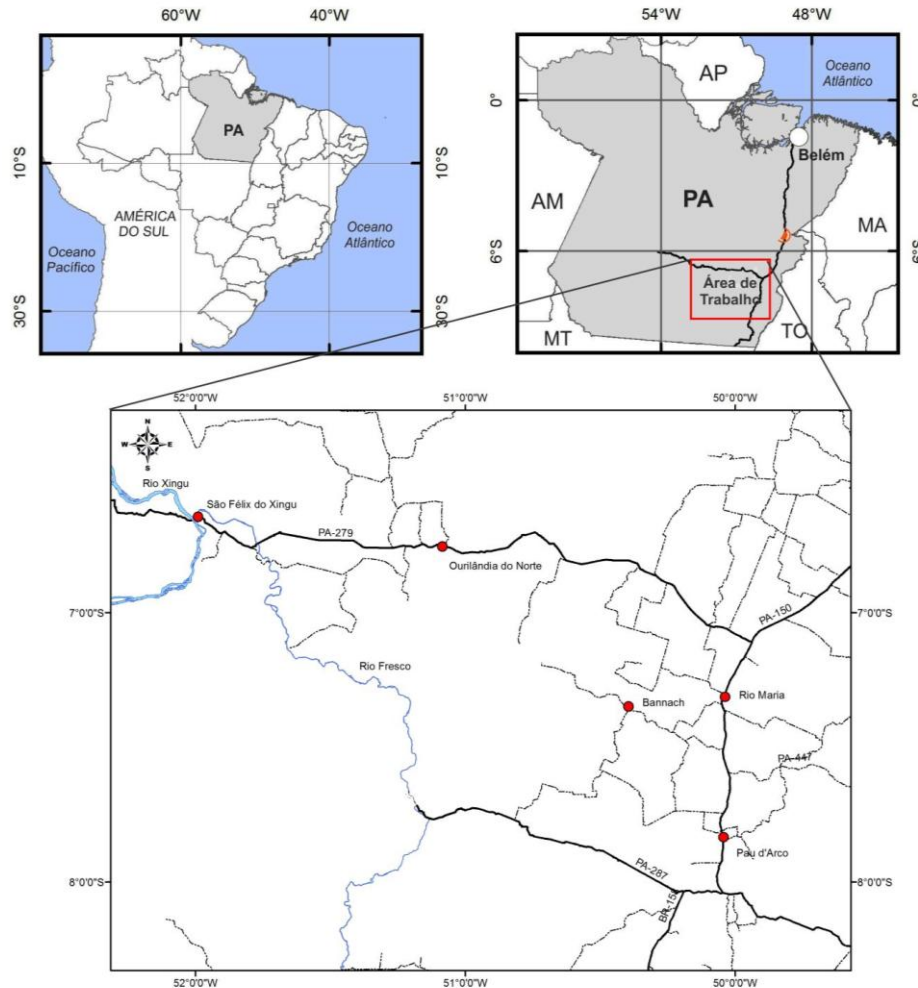


Figura 1 - Mapa de localização das áreas de ocorrência das rochas sanukitoides estudadas.

### 1.3 CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL

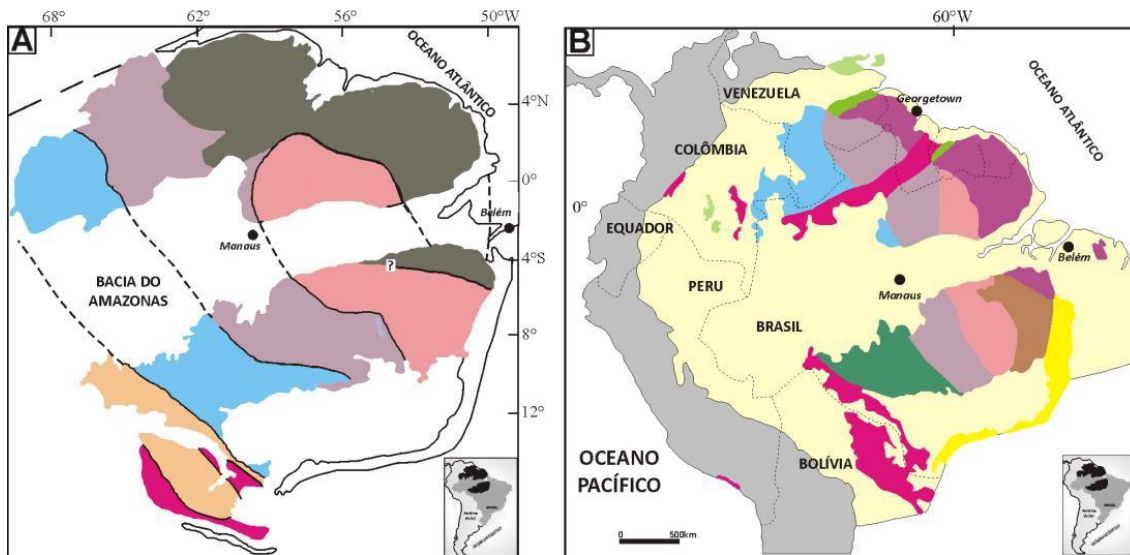
O Cráton Amazônico corresponde a uma das maiores áreas pré-cambrianas do mundo, com cerca de 4.500.000 km<sup>2</sup>. É composto por terrenos arqueanos e proterozóicos e manteve-se tectonicamente estável desde o Neoproterozóico. Representa uma das principais unidades tectônicas da plataforma Sul-Americana, sendo formado pelos Escudos das Guianas e do Brasil Central, separados pelas Bacias Paleozoicas do Amazonas e Solimões. Abrange grande parte do norte do Brasil, Guiana Francesa, Guiana, Suriname, Venezuela, Colômbia e Bolívia. É limitado a leste, a sul e a sudeste por unidades formadas durante o Ciclo Orogênico Brasileiro (930-540 Ma, Pimentel & Fuck 1992), respectivamente, Grupo Baixo Araguaia e Grupos Alto Paraguai, Cuiabá e Corumbá.

De acordo com dados geocronológicos, padrões estruturais distintos e evidências geofísicas, o Cráton Amazônico foi dividido em várias províncias geocronológicas acrescidas em torno de um núcleo arqueano (Figura 2; Tassinari & Macambira 1999, 2004; Santos *et al.* 2000). Segundo os primeiros autores, foram definidas as Províncias: Amazônia Central (>2,5 Ga); Maroni-Itacaiúnas (2,2-1,95 Ga); Ventuari-Tapajós (1,95-1,80 Ga); Rio Negro-Juruena (1,88-1,55 Ga); Rondoniana-San Ignacio (1,55-1,3 Ga) e Sunsás (1,3-1,1 Ga).

A Província Amazônia Central constitui a porção arqueana mais antiga e preservada do Cráton Amazônico; corresponde a uma crosta continental com mais de 2,5 Ga que não foi afetada pela orogenia Transamazônica. Ela é separada em dois domínios pela Província Maroni-Itacaiúnas, o Bloco Carajás e o Bloco Roraima (Tassinari & Macambira 2004). O Bloco Carajás corresponde a Província Carajás (PC) de Santos *et al.* (2006) (Figura 3) e é formado por unidades predominantemente arqueanas com ausência de rochas geradas durante o Ciclo Transamazônico. Esta província é limitada a leste, pelo Cinturão neoproterozóico Araguaia, a norte, pela província Maroni-Itacaiúnas, a sul e a oeste é parcialmente coberta pelas sequências sedimentares fanerozóicas da Bacia Parecis e pelas rochas vulcânicas paleoproterozóicas do Supergrupo Uatumã (Tassinari & Macambira 2004). É dividida em dois grandes domínios: o Terreno Granito-*Greenstone* de Rio Maria (TGGRM), com idades entre 2,98 e 2,86 Ga, e o Domínio Carajás. Dall'Agnol *et al.* (2006) sugeriram a existência de um Domínio de Transição entre a região de Xinguara e a porção sul da Bacia Carajás, o qual teria sido intensamente afetado pelos eventos magmáticos e tectônicos neoproterozoicos do Domínio Carajás. Evidências geofísicas sugerem que o limite entre ambos os domínios coincide com uma descontinuidade regional com *trend* EW situado ao norte de Sapucaia e a sul de Canaã dos Carajás. A crosta arqueana de ambos os domínios foi intrudida por granitos tipo-A de 1,88 Ga pertencentes às suítes Jamon e Serra dos Carajás (Dall'Agnol *et al.* 1999, 2005; Dall'Agnol & Oliveira 2007).

Araújo & Maia (1991), Araújo *et al.* (1994) e Costa *et al.* (1995) admitem a existência de três domínios tectônicos na porção leste do Bloco Carajás: Cinturão de Cisalhamento Itacaiúnas (CCI) a norte, Cinturão de Cisalhamento Pau D'Arco (CCPD) a sul e o TGGRM entre eles. Este último foi chamado por Vasquez *et al.* (2008a) de Domínio Rio Maria (DRM), denominação que adotaremos neste trabalho. Althoff *et al.* (1991, 1994), Dall'Agnol *et al.* (1996, 1997) e Rolando & Macambira (2002) não consideram o CCPD como um domínio individual e sim um prolongamento do DRM até a região de Redenção e Serra do Inajá. Docegeo (1988) considera que a Bacia Carajás, na qual domina o Supergrupo Itacaiúnas, formou-se em um *rift* continental sobre o DRM.

Feio (2011) admitiu a existência de um Subdomínio de Transição (SDT) situado entre a Bacia Carajás e o DRM. O limite do SDT com o DRM estaria situado a sul da cidade de Xinguara ou a norte do *Greenstone belt* de Sapucaia (Souza *et al.* 1996, Dall’Agnol *et al.* 2006; Vasquez *et al.* 2008a) e se prolongaria lateralmente até a região de São Félix do Xingu. Feio (2011) considera que este subdomínio teve uma evolução contrastante com a do Domínio Rio Maria, sugerindo a definição de um possível novo bloco arqueano distinto do DRM e do Domínio Carajás. Recentemente, Dall’Agnol *et al.* (2013) adotaram as denominações de Domínio Canaã dos Carajás e Domínio Sapucaia para as porções norte e sul deste Subdomínio por entenderem que o mesmo não corresponderia a uma crosta arqueana homogênea.



### Províncias Geocronológicas do Cráton Amazônico

- |  |  |
|--|--|
| <span style="color: #e91e63;">■</span> Amazônia Central (> 2,6 Ga)           | <span style="color: #8d6e33;">■</span> Carajás (3,0-2,5 Ga)                                |
| <span style="color: #455a64;">■</span> Maroni-Itacaiúnas (2,25-2,05 Ga)      | <span style="color: #e91e63;">■</span> Amazônia Central (supostamente Arqueana)            |
| <span style="color: #8d6e33;">■</span> Ventuari-Tapajós (1,98-1,81 Ga)       | <span style="color: #4caf50;">■</span> Transamazonas (2,26-2,01 Ga)<br>(Imataca e Bakhuis) |
| <span style="color: #2196f3;">■</span> Rio Negro-Juruena (1,78-1,55 Ga)      | <span style="color: #8d6e33;">■</span> Tapajós-Parima (2,03-1,88 Ga)                       |
| <span style="color: #ff9800;">■</span> Rondoniana-San Ignácio (1,55-1,30 Ga) | <span style="color: #2196f3;">■</span> Rio Negro (1,82-1,52 Ga)                            |
| <span style="color: #e91e63;">■</span> Sunsás (1,28-0,95 Ga)                 | <span style="color: #4caf50;">■</span> Rondônia-Juruena (1,82-1,54 Ga)                     |
|  | <span style="color: #e91e63;">■</span> Sunsás e K'Mudku (1,45-1,10 Ga)                     |
|  | <span style="color: #9e9e9e;">■</span> Faixa orogênica Andes                               |
|  | <span style="color: #ffff00;">■</span> Faixa orogênica Araguaia                            |
|  | <span style="color: #ffffcc;">■</span> Cobertura sedimentar fanerozóica e proterozóica     |

Figura 2 - Províncias geocronológicas do Cráton Amazônico de acordo com (A) Tassinari & Macambira (1999, 2004) e (B) Santos *et al.* (2000, 2006).

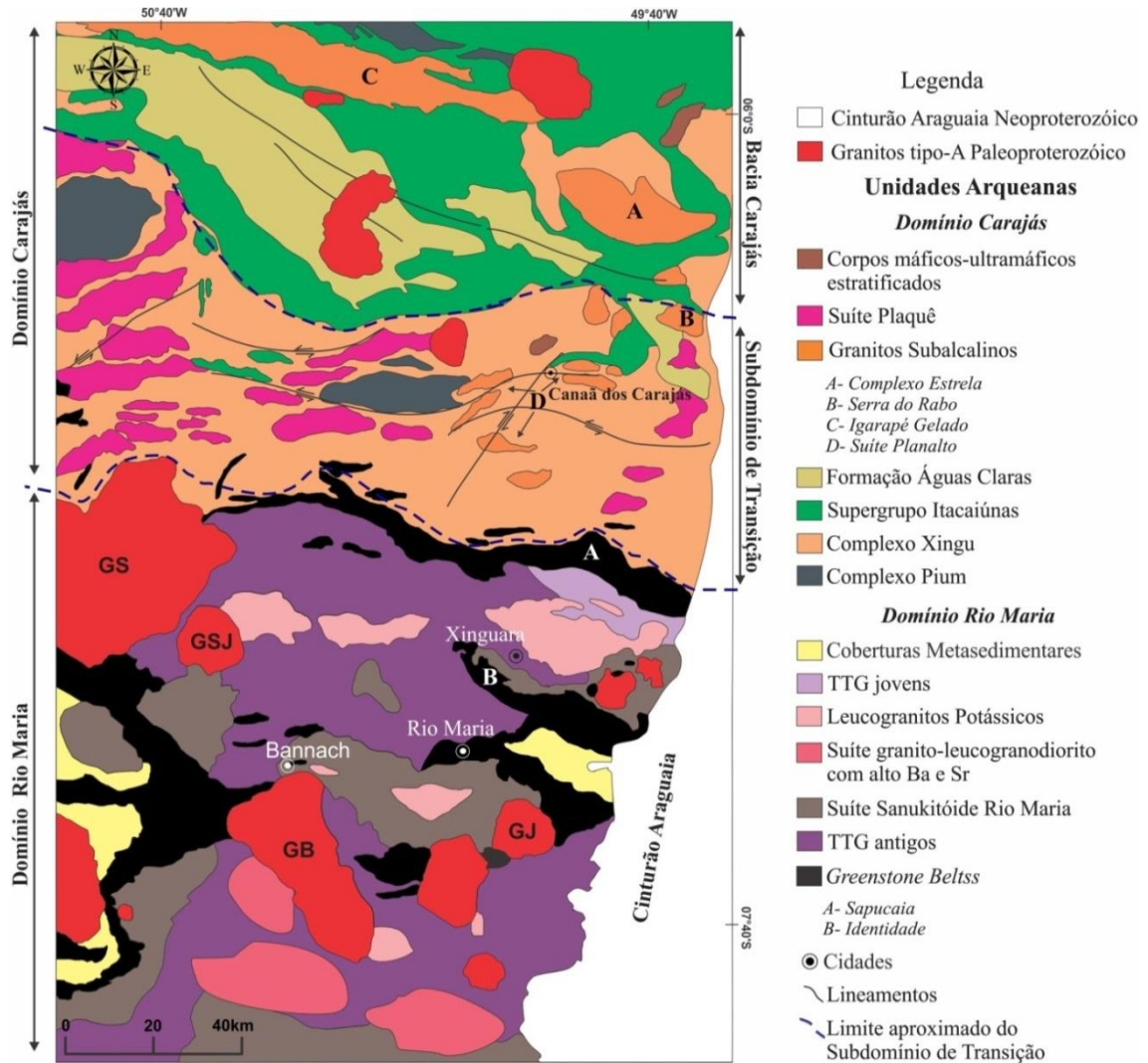


Figura 3 - Mapa geológico da Província Carajás (Feio 2011) com a distribuição das rochas sanukitoides Rio Maria.

### 1.3.1 Domínio Rio Maria

O Domínio Rio Maria, chamado anteriormente de Terreno Granito *Greenstone* de Rio Maria (TGGRM), é caracterizado pela ocorrência de sequências metavulcano-sedimentares do tipo *Greenstone belt* (Supergrupo Andorinhas) e granitoides, ambos de idades arqueanas, cortados por granitos anorogênicos e diques proterozóicos associados.

O Supergrupo Andorinhas corresponde à unidade mais antiga do Domínio Rio Maria e é constituído por sequências vulcano-sedimentares (Sapucaia, Identidade, Lagoa Seca, Babaçu, Seringa, Pedra Preta, entre outras) metamorfisadas em condições de fácies xisto-verde a anfibolito (Souza *et al.* 1997, 2001), onde predominam komatiítos e basaltos toleíticos com idades que variam de 2,98 a 2,90 Ga (Macambira 1992; Pimentel & Machado 1994).

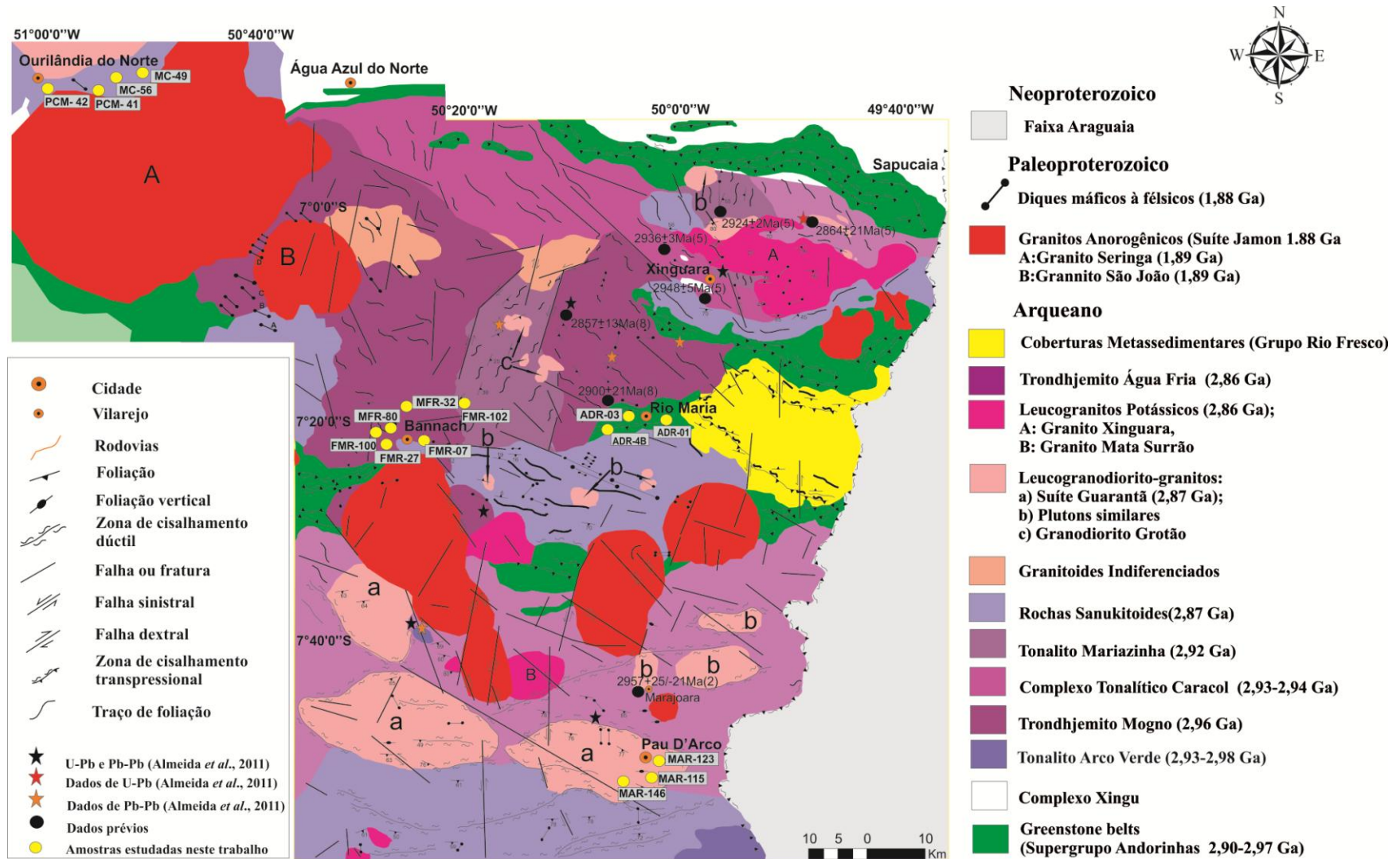


Figura 4 - Mapa geológico do Domínio Rio Maria (compilado de Almeida *et al.* 2010 e Santos *et al.* 2013).

Com base em aspectos petrográficos, geoquímicos e geocronológicos os granitoides arqueanos foram divididos em cinco grupos com idades entre 2,98 e 2,86 Ga: 1) tonalito-trondhjemitó-granodioritos do tipo TTG com idades entre 2,98 e 2,92 Ga, representados pelo Tonalito Arco Verde, Trondhjemitó Mogno, Complexo Tonalítico Caracol e Tonalito Mariazinha (Althoff *et al.* 2000; Leite *et al.* 2004; Guimarães *et al.* 2010; Almeida *et al.* 2011), 2) rochas sanukitoides com alto Mg, representadas pelos Granodioritos Rio Maria, com idades em torno de 2,87 Ga (Macambira & Lancelot 1996; Althoff *et al.* 2000; Leite *et al.* 2004; Oliveira *et al.* 2006a, b; Oliveira *et al.* 2009), 3) leucogranodiorito-granitos com idades em torno de 2,87 Ga que compõem a Suíte Guarantã (Almeida *et al.* 2011), 4) TTGs jovens representados pelo Trondhjemitó Água Fria com idade de 2,86 Ga (Huhn *et al.* 1988; Pimentel & Machado 1994; Leite *et al.* 2004) e 5) leucogranitos potássicos de afinidade cálcico-alcalina, representados pelos plutons Xinguara e Mata Surrão com idades em torno de 2,87-2,86 Ga (Leite *et al.* 2004; Almeida *et al.* 2011).

Os granitoides da série tonalítica-trondhjemitóica (TTG) do Domínio Rio Maria descritas neste trabalho correspondem ao Tonalito Arco Verde e ao Trondhjemitó Mogno, que embora apresentem idades distintas, possuem características químicas similares.

O Tonalito Arco Verde foi datado originalmente de  $2957 \pm 25 / -21$  Ma (U/Pb em zircão, Macambira 1992), posteriormente, confirmadas por datações efetuadas em rochas desta unidade da região de Inajá e Pau-D'arco ( $2948 \pm 7$  Ma e  $2981 \pm 8$  Ma, Pb/Pb em zircão; Rolando & Macambira 2002, 2003;  $2964 \pm 2$  Ma, Pb/Pb em zircão, Vasquez *et al.* 2008b;  $2941 \pm 5$  Ma,  $2948 \pm 4$  Ma, LA-MC-ICPMS U-Pb em zircão e  $2937 \pm 3$  Ma, Pb/Pb em zircão, Almeida *et al.* 2011).

O Trondhjemitó Mogno ocorre a sul de Xinguara e se estende até o norte de Bannach. Contém enclaves máficos, interpretados como metabasaltos do Supergrupo Andorinhas (Souza 1994). Esta unidade havia sido anteriormente datada pelos métodos Pb-Pb em zircão ( $2857 \pm 13$  e  $2900 \pm 21$ , Macambira *et al.* 2001) e U-Pb em titanita ( $2871$  Ma, Pimentel & Machado 1994). Almeida *et al.* (2011) obtiveram novas idades para essa unidade ( $2962 \pm 8$  Ma,  $2968 \pm 2$  Ma,  $2959 \pm 5$  Ma, método Pb-Pb em zircão;  $2959 \pm 2$  Ma,  $2961 \pm 16$  Ma e  $2972 \pm 9$  Ma por LA-MC-ICPMS em zircão) que diferem daquelas obtidas anteriormente. O intervalo de idades entre 2,97-2,95 Ga foi interpretado como o período de cristalização do Trondhjemitó Mogno (Almeida *et al.* 2011) e as idades mais jovens poderiam estar relacionadas a efeitos térmicos causados pelas intrusões da Suíte Sanukitóide Rio Maria.

As rochas que compõem a Suíte Guarantã se formaram cerca de 50 Ma depois do último principal evento magmático TTG ( $2.93 \pm 0.1$  Ga; Almeida *et al.*, 2010) que se tem

conhecimento na região. Estes granitoides são aproximadamente contemporâneos às suítes sanukitoides, aos leucogranitos potássicos e ao trondhjemitito Água Fria (Almeida *et al.* 2010). As rochas que compõem a Suíte Guarantã são leucogranodioritos e leucomonzogranitos, representados pelo Granito Guarantã e pelos granodioritos Azulona e Trairão. Em geral, são plutons e *stocks* com aproximadamente 20 km na sua maior extensão, enquanto que os TTG e sanukitoides formam grandes batólitos ou complexos acamadados (Souza *et al.* 1992). Exibem graus variáveis de fracionamento de ETR pesados em relação aos leves e são, geralmente, desprovidos de anomalia significativa de Eu. Essas rochas apresentam razão  $K_2O/Na_2O < 1$  e altos conteúdos de Ba e Sr (Dias 2009; Almeida *et al.* 2010). As idades de cristalização obtidas para essa suíte se situam em torno de 2,87 a 2,86 Ga (Pb-Pb em zircão,  $2864 \pm 8$  Ma; e LA-MC-ICPMS U-Pb em zircão,  $2875 \pm 8$  Ma e  $2872 \pm 7$  Ma; Almeida *et al.* 2013).

Segundo Leite *et al.* (1999), o Granito Xinguara é intrusivo no Tonalito Caracol, no Granodiorito Rio Maria e nos *Greenstone belts*. Forneceu duas idades Pb-Pb em zircão de  $2865 \pm 1$  Ma, similares à do Trondhjemitito Água Fria, indicando que esses dois granitoides são contemporâneos e efetivamente mais jovens que o Tonalito Caracol (Leite *et al.* 2004). O Granito Mata Surrão é intrusivo no Tonalito Arco Verde e apresenta idades de  $2872 \pm 10$  Ma (Pb-Pb em rocha total; Rodrigues *et al.* 1992) e  $2871 \pm 7$  Ma (Pb-Pb em zircão; Althoff *et al.* 1998).

Estas unidades do Domínio Rio Maria são cobertas por metassedimentos arqueanos do Grupo Rio Fresco e cortados por granitos anorogênicos paleoproterozóicos da Suíte Jamon (Huhn *et al.* 1988; Souza *et al.* 1990; Araújo *et al.* 1994; Dall’Agnol *et al.* 2005; Dall’Agnol & Oliveira 2007).

O Granodiorito Rio Maria, composto por rochas sanukitoides e afins (Oliveira *et al.* 2009, 2010) ocorre ao longo de grande extensão no Domínio Rio Maria e será descrito mais detalhadamente a seguir.

#### 1.3.1.1 Suíte Sanukitoide Rio Maria *versus* Suíte Guarantã

O termo Suíte Sanukitoide foi introduzido pela primeira vez por Shirey & Hanson (1984) na Província Arqueana Superior, Canadá, para designar rochas dioríticas a granodioríticas ricas em Mg, geralmente intrusivas em associações tipo TTG. Halla (2005) usou o termo Série Sanukitoide para um conjunto de granitoides com número de Mg (#) relativamente elevado e altos conteúdos de Cr, Ni, P, LILE (Sr, Ba) e ETR leves. Suas assinaturas geoquímicas e isotópicas são contrastantes, pois isótopos de Nd e Sr indicam



origem mantélica, enquanto isótopos de Pb sugerem que há um importante componente crustal nessas rochas. Em diversos crátons do mundo, as rochas sanukitoides formaram-se no final do Arqueano (2,95 - 2,54Ga) como intrusões comumente tardi a pós-cinemática, as quais não são, necessariamente, temporalmente relacionadas a um magmatismo TTG, mas quase sempre são precedidas por intrusões dessas rochas.

No Domínio Rio Maria, rochas granodioríticas, intermediárias e enclaves máficos foram interpretados, com base em dados geoquímicos, como sanukitoides (Oliveira *et al.* 2009). Tais rochas forneceram um padrão geocronológico uniforme, com idades em torno de 2,87 Ga obtidas a partir de diferentes áreas de ocorrência (Figura 3) e metodologias (Pimentel & Machado 1994; Dall'Agnol *et al.* 1999; Rolando & Macambira 2002, 2003). Estas rochas são intrusivas no Supergrupo Andorinhas e nos granitoides TTGs antigos, sendo cortadas pelo Trondhjemitó Água Fria e pelo Granito Xinguara (Souza *et al.* 2001; Leite 2001). Cobrem uma grande extensão do Domínio Rio Maria com exposições nas proximidades da cidade de Rio Maria (Medeiros & Dall'Agnol 1988), a sul e nordeste de Xinguara (Souza 1994; Leite 2001), a norte de Redenção (Althoff *et al.* 2000) e a leste de Bannach (Oliveira *et al.* 2006a, 2009). Dominam granodioritos, com monzogranitos subordinados, exibindo textura equigranular média a grossa. Apresentam um nível de deformação incipiente, com foliação subvertical ou, mais raramente, WNW-ESE a EW, identificada pela orientação de minerais máficos e enclaves, porém a textura ígnea ainda pode ser identificada. Características como a saussuritização do plagioclásio e presença de epidoto magmático são marcantes nessas rochas. As principais fases máficas presentes são anfibólio±biotita±epidoto magmático, enquanto os acessórios são zircão, magnetita, apatita, titanita e allanita. Ocorrem ainda, enclaves máficos centimétricos a decimétricos com forma achatada ou arredondada, alongados nas zonas de cisalhamento (Souza 1994; Althoff *et al.* 2000; Leite 2001). Esses enclaves apresentam evidências de interação com os sanukitoides, sugerindo que por mais incipiente que tenha sido a deformação, eles foram deformados simultaneamente. Tais características sugerem um baixo contraste de viscosidade entre os enclaves e os sanukitoides Rio Maria e a coexistência de ambos no estágio magmático (Souza & Dall'Agnol 1995; Althoff 1996; Leite 2001). Outras estruturas identificadas nos sanukitoides Rio Maria são veios, bandas de cisalhamento e fraturas de tensão.

Rochas de composição máfica e intermediária (quartzo diorito e quartzo monzodiorito) também ocorrem na suíte, porém são mais raras, formando pequenos corpos ou *stocks* com exposição nas regiões de Xinguara (Leite 2001) e Bannach (Oliveira *et al.* 2006a). As rochas máficas são inequigranulares com presença marcante de anfibólio prismático envolto por

material leucocrático intercumulus. Estas rochas cumuláticas foram interpretadas por Oliveira (2005) como cogenéticas aos sanukitóides Rio Maria.

De acordo com Oliveira *et al.* (2009), os dados modais e geoquímicos indicam que tanto os granodioritos e rochas intermediárias, quanto os enclaves máficos não podem estar relacionados à cristalização fracionada, pois nas rochas intermediárias houve o fracionamento de anfibólio  $\pm$  biotita  $\pm$  apatita, enquanto a evolução dos granodioritos se deu pelo fracionamento de plagioclásio+anfíbólio $\pm$ biotita.

Na região noroeste da PC, entre as localidades de Ourilândia do Norte e Água Azul do Norte foram identificados granitoides com características correlacionáveis aos sanukitoides Rio Maria. Trabalhos de Santos *et al.* (2013) e de Santos & Oliveira (2015) descreveram três grupos principais de rochas: (quartzo) dioritos, quartzo-monzodioritos e granodioritos, com ocorrências secundárias de tonalitos e monzogranitos. Santos *et al.* (2013) compararam os anfibólio-biotita-granodioritos (ABGrd) aos sanukitoides Rio Maria por apresentarem teores elevados de Ni, Cr e #Mg, enclaves máficos centimétricos a métricos, aspecto esverdeado devido a saussuritização dos plagioclásios, presença de hornblenda, biotita e epidoto magmático como principais fases máficas, além de baixos teores de MgO, TiO<sub>2</sub>, CaO, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> e FeOt, enquanto Na<sub>2</sub>O e K<sub>2</sub>O aumentam com SiO<sub>2</sub>. A idade de cristalização de 2875 $\pm$ 2 Ma obtida pelo método Pb-Pb em zircão para essas rochas também reforçou esta associação. Ao fazer esta comparação Santos *et al.* (2013) admitiram que a Suíte Sanukitoide Rio Maria prolonga-se, pelo menos, até a localidade de Ourilândia do Norte.

Do mesmo modo que as típicas séries sanukitoides, a maioria dos granitoides de Ourilândia do Norte apresenta características de série cálcio-alcálica de médio a alto potássio, são magnesianas a metaluminosas. Um aspecto que difere, pelo menos quando comparados aos sanukitoides da área tipo, é que as rochas de Ourilândia do Norte apresentam certo nível de deformação devido à existência de zonas de cisalhamento do cinturão Itacaiunas, o que possibilitou a formação de microestruturas com foliação penetrativa nas rochas. O padrão ETR dos granodioritos desta região exibe uma fraca ou ausente anomalia negativa de Eu e moderadas razões (La/Yb)<sub>N</sub> evidenciadas pelo enriquecimento de ETRL em relação aos ETRP.

A região de São Félix do Xingu foi cenário de relevante magmatismo granítico anorogênico durante o proterozóico que deu origem à Suíte Intrusiva Velho Guilherme, composta pelos corpos graníticos como Antônio Vicente, Velho Guilherme, Mocambo, Rio Xingu, Ubim Norte, Ubim Sul, Benedita, Bom Jardim e Serra da Queimada. Boa parte deles mineralizados a cassiterita, wolframita e molibdenita (Teixeira *et al.* 2002; Pinho *et al.* 2006;

Pinho 2009; Lamarão *et al.* 2012). São rochas, em geral, hololeucocráticas a leucocráticas, monzograníticas a sienograníticas, com álcali-feldspato-granito subordinado. O batólito Bom Jardim, situado a sul da cidade de São Félix do Xingu (Figura 5), constitui um maciço subarredondado formado por diferentes fácies petrográficas (Lamarão *et al.* 2012) intrusivo em rochas vulcânicas intermediárias a félsicas do Grupo Uatumã; é formado predominantemente por monzogranitos e sienogranitos isotrópicos, rosados, médios a grossos, tendo a biotita como principal mineral máfico. Ocorrência de diques aplíticos seccionando o corpo em diferentes direções é recorrente. A parte superior deste granito é composta por rochas greisenizadas mineralizadas a cassiterita e wolframita. Na borda leste/sul deste corpo afloram rochas granodioríticas que foram interpretadas anteriormente como uma fácies menos evoluída do granito. Entretanto, tais granodioritos apresentam estrutura maciça, cor cinza levemente esverdeada, diferenças textural, mineralógica e geoquímica com as rochas do Granito Bom Jardim que permitiram associá-los aos sanukitoides Rio Maria.

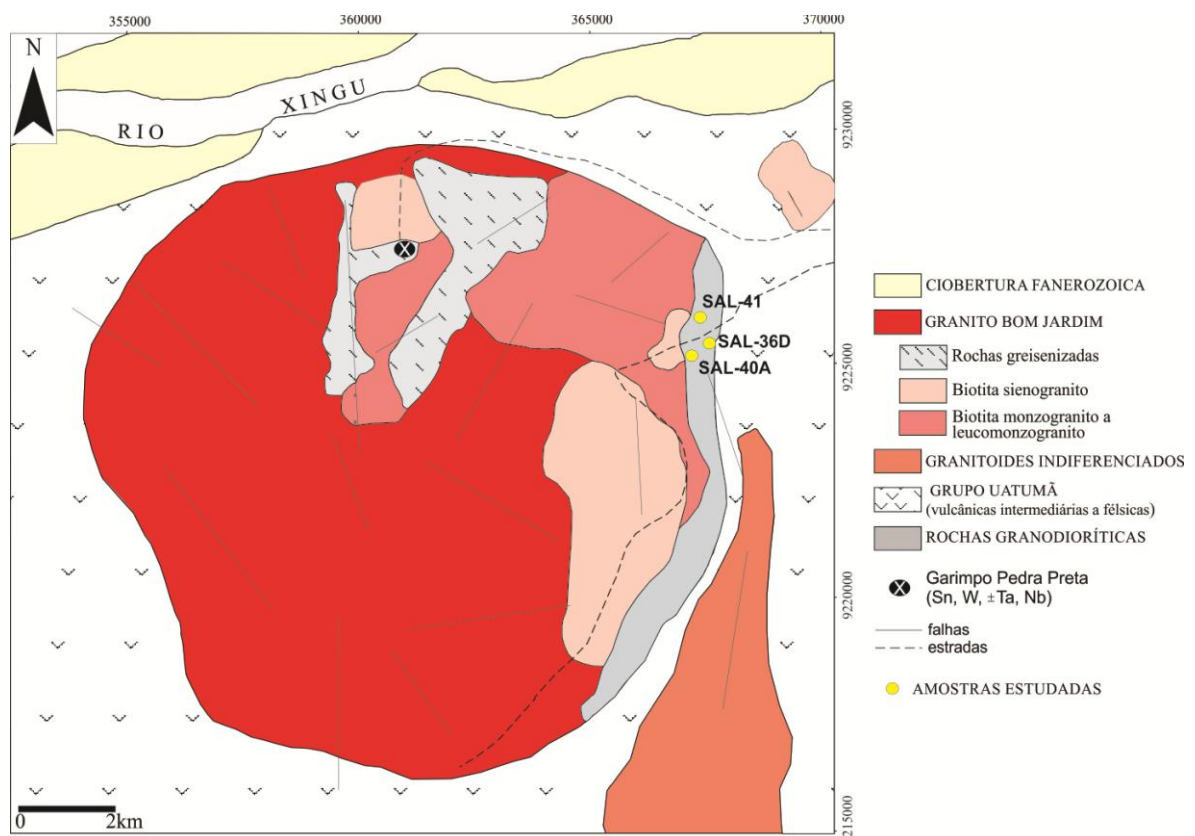


Figura 5 - Mapa geológico do Granito Bom Jardim, Suite Intrusiva Velho Guilherme, mostrando granodioritos na borda leste com características similares a dos sanukitoides Rio Maria (compilado de Lamarão *et al.* 2012).

A Suíte Guarantã, composta pelos plutons Guarantã, Azulona e Trairão (este último utilizado para fins de comparação neste estudo) juntamente com as rochas da Suíte

Sanukitoide Rio Maria estão inseridas no Domínio Rio Maria. A relação de contato entre elas não é evidente, frente às condições ambientais, porém, sabe-se que a Suíte Guarantã possui idade de  $2872 \pm 7$  Ga (Almeida *et al.* 2010), praticamente contemporânea à Suíte Sanukitoide.

Em termos geoquímicos há algumas diferenças entre elas. Enquanto as sanukitoides são rochas metaluminosas (Oliveira *et al.* 2009), as rochas da Suíte Guarantã são metaluminosas a peraluminosas, enriquecidas em  $Al_2O_3$ , empobrecidas em MgO, com valores de A/CNK elevados e baixos #Mg em comparação a Suíte Sanukitoide (Almeida *et al.* 2010). Embora as rochas sanukitoides apresentem altos conteúdos de LILE, especialmente Ba e Sr, estes conteúdos são geralmente mais elevados na Suíte Guarantã. As rochas sanukitoides apresentam conteúdos relativamente altos de ETR leves e forte fracionamento de ETR pesados, ao passo que as rochas da Suíte Guarantã apresentam variável fracionamento de ETR pesados em relação aos leves.

O que se pode afirmar em relação às duas suítes é que o padrão geral dos ETR é praticamente uniforme nos dois grupos de rochas, acompanhado de fraca a ausente anomalia de Eu em ambas (Oliveira *et al.* 2009, Almeida *et al.* 2010). Entretanto, ao desenvolver este trabalho também foram encontradas diferenças entre tais Suítes, que serão apresentadas no Capítulo 2.

#### 1.4 JUSTIFICATIVA

Sobre a origem das rochas sanukitoides até hoje se têm diferentes pontos de vista. Segundo determinados autores, ela estaria relacionada à fusão de um manto enriquecido a partir da interação com fluidos crustais em ambiente de subducção (Stern *et al.* 1989; Stern & Hanson 1991; Stevenson *et al.* 1999; Smithies & Champion 2000; Moyen *et al.* 2001). Entretanto, esta hipótese contrasta com o que é geralmente aceito para a formação de associações TTGs, que envolve fusão de uma placa basáltica (Barker 1979; Condie 1981; Martin 1999). Adicionalmente, as características geoquímicas e isotópicas das suítes sanukitoides são ambíguas, indicando tanto influência mantélica quanto crustal (Stern & Hanson 1991; Stevenson *et al.* 1999; Halla 2005). Para explicar estas características, sugeriu-se que as rochas sanukitoides foram formadas a partir de uma porção de manto enriquecido contaminado ou por fluidos (Stern & Hanson 1991; Stevenson *et al.* 1999) ou por magmas de composição adakítica (Martin 1999; Rapp *et al.* 1999), ambos liberados a partir da fusão de uma placa na zona de subducção.

Na PC, a Suíte Sanukitoide Rio Maria (Oliveira *et al.* 2009) é composta predominantemente por rochas granodioríticas, com monzograníticas subordinadas, pouco

deformadas, com intensa saussuritização do plagioclásio, o que lhe confere coloração esverdeada, e presença de epidoto magmático.

O zircão, acessório comum nessas rochas, têm se apresentado como um excelente emissor de CL, passando a ser utilizado como ferramenta petrológica. Assim, imagens de MEV-CL em cristais de zircão tornou-se uma técnica muito utilizada no estudo de variações morfológicas, capaz de revelar detalhes, com grande definição, de defeitos intracristalinos, inclusões, alterações, zoneamentos, núcleos herdados, entre outros, impossíveis de serem observados em microscópios óticos convencionais ou mesmo através de imagens de elétrons secundários ou retroespalhados em MEV.

Em termos geoquímicos, o zircão normalmente incorpora vários elementos-traço em sua estrutura, como por exemplo, Hf, Y, Th, U, Nb, Ta, P e ETR. Esses elementos possuem altas cargas iônicas, o que os torna incompatíveis na maioria dos minerais formadores de rocha, e tendem a ser acomodados durante a cristalização eventual de zircão.

Vários trabalhos tem mostrado a existência de uma conexão entre morfologia do zircão e fonte e evolução do magma parental. Por outro lado, sua composição química torna o zircão um mineral acessório importante em estudos petrológicos e metalogenéticos (Murali *et al.* 1983; Heaman *et al.* 1990; Uher *et al.* 1998; Pupin 2000; Kempe *et al.* 2004; Breiter *et al.* 2006; Pérez-Soba *et al.* 2007). Zircões de rochas crustais apresentam razões Zr/Hf entre 36-45, diferindo significativamente das razões obtidas em zircões mantélicos, entre 60-68. Granitos alcalinos subsolvus são claramente influenciados pela crosta e seus zircões apresentaram razões Zr/Hf entre 41-43 (Pupin 2000). A razão Th/U do zircão tem sido utilizada para distinguir zircões metamórficos de zircões ígneos (Rubatto 2002; Barros *et al.* 2005), com valores <0,1 para os primeiros. Estudos morfológicos e composicionais em zircão de rochas graníticas utilizando MEV-CL-EDS mostraram que zircões de granitos estaníferos são enriquecidos em Hf, Y, Th e U e apresentam baixas razões Zr/Hf no sentido das rochas mais evoluídas e alteradas, em comparação a zircões de granitos não mineralizados; tal fato indica que a composição do zircão pode ser um guia útil na avaliação preliminar do potencial metalogenético de granitos estaníferos e que esta pode ser uma ferramenta importante em levantamentos voltados para a exploração mineral (Lamarão *et al.* 2007, 2010, 2012, 2013, 2014; Nardi *et al.* 2013; Breiter *et al.* 2014).

Trabalhos envolvendo estudos morfológicos e composicionais em zircão de rochas graníticas através de MEV-CL-EDS estão em desenvolvimento no Laboratório de Microanálises do IG-UFPA. A abordagem desta pesquisa permitiu o estudo de MEV-CL-EDS em cristais de zircão de rochas da Suíte Sanukitoide Rio Maria aflorantes em diferentes

localidades do Domínio Rio Maria. Os resultados obtidos permitiram a definição de uma assinatura geoquímica característica para os zircões dos sanukitoides Rio Maria, de modo semelhante ao observado em zircões de kimberlitos, lamproítos, carbonatitos, granitos estaníferos, entre outros (Belousova *et al.* 1998, 2002; Pupin 2000; Lamarão *et al.* 2007, 2012, 2014; Breiter *et al.* 2014). Foram realizadas ainda, comparações com zircões de outras rochas granodioríticas e rochas TTGs do Domínio Rio Maria.

## 1.5 OBJETIVOS

Esta pesquisa teve como objetivo principal definir um padrão morfológico e uma assinatura geoquímica característicos para os zircões da Suíte Sanukitóide Rio Maria. Os objetivos específicos deste trabalho foram:

- ✓ Realizar análises morfológicas de cristais de zircão dos sanukitoides Rio Maria por MEV-CL;
- ✓ Analisar por MEV-EDS esses cristais;
- ✓ Realizar estudos comparativos com zircões de outras unidades magmáticas do Domínio Rio Maria;
- ✓ Definir uma assinatura geoquímica para os zircões dessas rochas;
- ✓ Mostrar que o zircão pode ser utilizado como ferramenta auxiliar em estudos petrológicos e que a metodologia MEV-CL pode ser aplicada para esta finalidade.

## 1.6 MATERIAIS E MÉTODOS

### 1.6.1. Pesquisa bibliográfica

Durante a realização da pesquisa foi realizado um levantamento bibliográfico sobre a geologia da Província Carajás, particularmente do Domínio Rio Maria e das regiões de ocorrência das rochas sanukitoides e outros granodioritos. Foram consultados também, artigos, dissertações e livros sobre MEV, CL e ME, bem como sobre os aspectos morfológicos e composicionais de zircão.

### 1.6.2. Revisão petrográfica

Foi realizada uma revisão da petrografia microscópica abordando os aspectos mineralógicos e texturais das rochas em estudo, bem como a seleção de cristais de zircão. Essa etapa, realizada no Laboratório de Petrografia do Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica (PPGG) do IG-UFGA, foi fundamental para o estudo morfológico e composicional desse mineral por MEV-EDS-CL. Esta revisão utilizou lâminas delgadas

disponíveis de trabalhos anteriores e novas seções polidas confeccionadas no Laboratório de Laminação do IG-UFGA. Entretanto, tendo em vista que existem trabalhos petrográficos de detalhe desenvolvidos nessas rochas (Tabela 1), esta revisão petrográfica não é aqui apresentada.

Tabela 1 – Relação de trabalhos com petrografia detalhada das rochas sanukitoides e do Granodiorito Trairão (Suíte Guarantã), Província Carajás, estudadas neste trabalho.

| Unidade Geológica                   | Referências   |
|-------------------------------------|---|
| Suíte Sanukitoide Rio Maria         | Medeiros & Dall’Agnol (1988);<br>Oliveira (2005);<br>Oliveira <i>et al.</i> (2006a, 2009, 2010) |
| Sanukitoides de Ourilândia do Norte | Santos <i>et al.</i> (2013);<br>Santos & Oliveira (2016)  |
| Sanukitoides de Água Azul do Norte  | Gabriel (2012)  |
| Sanukitoides de São Félix do Xingu  | Pinho (2009); Lamarão <i>et al.</i> (2012)  |
| Granodiorito Trairão                | Almeida <i>et al.</i> (2010, 2013)  |

### 1.6.3. Separação de minerais pesados

Para fins de separação dos cristais de zircão, as amostras foram trituradas, pulverizadas, deslamadas e peneiradas nas frações 0,250 mm – 0,180 mm; 0,180 mm – 125 mm no Laboratório de Geologia Isotópica (Pará-Iso) do IG-UFGA. A eliminação dos grãos mais leves e concentração dos mais pesados das duas frações anteriores foram feitas utilizando-se a metodologia do microbateamento por água. Esta etapa envolveu os passos a seguir:

- Utilização de uma microbateia de 6 cm de diâmetro e um pirex com água, realizando movimentos circulares; os grãos mais pesados se depositaram no fundo da microbateia, e os mais leves no fundo do pirex;
- Em seguida, os minerais pesados foram depositados em uma placa de petri, adicionado álcool etílico (>90%) e colocados na estufa a 100°C;
- A etapa seguinte consistiu na separação dos grãos magnéticos com o auxílio de um imã de mão revestido de papel manteiga. Os grãos magnéticos separados foram posteriormente armazenados em pequenos frascos de plástico;
- Posteriormente, o concentrado livre dos magnéticos, foi posto novamente em uma placa de petri e imerso em álcool etílico (>90%). Com movimentos de “vai e vem” de bateamento, separou-se minerais pesados de coloração amarelo-avermelhada

concentrando-os às margens da placa; os grãos mais leves e mais claros se dispuseram próximos ao centro da placa e foram retirados com pipetas descartáveis e postos em outra placa de petri. Após pipetar os grãos indesejáveis, as duas placas de petri resultantes (contendo minerais pesados e leves) foram para a estufa a 100°C e retirado o álcool excedente.

- Com os minerais pesados devidamente separados, iniciou-se a etapa de separação do zircão através de uma lupa binocular.

#### **1.6.4 Estudo morfológico de zircão**

Envolveu o imageamento por MEV-CL de cristais de zircão em lâminas e seções polidas, levando em consideração as feições identificadas durante a petrografia e aspectos morfológicos e texturais descritos em artigos de referência nessa temática, tais como Kempe *et al.* (1997, 2004), Wang *et al.* (2000), Belousova *et al.* (2002), Müller *et al.* (2000), Lamarão *et al.* (2012, 2013), entre outros. O MEV utilizado foi um LEO-ZEISS 1430 com sistema de Mono-CL da GATAN acoplado, ambos do Laboratório de Microanálises do IG-UFGA.

#### **1.6.5 Estudo composicional de zircão**

Consistiu na realização de análises químicas pontuais por EDS (Tabela 2) para determinação da concentração de elementos traço presentes nos cristais de zircão, com a finalidade de identificar variações composicionais relacionadas a zoneamentos, presença de inclusões, alterações e outras feições identificadas em MEV-CL. Inclusões de outros minerais, tais como apatita, magnetita, fluorita, thorita foram analisadas. As análises por EDS foram realizadas com um detector de EDS Sirius-SD acoplado ao MEV. As condições para obtenção de imagens de elétrons retroespalhados (ERE) e análises por EDS foram: corrente do feixe de elétrons = 90  $\mu$ A, voltagem de aceleração constante = 20 KV, distância de trabalho = 15 mm, tempo de contagem = 30s com 4000 a 5000 c/s para cada análise. As imagens por CL foram obtidas sob as mesmas condições, exceto a voltagem de aceleração que foi de 10 KV, e a distância de trabalho de 13 mm. As análises por EDS utilizaram o padrão ZAF ( $Z=n^{\circ}$  atômico,  $A$ =absorção atômica,  $F$ =fluorescência de Raios-X), que faz correções entre pico e *background* do elemento. Foram analisados: O, Mg, Si, P, Ca, Cr, Ni, Sr, Y, Zr, Nb, Ba, Ce, Hf, Ta, Th e U. Lâminas e seções polidas foram previamente metalizadas com carbono. Os resultados das análises por MEV-EDS foram tratados e comparados em diagramas geoquímicos específicos utilizando-se o programa GCDkit 2.2.



Tabela 2 - Amostras estudadas por região e número de análises obtidas por MEV-EDS.

| Rocha/Região                      | Amostras Estudadas | Análises de EDS (Total) |
|-----------------------------------|--------------------|-------------------------|
| Sanukitoide (Bannach)             | FMR-100            | 81                      |
|                                   | FMR-80             | 73                      |
|                                   | FMR-27             | 87                      |
| Sanukitoide (Rio Maria)           | ADR-03             | 67                      |
|                                   | ADR-01             | 27                      |
|                                   | ADR-4B             | 70                      |
| Sanukitoide (Ourilândia do Norte) | PCM-41             | 41                      |
|                                   | PCM-42             | 54                      |
|                                   | MC-56              | 33                      |
|                                   | MC-49              | 21                      |
| Sanukitoides (São Félix do Xingu) | SAL-41             | 60                      |
|                                   | SAL-40A            | 53                      |
|                                   | SAL-36D            | 68                      |
| Granodiorito Trairão (Pau D'arco) | MAR-123            | 117                     |
|                                   | MAR-146            | 102                     |
|                                   | MAR-115            | 83                      |

## 1.7 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 1.7.1 Generalidades

A ocorrência frequente de zircão na maioria das rochas da crosta terrestre, sua alta resistência a processos intempéricos, metamórficos e magmáticos, sua estabilidade a pressões e temperaturas elevadas, aliados à possibilidade de incorporar certos elementos-traço característicos (Zr, Hf, Th, Nb, U, Ta, Y, ETR, Ca, P, etc.), tem permitido sua utilização cada vez maior em estudos petrogenéticos. Sua capacidade em controlar a abundância e distribuição de elementos como Zr e Hf ao longo da evolução do magma é um reflexo de seu ambiente de cristalização. Além disso, sua morfologia externa e textura interna variáveis são características que podem revelar as diferentes fases de cristalização deste mineral e contribuir para estudos de proveniência, fracionamento de rochas ígneas e a caracterizar rochas-fonte (Murali *et al.* 1983; Pupin 1980, 2000; Heaman *et al.* 1990; Belousova *et al.* 2002; Kemp *et al.* 2004; Breiter *et al.* 2006; Pérez-Soba *et al.* 2007). Teores anômalos de Hf em zircões de rochas graníticas, por exemplo, são típicos de granitos evoluídos enriquecidos em metais raros (Sn, Mo, Ta, W, Li) e sua presença pode sinalizar a passagem de granitos para corpos pegmatíticos (Kempe *et al.* 1997; Wang *et al.* 2000).

Zircões de rochas crustais apresentaram razões Zr/Hf entre 36-45, diferindo significativamente das razões obtidas em zircões mantélicos, entre 60-68 (Pupin 2000; Perez-Soba *et al.* 2007).

### 1.7.2 Morfologia e composição de zircão

O desenvolvimento de equipamentos e técnicas modernas têm proporcionado meios para imagear e interpretar zoneamentos e texturas internas preservadas nos minerais, e a catodoluminescência (CL) é um deles. Sua utilização permite identificar domínios particulares do mineral ou zonas relacionadas a uma etapa específica na história de sua cristalização. O zircão é um excelente emissor de CL. Assim, imagens por microscopia eletrônica de varredura-catodoluminescência (MEV-CL) em cristais de zircão tornou-se um procedimento muito utilizado no estudo das variações morfológicas presentes neste mineral. O uso desta técnica revela aspectos importantes como defeitos intracristalinos, presença de inclusões, alterações, zoneamentos, núcleos herdados, impossíveis de serem observados em microscópios óticos convencionais.

A CL tem sido amplamente difundida como uma ferramenta petrológica nas geociências desde a década de 60 e seu uso para investigar problemas em petrologia e geocronologia tem aumentado ao longo dos últimos trinta anos (Vavra 1990, 1993; Hanchar & Miller 1993). O efeito da Catodoluminescência é originado através da radiação emitida por materiais num comprimento de onda entre 160-2000 nm decorrente do bombardeamento de elétrons conduzidos segundo fatores físico-químicos como temperatura, tensão, microfaturas, estrutura cristalina, conteúdo de elementos-traço, entre outros (Marschall 1988). Os elementos que causam a luminescência são chamados de “ativadores de CL” e incluem Ti, Al, Mn e ETR. Outros elementos como Fe, Ni, Co, possuem a capacidade de absorver a luminescência antes que ela escape do material excitado, e são chamados de “inibidores da CL”. Além do zircão, quartzo, feldspatos, zeólitas e caulinita que também são bons emissores de CL. No grupo dos sulfetos, a esfalerita é um bom emissor; no grupo dos óxidos, cassiterita e coríndon; nos fosfatos, a apatita e nos carbonatos calcita, aragonita, dolomita e magnesita; no grupo dos wolframatos, wolframita, nos haloides, fluorita e halita e nos sulfatos, alunita e anidrida.

Imagens por elétrons retroespalhados (ERE) também são utilizadas em trabalhos que estudam feições texturais em cristais de zircão, pois revelam contrastes no número atômico médio dos elementos componentes de cada domínio referente às fases de cristalização do zircão; quanto mais elevado o número atômico médio, mais elétrons da amostra irão interagir com os elétrons do feixe em determinada área e mais brilhante será a imagem resultante. Em

zircão de rochas crustais o principal elemento responsável por variações na intensidade de ERE é o Hf, com o U atuando secundariamente (Hanchar & Miller 1993).

Zoneamentos composicionais, típicos de zircão magmático, podem ser muito bem visualizados por imagens de CL ou ERE (Figura 6). Entretanto, imagens por CL são geralmente mais utilizadas do que as de ERE para identificar diferentes zonas de crescimento do zircão.

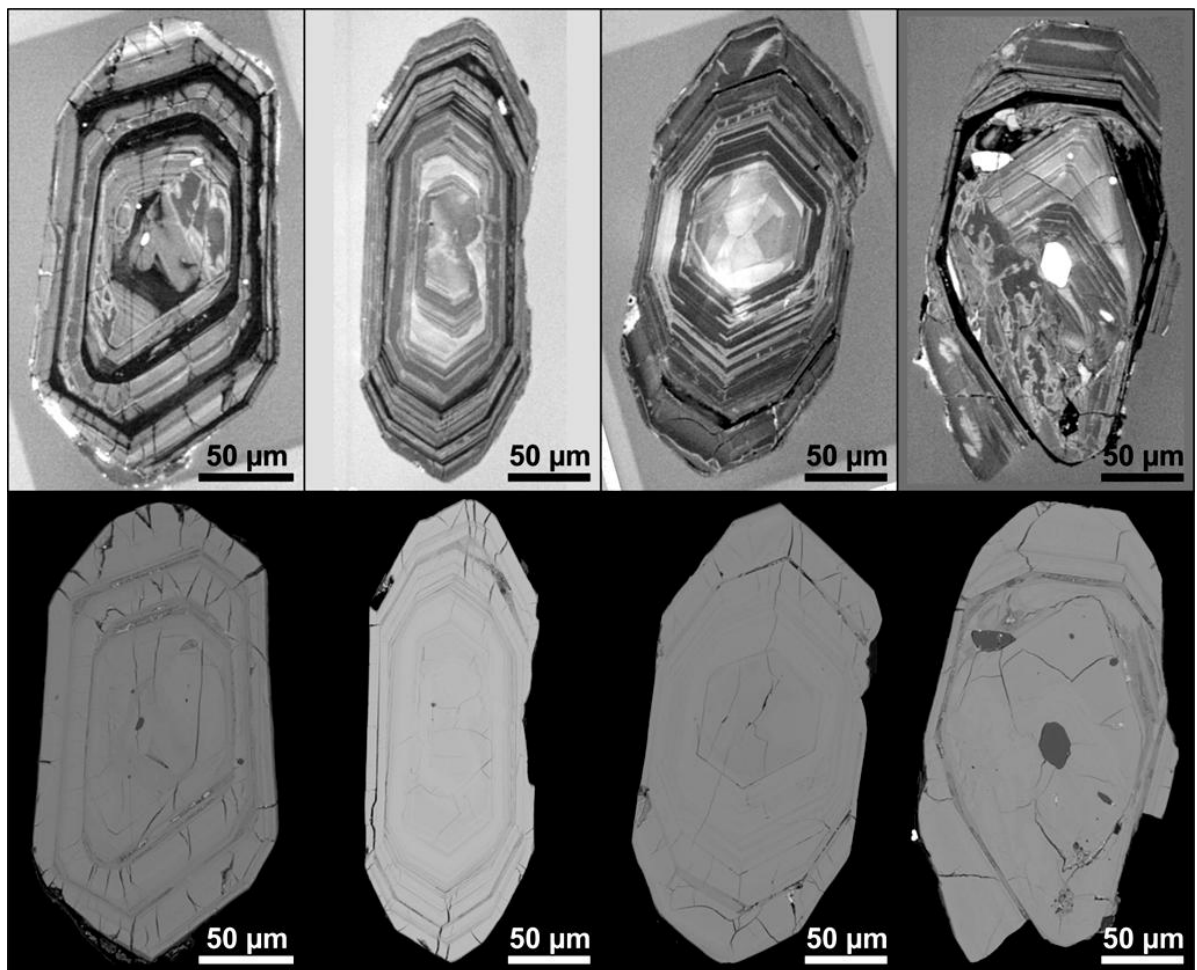


Figura 6 - Imagens de MEV-CL (acima) e MEV-ERE (abaixo) de cristais de zircão do Granodiorito Trairão (este estudo), mostrando diferenças no brilho e contraste no padrão dos zoneamentos observados nos diferentes cristais.

Zircões magmáticos comumente apresentam zoneamentos bem desenvolvidos resultantes de pequenas variações composicionais nos teores de Zr e Si, além de Hf, P, Y, ETR, U e Th (Corfu *et al.* 2003). A análise morfológica de zircão como instrumento para resolver questões relacionadas, por exemplo, a rochas graníticas tem sido proposta desde a metade do século XX (Poldervaart 1950). Posteriormente, Pupin & Turco (1972) discutiram não apenas o modelo proposto, mas sua reformulação e atualização.

O zircão, tetragonal, geralmente se desenvolve como um cristal com terminações bipiramidais e proporções comprimento-largura variáveis. Esta proporção expressa a velocidade de cristalização do mineral que juntamente com a composição e temperatura média de cristalização são fatores que afetam a forma do cristal. Após dez anos de estudos, observações e análises sistemáticas da tipologia de zircão, Pupin (1980) propôs uma classificação petrogenética para granitos que resultou em um diagrama que associa composição química e temperatura à morfologia do cristal de zircão (Figura 7). Nele, os cristais são classificados de acordo com o desenvolvimento relativo das faces prismáticas {100} versus {110} e faces piramidais {211} versus {101}. Em termos práticos, pode-se afirmar que os cristais de zircão de rochas ígneas toleíticas e alcalinas relativamente anidras tendem a apresentar formas {100} e {101}, enquanto aqueles de rochas aluminosas a cálcio-alcalinas exibem várias combinações de formas com a presença constante de {211}; aqueles zircões de granitos ricos em água e de pegmatitos tendem a apresentar {110} e {101} como forma dominante (Pupin 1980). O desenvolvimento de faces prismáticas está relacionado principalmente à temperatura de cristalização, enquanto as faces piramidais foram relacionadas a fatores químicos, os quais sugerem que parâmetros tipológicos de uma população de zircão podem ser usados para descrever a evolução de um sistema magmático (Figura 8).

O caráter aparentemente imediatista desta interpretação foi contestado por Vavra (1993), que introduziu um método mais sofisticado para determinar a taxa de crescimento relativo das formas de zircão a fim de caracterizar a cinética de um ambiente de cristalização. Benisek & Finger (1993) também mostraram que os fatores composicionais têm um efeito significativo sobre o desenvolvimento de faces prismáticas no mineral. Entretanto, a proposta de Pupin segue sendo a mais utilizada em estudos petrológicos.

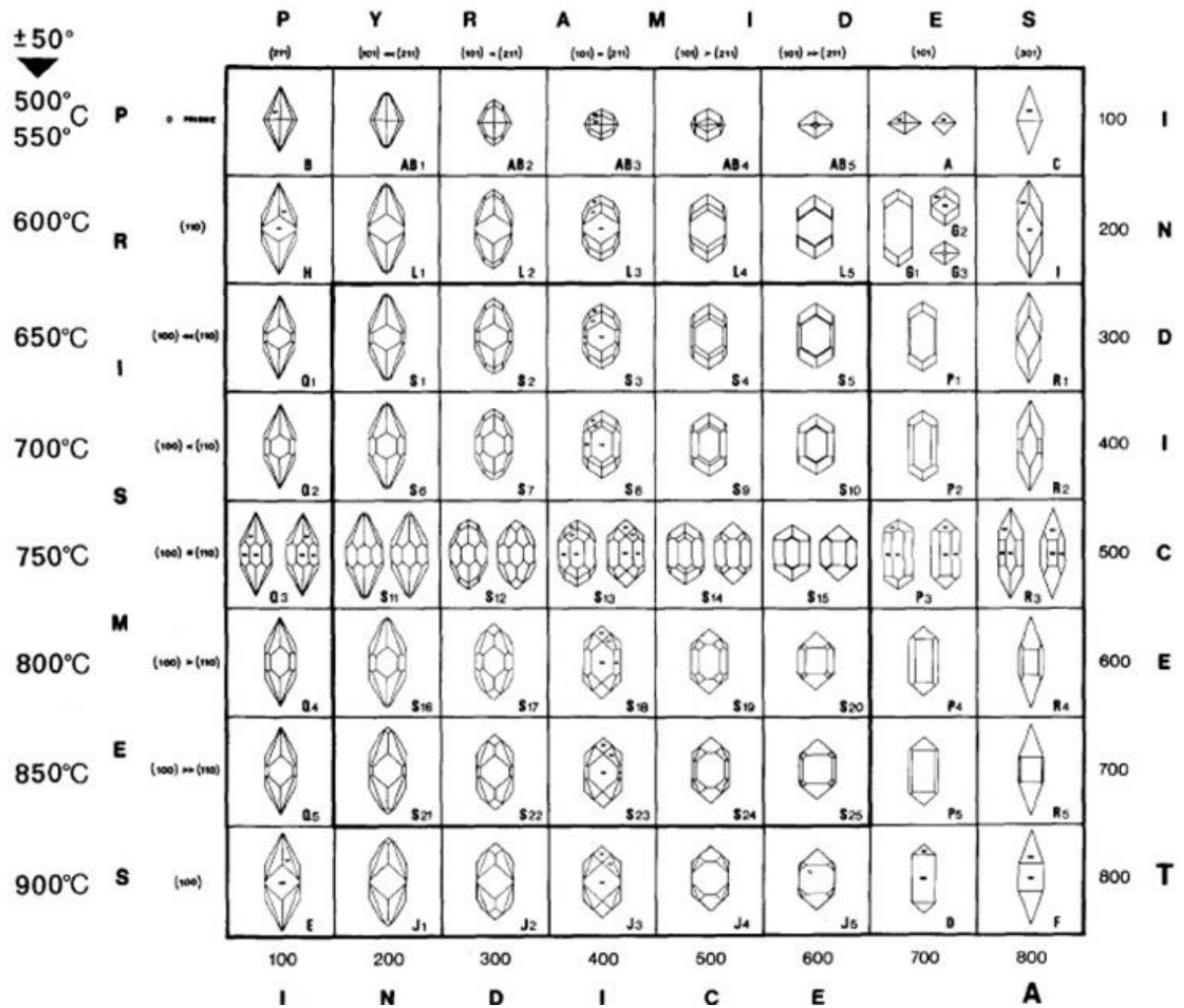


Figura 7 - Classificação tipológica de zircão e escala geotermométrica correspondente proposta por Pupin (1980), mostrando os principais tipos e subtipos da classificação. O Índice A reflete a razão Al/álcalis, controle de desenvolvimento das pirâmides do zircão, ao passo que a temperatura afeta o desenvolvimento de diferentes prismas do zircão.

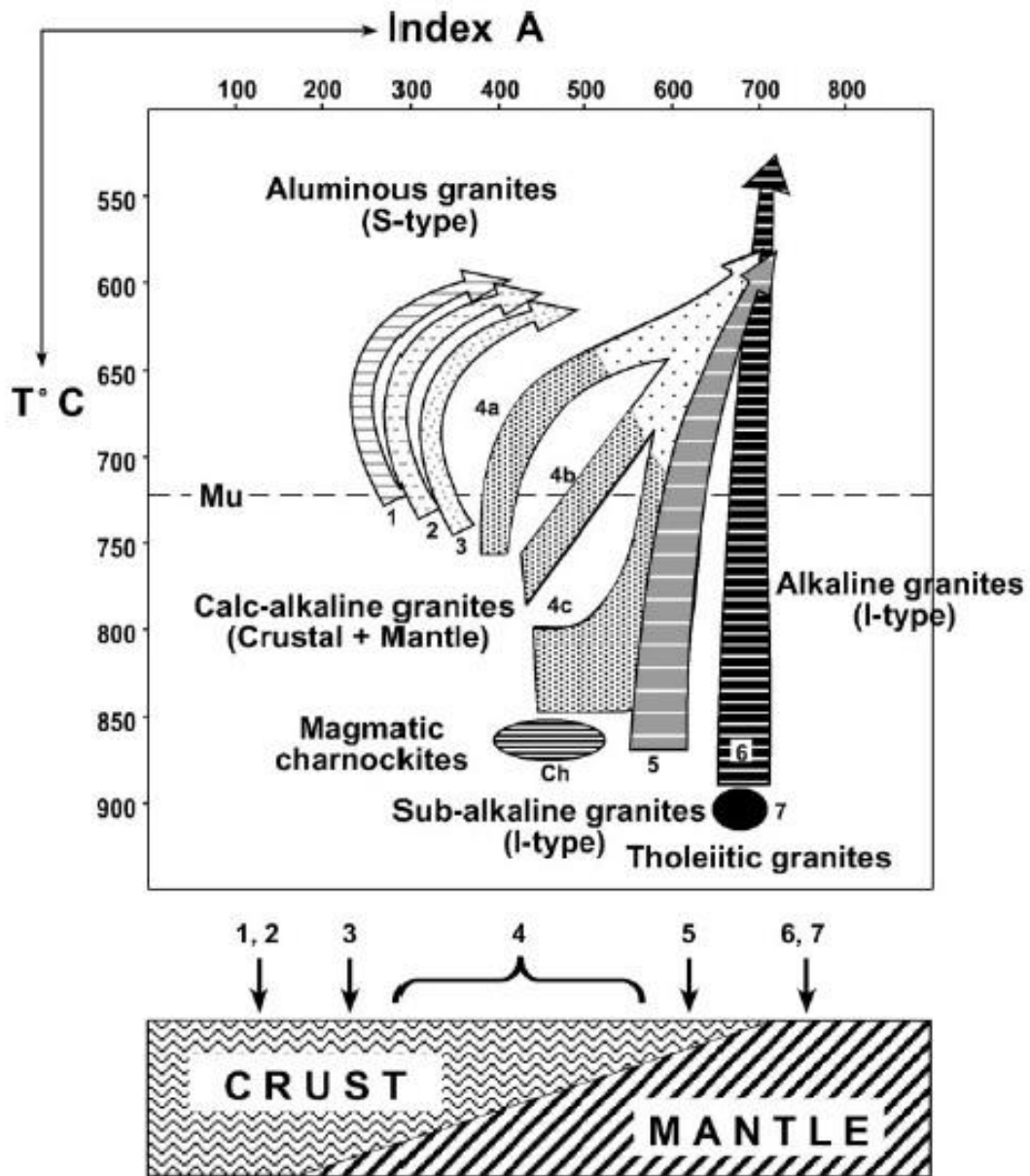


Figura 8 - Populações de zircão na classificação petrogenética proposta por Pupin (1980): (1), (2) e (3) Granitos crustais ou de origem principalmente crustal (granitos orogênicos): (1) leucogranitos aluminosos; (2) (sub) monzogranitos autóctones e granodioritos; (3) monzogranitos aluminosos intrusivos e granodioritos. (4) e (5) Granitos de origem crustal e mantélica, granitos híbridos (granitos orogênicos): (4a-c, área pontilhada escura) granodioritos + monzonitos; (4a-c, claro área pontilhada) monzogranitos + granitos alcalinos; (5) granitos da série subalcalina. (6) e (7) Granitos do manto ou principalmente de origem mantélica (granitos anorogênicos): (6) granitos da série alcalina; (7) granitos da série toleítica. Ch, área charnoquitos magmático; Mu, limite de muscovita-granitos (temperatura <math><725^{\circ}\text{C}</math>). Compilado de Pupin (1980).

Apoiado nestes estudos precursores, o presente trabalho utilizou como base o método da tipologia do zircão de Pupin (1980), analisando formas através de imagens por CL e elétrons secundários (ES), além da realização de análises químicas pontuais por MEV-EDS com o objetivo de definir uma assinatura morfológica e geoquímica para os zircões das rochas da Suíte Sanukitoide Rio Maria e rochas correlatas. Os resultados deste estudo constam do Capítulo 2.

## **CAPÍTULO 2**

---

# **RESULTADOS**

## **2 RESULTADOS**

### **2.1 ESTUDO MORFOLÓGICO DE ZIRCÃO POR MEV-EDS-CL**

Este estudo se baseou na morfologia tridimensional dos cristais de zircão com o auxílio de imagens por ES e CL que permitiram observar modificações e alterações na morfologia externa e interna dos cristais, as quais estão diretamente relacionadas ao processo de evolução do mineral. A análise de alguns grupos de grãos montados em lâmina delgada tornou possível a discriminação tipológica segundo a classificação de Pupin (1980). O estudo tipológico foi realizado em zircões de dois grupos de rochas. O primeiro deles formado por zircões da Suíte Sanukitoide Rio Maria e o segundo representado por zircões do Granodiorito Trairão, da Suíte Guarantã.

#### **2.1.1 Suíte Sanukitoide Rio Maria**

Os zircões das rochas sanukitoides apresentam prismas predominantemente alongados e pirâmides relativamente pouco desenvolvidas (Figura 9). A relação entre os prismas se dá de maneira que a face (100) se sobressai frequentemente perante a face (110) (Figuras 9a, b, c). Entre as pirâmides percebe-se, em geral, que há uma relação de crescimento mútuo, onde as faces (211) e (101) apresentam o mesmo nível de desenvolvimento. Entretanto, subordinadamente, alguns zircões mostram face (101) mais proeminente (Figura 9d, e). Tomando como base tais feições, estes zircões foram enquadrados no tipo S18, com raras ocorrências do tipo P4 (Figura 9f). De acordo com o diagrama de Pupin (1980) essas rochas teriam se formado a temperaturas mais elevadas, entre 700 a 800°C.



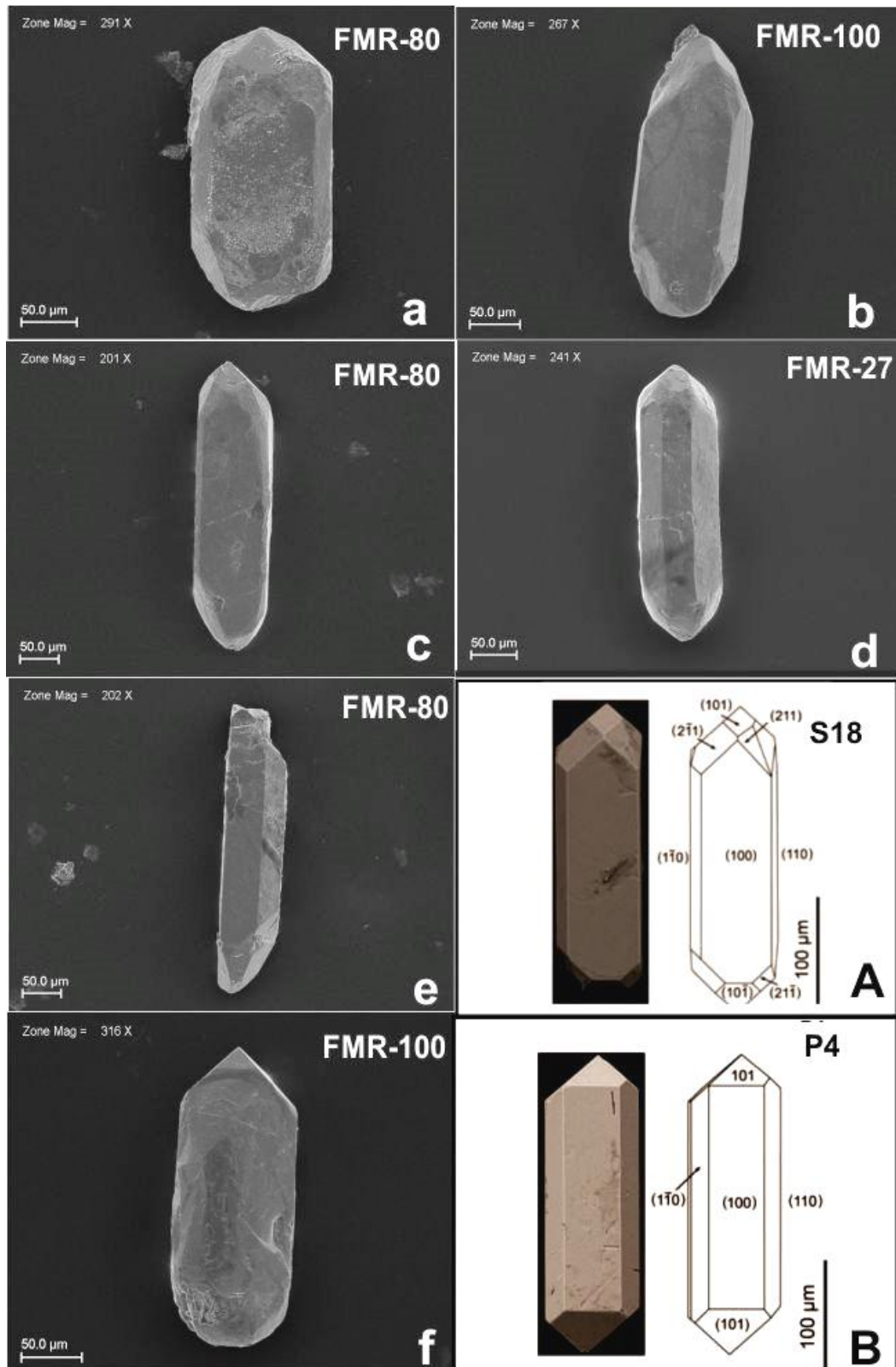


Figura 9 - Imagens por elétrons secundários de zircões da Suíte Sanukitoide Rio Maria, da região de Bannach. As figuras 9a-e exibem o tipo predominante encontrado nos sanukitoides dessa região e sua tipologia característica (S18) segundo Pupin (1980). Em f tem-se um tipo de zircão pouco comum nessas rochas, classificado como pertencente ao tipo P4. A e B= modelos esquemáticos de cristais de zircão (Pupin 1980).

O estudo morfológico foi aprofundado com a obtenção de imagens por CL. Foram selecionados cento e dois cristais de zircão do sanukitoide Rio Maria, região de Bannach (amostras FMR-27, FMR-80 e FMR-100). A Figura 10 mostra os tipos de zircão mais representativos da amostra FMR-27. São cristais euédricos a subédricos, com zoneamento magmático característico e núcleos bem desenvolvidos, onde é possível identificar microfraturas que ultrapassam seus limites e alcançam a zona externa do cristal (cristais 2, 6 e 8). Não foram encontrados núcleos metamíticos, e é rara a presença de inclusões de flúorapatita (cristal 8). Alguns cristais mostraram zonas de crescimento mais claras interrompidas (truncadas) por zonas mais escuras e composicionalmente diferentes (cristais 2, 7 e 9). É possível identificar finas bordas luminescentes na maioria dos cristais, fato que sugere mudança de composição no final da cristalização deste mineral.



Figura 10 - Imagens por CL de cristais de zircão representativos da amostra FMR-27 da Suíte Sanukitoide Rio Maria, região de Bannach. F-Ap = Flúorapatita.

Doze cristais de zircão representativos da amostra FMR-100 foram selecionados para estudo (Figura 11). Todos estão bem preservados de alteração e apresentam grande similaridade morfológica, com formas predominantemente euédricas, zoneamento oscilatório

bem definido, núcleos cinza-claros bem formados e estreitas bordas luminescentes, sugerindo mudança composicional no final da cristalização; o cristal 5 apresenta zona luminescente também em sua porção central. Outra característica desses zircões é a presença de inclusões de flúor-apatita dispostas ao longo das zonas de crescimento dos cristais (cristais 1, 2, 3, 7, 8, 9, 11 e 12), sugerindo contemporaneidade na cristalização de ambas as fases. Em geral, os cristais mostram-se fraca a moderadamente fraturados (cristais 7 e 12) e sem núcleos metamíticos.

Na amostra FMR-80 foram selecionados quinze cristais de zircão (Figura 12) euédricos a subédricos, com zoneamentos irregulares ou difusos. Apresentam núcleos predominantemente escuros e fortemente alterados (cristais 1, 4, 5, 6, 9, 12 e 13); núcleos com forte luminescência também podem ser observados (cristais 2, 7 e 10). Cristal com bordas luminescentes (cristal 1), bem como inclusões de flúor-apatita (cristal 14) são menos frequentes em comparação às amostras anteriores. Microfraturas, muitas delas abertas, são comuns seccionando todo o cristal.

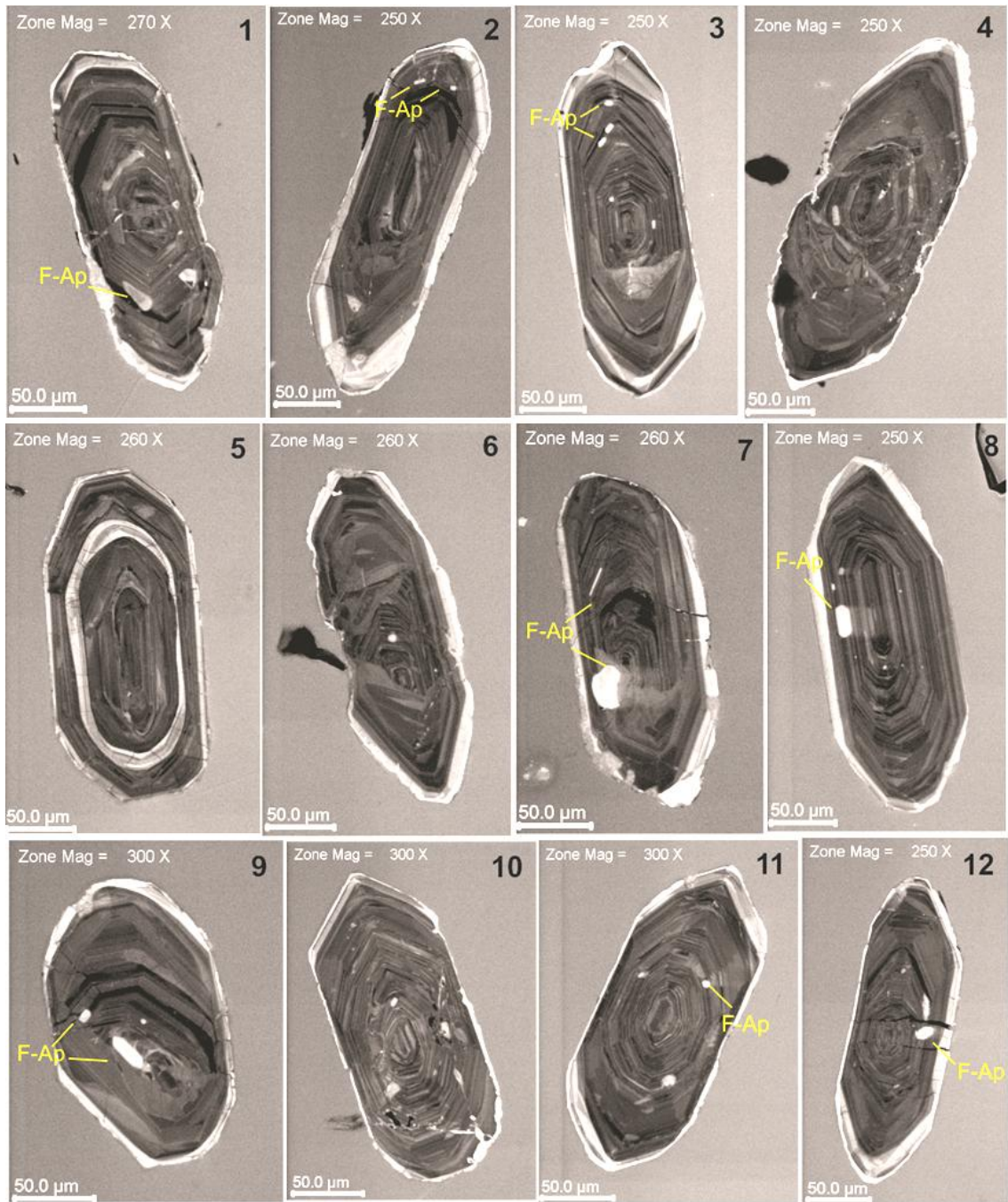


Figura 11 - Imagens por CL de cristais de zircão representativos da amostra FMR-100 da Suíte Sanukitoide Rio Maria, região de Bannach. F-Ap = Flúor-apatita.

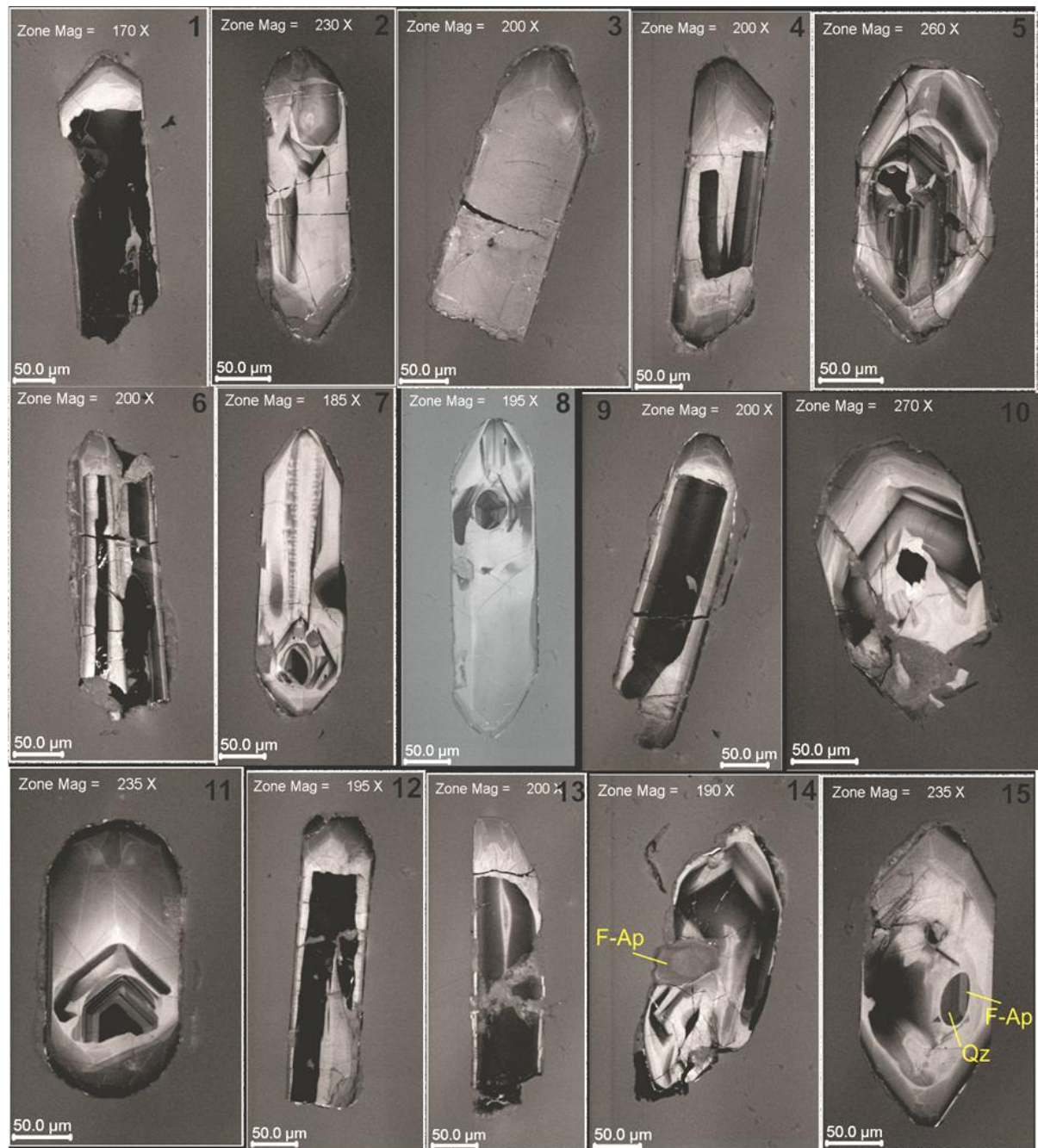


Figura 12 - Imagens por CL de cristais de zircão representativos da amostra FMR-80 da Suíte Sanukitoide Rio Maria, região de Bannach. F-Ap = Flúor-apatita.

### 2.1.2. Granodiorito Trairão

Apresenta zircões menos alongados, com pirâmides comparativamente mais acentuadas (Figura 13). Novamente a face prismática (100) tem maiores dimensões frente à face (110), porém quando se trata de pirâmides nota-se que a (101) é pouco proeminente em relação à (211). A relação prisma/pirâmide é de aproximadamente 1:1. Em relação ao estudo tipológico de Pupin (1980), esses zircões foram correlacionados principalmente aos tipos S8 e

S3 (Figura 13 a, b) de temperaturas comparativamente mais baixas, embora ocorram outros tipos (S13 e S18), contudo, em menor número (Figura 13 c, d, e).

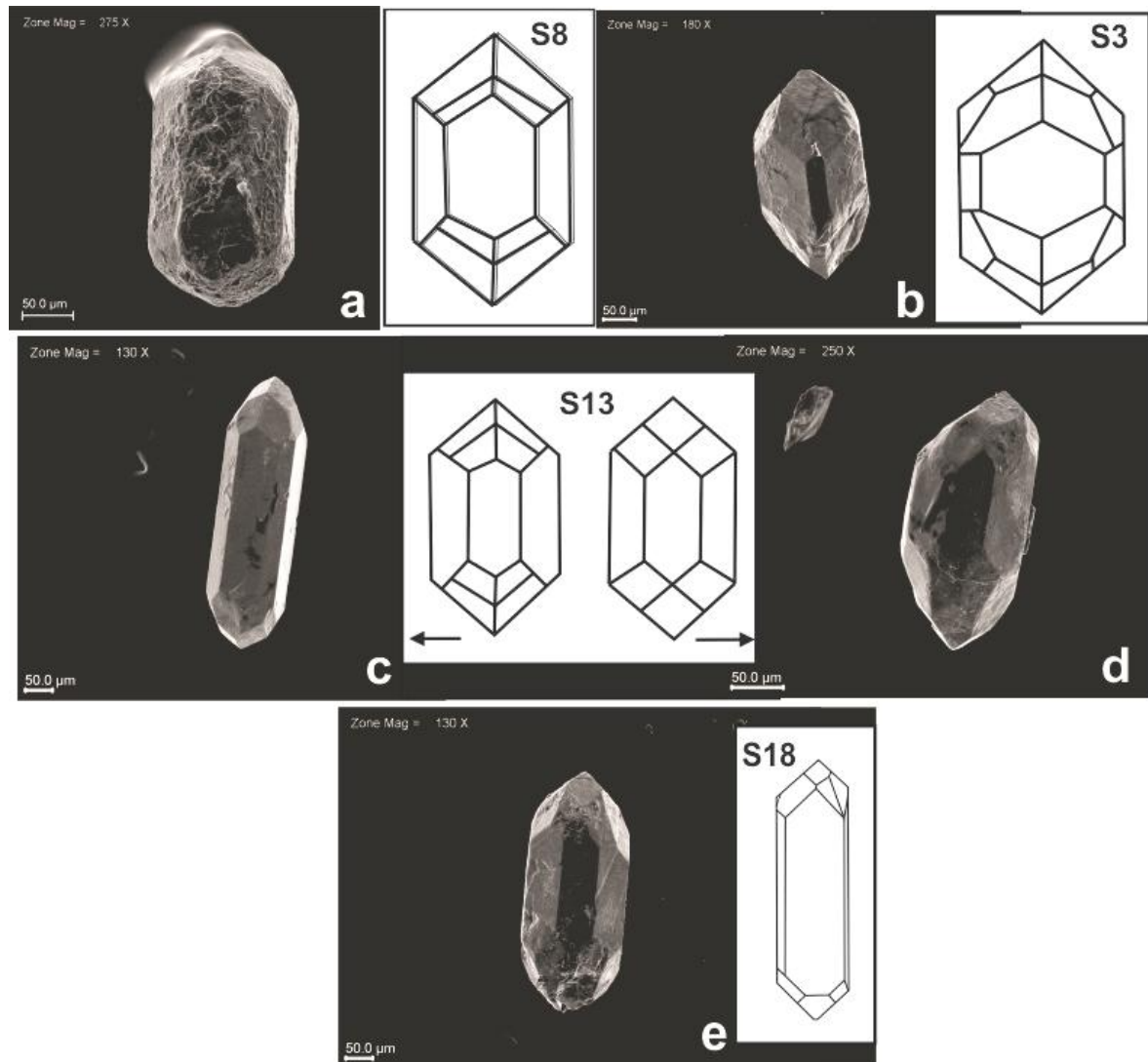


Figura 13 - Imagens de elétrons secundários de cristais de zircão representativos da amostra MAR-123 do Granodiorito Trairão, Suíte Guarantã, com o respectivo tipo morfológico associado, segundo Pupin (1980). S8 e S3 representam os tipos principais encontrados nessas rochas (a, b). Em c, d, e estão os tipos secundários, sendo S13 dominante sobre o tipo S18.

Para o estudo morfológico por CL foram separados vinte e nove cristais de zircão da amostra MAR-123. Os quinze cristais mais representativos analisados (Figura 14) mostram formas euédricas e zoneamento oscilatório bem definido. Localmente foi identificado cristal com núcleo escuro metamítico (cristal 14) enriquecido em Ca, Y, Nb, Ba, La e Ce. Núcleos euédricos luminescentes envolvidos por zircão magmático, semelhantes a núcleos herdados (Corfu *et al.* 2003; Belousova *et al.* 2006), foram identificados nos cristais 5, 7, 8 e 15. A presença de inclusões de flúor-apatita é recorrente, desde o núcleo até as bordas dos cristais,

ora truncando (cristais 3, 5, 7 e 13), ora paralelas às zonas de crescimento do cristal (cristais 6, 11 e 13). Alguns cristais exibem forte microfraturamento que se propaga a partir de seus núcleos até suas bordas (cristais 1, 3, 5 e 14).

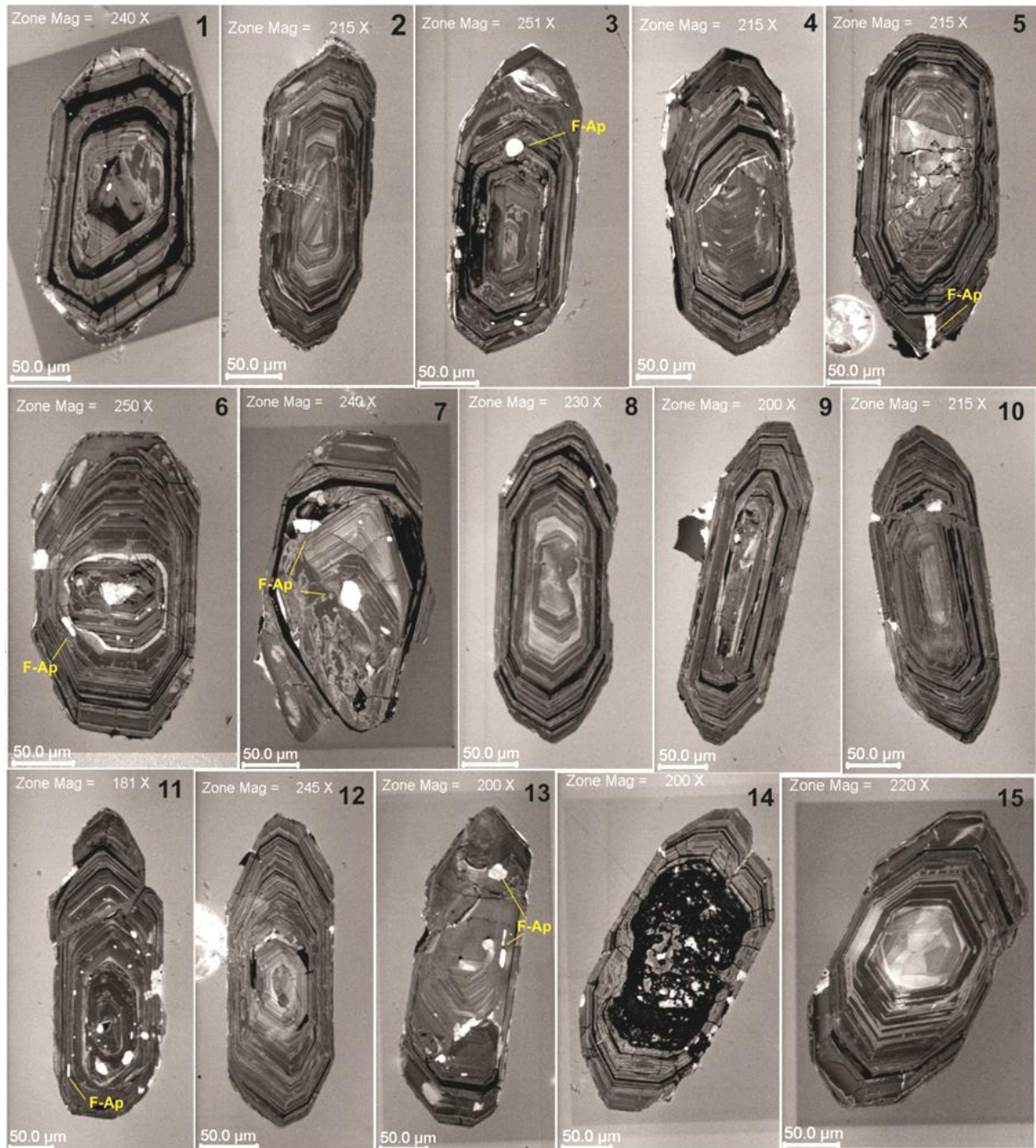


Figura 14 - Imagens por CL de cristais de zircão representativos da amostra MAR-123 do Granodiorito Trairão, Suíte Garantã. F-Ap = Flúor-apatita.

## 2.2 ANÁLISES QUÍMICAS DE ZIRCÃO

O estudo geoquímico constou de análises semiquantitativas por MEV-EDS de cristais de zircão das rochas sanukitoides e do Granodiorito Trairão da Suíte Guarantã. Dentre os dezessete elementos analisados (O, Mg, Si, P, Ca, Cr, Ni, Sr, Y, Zr, Nb, Ba, Ce, Hf, Ta, Th, U) Nb, Ta, Sr, Zr, bem como suas respectivas razões, permitiram melhor individualização nos diagramas geoquímicos.

O diagrama Nb x Ta (Figura 15) separa muito bem os zircões das rochas sanukitoides daqueles do granodiorito Trairão, com estes últimos apresentando conteúdos de Nb predominantemente entre 2,5 e 3,5% e os primeiros entre 1,0 e 2,5%. Os conteúdos de Ta situam-se entre 0,2 e 1,2% e não permitem separação entre os zircões analisados. Verifica-se também, que os zircões dos sanukitoides de Rio Maria e de Ourilândia do Norte são mais empobrecidos em Nb (1,0 a 1,8%) em relação aos zircões dos sanukitoides das regiões de Bannach e Xingu (1,8 a 2,5%).

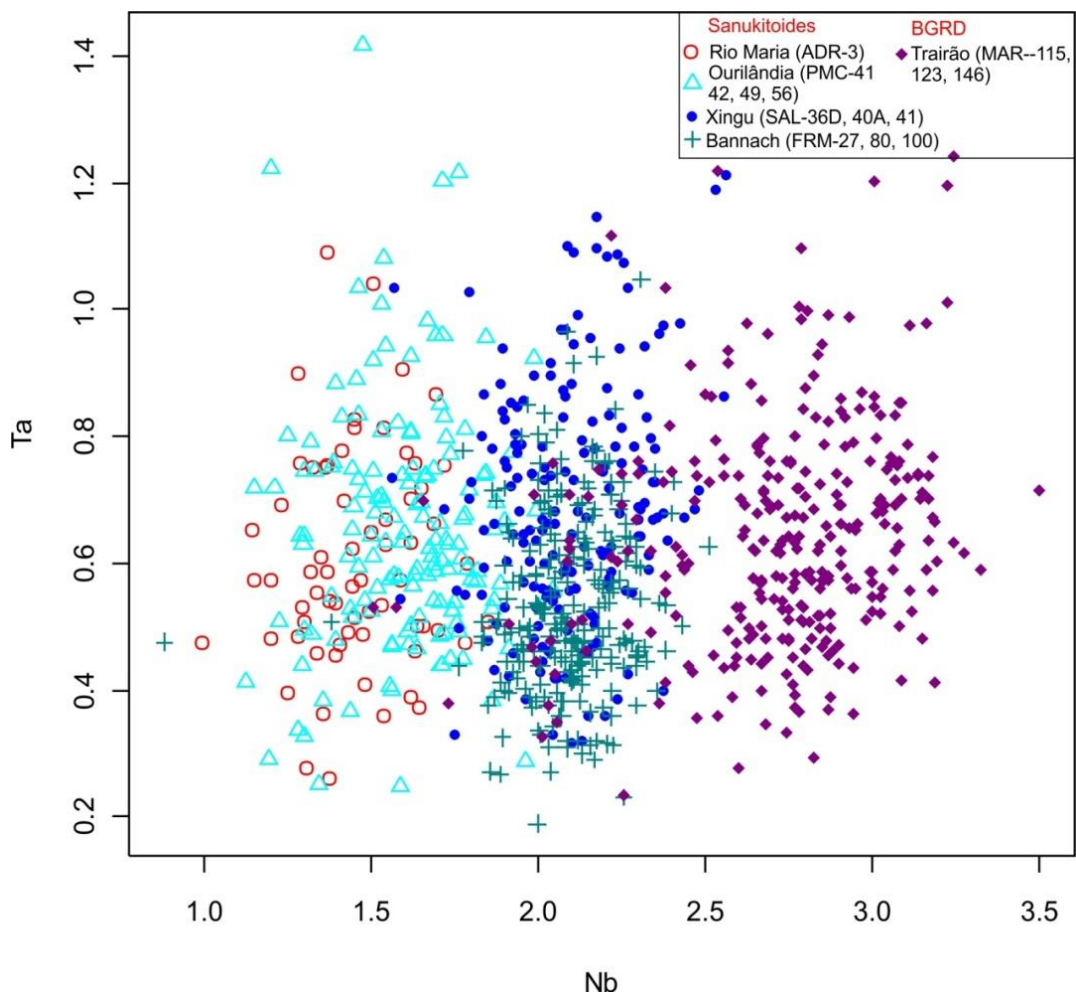


Figura 15 - Diagrama Ta x Nb (% em peso) mostrando a variação composicional dos zircões nas rochas sanukitoides da Suíte Rio Maria e do Granodiorito Trairão da Suíte Guarantã.



No diagrama Sr x Nb (Figura 16) os zircões das rochas sanukitoides e do Granodiorito Trairão mostram uma correlação positiva para os dois elementos, com os zircões dos sanukitoides de Rio Maria e Ourilândia do Norte apresentando os teores mais baixos, variando predominantemente de 0,6 a 1,5% e de 1,0 a 1,8%, respectivamente; os sanukitoides de Bannach e do Xingu possuem zircões comparativamente mais enriquecidos nesses elementos (1,2 a 1,6% de Sr e 1,6 a 2,5% de Nb). Os zircões do Granodiorito Trairão, por sua vez, mostram conteúdos mais elevados que se concentram predominantemente entre 1,7 e 2,4% de Sr e 2,5 e 3,3% de Nb, com algumas análises se superpondo com as dos zircões de Bannach e Xingu.

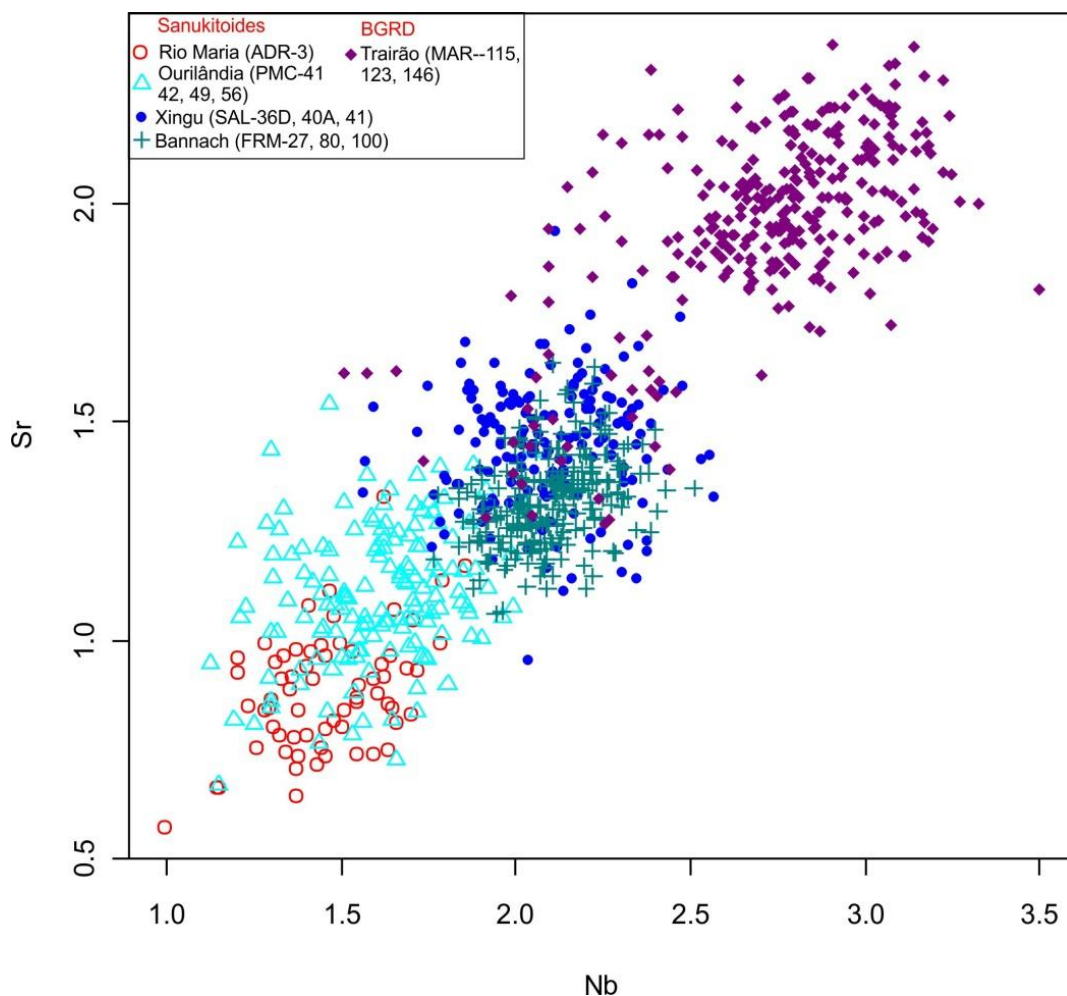


Figura 16 - Diagrama Sr x Nb (% em peso) mostrando a correlação positiva entre os dois elementos nos zircões estudados.

Os conteúdos mais elevados de Nb encontrados nos zircões do Granodiorito Trairão fornecem razões Zr/Nb comparativamente mais baixas (predominantemente entre 17 e 22) em relação aos zircões das rochas sanukitoides (entre 22 e 50), evidenciando o *trend* de substituição de Zr por Nb (Figura 17).

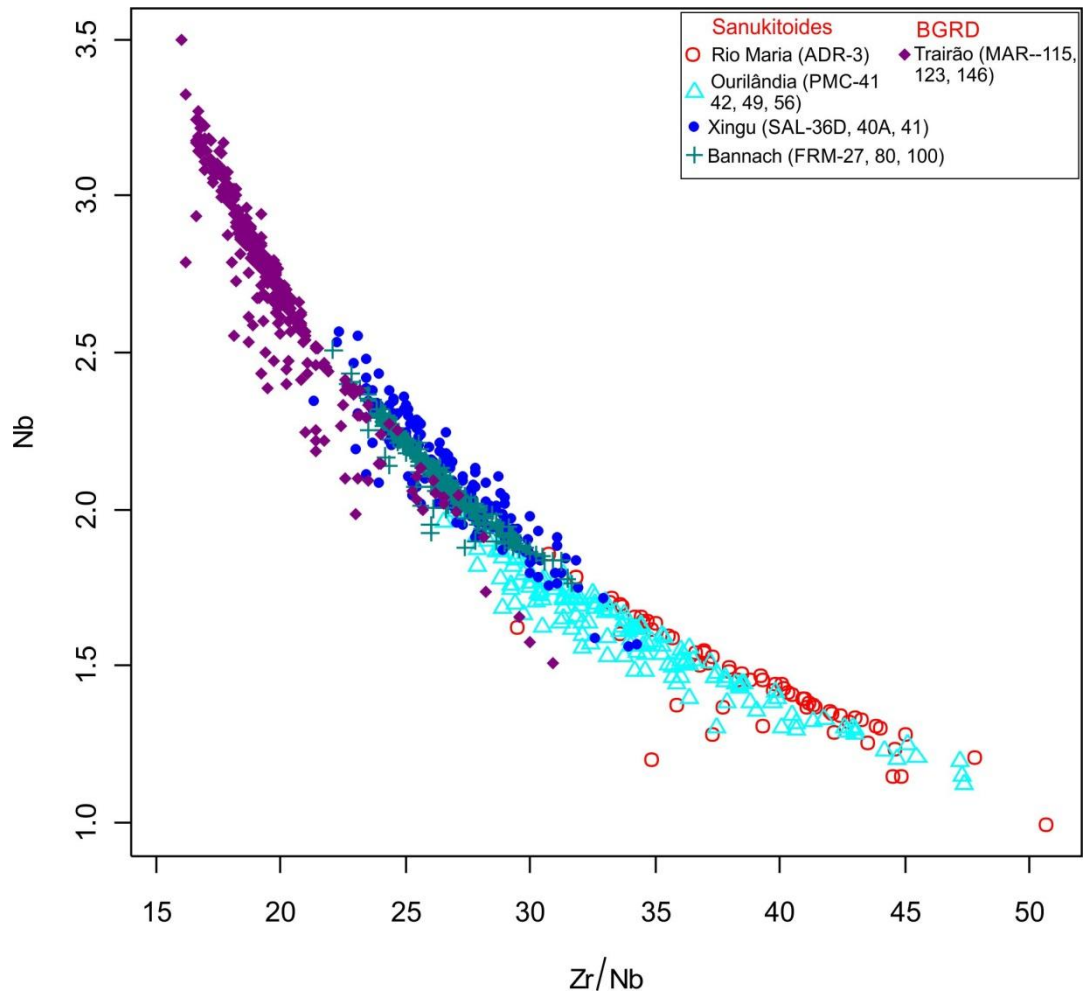


Figura 17 - Diagrama Nb x Zr/Nb (% em peso) evidenciando a variação composicional dos zircões nas rochas da Suíte Sanukitoide Rio Maria e do Granodiorito Trairão, Suíte Guarantã.

### 2.2.1 Análises Zircão EDS versus Rocha Total

Análises químicas por MEV-EDS são comumente questionadas por serem semiquantitativas. Visando fornecer maior sustentação para os resultados encontrados neste estudo, foram realizadas comparações entre as análises por EDS dos zircões das rochas sanukitoides e suas análises de rocha total correspondentes (Oliveira *et al.* 2009; Lamarão *et al.* 2012; Santos *et al.* 2013). A Figura 18 mostra que existe uma boa correlação entre os conteúdos de Sr e Nb obtidos por EDS em cristais de zircão (A) com aqueles resultantes de análises em rocha total (B).

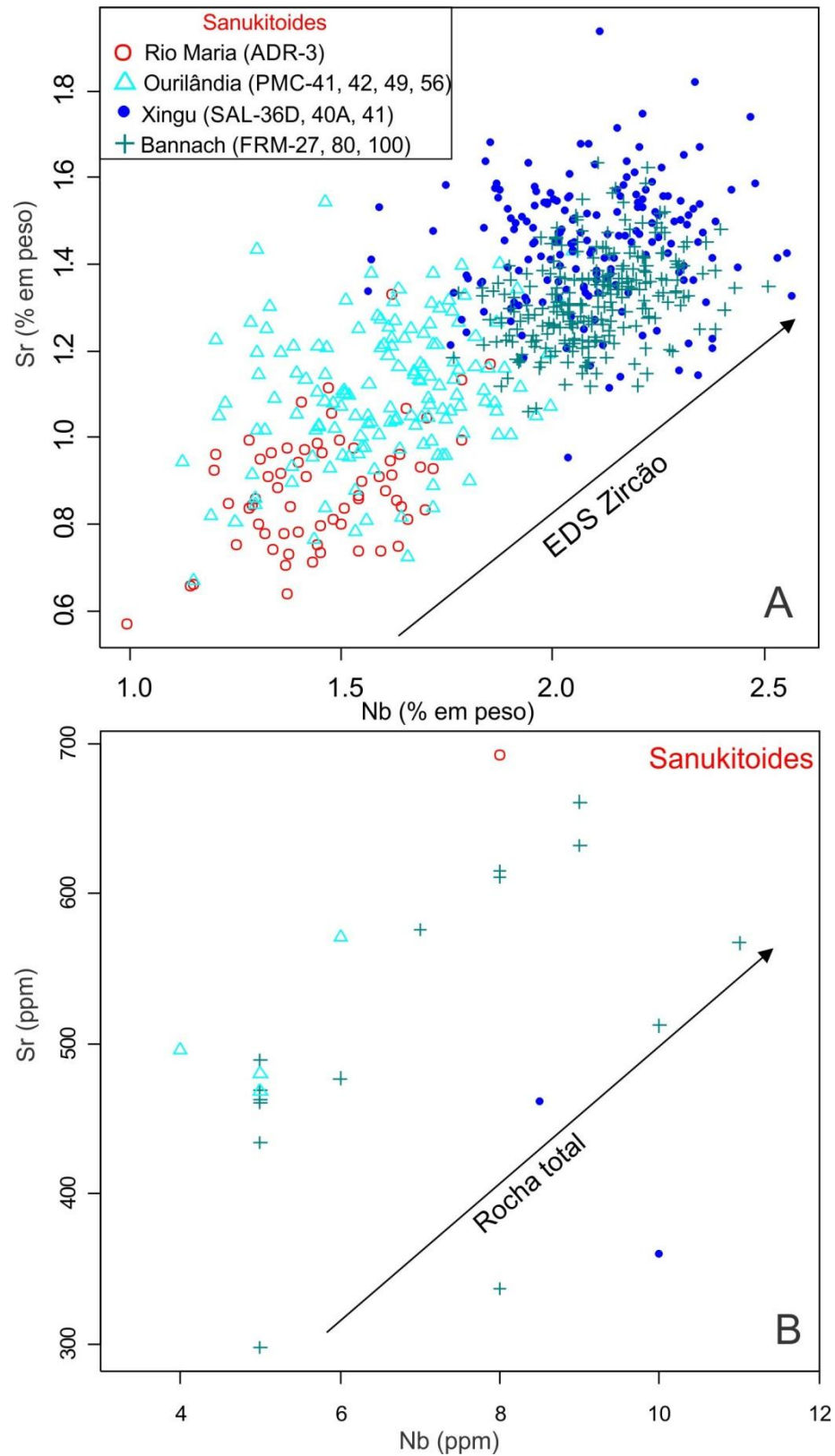


Figura 18 - Diagramas comparando a variação de Sr e Nb (% em peso) de zircões das rochas da Suíte Sanukitoides Rio Maria obtidas por EDS (A) com análises de rocha total destas mesmas rochas (B) (Oliveira *et al.* 2009; Lamarão *et al.* 2012; Santos *et al.* 2013).

Embora o número de análises químicas de rocha total seja bem inferior às feitas por EDS em cristais de zircão, nota-se uma correlação negativa bem definida nos diagramas Nb x Zr/Nb (Figura 19) e Sr x Zr/Nb (Figura 20).

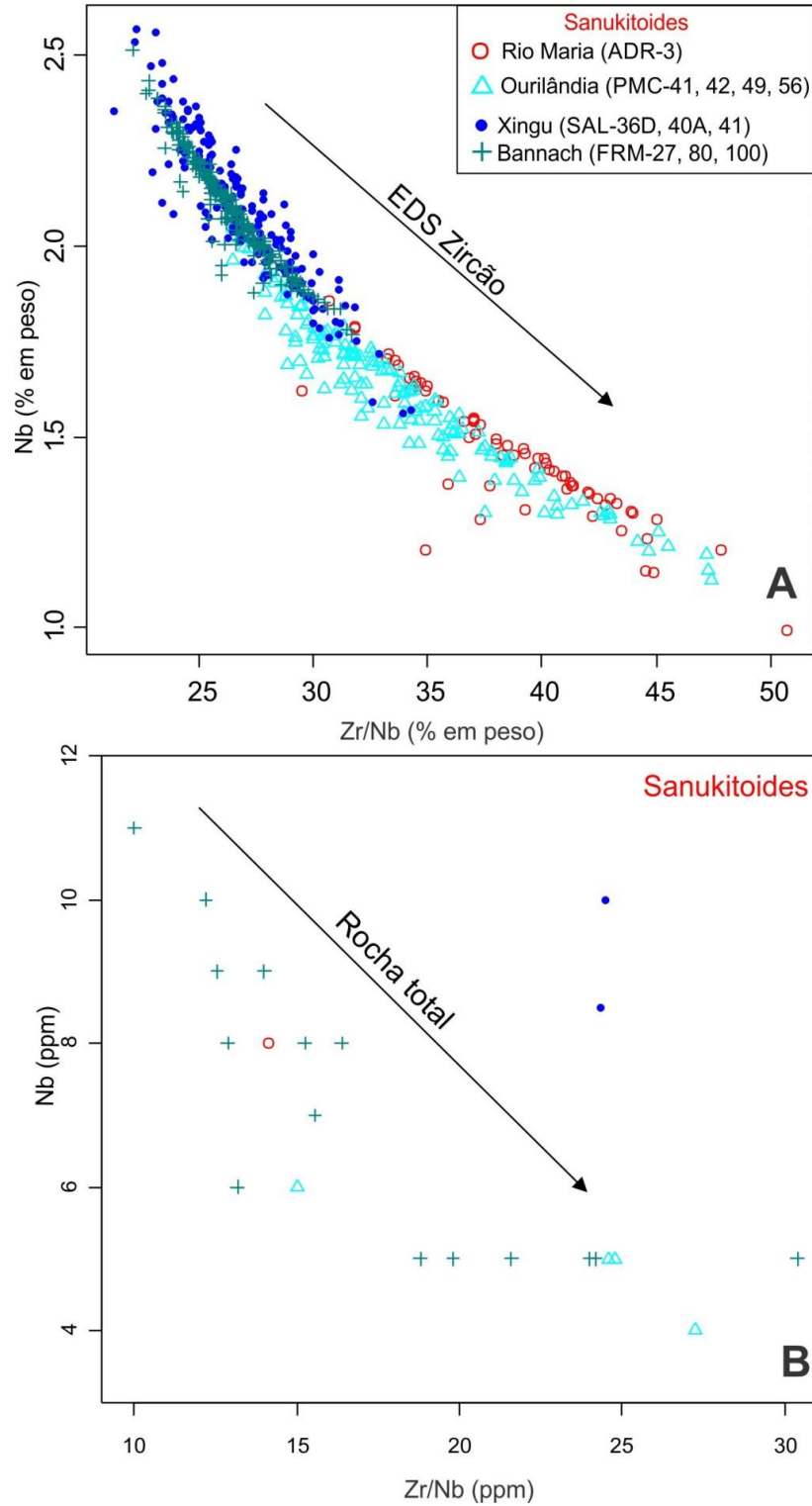


Figura 19 - Diagramas Nb x Zr/Nb (% em peso) comparando a variação composicional dos zircões nas rochas da Suíte Sanukitoide Rio Maria analisados por EDS (A) com análises de rocha total destas mesmas rochas (B).

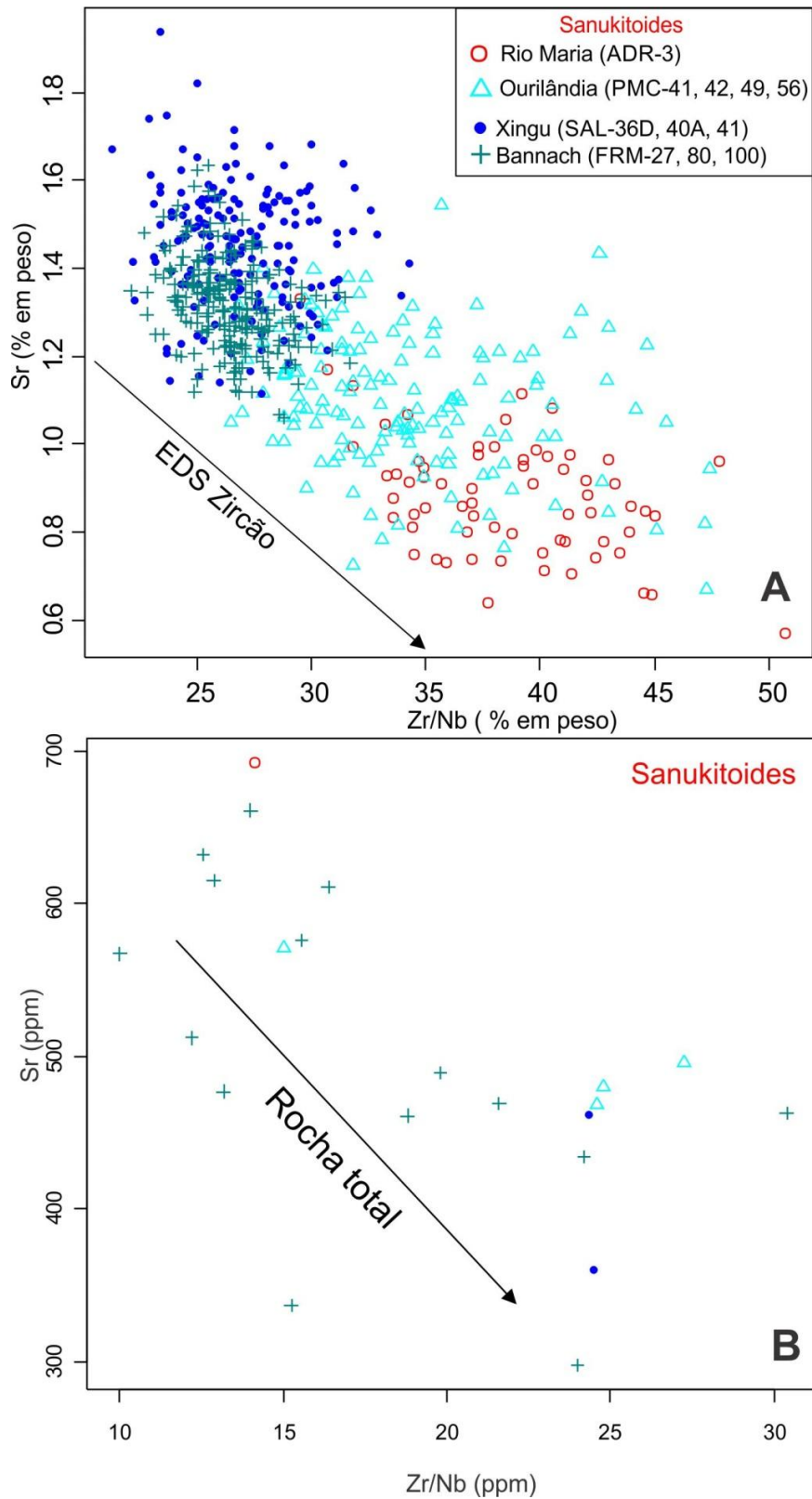


Figura 20 - Diagramas Sr x Zr/Nb (% em peso) comparando a variação composicional dos zircões nas rochas da Suíte Sanukitoide Rio Maria obtidas por EDS (A) com análises de rocha total destas mesmas rochas (B).

A Figura 21 compara as variações de Sr e Nb dos zircões das rochas sanukitoides e do Granodiorito Trairão estudadas neste trabalho com as de zircões de rochas TTG do Domínio Rio Maria (Tonalito Arco Verde e Trondhjemito Mogno) obtidas por Ramalho (2014).

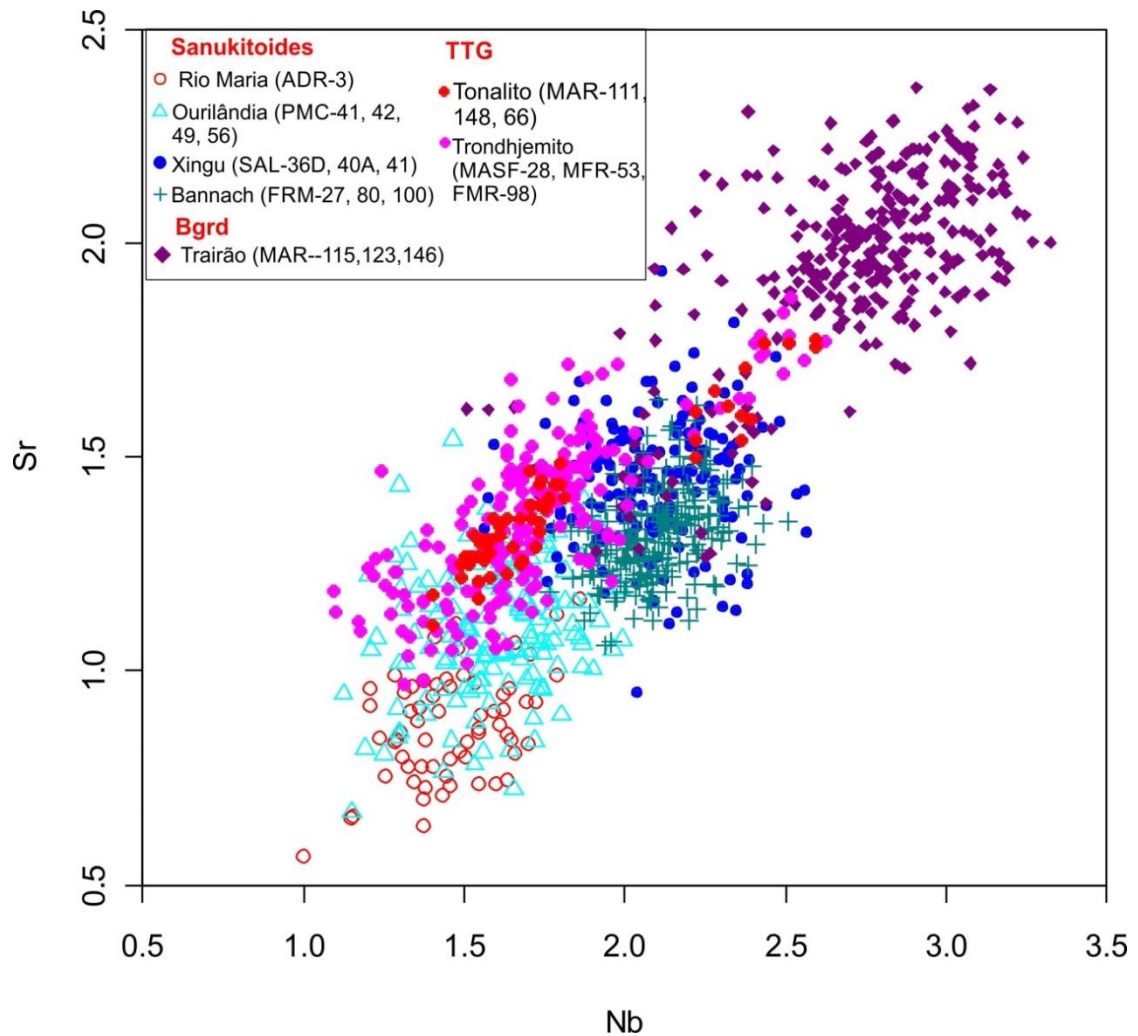


Figura 21 - Diagrama Sr x Nb (% em peso) mostrando a variação composicional dos zircões das rochas da Suíte Sanukitoides Rio Maria, do Granodiorito Trairão e de rochas TTG (Tonalito Arco Verde e Trondhjemito Mogno) estudadas por Ramalho (2014), aflorantes no Domínio Rio Maria.

## **CAPÍTULO 3**

---

# **DISCUSSÕES**

### 3 DISCUSSÕES

#### 3.1. ASPECTOS MORFOLÓGICOS E TIPOLOGIA

Foram encontradas variações morfológicas entre os zircões das rochas sanukitoides e os zircões do Granodiorito Trairão, bem como pequena variação tipológica dentro de cada grupo.

De acordo com a classificação de Pupin (1980) foram reconhecidos os seguintes tipos morfológicos para cada um dos grupos: rochas sanukitoides - tipos S18 (S13, P4); Granodiorito Trairão: S3, S8 (Figura 22); Cristais de zircão dos sanukitoides apresentaram predominância das faces piramidais {101} sobre {211}, enquanto os zircões do Granodiorito Trairão apresentaram pirâmides com faces {211} mais proeminentes.

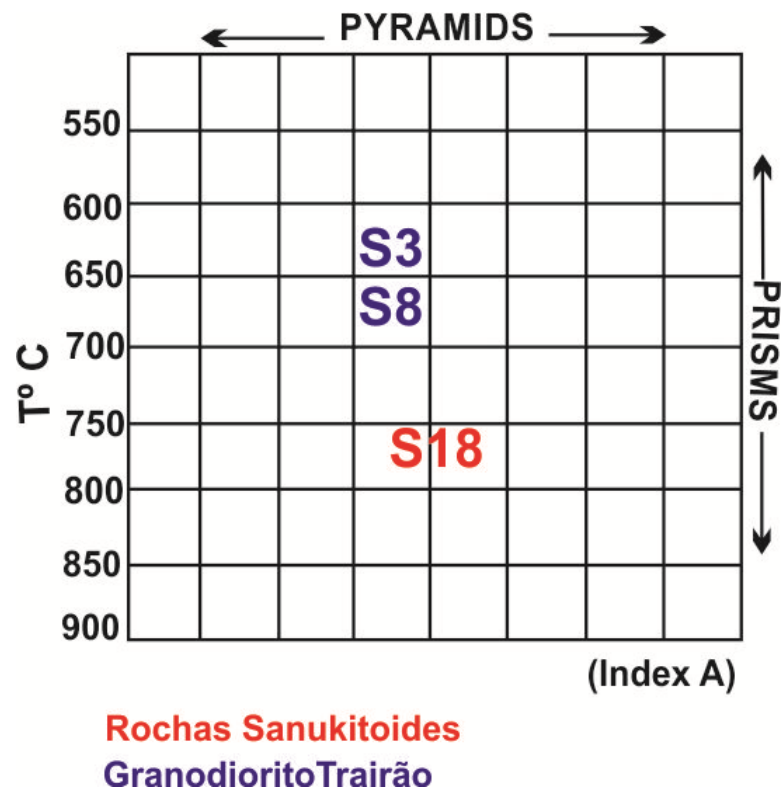


Figura 22 - Grade tipológica esquemática de zircão (Pupin 1980), com a localização dos principais tipos de zircão estudados.

O ciclo de cristalização do zircão é de longa duração, logo o mineral contempla várias fases magmáticas, de modo que os dados obtidos podem não se referir apenas a determinadas etapas de cristalização do zircão, mas abranger todo o período de sua cristalização (Pupin 1976). Assim, o fato de apresentar diferentes feições morfológicas, mesmo dentro dos



sanukitoides, demonstra que estes cristais passaram por diferentes episódios de desenvolvimento, sob diferentes condições ambientais.

As características geoquímicas dos ambientes de cristalização desempenham um papel importante no desenvolvimento das pirâmides de zircão (Pupin & Turco 1975; Pupin 1976). Segundo Pupin & Turco (1975), zircões originários de ambientes peralcalinos ou hipoaluminosos apresentam pirâmides {101} mais desenvolvidas, enquanto zircões originários de um meio peraluminoso ou hipoalcalino mostram faces piramidais {211} bem desenvolvidas. A evolução dos prismas está diretamente relacionada ao aumento da temperatura. Os zircões das rochas sanukitoides apresentaram prismas predominantemente mais alongados, enquanto os do Granodiorito Trairão apresentaram prismas comparativamente mais curtos.

Oliveira *et al.* (2009) utilizaram o geotermômetro do zircônio nos sanukitoides Rio Maria e definiram temperaturas de cristalização entre 700-750°C. O estudo tipológico realizado indicou que os zircões das rochas sanukitoides se formaram no intervalo de temperatura entre 700-800°C; por outro lado, os zircões do Granodiorito Trairão teriam se formado num intervalo mais baixo, entre 600-700°C (Figura 24).

A caracterização dos aspectos internos dos cristais de zircão através de imagens por CL também mostrou feições variadas. Por meio desta técnica foi possível traçar um perfil para cada grupo de rocha estudado. Os cristais de zircão das rochas sanukitoides apresentam cristais comumente euédricos a subédricos, zoneamento oscilatório bem definido, onde zonas mais claras são truncadas por zonas mais escuras, e núcleos bem desenvolvidos. Outra característica marcante nestes cristais é a presença de bordas mais luminescentes, o que sugere mudanças na composição do mineral no final de sua cristalização. Alguns cristais contêm inclusões de F-apatita paralelas às zonas de crescimento do zircão (Figura 14), indicando crescimento contemporâneo de ambas as fases minerais.

Os cristais do Granodiorito Trairão, por sua vez, apresentam formas predominantemente euédricas, são zonados e com núcleos igualmente euédricos. Alguns destes zircões estão envolvidos por zircão magmático, aparentando tratar-se de núcleos herdados (Corfu *et al.* 2003; Belousova *et al.* 2006). A presença de inclusões de F-apatita nos cristais de zircão dessas rochas também é notável; entretanto, diferentemente das inclusões nos zircões das rochas sanukitoides, tais inclusões seccionam as zonas de crescimento do zircão, o que significa que foram formadas anteriormente às zonas de desenvolvimento do cristal. A presença frequente de inclusões de F-apatita indica disponibilidade de P e Ca na composição de sua rocha fonte.

De acordo com o esquema da Figura 8, as rochas sanukitoides seriam o resultado da mistura de componentes derivados do manto e da crosta em que no zircão ficaram impressos os processos envolvidos (Griffin *et al.* 2002). A evolução morfológica do zircão nas rochas sanukitoides sugere que o magma granítico parental tenha contribuição tanto mantélica quanto crustal. No entanto, morfológicamente o grupo dos sanukitoides e os granodioritos mostram diferenças moderadas entre si. A variação na geometria dos cristais de zircão indica que durante a evolução do magma gerador dessas rochas houve interferência de diferentes fatores, e no zircão essa mudança ficou registrada, seja sob a forma de zoneamentos composicionais, núcleos herdados, inclusões, ou simplesmente morfologias diferentes.

### 3.2. ASPECTOS COMPOSICIONAIS DOS ZIRCÕES ESTUDADOS

O estudo composicional de zircão apontou dois grupos distintos de sanukitoides com base nos conteúdos de Nb, Sr e da razão Zr/Nb (Figuras 17 a 19): (1) Sanukitoides de Rio Maria e Ourilândia, mais empobrecidos nesses elementos e com razões Zr/Nb mais elevadas; (2) Sanukitoides de Bannach e Xingu, comparativamente mais enriquecidos em Nb e Sr e com razões Zr/Nb mais baixas. Os zircões do Granodiorito Trairão, por sua vez, apresentaram conteúdos mais elevados de Nb e Sr que os zircões das rochas sanukitoides e razões Zr/Nb mais baixas. As variações elementares encontradas nos zircões das rochas sanukitoides podem ser decorrentes de variações locais, conforme Almeida *et al.* (2010). Segundo esses autores, rochas da Suíte Guarantã, incluindo o Granodiorito Trairão, apresentam características geoquímicas tanto de típicas suítes TTGs quanto de rochas sanukitoides, sugerindo uma evolução complexa. Dados geoquímicos revisados de Almeida *et al.* (2013) demonstram que os leucogranodioritos-granitos da Suíte Guarantã diferem tanto dos granitos potássicos tipo Xinguara e Mata Surrão, quanto das suítes TTGs e rochas sanukitoides Rio Maria, sugerindo que tais rochas derivaram por diferentes processos petrogenéticos. Enfatizam, ainda, o relativo enriquecimento em Ba e Sr das rochas da Suíte Guarantã em relação às rochas sanukitoides Rio Maria. Os teores de elementos como Nb e Sr tendem a aumentar no sentido das rochas mais evoluídas, o que justificaria seus conteúdos mais elevados nos zircões do Granodiorito Trairão, considerado petrográfica e geoquimicamente mais evoluído que os sanukitoides Rio Maria.

Análises de zircão por EDS e geoquímica de rocha total das rochas sanukitoides foram confrontadas neste estudo. Os resultados do diagrama Sr x Nb (Figura 20) mostraram uma correlação positiva bem definida entre os conteúdos obtidos por EDS em cristais de zircão (Figura 20A) com aqueles resultantes de análises em rocha total (Figura 20B). Nos diagramas

Nb x Zr/Nb (Figura 21) e Sr x Zr/Nb (Figura 22), envolvendo análises de zircão e rocha total, os resultados também mostraram forte equivalência e forneceram um *trend* negativo em ambos os diagramas.

Os zircões das rochas sanukitoides e do Granodiorito Trairão foram, ainda, comparados geoquimicamente a zircões de rochas TTGs do Domínio Rio Maria (Trondhjemito Mogno e Tonalito Arco Verde) estudados por Ramalho (2014). No diagrama Sr x Nb (Figura 23) constatou-se uma completa superposição dos zircões das rochas TTGs com os zircões das rochas sanukitoides, sugerindo maior afinidade entre ambas. Por outro lado, nenhuma afinidade geoquímica foi constatada neste diagrama entre os zircões dos TTGs e do Granodiorito Trairão.

## **CAPÍTULO 4**

---

# **CONCLUSÕES**

## 4 CONCLUSÕES

De acordo com os dados obtidos, as seguintes considerações puderam ser traçadas:

- 1- O estudo mostrou que existem diferenças morfológicas, tipológicas e composicionais entre os zircões das rochas sanukitoides do sudeste do Pará, e entre esses e os do Granodiorito Trairão da Suíte Guarantã;
- 2- As análises morfológicas de cristais de zircão dos sanukitoides Rio Maria por MEV-CL revelaram aspectos que permitiram enquadrá-los, de modo geral, em um mesmo grupo segundo a tipologia de Pupin (1980), e os zircões do Granodiorito Trairão em um segundo grupo. Os zircões das rochas sanukitoides teriam se cristalizado em um intervalo de temperaturas mais elevadas, entre 750-800°C, enquanto os zircões do Granodiorito Trairão a temperaturas inferiores, entre 600-700°C. Tal fato estaria relacionado a sua formação em diferentes temperaturas e ambientes de cristalização (Figura 8). Esses dados são muito próximos das temperaturas de cristalização dos sanukitoides (700-750 °C) obtidos por Oliveira *et al.* (2009) através do geotermômetro do zircônio;
- 3- As análises químicas por MEV-EDS dos zircões das rochas sanukitoides estudadas mostram um *trend* positivo de Nb, Sr e Nb/Ta e o empobrecimento da razão Zr/Nb, definindo uma assinatura geoquímica característica para esses zircões;
- 4- As comparações realizadas entre composições de zircão obtidas por MEV-EDS e análises químicas de rocha total das rochas sanukitoides foram confrontadas e o resultado observado veio dar suporte aos estudos realizados nos zircões, confirmando os resultados obtidos por EDS;
- 5- Estudos comparativos com zircões de associações TTGs do Domínio Rio Maria forneceram informações complementares acerca das relações entre esses granitoides e os sanukitoides Rio Maria, visualizadas através da correlação positiva envolvendo conteúdos de Nb e Sr e afastando a possibilidade de eventuais semelhanças, por meio desses elementos traços, com os zircões dos Granodioritos Trairão da Suíte Guarantã, os quais mostraram comportamento distinto no diagrama geoquímico utilizado.

Nesse contexto, a abordagem em tratar populações de zircão envolvendo morfologia e composição química de elementos traço através de técnicas como MEV-CL-EDS deixa evidente a relevante contribuição desta metodologia para estudos petrológicos, consolidando-a como instrumento favorável às pesquisas científicas nesta área de atuação.

# **REFERÊNCIAS**

## REFERÊNCIAS

- Almeida F.F.M., Hasui Y., Brito Neves B.B., Fuck R.A. 1981. Brazilian structural provinces: an introduction. *Earth-Science Reviews*, **17**: 1-29.
- Almeida J.A.C., Dall'Agnol R., Barriga S.D., Althoff F.J. 2010. Origin of the Archean leucogranodiorite-granite suites: Evidence from the Rio Maria terrane and implications for granite magmatism in the Archean. *Lithos*, **120**: 235-257.
- Almeida J.A.C., Dall'Agnol R., Leite A.A.S. 2013. Geochemistry and zircon geochronology of the Archean granite suites of the Rio Maria granite-greenstone terrane, Carajás Province, Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, **42**: 103-126.
- Almeida J.A.C., Dall'Agnol R., Oliveira M.A., Macambira M.J.B., Pimentel M.M., Rämö O.T., Guimarães F.V., Leite A.A.S. 2011. Zircon geochronology and geochemistry of the TTG suites of the Rio Maria granite-greenstone terrane: Implications for the growth of the Archean crust of Carajás Province, Brazil. *Precambrian Research*, **120**: 211-221.
- Althoff F.J. 1996. *Étude pétrologique et structurale des granitoïdes de Marajoara (Pará, Brésil): leur rôle dans l'évolution archéenne du craton Amazonien (2.7–3.2 Ga)*. PhD Thesis, Université Henri Poincaré, Nancy I, France, 296 p.
- Althoff F.J., Barbey P., Boullier A.M. 2000. 2.8–3.0 Ga plutonism and deformation in the SE Amazonian craton: the Archean granitoids of Marajoara (Carajás Mineral province, Brazil). *Precambrian Research*, **104**: 187-206.
- Althoff F.J., Barbey P., Boullier A.M., Dall'Agnol R. 1994. Regime tectônico e composição dos granitoïdes arqueanos da região de Marajoara. In: 4° Simpósio Geologia da Amazônia, Belém. *Boletim de resumos expandidos*. p. 291-294.
- Althoff F.J., Barbey P., Macambira M.J.B., Scheller T., Leterrier J., Dall'Agnol R., Lafon J.M. 1998. La croissance du craton sud-amazonien (région de Rio Maria, Brésil). In: *Soe. Geol. Fr., Réunion des Sciences de la Terre*. Brest, *Resumes*. p. 62.
- Althoff F.J., Dall'Agnol R., Souza Z.S. 1991. Região de Marajoara - SE do Pará: prolongamento dos terrenos arqueanos de Rio Maria ou retrabalhamento? In: 3° Simpósio Geologia da Amazônia, Belém. *Anais*. p. 130-141.
- Araújo O.J.B. & Maia R.G.N. 1991. Folha Serra dos Carajás, Folha SB-22-Z-A. Relatório Final. Rio de Janeiro: CPRM. 136 p.
- Araújo O.J.B., Macambira E.M.B., Vale A.G., Oliveira J.R. 1994. Primeira integração das investigações Geológicas do Programa Grande Carajás na região SSE do Estado do Pará. In: 4° Simpósio de Geologia da Amazônia, Belém. *Boletim de Resumos Expandidos*. p. 299-301.
- Avelar V.G. 1996. *Geocronologia Pb-Pb por evaporação em monocristal de zircão, do magmatismo da região de Tucumã, SE do Estado do Pará, Amazônia Oriental*. MS Dissertation, Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 199 p.

Barker F. 1979. Trondhjemites: definition, environment and hypotheses of origin. *In: Barker F. (ed.). Trondhjemites, dacites and related rocks.* Elsevier, Amsterdam, p. 1-12.

Barros C.E., Nardi L.V.S., Dillenburg S.R. 2005. Geoquímica de Minerais Detríticos em Estudos de Proveniência: Uma Revisão. *Revista Pesquisas em Geociências*, **32** (1): 3-15.

Belousova E.A., Griffin W.L., O'Reilly S.Y. 2006. Zircon crystal morphology, trace element signatures and Hf isotope composition as a tool for petrogenetic modeling: examples from Eastern Australian granitoids. *Journal of Petrology*, **47**(2): 329-353.

Belousova E.A., Griffin W.L., O'Reilly S.Y., Fisher N.I. 2002. Igneous zircon: trace element composition as an indicator of source rock type. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, **143**: 602-622.

Belousova E.A., Griffin W.L., Pearson N.J. 1998. Trace element composition and cathodoluminescence properties of southern African kimberlitic zircons. *Mineralogical Magazine*, **62**(3): 355-366.

Benisek A. & Finger F. 1993. Factors controlling the development of prism faces in granite zircons: a microprobe study. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, **114**(4): 441-451.

Breiter K., Förster H.J., Škoda R. 2006. Extreme P-, Bi-, Nb-, Sc-, U- and F-rich zircon from fractionated perphosphorus granites: The peraluminous Podlesí granite system, Czech Republic. *Lithos*, **88**: 15-34.

Breiter K., Lamarão C.N., Borges R.M.K., Dall'Agnol R. 2014. Chemical characteristics of zircon from A-type granites and comparison to zircon of S-type granites. *Lithos*, **192-195**: 208-225.

Condie K.C. 1981. *Archaean greenstone belts.* Elsevier, Amsterdam, 434 p.

Corfu F., Hanchar J.M., Hoskin P.W., Kinny P. 2003. Atlas of zircon textures. *Reviews in Mineralogy and Geochemistry*, **53**(1): 469-500.

Costa J.B.S., Araújo O.J.B., Santos A., Jorge João X.S., Macambira M.J.B., Lafon J.M. 1995. A Província Mineral de Carajás: Aspectos Tectono-Estruturais, Estratigráficos e Geocronológicos. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi - Série Ciências da Terra*, **7**: 199-235.

Dall'Agnol R. & Oliveira D.C. 2007. Oxidized, magnetite-series, rapakivi-type granites of Carajás, Brazil: implications for classification and petrogenesis of A-type granites. *Lithos*, **93**: 215-233.

Dall'Agnol R., Oliveira M.A., Almeida J.A.C., Althoff F.J., Leite A.A.S., Oliveira D.C., Barros C.E.M. 2006. Archean and Paleoproterozoic granitoids of the Carajás metallogenic province, eastern Amazonian craton. *In: Symposium on Magmatism, Crustal Evolution, and Metallogenesis of the Amazonian Craton, Belém. Abstracts Volume and Field Trips Guide.* p. 99-150.



Dall'Agnol R., Oliveira D.C., Guimarães F.V., Gabriel E.O., Feio G.R.L., Lamarão C.N., Althoff F.J., Santos P.A., Teixeira M.F.B., Silva A.C., Rodrigues D.S., Santos M.J.P., Silva C.R.P., Santos R.D., Santos P.J.L. 2013. Geologia do Subdomínio de Transição do Domínio Carajás – implicações para a evolução arqueana da Província Carajás – Pará. *In: 13º Simpósio de Geologia da Amazônia*, Belém. *Anais*. 1 CD-ROM.

Dall'Agnol R., Ramö O.T., Magalhães M.S., Macambira M.J.B. 1999. Petrology of the anorogenic, oxidized Jamon and Musa granites, Amazonian Craton: implications for the genesis of Proterozoic, A-type Granites. *Lithos*, **46**: 431-462.

Dall'Agnol R., Souza Z.S., Althoff F.J., Barros C.E.M., Leite A.A.S., Jorge João X.S. 1997. General aspects of the granitogenesis of the Carajás metallogenic province. *In: 2<sup>nd</sup> International Symposium on Granites and Associated Mineralizations*, Salvador. *Excursions Guide*. p.135-161.

Dall'Agnol R., Souza Z.S., Althoff F.J., Macambira M.J.B., Leite A.A.S. 1996. Geology and geochemistry of the Archean Rio Maria Granite-Greenstone Terrain, Carajás province, Amazonian craton. *In: Symposium Archean Terrain South American Platform*, Brasília. *Extended abstracts*. p. 29-30.

Dall'Agnol R., Teixeira N.P., Ramö O.T., Moura C.A.V., Macambira M.J.B., Oliveira D.C. 2005. Petrogenesis of the Paleoproterozoic rapakivi A-type granites of the Archean Carajás metallogenic province, Brazil. *Lithos*, **80**: 101-129.

Dias, S.B. 2009. *Caracterização geológica, petrográfica e geoquímica de granitos Arqueanos da Folha Marajoara, Terreno Granito-Greenstone de Rio Maria, sudeste do Pará*. MS Dissertation, Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 129 p.

Docegeo. 1988. Revisão litoestratigráfica da Província Mineral de Carajás. *In: 35º Congresso Brasileiro de Geologia*, Belém. *Anais*. p. 11-54.

Feio G.R.L. 2011. *Magmatismo granitoide arqueano da área de Canaã dos Carajás: implicações para a evolução crustal da Província Carajás*. PhD Thesis, Programa de Pós-graduação em Geologia e Geoquímica, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 190 p.

Gabriel E.O. 2012. *Geologia, Geoquímica e Petrologia Magnética dos granitoides arqueanos da porção nordeste de Água Azul do Norte (PA) – Província Carajás*. MS Dissertation, Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 117 p.

Gabriel E.O. & Oliveira, D.C. 2013. Petrologia magnética dos granodioritos Água Azul e Água Limpa, porção sul do Domínio Carajás – Pará. *Geol. Revista USP, Sér. Cient*, **13**(4): 8-110.

Griffin W.L., Wang X., Jackson S.E., Pearson N.J., O'Reilly S.Y., Xu X., Zhou X. 2002. Zircon chemistry and magma mixing, SE China: in-situ analysis of Hf isotopes, Tonglu and Pingtan igneous complexes. *Lithos*, **61**(3): 237-269.

Guimarães F.V., Dall'Agnol R., Almeida J.A.C., Oliveira M.A. 2010. Caracterização geológica, petrográfica e geoquímica do Trondhjemitó Mogno e Tonalito Mariázinha, Terreno Granito-Greenstone mesoarqueano de Rio Maria, SE do Pará. *Revista Brasileira de Geociências*, **40**(2): 196-211.

Halla J. 2005. Late Archean high-Mg granitoids (sanukitoids) in the southern Karelian domain, eastern Finland: Pb and Nd isotopic constraints on crust– mantle interactions. *Lithos*, **79**(1): 161-178.

Hanchar J.M. & Miller C.F. 1993. Zircon zonation patterns as revealed by cathodoluminescence and backscattered electron images: Implications for interpretation of complex crustal histories. *Chemical Geology*, **110**: 1-13

Heaman L.M., Bowins R., Crockett J. 1990. The chemical composition of igneous zircon suites: Implications for geochemical tracer studies. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, **54**: 1597-1607.

Huhn S.R.B., Santos A.B.S., Amaral A.F., Ledsham E.J., Gouveia J.L., Martins L.B.P., Montalvão R.M.G., Costa V.G. 1988. O Terreno Granito-Greenstone da região de Rio Maria - Sul do Pará. In: 35º Congresso Brasileiro de Geologia, Belém. *Anais*. p. 1438-1453 .

Kempe U., Gruner T., Renno A.D., Wolf D. 1997. Hf-rich zircon in rare-metal bearing granites: Magmatic or metasomatic origin? In: Papunen H. (ed.). *Mineral Deposits: Research and Exploration*. Balkema, Rotterdam, 643-646.

Kempe U., Gruner T., Renno A.D., Wolf D., René M. 2004. Discussion on Wang et al. (2000) "Chemistry of Hf-rich zircons from the Laoshan I- and A-type granites, Eastern China". *Mineralogical Magazine*, **64**: 867-877.

Lamarão C.N., Dall'Agnol R., Silva J.S., Soledade G.L. 2010. Morphological and compositional variation in zircons of tin-specialized Paleoproterozoic A-type granites of the Amazonian craton: Metallogenic implications. In: International Conference on A-Type Granites And Related Rocks Through Time (IGCP-510), Helsinki. *Abstract Volume*. p. 68-70.

Lamarão C.N., Dall'Agnol R., Soledade G.L, Silva J.S. 2007. Variações composicionais de zircão em granitos anorogênicos proterozóicos do Cráton Amazônico: implicações metalogenéticas. *Revista Brasileira de Geociências*, **37** (4): 693-704.

Lamarão C.N., Pinho S.C.C., Paiva Junior A.L., Galarza-Toro M.A. 2012. Mineralogy and geochemistry of the Paleoproterozoic, tin-mineralized Bom Jardim Granite of the Velho Guilherme Suite, eastern Amazonian Craton. *Journal of South American Earth Sciences*, **38**: 159-173.

Lamarão C.N., Rocha K.K.N., Marques G.T., Borges R.M.K. 2013. Quartzó e zircão como marcadores da evolução magmático-hidrotermal do Granito Antônio Vicente, Suíte Intrusiva Velho Guilherme, Província Carajás. *Geol. Revista USP, Sér. Cient*, **13**(2): 4-68.

Lamarão C.N., Silva J.S., Borges R.M.K., Dall'Agnol R. 2014. Variations of zircon and their metallogenic implications: the example of the Jamon, Serra dos Carajás and Velho Guilherme suites, Amazonian Craton. *Brazilian Journal of Geology*, **44**(1): 105-120.

Leite A.A.S. 2001. *Geoquímica, petrogênese e evolução estrutural dos granitoides arqueanos da região de Xinguara, SE do Cráton Amazônico*. PhD Thesis, Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica, Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 130 p.

Leite A.A.S., Dall'Agnol R., Althoff F.J. 1999. Geoquímica e aspectos petrogenéticos do Granito Xinguara, Terreno Granito-Greenstone de Rio Maria e Cráton Amazônico. *Revista Brasileira de Geociências*, **29**(3): 429-436.

Leite A.A.S., Dall'Agnol R., Macambira M.J.B., Althoff F.J. 2004. Geologia e geocronologia dos granitoides arqueanos da região de Xinguara (PA) e suas implicações na evolução do Terreno Granito-Greenstone de Rio Maria. *Revista Brasileira de Geociências*, **34**: 447-458.

Macambira M.J.B. 1992. *Chronologie U/Pb, Rb/Sr, K/Ar et croissance de la croûte continentale dans L'Amazonie du sud-est; exemple de la région de Rio Maria, Province de Carajas, Brésil*. PhD Thesis, Université Montpellier II, Montpellier, France. 212 p.

Macambira M.J.B. & Lancelot, J. 1996. Time constraints for the formation of the Archean Rio Maria crust, southeastern Amazonian Craton, Brazil. *International Geology Review*, **38**(12): 1134-1142.

Macambira M.J.B., Barros C.E.M., Silva D.C.C., Santos M.C.C. 2001. Novos dados geológicos e geocronológicos para a região ao norte da Província de Carajás: evidências para o estabelecimento do limite Arqueano-Paleoproterozoico no sudeste do cráton Amazônico. In: 7º Simpósio de Geologia da Amazônia, Belém. *Resumos Expandidos*.

Marshall D.J. 1988. *Cathodoluminescence of geological materials*. Unwin Hyman, Boston, 146 p.

Martin H. 1999. The adakitic magmas: modern analogues of Archean granitoids. *Lithos*, **46**(3): 411-429.

Medeiros H. & Dall'Agnol R. 1988. Petrologia da porção leste do Batólito Granodiorítico Rio Maria, sudeste do Pará. In: 35º Congresso Brasileiro de Geologia, Belém. *Anais*. p. 1488-1499.

Moyen J.F., Martin H., Jayananda M. 2001. Multi-element geochemical modelling of crust-mantle interactions during late- Archean crustal growth: the Closepet granite (South India). *Precambrian Research*, **112**: 87-105.

Muller A., Seltmann R., Behr H.J. 2000. Application of cathodoluminescence to magmatic quartz in a tin granite-case study from the Schellerhau granite Complex, Eastern Erzgebirge, Germany. *Mineralium Deposita*, **35**: 169-189.

Murali A.V., Parthasarathy R., Mahadevan T.M., Sankar Das M. 1983. Trace element characteristics, REE patterns and partition coefficients of zircons from different geological environments- a case study on Indian zircons. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, **47**: 2047-2052.

Nardi L.V.S., Formoso M.L.L., Müller I.F., Fontana E., Jarvis K., Lamarão C.N. 2013. Zircon/ rock partition coefficients of REEs, Y, Th, U, Nb, and Ta in granitic rocks: Uses for provenance and mineral exploration purposes. *Chemical Geology*, **335**: 1-7.

Oliveira M.A. 2005. *Geologia, Petrografia e Geoquímica do Granodiorito Sanukitóide Arqueano Rio Maria e Rochas Máficas Associadas, Leste de Bannach-PA*. MS Dissertation, Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica, Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 141 p.

Oliveira M.A., Dall'Agnol R., Almeida J.A.C., Althoff F.J., Borges R.M.K. 2006b. Relatório de Mapeamento Geológico na escala 1:100.000 da Folha Marajoara (SB-22-Z-C V). Programa GeoBrasil, CPRM – Serviço Geológico do Brasil, 147 p.

Oliveira M.A., Dall'Agnol R., Althoff F.J. 2006a. Petrografia e Geoquímica do Granodiorito Rio Maria da região de Bannach e comparações com as demais ocorrências no terreno Granito-Greenstone de Rio Maria-Pará. *Revista Brasileira de Geociências*, **36**(2): 313-326.

Oliveira M.A., Dall'Agnol R., Althoff F.J., Leite A.A.S. 2009. Mesoarchean sanukitoid rocks of the Rio Maria Granite-Greenstone Terrane, Amazonian craton, Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, **27**:146-160.

Oliveira M.A., Dall'Agnol R., Scaillet, B. 2010. Petrological Constraints on Crystallization Conditions of Mesoarchean Sanukitoid Rocks, Southeastern Amazonian Craton, Brazil. *Journal of Petrology*, **51**(10): 2121-2148.

Pérez-Soba C., Villaseca C., Gonzáles del Tánago J., Nasdala L. 2007. The composition of zircon in the peraluminous Hercynian granites of the Spanish central system batholith. *The Canadian Mineralogist*, **45**: 509-527.

Pimentel M. & Fuck R.A. 1992. Neoproterozoic crustal accretion in Central Brazil. *Geology*, **20**(4): 375-379.

Pimentel M.M. & Machado N. 1994. Geocronologia U-Pb do Terreno Granito-Greenstone de Rio Maria, Pará. In: 38º Congresso Brasileiro de Geologia, Camboriú. *Anais*. p. 390-391.

Pinho S.C.C. 2009. *Geologia, petrografia e geoquímica do Granito Bom Jardim, região de São Félix do Xingu, Província Mineral de Carajás*. MS Dissertation, Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 135 p.

Pinho S.C.C., Fernandes C.M.D., Teixeira N.P., Paiva Jr A.L., Cruz V.L., Lamarão C.N., Moura C.A.V. 2006. O magmatismo paleoproterozóico da região de São Félix do Xingu, Província Estanífera do sul do Pará: Petrografia e Geocronologia. *Revista Brasileira de Geociências*, **36**(4): 724-732.

Poldervaart A. 1950. Statistical studies of zircon as a criterion in granitization. *Nature*, **165**: 574-575.

Pupin J.P. 1976. *Signification des caractères morphologiques du zircon commun des roches en pétrologie: base de la méthode typologique, applications*. PhD Thesis, Laboratoire de pétrologie-minéralogie, Université de Nice, Nice. 394 p.

Pupin J.P. 1980. Zircon and granite petrology. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, **73**(3): 207-220.

Pupin J.P. 2000. Granite genesis related to geodynamics from Hf-Y in zircon. *Transactions of the Royal Society of Edinburgh: Earth Sciences*, **91**: 245-256.

Pupin J.P. & Turco G. 1972. Une typologie originale du zircon accessoire. *Bulletin de la Société Française de Minéralogie et Cristallographie*, **95**: 348-359.

Pupin J.P. & Turco G. 1975. Typologie du zircon accessoire dans les roches plutoniques dioritiques, granitiques et syenitiques. Facteurs essentiels déterminant les variations typologiques. *Petrologie*, **1**: 139-56.

Ramalho I.M.O. 2014. Morfologia e composição de zircão de rochas ígneas do terreno Granito-Greenstone de Rio Maria, Cráton Amazônico, através de Microscopia Eletrônica de Varredura-Catodoluminescência (MEV-CL). MS Dissertation, Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 81 p.

Rapp R.P., Shimizu N., Norman M.D., Applegate G.S. 1999. Reaction between slab-derived melts and peridotite in the mantle wedge: experimental constraints at 3.8 GPa. *Chemical Geology*, **160**: 335-356.

Rodrigues E.M.S., Lafon J.M., Scheller T. 1992. Geocronologia Pb-Pb em rochas totais da Província Mineral de Carajás: primeiros resultados. In: 37º Congresso Brasileiro de Geologia, São Paulo. *Anais*. v. 2, p. 183-184.

Rolando A.P. & Macambira M.J.B. 2002. Geocronologia dos granitoides arqueanos da região da Serra do Inajá, novas evidências sobre a formação da crosta continental no sudeste do Cráton Amazônico, SSE Pará. In: 41º Congresso Brasileiro de Geologia, João Pessoa. *Anais*. p. 525.

Rolando A.P. & Macambira M.J.B. 2003. Archean crust formation in Inajá range area, SSE of Amazonian Craton, Brazil, based on zircon ages and Nd isotopes. In: 4<sup>th</sup> South American Symposium on Isotope Geology. *Expanded Abstract*. CD-ROM.

Rubatto D. 2002. Zircon trace element geochemistry: partitioning with garnet and the link between U–Pb ages and metamorphism. *Chemical Geology*, **184**: 123-138.

Santos J.O.S. 2003. Geotectônica do Escudo das Guianas e Brasil-Central. In: L.A. Bizzi, C. Schobbenhaus, R. M. Vidotti, J. H. Gonçalves (eds.). *Geologia, tectônica e recursos minerais do Brasil: texto, mapas & SIG*. CPRM-Serviço Geológico do Brasil, Brasília, p. 169-226.

Santos J.S.O., Hartmann L.A., Faria M.S., Riker S.R., Souza M.M., Almeida M.E., Mcnaughton N.J. 2006. A compartimentação do Cráton Amazonas em províncias: avanços

ocorridos no período 2000–2006. *In*: 9º Simpósio de Geologia da Amazônia, Belém. *Resumos Expandidos*. CD-ROM.

Santos J.O.S., Hartmann L.A., Gaudette H.E., Groves D.I., McNaughton N.J., Fletcher I.R. 2000. A new understanding of the Provinces of the Amazon Craton based on integration of field and U–Pb and Sm–Nd geochronology. *Gondwana Research*, **3**: 453-488.

Santos M.J.P., Lamarão C.N., Lima P.H.A., Galarza M.A., Mesquita J.C.L. 2013. Granitoides arqueanos da região de Água Azul do Norte, Província Carajás, sudeste do estado do Pará: petrografia, geoquímica e geocronologia. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi – Ciências Naturais*, **8**(3): 325-354.

Santos M.N.S. & Oliveira D.C. 2016. Rio Maria granodiorite and associated rocks of Ourilândia do Norte–Carajás province: Petrography, geochemistry and implications for sanukitoid petrogenesis. *Journal of South American Earth Sciences*, **72**, 279-301.

Shirey S.B. & Hanson G.N. 1984. Mantle-derived Archean monzodiorites and trachyandesites. *Nature*, **310**: 222-224.

Smithies R.H. & Champion D.C. 2000. The Archean high-Mg diorite suite: links to tonalite–trondhjemite–granodiorite magmatism and implications for early Archean crustal growth. *Journal of Petrology*, **41**(12): 1653-1671.

Souza Z.S. 1994. *Geologia e petrogênese do “Greenstone Belt” Identidade: implicações sobre a evolução geodinâmica do terreno granito-“greenstone” de Rio Maria, SE do Pará*. PhD Thesis, Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica, Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará, 624 p.

Souza Z.S. & Dall’Agnol R. 1995. Geochemistry of metavolcanic rocks in the Archean Greenstone Belt of Identidade, SE Pará, Brazil. *Academia Brasileira de Ciências*, **67**(2): 217-233.

Souza S.Z., Dall’Agnol R., Althoff F.J., Leite A.A.S., Barros C.E.M. 1996. Carajás mineral province: geological, geochronological and tectonic contrasts on the Archean evolution of the Rio Maria granite-greenstone Terrain and the Carajás block. *In*: Symposium on Archean Terranes of South America Platform, Brasília. *Extended abstracts*. p. 31-32.

Souza Z.S., Dall’Agnol R., Oliveira C.G., Huhn S.R.B. 1997. Geochemistry and petrogenesis of metavolcanic rocks from Archean greenstone belts: Rio Maria region (Southeast Pará, Brazil). *Revista Brasileira de Geociências*, **27**: 169-180.

Souza Z.S., Luiz J.G., Cruz J.C.R., Paiva R.N. 1992. Geometria de greenstone belts arqueanos da região de Rio Maria (Sudeste do Pará, Brasil), a partir de interpretação gravimétrica. *Revista Brasileira de Geociências*, **22**(2): 198-203.

Souza Z.S., Medeiros H., Althoff F.J., Dall’Agnol R. 1990. Geologia do Terreno Granito-Greenstone Arqueano da região de Rio Maria, Sudeste do Pará. *In*: 36º Congresso Brasileiro de Geologia, Natal. *Anais*. v. 6, p. 2913-2928.

Souza Z.S., Potrel H., Lafon J.M., Althoff F.J., Pimentel M.M., Dall'Agnol R., Oliveira C.G. 2001. Nd, Pb and Sr isotopes of the Identidade belt, Achaean Greenstone belt of the Rio Maria region (Carajás Province, Brazil): implications for the Achaean geodynamic evolution of the Amazonian craton. *Precambrian Research*, **109**: 293-315.

Stern A.L. & Hanson G. 1991. Archean high-Mg granodiorite: a derivative of light rare earth element-enriched monzodiorite of mantle origin. *Journal of Petrology*, **32**: 201-238.

Stern R.A., Hanson G.N., Shirey S.B. 1989. Petrogenesis of mantle-derived, LILE enriched Archean monzodiorites and trachyandesites (sanukitoids) in southwestern Superior Province. *Canadian Journal of Earth Sciences*, **26**: 1688-1712.

Stevenson R., Henry P., Gariépy C. 1999. Assimilation–fractional crystallization origin of Archean sanukitoid suites: Western Superior Province, Canada. *Precambrian Research*, **96**: 83-99.

Tassinari C.C.G. & Macambira M.J.B. 1999. Geochronological Provinces of the Amazonian Craton. *Episodes*, **22**: 174-182.

Tassinari C.C.G. & Macambira M.J.B. 2004. Evolução tectônica do Cráton Amazônico. In: Mantesso-Neto, V., Bartorelli, A., Carneiro, C.D.R., Brito Neves, B.B. (org.). *Geologia do Continente Sul Americano: Evolução da obra de F.F.M. de Almeida*. BECA, São Paulo, p. 471-486.

Teixeira N.P., Bettencourt J.S., Moura C.A., Dall'Agnol R., Macambira E.M. 2002. Archean crustal sources for Paleoproterozoic tin-mineralized granites in the Carajás Province, SSE Pará, Brazil: Pb–Pb geochronology and Nd isotope geochemistry. *Precambrian Research*, **119**(1): 257-275.

Uher P., Breiter K., Klecka M., Pivec E. 1998. Zircon in highly evolved Hercynian Homolka Granite, Moldanubian Zone, Czech Republic: indicator of magma source and petrogenesis. *Geologica Carpathica*, **49**(3): 151-160.

Vasquez M.L., Macambira M.J.B., Armstrong R.A. 2008b. Zircon geochronology of granitoids from the western Bacajá domain, southeastern Amazonian craton, Brazil: Neoproterozoic to Orosirian evolution. *Precambrian Research*, **161**(3-4): 279-302.

Vasquez L.V., Rosa-Costa L.R., Silva C.G., Ricci P.F., Barbosa J.O., Klein E.L., Lopes E.S., Macambira E.B., Chaves C.L., Carvalho J.M., Oliveira J.G., Anjos G.C., Silva H.R. 2008a. Geologia e recursos minerais do estado do Pará: Sistema de Informações Geográficas – SIG: texto explicativo dos mapas geológico e tectônico e de recursos minerais do estado do Pará. Belém: CPRM. 328 p.

Vavra G. 1990. On the kinematics of zircon growth and its petrogenetic significance: a cathodoluminescence study. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, **106**: 90-99

Vavra G. 1993. A guide to quantitative morphology of accessory zircon. *Chemical Geology*, **110**: 15-28.

Wang R.C., Zhao G.T., Lu J.J., Chen X.M., Xu S.J., Wang D.Z. 2000. Chemistry of Hf-zircons from the Laoshan Iand A-type granites, Eastern China. *Mineralogical Magazine*, **64**: 867-877.



# APÊNDICES

## APÊNDICE A - COMPOSIÇÃO QUÍMICA DOS ZIRCÕES ESTUDADOS OBTIDAS POR ANÁLISES DE EDS

| FÁCIES                  | O     | Si    | P    | Ca   | Sr   | Y    | Zr    | Nb   | Ba   | Ce   | Hf   | Ta   | Th   | U    | Zr/Nb | Nb/Ta |
|-------------------------|-------|-------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|
| Sanukitoide - Rio Maria | 24,77 | 12,42 | 0,84 | 1,29 | 0,66 | 0,58 | 51,44 | 1,15 | 0,90 | 1,19 | 3,49 | 0,65 | 0,07 | 0,43 | 44,90 | 1,80  |
| EBAGD a EBAMZG          | 29,45 | 12,20 | 0,71 | 0,70 | 0,57 | 0,40 | 50,42 | 0,99 | 0,54 | 0,30 | 2,47 | 0,48 | 0,03 | 0,53 | 50,70 | 2,10  |
| ADR-3                   | 24,79 | 12,77 | 0,52 | 0,28 | 0,74 | 0,23 | 55,64 | 1,45 | 0,19 | 0,22 | 2,20 | 0,51 | 0,08 | 0,19 | 38,30 | 2,80  |
|                         | 25,09 | 12,47 | 0,56 | 0,49 | 0,85 | 0,37 | 54,95 | 1,23 | 0,28 | 0,34 | 2,33 | 0,69 | 0,13 | 0,06 | 44,60 | 1,80  |
|                         | 24,63 | 12,76 | 0,93 | 0,11 | 0,80 | 0,24 | 55,14 | 1,50 | 0,17 | 0,22 | 2,48 | 0,65 | 0,06 | 0,15 | 36,80 | 2,30  |
|                         | 24,04 | 12,94 | 0,83 | 0,14 | 0,75 | 0,24 | 56,37 | 1,63 | 0,38 | 0,22 | 1,61 | 0,46 | 0,16 | 0,10 | 34,50 | 3,60  |
|                         | 24,03 | 12,98 | 0,84 | 0,11 | 0,81 | 0,13 | 56,22 | 1,48 | 0,16 | 0,41 | 1,96 | 0,41 | 0,12 | 0,25 | 38,00 | 3,60  |
|                         | 23,39 | 12,94 | 0,59 | 0,07 | 0,78 | 0,21 | 57,12 | 1,40 | 0,32 | 0,13 | 2,15 | 0,46 | 0,11 | 0,07 | 40,90 | 3,10  |
|                         | 23,82 | 12,56 | 0,61 | 0,08 | 0,86 | 0,20 | 57,15 | 1,30 | 0,28 | 0,23 | 2,04 | 0,53 | 0,05 | 0,18 | 44,00 | 2,50  |
|                         | 22,97 | 12,96 | 0,73 | 0,09 | 0,81 | 0,20 | 57,01 | 1,66 | 0,33 | 0,31 | 1,90 | 0,50 | 0,02 | 0,29 | 34,40 | 3,30  |
|                         | 22,88 | 13,03 | 0,53 | 0,05 | 0,90 | 0,22 | 57,26 | 1,55 | 0,31 | 0,14 | 1,99 | 0,63 | 0,16 | 0,22 | 37,00 | 2,50  |
|                         | 23,67 | 12,78 | 0,61 | 0,12 | 0,99 | 0,09 | 57,47 | 1,44 | 0,18 | 0,19 | 1,39 | 0,56 | 0,17 | 0,16 | 39,80 | 2,60  |
|                         | 23,46 | 12,87 | 0,64 | 0,12 | 0,91 | 0,21 | 56,38 | 1,42 | 0,32 | 0,31 | 2,03 | 0,70 | 0,41 | 0,05 | 39,70 | 2,00  |
|                         | 23,61 | 12,52 | 0,44 | 0,55 | 0,84 | 0,25 | 54,39 | 1,29 | 0,29 | 0,37 | 3,76 | 0,76 | 0,53 | 0,11 | 42,20 | 1,70  |
|                         | 24,66 | 12,71 | 0,43 | 0,45 | 0,76 | 0,10 | 54,58 | 1,25 | 0,37 | 0,39 | 3,36 | 0,40 | 0,22 | 0,15 | 43,50 | 3,20  |
|                         | 23,68 | 12,98 | 0,63 | 0,09 | 0,84 | 0,21 | 56,80 | 1,38 | 0,26 | 0,19 | 1,85 | 0,54 | 0,10 | 0,21 | 41,20 | 2,50  |
|                         | 22,63 | 13,01 | 0,39 | 0,10 | 0,98 | 0,23 | 56,68 | 1,37 | 0,28 | 0,52 | 2,29 | 1,09 | 0,18 | 0,14 | 41,30 | 1,30  |
|                         | 22,95 | 12,97 | 0,54 | 0,10 | 0,97 | 0,19 | 57,21 | 1,45 | 0,26 | 0,38 | 1,78 | 0,81 | 0,10 | 0,12 | 39,30 | 1,80  |
|                         | 23,02 | 12,85 | 0,96 | 0,11 | 1,14 | 0,07 | 56,74 | 1,79 | 0,26 | 0,31 | 1,77 | 0,60 | 0,09 | 0,14 | 31,80 | 3,00  |
|                         | 23,63 | 12,59 | 0,61 | 0,06 | 1,00 | 0,24 | 56,80 | 1,78 | 0,24 | 0,32 | 1,80 | 0,48 | 0,13 | 0,12 | 31,80 | 3,80  |
|                         | 23,33 | 13,11 | 0,79 | 0,10 | 0,95 | 0,15 | 56,45 | 1,62 | 0,19 | 0,28 | 1,87 | 0,70 | 0,03 | 0,30 | 34,90 | 2,30  |
|                         | 22,56 | 12,87 | 0,67 | 0,09 | 0,84 | 0,42 | 56,78 | 1,64 | 0,72 | 0,00 | 2,45 | 0,37 | 0,08 | 0,24 | 34,50 | 4,40  |
|                         | 22,92 | 13,06 | 0,64 | 0,05 | 0,96 | 0,15 | 57,61 | 1,20 | 0,25 | 0,19 | 1,91 | 0,48 | 0,12 | 0,24 | 47,80 | 2,50  |
|                         | 23,37 | 13,11 | 0,91 | 0,32 | 0,78 | 0,21 | 56,09 | 1,37 | 0,50 | 0,26 | 1,74 | 0,75 | 0,25 | 0,12 | 41,10 | 1,80  |
|                         | 23,71 | 13,41 | 0,78 | 0,19 | 0,78 | 0,13 | 56,52 | 1,32 | 0,29 | 0,27 | 1,54 | 0,59 | 0,17 | 0,10 | 42,80 | 2,30  |
|                         | 25,00 | 12,97 | 0,65 | 1,06 | 0,88 | 0,19 | 53,94 | 1,61 | 0,25 | 0,35 | 1,88 | 0,78 | 0,12 | 0,22 | 33,60 | 2,10  |
|                         | 23,17 | 13,04 | 0,51 | 0,03 | 0,91 | 0,21 | 57,43 | 1,33 | 0,19 | 0,27 | 1,83 | 0,75 | 0,08 | 0,14 | 43,30 | 1,80  |
|                         | 22,91 | 12,86 | 0,86 | 0,08 | 0,87 | 0,14 | 57,02 | 1,54 | 0,55 | 0,09 | 1,78 | 0,82 | 0,30 | 0,03 | 37,00 | 1,90  |
|                         | 23,33 | 12,82 | 0,76 | 0,14 | 0,80 | 0,32 | 57,27 | 1,31 | 0,43 | 0,49 | 1,44 | 0,51 | 0,10 | 0,15 | 43,90 | 2,60  |
|                         | 21,99 | 13,10 | 0,66 | 0,08 | 0,86 | 0,26 | 57,17 | 1,63 | 0,53 | 0,32 | 2,20 | 0,76 | 0,02 | 0,22 | 35,00 | 2,20  |
|                         | 22,90 | 13,09 | 0,78 | 0,05 | 0,74 | 0,17 | 57,07 | 1,54 | 0,39 | 0,19 | 1,81 | 0,67 | 0,27 | 0,07 | 37,00 | 2,30  |
|                         | 22,87 | 13,16 | 0,65 | 0,17 | 0,71 | 0,13 | 56,78 | 1,37 | 0,31 | 0,35 | 2,09 | 0,76 | 0,16 | 0,27 | 41,40 | 1,80  |
|                         | 22,87 | 13,07 | 0,55 | 0,18 | 0,71 | 0,28 | 57,48 | 1,43 | 0,41 | 0,19 | 1,94 | 0,49 | 0,10 | 0,13 | 40,20 | 2,90  |
|                         | 22,79 | 13,21 | 0,68 | 0,06 | 0,83 | 0,09 | 57,11 | 1,70 | 0,33 | 0,38 | 1,60 | 0,87 | 0,07 | 0,13 | 33,60 | 2,00  |
|                         | 23,25 | 12,82 | 0,51 | 0,05 | 0,94 | 0,21 | 57,28 | 1,40 | 0,35 | 0,33 | 1,92 | 0,54 | 0,04 | 0,21 | 41,00 | 2,60  |
|                         | 22,81 | 13,05 | 0,88 | 0,05 | 0,91 | 0,09 | 56,79 | 1,59 | 0,24 | 0,57 | 2,05 | 0,57 | 0,04 | 0,21 | 35,70 | 2,80  |
|                         | 25,35 | 13,13 | 0,68 | 1,82 | 0,64 | 0,21 | 51,65 | 1,37 | 0,81 | 0,25 | 2,90 | 0,59 | 0,08 | 0,36 | 37,70 | 2,30  |
|                         | 25,44 | 13,06 | 0,68 | 1,74 | 0,95 | 0,00 | 51,39 | 1,31 | 0,97 | 0,31 | 3,25 | 0,28 | 0,12 | 0,34 | 39,30 | 4,70  |

|                               | O     | Si    | P    | Ca   | Sr   | Y    | Zr    | Nb   | Ba   | Ce   | Hf   | Ta   | Th   | U    | Zr/Nb | Nb/Ta |
|-------------------------------|-------|-------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|
|                               | 25,81 | 13,18 | 0,36 | 1,58 | 0,66 | 0,55 | 51,23 | 1,15 | 0,66 | 0,42 | 3,21 | 0,58 | 0,07 | 0,40 | 44,50 | 2,00  |
|                               | 26,46 | 12,45 | 0,79 | 1,31 | 0,73 | 0,63 | 49,43 | 1,38 | 0,78 | 1,34 | 3,66 | 0,26 | 0,11 | 0,34 | 35,90 | 5,20  |
|                               | 23,22 | 12,92 | 0,40 | 0,24 | 0,74 | 0,34 | 56,78 | 1,34 | 0,41 | 0,21 | 2,38 | 0,55 | 0,05 | 0,15 | 42,40 | 2,40  |
|                               | 23,22 | 12,86 | 0,49 | 0,09 | 1,08 | 0,15 | 56,99 | 1,41 | 0,37 | 0,35 | 2,06 | 0,47 | 0,13 | 0,16 | 40,50 | 3,00  |
|                               | 23,35 | 12,69 | 0,50 | 0,05 | 0,76 | 0,05 | 57,83 | 1,44 | 0,22 | 0,29 | 1,82 | 0,62 | 0,02 | 0,16 | 40,10 | 2,30  |
|                               | 23,05 | 13,03 | 0,49 | 0,06 | 0,80 | 0,25 | 56,36 | 1,45 | 0,37 | 0,26 | 2,68 | 0,83 | 0,15 | 0,10 | 38,80 | 1,80  |
|                               | 23,43 | 12,98 | 0,80 | 0,33 | 0,92 | 0,04 | 55,58 | 1,62 | 0,47 | 0,37 | 2,39 | 0,63 | 0,15 | 0,12 | 34,30 | 2,60  |
|                               | 22,97 | 12,98 | 0,58 | 0,18 | 0,84 | 0,07 | 57,74 | 1,28 | 0,23 | 0,31 | 1,80 | 0,48 | 0,08 | 0,20 | 45,00 | 2,70  |
|                               | 23,33 | 13,11 | 0,69 | 0,06 | 0,93 | 0,18 | 56,90 | 1,69 | 0,18 | 0,33 | 1,49 | 0,66 | 0,08 | 0,23 | 33,70 | 2,60  |
|                               | 23,49 | 12,92 | 0,61 | 0,15 | 0,74 | 0,33 | 56,56 | 1,59 | 0,26 | 0,22 | 1,76 | 0,91 | 0,18 | 0,12 | 35,50 | 1,80  |
|                               | 23,25 | 12,99 | 0,44 | 0,13 | 0,92 | 0,23 | 56,90 | 1,36 | 0,26 | 0,29 | 2,48 | 0,36 | 0,18 | 0,04 | 42,00 | 3,80  |
|                               | 23,22 | 12,14 | 0,43 | 1,42 | 1,00 | 2,11 | 47,82 | 1,28 | 1,25 | 2,06 | 2,85 | 0,90 | 2,47 | 0,93 | 37,30 | 1,40  |
|                               | 25,84 | 11,60 | 0,43 | 1,11 | 0,92 | 1,40 | 41,97 | 1,20 | 0,86 | 2,20 | 2,82 | 0,57 | 8,41 | 0,46 | 34,90 | 2,10  |
|                               | 23,03 | 12,96 | 0,59 | 0,08 | 1,12 | 0,00 | 57,66 | 1,47 | 0,28 | 0,33 | 1,58 | 0,57 | 0,11 | 0,12 | 39,20 | 2,60  |
|                               | 23,31 | 12,64 | 0,72 | 0,14 | 1,06 | 0,03 | 56,96 | 1,48 | 0,40 | 0,22 | 1,98 | 0,49 | 0,13 | 0,17 | 38,50 | 3,00  |
|                               | 23,46 | 12,51 | 0,44 | 0,15 | 0,97 | 0,33 | 57,48 | 1,34 | 0,45 | 0,20 | 1,61 | 0,46 | 0,18 | 0,15 | 43,00 | 2,90  |
|                               | 23,60 | 13,17 | 0,63 | 0,06 | 0,96 | 0,31 | 56,98 | 1,64 | 0,19 | 0,35 | 1,21 | 0,50 | 0,14 | 0,10 | 34,70 | 3,30  |
|                               | 22,68 | 13,11 | 0,64 | 0,05 | 0,98 | 0,09 | 57,13 | 1,53 | 0,42 | 0,26 | 2,16 | 0,54 | 0,11 | 0,19 | 37,30 | 2,90  |
|                               | 23,14 | 12,89 | 0,69 | 0,11 | 1,07 | 0,20 | 56,55 | 1,65 | 0,35 | 0,14 | 2,09 | 0,72 | 0,03 | 0,19 | 34,20 | 2,30  |
|                               | 22,91 | 13,06 | 0,92 | 0,07 | 1,17 | 0,01 | 56,85 | 1,85 | 0,23 | 0,27 | 1,71 | 0,51 | 0,12 | 0,21 | 30,70 | 3,60  |
|                               | 23,10 | 13,18 | 0,51 | 0,14 | 0,89 | 0,20 | 56,91 | 1,35 | 0,30 | 0,29 | 2,01 | 0,61 | 0,16 | 0,20 | 42,10 | 2,20  |
|                               | 22,12 | 13,40 | 0,70 | 0,06 | 0,93 | 0,23 | 57,28 | 1,72 | 0,30 | 0,24 | 1,76 | 0,76 | 0,19 | 0,15 | 33,30 | 2,30  |
|                               | 22,98 | 12,95 | 0,46 | 0,04 | 0,97 | 0,13 | 56,92 | 1,41 | 0,33 | 0,31 | 2,25 | 0,78 | 0,05 | 0,19 | 40,30 | 1,80  |
|                               | 27,38 | 11,70 | 0,76 | 0,92 | 1,33 | 1,62 | 47,80 | 1,62 | 0,76 | 2,82 | 2,27 | 0,39 | 0,00 | 0,47 | 29,50 | 4,20  |
|                               | 23,36 | 13,02 | 0,66 | 0,21 | 1,00 | 0,13 | 56,76 | 1,50 | 0,33 | 0,24 | 1,76 | 0,52 | 0,16 | 0,12 | 38,00 | 2,90  |
|                               | 22,96 | 13,20 | 1,10 | 0,07 | 1,04 | 0,02 | 56,61 | 1,70 | 0,19 | 0,33 | 1,69 | 0,50 | 0,08 | 0,15 | 33,20 | 3,40  |
|                               | 23,07 | 13,19 | 0,80 | 0,20 | 0,84 | 0,12 | 55,93 | 1,51 | 0,15 | 0,46 | 2,25 | 1,04 | 0,03 | 0,16 | 37,10 | 1,40  |
|                               | 23,51 | 13,19 | 0,93 | 0,17 | 0,86 | 0,11 | 56,37 | 1,54 | 0,23 | 0,36 | 1,88 | 0,36 | 0,09 | 0,17 | 36,60 | 4,30  |
| Rochas Acamadadas - Rio Maria | 23,56 | 13,69 | 0,00 | 0,15 | 0,95 | 0,00 | 55,62 | 1,46 | 0,34 | 0,36 | 2,43 | 0,84 | 0,21 | 0,23 | 38,18 | 1,70  |
| ADR-1                         | 23,83 | 13,09 | 0,03 | 0,20 | 1,13 | 0,00 | 56,06 | 1,47 | 0,19 | 0,50 | 1,94 | 1,07 | 0,16 | 0,16 | 38,11 | 1,40  |
|                               | 23,68 | 13,38 | 0,00 | 0,10 | 1,06 | 0,02 | 55,77 | 1,86 | 0,39 | 0,15 | 2,07 | 0,99 | 0,08 | 0,17 | 30,07 | 1,90  |
|                               | 24,77 | 13,22 | 0,00 | 0,30 | 1,19 | 0,23 | 54,89 | 1,67 | 0,40 | 0,24 | 1,37 | 1,17 | 0,13 | 0,16 | 32,93 | 1,40  |
|                               | 25,89 | 12,61 | 0,00 | 0,93 | 1,57 | 0,14 | 53,04 | 1,34 | 0,24 | 0,70 | 1,58 | 1,05 | 0,71 | 0,05 | 39,61 | 1,30  |
|                               | 23,87 | 12,99 | 0,00 | 0,05 | 1,47 | 0,00 | 56,19 | 1,37 | 0,42 | 0,41 | 1,73 | 0,85 | 0,15 | 0,14 | 40,98 | 1,60  |
|                               | 23,72 | 12,99 | 0,00 | 0,08 | 1,14 | 0,00 | 56,68 | 1,64 | 0,61 | 0,18 | 1,51 | 0,96 | 0,06 | 0,24 | 34,64 | 1,70  |
|                               | 23,47 | 13,08 | 0,00 | 0,11 | 1,25 | 0,00 | 56,21 | 1,70 | 0,71 | 0,09 | 2,24 | 0,54 | 0,09 | 0,24 | 33,12 | 3,20  |
|                               | 23,02 | 13,39 | 0,00 | 0,09 | 1,32 | 0,03 | 56,27 | 1,69 | 0,41 | 0,20 | 2,04 | 0,60 | 0,28 | 0,11 | 33,39 | 2,80  |
|                               | 24,94 | 13,37 | 0,00 | 0,35 | 1,06 | 0,12 | 55,19 | 1,46 | 0,29 | 0,73 | 1,43 | 0,59 | 0,15 | 0,17 | 37,77 | 2,50  |
|                               | 24,07 | 13,15 | 0,06 | 0,20 | 1,07 | 0,01 | 55,37 | 1,70 | 0,52 | 0,34 | 1,84 | 1,16 | 0,00 | 0,36 | 32,53 | 1,50  |
|                               | 26,19 | 13,89 | 0,01 | 0,61 | 1,14 | 0,00 | 52,52 | 1,77 | 0,21 | 0,29 | 2,08 | 0,46 | 0,02 | 0,28 | 29,67 | 3,80  |
|                               | 24,27 | 13,14 | 0,04 | 0,11 | 0,95 | 0,02 | 56,69 | 1,60 | 0,25 | 0,17 | 1,53 | 0,81 | 0,04 | 0,22 | 35,34 | 2,00  |

|                                   | O     | Si    | P    | Ca   | Sr   | Y    | Zr    | Nb   | Ba   | Ce   | Hf   | Ta   | Th   | U    | Zr/Nb | Nb/Ta |
|-----------------------------------|-------|-------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|
|                                   | 27,74 | 12,84 | 0,00 | 1,32 | 1,36 | 0,02 | 52,31 | 1,37 | 0,25 | 0,31 | 0,98 | 0,74 | 0,39 | 0,17 | 38,31 | 1,80  |
|                                   | 24,89 | 13,02 | 0,00 | 0,18 | 1,16 | 0,02 | 55,87 | 1,60 | 0,50 | 0,31 | 1,24 | 0,83 | 0,18 | 0,05 | 34,85 | 1,90  |
|                                   | 24,34 | 12,73 | 0,00 | 0,11 | 1,32 | 0,00 | 56,71 | 1,52 | 0,34 | 0,37 | 1,48 | 0,58 | 0,25 | 0,11 | 37,36 | 2,60  |
|                                   | 24,15 | 13,27 | 0,16 | 0,14 | 1,12 | 0,01 | 56,31 | 1,82 | 0,41 | 0,09 | 1,34 | 0,62 | 0,14 | 0,21 | 30,92 | 2,90  |
|                                   | 25,47 | 13,32 | 0,17 | 0,62 | 1,18 | 0,24 | 54,52 | 1,42 | 0,29 | 0,34 | 1,20 | 0,70 | 0,13 | 0,13 | 38,50 | 2,00  |
|                                   | 25,61 | 13,18 | 0,32 | 0,58 | 0,99 | 0,12 | 53,93 | 1,74 | 0,27 | 0,50 | 1,65 | 0,62 | 0,26 | 0,06 | 31,00 | 2,80  |
|                                   | 28,07 | 12,85 | 0,00 | 1,40 | 1,30 | 0,08 | 51,12 | 1,55 | 0,61 | 0,24 | 1,07 | 0,86 | 0,27 | 0,19 | 33,00 | 1,80  |
|                                   | 27,13 | 13,20 | 0,12 | 1,34 | 1,16 | 0,08 | 50,81 | 1,55 | 0,34 | 0,32 | 2,59 | 0,54 | 0,32 | 0,20 | 32,80 | 2,80  |
|                                   | 27,05 | 13,10 | 0,00 | 1,51 | 1,23 | 0,00 | 52,07 | 1,50 | 0,58 | 0,25 | 1,36 | 0,58 | 0,21 | 0,25 | 34,60 | 2,60  |
|                                   | 24,39 | 12,91 | 0,00 | 0,21 | 1,15 | 0,06 | 56,07 | 1,46 | 0,16 | 0,72 | 1,52 | 0,73 | 0,20 | 0,18 | 38,40 | 2,00  |
|                                   | 24,35 | 13,27 | 0,00 | 0,21 | 1,19 | 0,00 | 55,37 | 1,76 | 0,51 | 0,36 | 1,55 | 0,83 | 0,30 | 0,04 | 31,40 | 2,10  |
|                                   | 24,18 | 13,27 | 0,00 | 0,07 | 1,08 | 0,16 | 55,91 | 1,72 | 0,29 | 0,34 | 1,63 | 0,56 | 0,27 | 0,29 | 32,50 | 3,10  |
|                                   | 25,46 | 12,63 | 0,00 | 0,37 | 1,15 | 0,04 | 54,60 | 1,61 | 0,31 | 0,29 | 2,06 | 0,91 | 0,18 | 0,10 | 33,90 | 1,80  |
|                                   | 25,20 | 13,23 | 0,00 | 0,26 | 0,99 | 0,00 | 54,77 | 1,47 | 0,34 | 0,70 | 1,30 | 0,94 | 0,43 | 0,20 | 37,20 | 1,60  |
| Rochas Intermediárias - Rio Maria | 25,40 | 13,04 | 0,16 | 0,05 | 0,82 | 0,17 | 56,02 | 1,47 | 0,21 | 0,37 | 1,51 | 0,46 | 0,09 | 0,13 | 38,10 | 3,20  |
| EBAQZD a EBAQMD                   | 25,08 | 13,19 | 0,32 | 0,05 | 0,97 | 0,05 | 55,78 | 1,62 | 0,20 | 0,28 | 1,74 | 0,36 | 0,13 | 0,12 | 34,40 | 4,50  |
| ADR-4B                            | 24,65 | 12,90 | 0,21 | 0,08 | 1,08 | 0,12 | 56,07 | 1,58 | 0,18 | 0,31 | 1,63 | 0,75 | 0,06 | 0,12 | 35,50 | 2,10  |
|                                   | 24,41 | 12,85 | 0,22 | 0,04 | 0,91 | 0,15 | 56,02 | 1,67 | 0,13 | 0,29 | 2,03 | 0,84 | 0,21 | 0,06 | 33,60 | 2,00  |
|                                   | 24,40 | 13,04 | 0,40 | 0,06 | 1,18 | 0,08 | 56,13 | 1,61 | 0,05 | 0,44 | 1,64 | 0,59 | 0,09 | 0,13 | 34,80 | 2,80  |
|                                   | 24,74 | 12,78 | 0,33 | 0,10 | 1,06 | 0,05 | 55,82 | 1,51 | 0,45 | 0,18 | 2,07 | 0,51 | 0,24 | 0,02 | 36,90 | 3,00  |
|                                   | 24,97 | 12,97 | 0,47 | 0,07 | 0,96 | 0,20 | 55,76 | 1,36 | 0,21 | 0,27 | 1,73 | 0,62 | 0,17 | 0,08 | 41,10 | 2,20  |
|                                   | 25,87 | 12,94 | 0,25 | 0,24 | 0,87 | 0,18 | 54,85 | 1,50 | 0,31 | 0,16 | 1,87 | 0,53 | 0,03 | 0,15 | 36,60 | 2,80  |
|                                   | 25,23 | 12,66 | 0,15 | 0,11 | 0,92 | 0,19 | 56,24 | 1,53 | 0,27 | 0,21 | 1,45 | 0,72 | 0,02 | 0,18 | 36,80 | 2,10  |
|                                   | 25,91 | 12,80 | 0,23 | 0,08 | 0,77 | 0,32 | 55,26 | 1,36 | 0,19 | 0,30 | 1,66 | 0,77 | 0,09 | 0,06 | 40,60 | 1,80  |
|                                   | 25,14 | 12,92 | 0,37 | 0,14 | 0,96 | 0,15 | 55,91 | 1,45 | 0,30 | 0,36 | 1,37 | 0,51 | 0,09 | 0,15 | 38,60 | 2,80  |
|                                   | 25,75 | 13,08 | 0,36 | 0,22 | 0,81 | 0,24 | 55,16 | 1,37 | 0,32 | 0,19 | 1,74 | 0,28 | 0,14 | 0,11 | 40,20 | 4,90  |
|                                   | 25,04 | 12,95 | 0,20 | 0,08 | 0,94 | 0,31 | 55,93 | 1,38 | 0,33 | 0,18 | 1,86 | 0,48 | 0,06 | 0,16 | 40,40 | 2,90  |
|                                   | 24,92 | 12,64 | 0,48 | 0,09 | 0,90 | 0,12 | 56,17 | 1,49 | 0,32 | 0,23 | 1,63 | 0,53 | 0,21 | 0,09 | 37,80 | 2,80  |
|                                   | 25,33 | 12,86 | 0,61 | 0,05 | 1,08 | 0,13 | 55,64 | 1,45 | 0,24 | 0,25 | 1,46 | 0,47 | 0,17 | 0,09 | 38,30 | 3,10  |
|                                   | 24,12 | 13,28 | 0,28 | 0,10 | 0,98 | 0,16 | 56,54 | 1,43 | 0,16 | 0,41 | 1,58 | 0,60 | 0,15 | 0,13 | 39,70 | 2,40  |
|                                   | 24,37 | 13,00 | 0,24 | 0,06 | 1,02 | 0,15 | 56,85 | 1,41 | 0,22 | 0,15 | 1,72 | 0,39 | 0,09 | 0,14 | 40,20 | 3,60  |
|                                   | 24,21 | 13,46 | 0,32 | 0,07 | 0,83 | 0,31 | 56,45 | 1,50 | 0,26 | 0,14 | 1,69 | 0,39 | 0,09 | 0,14 | 37,70 | 3,80  |
|                                   | 24,47 | 12,89 | 0,19 | 0,06 | 0,95 | 0,21 | 56,59 | 1,60 | 0,33 | 0,23 | 1,60 | 0,53 | 0,12 | 0,11 | 35,40 | 3,00  |
|                                   | 24,12 | 12,84 | 0,40 | 0,11 | 0,98 | 0,17 | 56,59 | 1,56 | 0,24 | 0,29 | 1,63 | 0,58 | 0,08 | 0,18 | 36,20 | 2,70  |
|                                   | 24,94 | 13,07 | 0,37 | 0,39 | 1,04 | 0,10 | 54,89 | 1,46 | 0,26 | 0,41 | 1,96 | 0,55 | 0,22 | 0,13 | 37,70 | 2,70  |
|                                   | 25,46 | 13,29 | 0,27 | 0,76 | 1,01 | 0,21 | 54,58 | 1,37 | 0,21 | 0,30 | 1,60 | 0,52 | 0,06 | 0,17 | 39,90 | 2,60  |
|                                   | 25,14 | 13,03 | 0,27 | 0,64 | 0,96 | 0,18 | 54,36 | 1,52 | 0,34 | 0,27 | 2,28 | 0,61 | 0,07 | 0,17 | 35,80 | 2,50  |
|                                   | 24,53 | 12,86 | 0,19 | 0,40 | 1,12 | 0,11 | 55,11 | 1,62 | 0,37 | 0,48 | 2,16 | 0,64 | 0,23 | 0,00 | 34,10 | 2,50  |
|                                   | 25,35 | 13,18 | 0,38 | 0,49 | 1,02 | 0,05 | 54,37 | 1,32 | 0,26 | 0,30 | 2,42 | 0,49 | 0,11 | 0,11 | 41,10 | 2,70  |
|                                   | 24,12 | 13,09 | 0,29 | 0,11 | 1,12 | 0,00 | 56,16 | 1,69 | 0,27 | 0,13 | 1,94 | 0,52 | 0,22 | 0,16 | 33,20 | 3,20  |
|                                   | 23,91 | 12,90 | 0,30 | 0,05 | 1,03 | 0,20 | 56,26 | 1,66 | 0,13 | 0,45 | 2,02 | 0,64 | 0,15 | 0,12 | 33,90 | 2,60  |

| O     | Si    | P    | Ca   | Sr   | Y    | Zr    | Nb   | Ba   | Ce   | Hf   | Ta   | Th   | U    | Zr/Nb | Nb/Ta |
|-------|-------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|
| 23,56 | 13,13 | 0,15 | 0,05 | 0,89 | 0,29 | 56,11 | 1,58 | 0,35 | 0,53 | 2,23 | 0,71 | 0,14 | 0,16 | 35,50 | 2,20  |
| 25,37 | 12,96 | 0,29 | 0,45 | 1,01 | 0,30 | 54,78 | 1,63 | 0,41 | 0,20 | 1,37 | 0,71 | 0,14 | 0,22 | 33,50 | 2,30  |
| 25,97 | 13,27 | 0,18 | 1,12 | 1,06 | 0,00 | 53,59 | 1,34 | 0,31 | 0,23 | 1,96 | 0,45 | 0,06 | 0,21 | 39,90 | 3,00  |
| 25,47 | 13,01 | 0,23 | 0,81 | 0,96 | 0,07 | 54,88 | 1,53 | 0,18 | 0,33 | 1,56 | 0,57 | 0,19 | 0,08 | 36,00 | 2,70  |
| 25,55 | 13,21 | 0,16 | 0,61 | 0,77 | 0,28 | 53,96 | 1,49 | 0,26 | 0,12 | 2,28 | 0,68 | 0,13 | 0,22 | 36,10 | 2,20  |
| 25,28 | 12,57 | 0,32 | 0,67 | 1,07 | 0,04 | 54,60 | 1,62 | 0,38 | 0,37 | 2,14 | 0,46 | 0,21 | 0,11 | 33,70 | 3,50  |
| 25,82 | 12,84 | 0,02 | 1,04 | 0,89 | 0,18 | 54,18 | 1,46 | 0,27 | 0,41 | 2,08 | 0,38 | 0,13 | 0,17 | 37,00 | 3,90  |
| 24,29 | 12,84 | 0,20 | 0,14 | 1,10 | 0,04 | 56,64 | 1,54 | 0,19 | 0,33 | 1,86 | 0,52 | 0,09 | 0,13 | 36,70 | 3,00  |
| 23,71 | 13,34 | 0,28 | 0,06 | 0,96 | 0,03 | 56,36 | 1,60 | 0,39 | 0,40 | 1,84 | 0,59 | 0,11 | 0,08 | 35,30 | 2,70  |
| 24,29 | 12,98 | 0,24 | 0,06 | 1,14 | 0,00 | 56,05 | 1,66 | 0,24 | 0,19 | 2,09 | 0,59 | 0,13 | 0,17 | 33,80 | 2,80  |
| 24,20 | 13,21 | 0,00 | 0,11 | 0,77 | 0,31 | 56,74 | 1,60 | 0,37 | 0,19 | 1,33 | 0,60 | 0,14 | 0,28 | 35,50 | 2,70  |
| 23,78 | 13,26 | 0,19 | 0,10 | 0,85 | 0,17 | 56,20 | 1,53 | 0,24 | 0,25 | 2,35 | 0,55 | 0,03 | 0,31 | 36,90 | 2,80  |
| 23,75 | 12,83 | 0,21 | 0,11 | 1,03 | 0,27 | 56,37 | 1,62 | 0,18 | 0,41 | 1,96 | 0,86 | 0,03 | 0,25 | 34,80 | 1,90  |
| 24,04 | 13,02 | 0,05 | 0,04 | 0,84 | 0,14 | 57,26 | 1,56 | 0,26 | 0,15 | 1,84 | 0,38 | 0,08 | 0,13 | 36,80 | 4,10  |
| 24,28 | 13,28 | 0,31 | 0,12 | 1,12 | 0,00 | 55,70 | 1,69 | 0,30 | 0,23 | 1,92 | 0,58 | 0,01 | 0,29 | 33,00 | 2,90  |
| 24,06 | 13,27 | 0,55 | 0,04 | 0,89 | 0,21 | 56,50 | 1,52 | 0,51 | 0,04 | 1,63 | 0,35 | 0,00 | 0,21 | 37,10 | 4,30  |
| 23,87 | 13,17 | 0,27 | 0,06 | 1,01 | 0,11 | 56,44 | 1,84 | 0,13 | 0,33 | 1,68 | 0,80 | 0,03 | 0,14 | 30,80 | 2,30  |
| 23,92 | 13,11 | 0,21 | 0,04 | 0,96 | 0,15 | 56,17 | 1,62 | 0,33 | 0,35 | 2,37 | 0,41 | 0,16 | 0,07 | 34,70 | 4,00  |
| 22,53 | 13,12 | 0,09 | 0,18 | 1,08 | 0,09 | 57,46 | 1,59 | 0,41 | 0,33 | 2,23 | 0,48 | 0,10 | 0,14 | 36,20 | 3,30  |
| 23,59 | 12,91 | 0,25 | 0,41 | 1,18 | 0,00 | 56,56 | 1,80 | 0,22 | 0,39 | 1,93 | 0,39 | 0,05 | 0,20 | 31,40 | 4,60  |
| 23,13 | 13,30 | 0,00 | 0,04 | 1,09 | 0,05 | 57,75 | 1,40 | 0,37 | 0,13 | 1,82 | 0,56 | 0,12 | 0,08 | 41,30 | 2,50  |
| 24,39 | 13,22 | 0,41 | 0,40 | 0,94 | 0,00 | 55,67 | 1,44 | 0,29 | 0,15 | 2,19 | 0,44 | 0,13 | 0,17 | 38,80 | 3,30  |
| 21,97 | 13,38 | 0,23 | 0,49 | 1,22 | 0,15 | 57,23 | 1,75 | 0,29 | 0,34 | 1,83 | 0,71 | 0,08 | 0,17 | 32,70 | 2,50  |
| 23,53 | 13,37 | 0,10 | 0,08 | 0,97 | 0,18 | 56,86 | 1,56 | 0,27 | 0,16 | 1,83 | 0,61 | 0,18 | 0,10 | 36,50 | 2,50  |
| 23,98 | 13,14 | 0,00 | 0,10 | 1,10 | 0,02 | 56,34 | 1,67 | 0,24 | 0,24 | 2,04 | 0,64 | 0,11 | 0,20 | 33,80 | 2,60  |
| 24,82 | 12,90 | 0,29 | 0,20 | 0,94 | 0,13 | 55,96 | 1,34 | 0,14 | 0,39 | 1,80 | 0,54 | 0,31 | 0,09 | 41,80 | 2,50  |
| 23,84 | 13,26 | 0,14 | 0,07 | 1,08 | 0,32 | 56,88 | 1,39 | 0,29 | 0,15 | 1,77 | 0,52 | 0,05 | 0,11 | 40,90 | 2,70  |
| 23,82 | 13,04 | 0,08 | 0,13 | 0,92 | 0,06 | 57,04 | 1,56 | 0,30 | 0,20 | 1,83 | 0,60 | 0,02 | 0,19 | 36,60 | 2,60  |
| 23,87 | 13,14 | 0,10 | 0,10 | 1,06 | 0,07 | 56,46 | 1,78 | 0,31 | 0,26 | 1,97 | 0,43 | 0,14 | 0,17 | 31,70 | 4,20  |
| 23,72 | 12,85 | 0,20 | 0,04 | 1,07 | 0,07 | 56,76 | 1,56 | 0,13 | 0,41 | 2,39 | 0,40 | 0,19 | 0,12 | 36,40 | 3,90  |
| 23,76 | 13,21 | 0,12 | 0,07 | 0,97 | 0,10 | 56,99 | 1,62 | 0,34 | 0,24 | 1,76 | 0,41 | 0,18 | 0,10 | 35,20 | 4,00  |
| 27,19 | 12,83 | 0,29 | 1,50 | 1,05 | 0,02 | 51,38 | 1,79 | 0,23 | 0,26 | 2,19 | 0,53 | 0,04 | 0,45 | 28,60 | 3,40  |
| 26,35 | 12,87 | 0,11 | 1,45 | 1,05 | 0,05 | 52,55 | 1,46 | 0,25 | 0,31 | 2,35 | 0,69 | 0,15 | 0,20 | 36,00 | 2,10  |
| 26,17 | 12,95 | 0,27 | 1,65 | 1,01 | 0,09 | 52,09 | 1,57 | 0,11 | 0,45 | 2,65 | 0,38 | 0,20 | 0,21 | 33,20 | 4,10  |
| 25,92 | 13,17 | 0,09 | 1,24 | 1,12 | 0,11 | 53,22 | 1,34 | 0,23 | 0,32 | 2,21 | 0,59 | 0,14 | 0,11 | 39,80 | 2,30  |
| 26,83 | 12,87 | 0,28 | 1,48 | 1,11 | 0,00 | 52,02 | 1,43 | 0,24 | 0,43 | 2,53 | 0,28 | 0,05 | 0,23 | 36,30 | 5,10  |
| 27,85 | 13,03 | 0,15 | 0,50 | 1,09 | 0,00 | 51,93 | 1,50 | 0,17 | 0,18 | 1,92 | 0,69 | 0,09 | 0,20 | 34,50 | 2,20  |
| 25,03 | 13,41 | 0,29 | 0,40 | 1,07 | 0,06 | 53,84 | 1,66 | 0,32 | 0,32 | 2,51 | 0,40 | 0,04 | 0,31 | 32,40 | 4,20  |
| 24,39 | 13,29 | 0,16 | 0,30 | 0,94 | 0,24 | 55,86 | 1,38 | 0,18 | 0,35 | 1,63 | 0,85 | 0,07 | 0,22 | 40,60 | 1,60  |
| 24,10 | 13,22 | 0,04 | 0,06 | 1,02 | 0,13 | 55,72 | 1,81 | 0,46 | 0,29 | 2,06 | 0,63 | 0,07 | 0,17 | 30,80 | 2,90  |
| 23,98 | 13,20 | 0,11 | 0,06 | 1,09 | 0,00 | 56,43 | 1,63 | 0,26 | 0,13 | 2,28 | 0,42 | 0,13 | 0,09 | 34,70 | 3,90  |

|                                   | O     | Si    | P    | Ca   | Sr   | Y    | Zr    | Nb   | Ba   | Ce   | Hf   | Ta   | Th   | U    | Zr/Nb | Nb/Ta |
|-----------------------------------|-------|-------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|
|                                   | 24,30 | 13,01 | 0,48 | 0,09 | 1,20 | 0,09 | 55,74 | 1,80 | 0,32 | 0,39 | 1,83 | 0,33 | 0,06 | 0,15 | 31,00 | 5,40  |
|                                   | 24,79 | 13,31 | 0,34 | 0,08 | 1,00 | 0,14 | 55,34 | 1,72 | 0,30 | 0,29 | 1,71 | 0,46 | 0,13 | 0,11 | 32,20 | 3,80  |
|                                   | 24,18 | 13,21 | 0,19 | 0,10 | 1,07 | 0,00 | 56,28 | 1,51 | 0,26 | 0,24 | 1,74 | 0,78 | 0,10 | 0,19 | 37,40 | 1,90  |
| Sanukitoide - Ourilândia do Norte | 25,01 | 13,10 | 0,00 | 0,09 | 1,04 | 0,00 | 55,35 | 1,62 | 0,14 | 0,37 | 1,96 | 0,73 | 0,07 | 0,22 | 34,20 | 2,20  |
| ABGRD                             | 25,57 | 12,75 | 0,15 | 0,08 | 1,15 | 0,08 | 55,20 | 1,67 | 0,36 | 0,28 | 1,70 | 0,58 | 0,12 | 0,16 | 33,00 | 2,90  |
| PCM-41                            | 25,96 | 12,89 | 0,20 | 0,19 | 1,05 | 0,06 | 55,27 | 1,57 | 0,36 | 0,12 | 1,49 | 0,40 | 0,01 | 0,21 | 35,30 | 3,90  |
|                                   | 25,18 | 13,05 | 0,25 | 0,10 | 0,93 | 0,17 | 55,15 | 1,58 | 0,16 | 0,38 | 1,77 | 0,82 | 0,17 | 0,14 | 34,90 | 1,90  |
|                                   | 24,70 | 13,26 | 0,39 | 0,10 | 1,03 | 0,05 | 55,64 | 1,68 | 0,22 | 0,12 | 1,85 | 0,62 | 0,01 | 0,17 | 33,20 | 2,70  |
|                                   | 25,14 | 12,69 | 0,09 | 0,10 | 1,10 | 0,06 | 55,45 | 1,52 | 0,32 | 0,22 | 2,27 | 0,56 | 0,08 | 0,15 | 36,50 | 2,70  |
|                                   | 25,35 | 12,98 | 0,20 | 0,06 | 0,82 | 0,24 | 55,51 | 1,64 | 0,36 | 0,18 | 1,70 | 0,52 | 0,11 | 0,19 | 33,80 | 3,20  |
|                                   | 27,26 | 12,62 | 0,09 | 1,68 | 0,93 | 0,17 | 52,51 | 1,38 | 0,18 | 0,45 | 1,41 | 0,75 | 0,14 | 0,32 | 37,90 | 1,80  |
|                                   | 27,30 | 12,57 | 0,23 | 1,67 | 1,02 | 0,00 | 52,17 | 1,30 | 0,39 | 0,24 | 2,06 | 0,50 | 0,11 | 0,29 | 40,10 | 2,60  |
|                                   | 29,12 | 12,69 | 0,31 | 1,41 | 0,98 | 0,04 | 49,92 | 1,56 | 0,45 | 0,18 | 2,13 | 0,58 | 0,05 | 0,25 | 32,10 | 2,70  |
|                                   | 27,04 | 12,70 | 0,00 | 1,66 | 0,86 | 0,25 | 52,87 | 1,30 | 0,25 | 0,21 | 1,55 | 0,63 | 0,26 | 0,15 | 40,70 | 2,10  |
|                                   | 27,42 | 12,60 | 0,50 | 1,72 | 1,21 | 0,00 | 51,33 | 1,60 | 0,13 | 0,33 | 1,90 | 0,65 | 0,08 | 0,31 | 32,10 | 2,50  |
|                                   | 27,59 | 12,73 | 0,20 | 1,73 | 1,04 | 0,00 | 51,01 | 1,75 | 0,35 | 0,19 | 2,39 | 0,53 | 0,10 | 0,26 | 29,20 | 3,30  |
|                                   | 28,41 | 12,59 | 0,03 | 2,53 | 1,20 | 0,00 | 48,87 | 1,30 | 0,57 | 0,32 | 3,12 | 0,33 | 0,08 | 0,40 | 37,50 | 4,00  |
|                                   | 24,07 | 13,26 | 0,00 | 0,08 | 0,84 | 0,11 | 56,10 | 1,72 | 0,22 | 0,31 | 1,95 | 0,83 | 0,18 | 0,16 | 32,60 | 2,10  |
|                                   | 23,83 | 13,50 | 0,00 | 0,05 | 1,04 | 0,00 | 56,18 | 1,63 | 0,34 | 0,19 | 2,13 | 0,58 | 0,10 | 0,19 | 34,40 | 2,80  |
|                                   | 26,09 | 12,84 | 0,02 | 1,08 | 0,90 | 0,13 | 53,79 | 1,80 | 0,19 | 0,38 | 1,73 | 0,57 | 0,00 | 0,28 | 29,80 | 3,10  |
|                                   | 25,57 | 12,74 | 0,00 | 0,18 | 1,08 | 0,07 | 54,28 | 1,84 | 0,38 | 0,27 | 2,07 | 0,96 | 0,15 | 0,15 | 29,50 | 1,90  |
|                                   | 24,92 | 13,18 | 0,11 | 0,14 | 1,21 | 0,00 | 55,21 | 1,45 | 0,27 | 0,27 | 1,98 | 0,75 | 0,23 | 0,14 | 38,20 | 1,90  |
|                                   | 27,02 | 12,86 | 0,00 | 0,84 | 0,96 | 0,15 | 53,33 | 1,50 | 0,22 | 0,19 | 1,88 | 0,53 | 0,16 | 0,20 | 35,50 | 2,90  |
|                                   | 24,58 | 13,25 | 0,00 | 0,04 | 1,14 | 0,00 | 55,79 | 1,67 | 0,35 | 0,30 | 1,55 | 0,98 | 0,18 | 0,02 | 33,40 | 1,70  |
|                                   | 25,61 | 12,92 | 0,00 | 0,08 | 1,11 | 0,00 | 54,89 | 1,51 | 0,54 | 0,11 | 1,93 | 0,61 | 0,20 | 0,25 | 36,40 | 2,50  |
|                                   | 28,02 | 12,34 | 0,14 | 1,59 | 1,05 | 0,00 | 50,76 | 1,40 | 0,51 | 0,27 | 2,89 | 0,48 | 0,02 | 0,32 | 36,40 | 2,90  |
|                                   | 27,68 | 12,67 | 0,00 | 1,25 | 1,05 | 0,00 | 51,91 | 1,53 | 0,32 | 0,29 | 2,05 | 0,71 | 0,15 | 0,17 | 33,80 | 2,20  |
|                                   | 25,94 | 12,58 | 0,00 | 1,16 | 1,21 | 0,00 | 52,52 | 1,73 | 0,30 | 0,36 | 2,81 | 0,80 | 0,18 | 0,20 | 30,40 | 2,20  |
|                                   | 25,36 | 13,20 | 0,10 | 0,22 | 1,06 | 0,00 | 53,82 | 1,87 | 0,25 | 0,50 | 2,54 | 0,54 | 0,08 | 0,19 | 28,80 | 3,50  |
|                                   | 25,29 | 13,01 | 0,00 | 0,29 | 1,19 | 0,00 | 54,60 | 1,61 | 0,43 | 0,39 | 2,27 | 0,49 | 0,06 | 0,16 | 33,90 | 3,30  |
|                                   | 25,31 | 12,76 | 0,01 | 0,32 | 1,07 | 0,07 | 55,12 | 1,62 | 0,36 | 0,26 | 1,75 | 0,81 | 0,19 | 0,17 | 34,10 | 2,00  |
|                                   | 25,14 | 12,83 | 0,07 | 0,08 | 1,14 | 0,00 | 54,84 | 1,68 | 0,62 | 0,20 | 2,36 | 0,61 | 0,13 | 0,13 | 32,60 | 2,80  |
|                                   | 25,42 | 12,80 | 0,00 | 0,18 | 1,23 | 0,08 | 55,58 | 1,62 | 0,39 | 0,14 | 1,54 | 0,50 | 0,09 | 0,20 | 34,30 | 3,20  |
|                                   | 25,86 | 12,87 | 0,00 | 0,09 | 0,95 | 0,00 | 54,66 | 1,52 | 0,33 | 0,35 | 2,05 | 0,70 | 0,07 | 0,31 | 36,00 | 2,20  |
|                                   | 24,60 | 12,77 | 0,00 | 0,08 | 1,32 | 0,01 | 56,10 | 1,51 | 0,37 | 0,27 | 1,45 | 0,92 | 0,24 | 0,14 | 37,20 | 1,60  |
|                                   | 25,61 | 13,16 | 0,28 | 0,06 | 1,14 | 0,09 | 54,39 | 1,71 | 0,23 | 0,19 | 2,16 | 0,48 | 0,05 | 0,26 | 31,80 | 3,50  |
|                                   | 26,08 | 13,02 | 0,05 | 0,10 | 1,03 | 0,00 | 54,81 | 1,45 | 0,26 | 0,38 | 1,78 | 0,69 | 0,03 | 0,21 | 37,80 | 2,10  |
|                                   | 25,28 | 12,78 | 0,10 | 0,08 | 1,04 | 0,10 | 54,92 | 1,63 | 0,20 | 0,30 | 2,26 | 0,75 | 0,22 | 0,09 | 33,70 | 2,20  |
|                                   | 25,67 | 12,93 | 0,23 | 0,09 | 1,04 | 0,00 | 54,60 | 1,57 | 0,22 | 0,25 | 2,16 | 0,67 | 0,03 | 0,30 | 34,70 | 2,30  |
|                                   | 25,08 | 13,05 | 0,05 | 0,26 | 1,25 | 0,02 | 54,39 | 1,54 | 0,38 | 0,13 | 2,26 | 1,08 | 0,14 | 0,15 | 35,30 | 1,40  |
|                                   | 25,64 | 12,90 | 0,00 | 0,36 | 1,25 | 0,00 | 54,72 | 1,32 | 0,34 | 0,26 | 2,28 | 0,49 | 0,03 | 0,21 | 41,30 | 2,70  |

|                                   | O     | Si    | P    | Ca   | Sr   | Y    | Zr    | Nb   | Ba   | Ce   | Hf   | Ta   | Th   | U    | Zr/Nb | Nb/Ta |
|-----------------------------------|-------|-------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|
|                                   | 25,89 | 12,73 | 0,05 | 0,34 | 1,05 | 0,04 | 54,06 | 1,69 | 0,17 | 0,44 | 2,28 | 0,75 | 0,11 | 0,30 | 32,00 | 2,30  |
|                                   | 24,74 | 12,95 | 0,00 | 0,22 | 1,08 | 0,00 | 55,51 | 1,86 | 0,35 | 0,31 | 2,18 | 0,38 | 0,07 | 0,19 | 29,80 | 4,80  |
|                                   | 24,91 | 12,83 | 0,00 | 0,51 | 1,12 | 0,02 | 54,96 | 1,73 | 0,13 | 0,46 | 2,37 | 0,59 | 0,14 | 0,10 | 31,70 | 2,90  |
| Sanukitoide - Ourilândia do Norte | 24,69 | 13,01 | 0,00 | 0,22 | 0,88 | 0,25 | 55,39 | 1,54 | 0,30 | 0,39 | 1,92 | 0,81 | 0,27 | 0,10 | 36,10 | 1,90  |
| ABGRD                             | 26,41 | 12,90 | 0,10 | 1,35 | 0,72 | 0,21 | 52,74 | 1,66 | 0,29 | 0,56 | 1,86 | 0,67 | 0,06 | 0,31 | 31,80 | 2,50  |
| PCM-42                            | 26,55 | 13,19 | 0,11 | 1,20 | 0,95 | 0,07 | 53,36 | 1,13 | 0,23 | 0,38 | 1,65 | 0,41 | 0,31 | 0,26 | 47,40 | 2,70  |
|                                   | 25,38 | 13,06 | 0,14 | 0,38 | 0,96 | 0,01 | 54,94 | 1,43 | 0,43 | 0,39 | 1,91 | 0,61 | 0,07 | 0,13 | 38,40 | 2,30  |
|                                   | 26,77 | 12,58 | 0,00 | 1,35 | 1,01 | 0,27 | 52,67 | 1,59 | 0,32 | 0,45 | 2,26 | 0,25 | 0,16 | 0,18 | 33,10 | 6,40  |
|                                   | 24,36 | 13,16 | 0,00 | 0,30 | 0,91 | 0,18 | 55,19 | 1,29 | 0,30 | 0,45 | 2,55 | 0,65 | 0,14 | 0,18 | 42,70 | 2,00  |
|                                   | 25,22 | 13,13 | 0,22 | 0,23 | 0,89 | 0,00 | 54,59 | 1,72 | 0,17 | 0,35 | 1,92 | 0,96 | 0,12 | 0,30 | 31,80 | 1,80  |
|                                   | 24,43 | 13,33 | 0,00 | 0,26 | 0,84 | 0,14 | 55,24 | 1,46 | 0,27 | 0,54 | 1,94 | 1,04 | 0,23 | 0,09 | 37,80 | 1,40  |
|                                   | 23,81 | 13,61 | 0,00 | 0,65 | 1,07 | 0,05 | 54,69 | 1,74 | 0,35 | 0,52 | 2,11 | 0,77 | 0,08 | 0,31 | 31,40 | 2,30  |
|                                   | 25,99 | 12,94 | 0,00 | 0,97 | 0,96 | 0,00 | 53,30 | 1,54 | 0,29 | 0,48 | 2,35 | 0,70 | 0,05 | 0,26 | 34,60 | 2,20  |
|                                   | 24,73 | 13,37 | 0,00 | 0,30 | 1,21 | 0,00 | 55,13 | 1,39 | 0,68 | 0,14 | 1,75 | 0,76 | 0,04 | 0,28 | 39,70 | 1,80  |
|                                   | 25,19 | 12,76 | 0,15 | 0,80 | 0,99 | 0,00 | 54,25 | 1,71 | 0,51 | 0,51 | 1,86 | 0,60 | 0,06 | 0,29 | 31,70 | 2,80  |
|                                   | 25,61 | 12,85 | 0,00 | 0,91 | 1,02 | 0,26 | 53,72 | 1,32 | 0,29 | 0,46 | 2,19 | 0,79 | 0,10 | 0,25 | 40,70 | 1,70  |
|                                   | 24,58 | 13,33 | 0,06 | 0,08 | 1,07 | 0,00 | 55,41 | 1,78 | 0,39 | 0,25 | 1,59 | 0,81 | 0,12 | 0,24 | 31,10 | 2,20  |
|                                   | 23,90 | 12,93 | 0,00 | 0,14 | 1,09 | 0,00 | 56,22 | 1,71 | 0,08 | 0,47 | 2,06 | 0,85 | 0,04 | 0,31 | 33,00 | 2,00  |
|                                   | 23,44 | 13,49 | 0,00 | 0,11 | 0,82 | 0,15 | 56,41 | 1,19 | 0,43 | 0,39 | 2,66 | 0,29 | 0,05 | 0,28 | 47,20 | 4,10  |
|                                   | 23,04 | 13,67 | 0,00 | 0,12 | 0,81 | 0,00 | 56,46 | 1,25 | 0,17 | 0,63 | 2,38 | 0,80 | 0,08 | 0,28 | 45,10 | 1,60  |
|                                   | 24,43 | 13,11 | 0,00 | 0,50 | 1,27 | 0,00 | 55,23 | 1,29 | 0,26 | 0,76 | 2,14 | 0,34 | 0,20 | 0,29 | 43,00 | 3,80  |
|                                   | 23,27 | 13,46 | 0,00 | 0,18 | 0,93 | 0,00 | 55,28 | 1,48 | 0,90 | 0,03 | 2,25 | 1,42 | 0,00 | 0,38 | 37,50 | 1,00  |
|                                   | 24,97 | 13,21 | 0,10 | 0,46 | 0,67 | 0,00 | 54,40 | 1,15 | 0,86 | 0,20 | 2,47 | 0,72 | 0,06 | 0,35 | 47,30 | 1,60  |
|                                   | 23,96 | 12,68 | 0,00 | 1,35 | 1,23 | 0,00 | 53,78 | 1,20 | 1,83 | 0,00 | 1,91 | 1,23 | 0,12 | 0,38 | 44,70 | 1,00  |
|                                   | 25,35 | 12,76 | 0,00 | 1,57 | 1,00 | 0,18 | 53,03 | 1,55 | 0,42 | 0,74 | 1,68 | 0,94 | 0,12 | 0,43 | 34,30 | 1,60  |
|                                   | 26,54 | 12,55 | 0,00 | 1,32 | 1,54 | 0,00 | 52,33 | 1,46 | 0,22 | 0,42 | 1,78 | 0,83 | 0,31 | 0,34 | 35,70 | 1,80  |
|                                   | 23,78 | 13,05 | 0,00 | 0,15 | 1,27 | 0,00 | 56,42 | 1,59 | 0,37 | 0,27 | 1,90 | 0,63 | 0,19 | 0,16 | 35,40 | 2,50  |
|                                   | 23,46 | 13,21 | 0,00 | 0,06 | 1,13 | 0,09 | 56,29 | 1,42 | 0,53 | 0,30 | 2,02 | 0,83 | 0,05 | 0,34 | 39,80 | 1,70  |
|                                   | 24,16 | 12,97 | 0,02 | 0,41 | 0,85 | 0,21 | 55,77 | 1,30 | 0,30 | 0,44 | 2,23 | 0,44 | 0,34 | 0,20 | 43,00 | 2,90  |
|                                   | 25,73 | 12,77 | 0,05 | 1,01 | 1,08 | 0,34 | 54,28 | 1,23 | 0,04 | 0,52 | 1,96 | 0,51 | 0,09 | 0,21 | 44,20 | 2,40  |
|                                   | 24,40 | 13,24 | 0,00 | 0,21 | 1,30 | 0,01 | 55,73 | 1,33 | 0,36 | 0,16 | 1,95 | 0,75 | 0,11 | 0,17 | 41,80 | 1,80  |
|                                   | 24,16 | 13,56 | 0,00 | 0,17 | 1,15 | 0,00 | 55,72 | 1,40 | 0,19 | 0,33 | 1,83 | 0,88 | 0,29 | 0,05 | 39,90 | 1,60  |
|                                   | 23,81 | 13,42 | 0,00 | 0,10 | 0,96 | 0,18 | 56,15 | 1,73 | 0,37 | 0,30 | 1,81 | 0,64 | 0,14 | 0,13 | 32,50 | 2,70  |
|                                   | 23,78 | 13,10 | 0,00 | 0,11 | 0,98 | 0,16 | 55,77 | 1,69 | 0,52 | 0,33 | 1,91 | 0,96 | 0,17 | 0,32 | 32,90 | 1,80  |
|                                   | 23,68 | 12,93 | 0,00 | 0,12 | 1,31 | 0,03 | 55,91 | 1,62 | 0,32 | 0,34 | 2,15 | 0,93 | 0,28 | 0,15 | 34,40 | 1,70  |
|                                   | 24,46 | 13,40 | 0,15 | 0,35 | 1,38 | 0,00 | 54,18 | 1,72 | 0,34 | 0,44 | 1,79 | 1,20 | 0,28 | 0,10 | 31,60 | 1,40  |
|                                   | 25,87 | 12,78 | 0,00 | 0,27 | 1,05 | 0,00 | 55,17 | 1,21 | 0,61 | 0,18 | 1,65 | 0,72 | 0,18 | 0,07 | 45,50 | 1,70  |
|                                   | 24,03 | 13,53 | 0,00 | 0,11 | 1,14 | 0,01 | 55,98 | 1,31 | 0,35 | 0,22 | 1,90 | 0,75 | 0,08 | 0,23 | 42,90 | 1,70  |
|                                   | 24,19 | 13,55 | 0,00 | 0,14 | 0,98 | 0,19 | 55,68 | 1,55 | 0,21 | 0,50 | 1,77 | 0,63 | 0,15 | 0,21 | 36,00 | 2,40  |
|                                   | 24,19 | 13,37 | 0,14 | 0,07 | 1,24 | 0,00 | 55,35 | 1,70 | 0,19 | 0,62 | 2,01 | 0,64 | 0,05 | 0,25 | 32,60 | 2,70  |
|                                   | 24,15 | 12,97 | 0,00 | 0,11 | 1,05 | 0,13 | 56,32 | 1,67 | 0,32 | 0,42 | 1,61 | 0,74 | 0,22 | 0,08 | 33,80 | 2,30  |

|                                   | O     | Si    | P    | Ca   | Sr   | Y    | Zr    | Nb   | Ba   | Ce   | Hf   | Ta   | Th   | U    | Zr/Nb | Nb/Ta |
|-----------------------------------|-------|-------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|
|                                   | 23,82 | 13,29 | 0,00 | 0,17 | 1,44 | 0,03 | 55,41 | 1,30 | 0,41 | 0,42 | 2,37 | 0,64 | 0,19 | 0,21 | 42,60 | 2,00  |
|                                   | 26,07 | 13,04 | 0,22 | 0,15 | 1,10 | 0,02 | 54,44 | 1,51 | 0,15 | 0,29 | 1,84 | 0,75 | 0,13 | 0,13 | 36,10 | 2,00  |
|                                   | 26,06 | 12,54 | 0,05 | 0,30 | 1,15 | 0,02 | 54,81 | 1,46 | 0,56 | 0,05 | 1,94 | 0,59 | 0,15 | 0,18 | 37,40 | 2,50  |
|                                   | 24,13 | 13,11 | 0,00 | 0,52 | 1,01 | 0,12 | 56,03 | 1,79 | 0,20 | 0,44 | 1,63 | 0,59 | 0,12 | 0,17 | 31,30 | 3,00  |
|                                   | 26,60 | 12,64 | 0,00 | 1,49 | 1,13 | 0,16 | 52,76 | 1,69 | 0,12 | 0,31 | 1,91 | 0,60 | 0,11 | 0,35 | 31,30 | 2,80  |
|                                   | 25,81 | 13,05 | 0,00 | 1,73 | 1,03 | 0,17 | 53,12 | 1,56 | 0,21 | 0,45 | 1,69 | 0,47 | 0,33 | 0,15 | 34,00 | 3,30  |
|                                   | 26,44 | 12,78 | 0,08 | 1,20 | 0,90 | 0,01 | 53,65 | 1,38 | 0,68 | 0,17 | 1,66 | 0,55 | 0,07 | 0,23 | 38,80 | 2,50  |
|                                   | 25,97 | 12,70 | 0,15 | 0,71 | 1,09 | 0,26 | 54,40 | 1,34 | 0,18 | 0,41 | 2,17 | 0,25 | 0,07 | 0,12 | 40,50 | 5,30  |
|                                   | 23,95 | 13,15 | 0,19 | 0,14 | 1,21 | 0,02 | 56,36 | 1,60 | 0,12 | 0,35 | 1,88 | 0,74 | 0,07 | 0,13 | 35,30 | 2,20  |
|                                   | 25,44 | 13,04 | 0,04 | 0,60 | 0,76 | 0,20 | 55,21 | 1,44 | 0,19 | 0,29 | 1,81 | 0,53 | 0,15 | 0,17 | 38,40 | 2,70  |
|                                   | 23,04 | 13,64 | 0,10 | 0,06 | 0,81 | 0,22 | 56,83 | 1,56 | 0,39 | 0,34 | 2,30 | 0,41 | 0,10 | 0,05 | 36,40 | 3,80  |
|                                   | 24,72 | 13,02 | 0,11 | 0,63 | 1,11 | 0,06 | 55,75 | 1,44 | 0,18 | 0,32 | 1,66 | 0,52 | 0,12 | 0,15 | 38,60 | 2,80  |
|                                   | 24,66 | 12,90 | 0,00 | 0,96 | 1,02 | 0,17 | 55,50 | 1,44 | 0,30 | 0,33 | 1,82 | 0,37 | 0,09 | 0,26 | 38,50 | 3,90  |
|                                   | 26,83 | 12,84 | 0,22 | 1,91 | 1,05 | 0,21 | 51,48 | 1,71 | 0,29 | 0,68 | 1,56 | 0,66 | 0,10 | 0,25 | 30,20 | 2,60  |
|                                   | 27,32 | 13,34 | 0,17 | 2,01 | 0,78 | 0,38 | 50,70 | 1,53 | 0,22 | 0,32 | 1,38 | 1,01 | 0,33 | 0,30 | 33,10 | 1,50  |
| Sanukitoide - Ourilândia do Norte | 25,55 | 13,12 | 0,00 | 0,05 | 1,43 | 0,00 | 54,18 | 2,05 | 0,67 | 0,23 | 1,63 | 0,56 | 0,10 | 0,18 | 26,50 | 3,70  |
| ABGRD                             | 26,44 | 13,36 | 0,00 | 0,08 | 0,96 | 0,00 | 52,94 | 1,74 | 0,43 | 0,50 | 2,41 | 0,45 | 0,03 | 0,32 | 30,40 | 3,90  |
| MC-49                             | 26,12 | 13,53 | 0,00 | 0,07 | 1,10 | 0,00 | 54,08 | 1,77 | 0,39 | 0,26 | 1,65 | 0,61 | 0,16 | 0,07 | 30,50 | 2,90  |
|                                   | 25,66 | 13,43 | 0,00 | 0,08 | 1,34 | 0,00 | 54,43 | 1,92 | 0,50 | 0,25 | 1,45 | 0,47 | 0,06 | 0,18 | 28,40 | 4,10  |
|                                   | 26,03 | 13,36 | 0,00 | 0,07 | 1,01 | 0,00 | 53,72 | 1,90 | 0,30 | 0,32 | 2,01 | 0,67 | 0,05 | 0,21 | 28,30 | 2,90  |
|                                   | 26,18 | 13,26 | 0,00 | 0,06 | 1,17 | 0,00 | 53,73 | 1,77 | 0,43 | 0,25 | 1,48 | 1,22 | 0,10 | 0,23 | 30,40 | 1,50  |
|                                   | 28,73 | 12,87 | 0,00 | 0,08 | 1,05 | 0,00 | 51,97 | 1,96 | 0,37 | 0,18 | 1,91 | 0,29 | 0,27 | 0,10 | 26,50 | 6,80  |
|                                   | 26,50 | 13,22 | 0,00 | 0,11 | 0,96 | 0,00 | 54,13 | 1,75 | 0,30 | 0,20 | 1,88 | 0,52 | 0,11 | 0,16 | 31,00 | 3,30  |
|                                   | 27,14 | 12,86 | 0,00 | 0,14 | 1,13 | 0,00 | 54,09 | 1,57 | 0,24 | 0,29 | 1,61 | 0,47 | 0,06 | 0,19 | 34,50 | 3,30  |
|                                   | 26,92 | 13,29 | 0,00 | 0,16 | 1,16 | 0,00 | 53,36 | 1,85 | 0,20 | 0,25 | 1,58 | 0,74 | 0,12 | 0,17 | 28,90 | 2,50  |
|                                   | 28,73 | 12,79 | 0,00 | 1,40 | 1,23 | 0,00 | 50,61 | 1,82 | 0,45 | 0,36 | 1,49 | 0,57 | 0,18 | 0,18 | 27,90 | 3,20  |
|                                   | 26,51 | 12,95 | 0,00 | 0,08 | 1,26 | 0,00 | 54,22 | 1,61 | 0,19 | 0,32 | 1,95 | 0,47 | 0,12 | 0,14 | 33,60 | 3,40  |
|                                   | 28,01 | 12,70 | 0,00 | 0,36 | 1,17 | 0,00 | 52,77 | 1,64 | 0,37 | 0,22 | 1,66 | 0,59 | 0,14 | 0,19 | 32,30 | 2,80  |
|                                   | 27,44 | 12,98 | 0,00 | 0,22 | 1,32 | 0,00 | 52,66 | 1,75 | 0,32 | 0,46 | 1,82 | 0,54 | 0,07 | 0,18 | 30,00 | 3,30  |
|                                   | 27,54 | 12,77 | 0,00 | 0,60 | 1,40 | 0,00 | 52,39 | 1,88 | 0,23 | 0,26 | 1,81 | 0,70 | 0,01 | 0,24 | 27,90 | 2,70  |
|                                   | 29,05 | 13,01 | 0,00 | 1,77 | 1,27 | 0,00 | 49,57 | 1,63 | 0,32 | 0,31 | 2,00 | 0,57 | 0,19 | 0,16 | 30,50 | 2,90  |
|                                   | 26,28 | 13,37 | 0,00 | 0,10 | 1,01 | 0,00 | 53,82 | 1,87 | 0,31 | 0,21 | 2,00 | 0,65 | 0,00 | 0,21 | 28,80 | 2,90  |
|                                   | 27,76 | 12,61 | 0,00 | 0,82 | 1,34 | 0,00 | 52,49 | 1,64 | 0,27 | 0,36 | 1,54 | 0,69 | 0,14 | 0,15 | 32,10 | 2,40  |
|                                   | 26,54 | 13,04 | 0,00 | 0,22 | 1,22 | 0,00 | 53,86 | 1,72 | 0,38 | 0,43 | 1,52 | 0,49 | 0,12 | 0,30 | 31,30 | 3,50  |
|                                   | 27,84 | 12,84 | 0,00 | 0,57 | 1,30 | 0,00 | 52,47 | 1,73 | 0,42 | 0,12 | 1,67 | 0,63 | 0,16 | 0,06 | 30,30 | 2,70  |
|                                   | 28,84 | 12,77 | 0,00 | 1,40 | 0,97 | 0,00 | 51,25 | 1,64 | 0,06 | 0,45 | 1,74 | 0,47 | 0,14 | 0,16 | 31,20 | 3,50  |
| Sanukitoide - Ourilândia do Norte | 26,70 | 13,20 | 0,00 | 0,03 | 1,31 | 0,00 | 53,68 | 1,71 | 0,56 | 0,00 | 1,91 | 0,44 | 0,17 | 0,14 | 31,30 | 3,90  |
| ABGRD                             | 27,29 | 13,15 | 0,00 | 0,73 | 1,08 | 0,05 | 52,60 | 1,46 | 0,32 | 0,26 | 1,62 | 0,89 | 0,09 | 0,27 | 36,00 | 1,60  |
| MC-56                             | 26,47 | 13,12 | 0,00 | 0,13 | 1,28 | 0,00 | 53,86 | 1,59 | 0,44 | 0,43 | 1,74 | 0,58 | 0,00 | 0,25 | 34,00 | 2,70  |
|                                   | 26,47 | 13,26 | 0,00 | 0,06 | 1,27 | 0,00 | 54,28 | 1,78 | 0,15 | 0,29 | 1,35 | 0,67 | 0,10 | 0,22 | 30,60 | 2,70  |
|                                   | 26,19 | 13,27 | 0,00 | 0,58 | 1,27 | 0,01 | 53,41 | 1,87 | 0,24 | 0,33 | 1,70 | 0,53 | 0,14 | 0,25 | 28,60 | 3,50  |



|                               | O     | Si    | P    | Ca   | Sr   | Y    | Zr    | Nb   | Ba   | Ce   | Hf   | Ta   | Th   | U    | Zr/Nb | Nb/Ta |
|-------------------------------|-------|-------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|
|                               | 26,18 | 13,10 | 0,00 | 0,06 | 1,19 | 0,00 | 54,13 | 1,99 | 0,29 | 0,19 | 1,47 | 0,92 | 0,11 | 0,20 | 27,20 | 2,20  |
|                               | 25,95 | 13,35 | 0,00 | 0,08 | 1,31 | 0,00 | 54,08 | 2,02 | 0,17 | 0,35 | 1,62 | 0,54 | 0,04 | 0,30 | 26,80 | 3,80  |
|                               | 25,93 | 12,97 | 0,00 | 0,11 | 1,29 | 0,00 | 54,39 | 1,76 | 0,28 | 0,32 | 1,80 | 0,63 | 0,18 | 0,09 | 30,90 | 2,80  |
|                               | 25,19 | 13,42 | 0,00 | 0,06 | 1,10 | 0,00 | 54,75 | 1,51 | 0,51 | 0,33 | 1,97 | 0,68 | 0,07 | 0,19 | 36,20 | 2,20  |
|                               | 25,39 | 13,27 | 0,00 | 0,09 | 1,26 | 0,00 | 54,66 | 1,71 | 0,15 | 0,39 | 2,04 | 0,54 | 0,11 | 0,15 | 32,00 | 3,20  |
|                               | 26,16 | 13,46 | 0,00 | 0,13 | 1,11 | 0,00 | 53,96 | 1,84 | 0,23 | 0,31 | 1,67 | 0,74 | 0,06 | 0,17 | 29,40 | 2,50  |
|                               | 27,38 | 13,23 | 0,00 | 1,04 | 1,08 | 0,00 | 51,31 | 1,48 | 0,10 | 0,35 | 2,81 | 0,71 | 0,01 | 0,23 | 34,60 | 2,10  |
|                               | 26,97 | 12,86 | 0,00 | 0,22 | 1,33 | 0,00 | 53,23 | 1,79 | 0,31 | 0,42 | 1,66 | 0,72 | 0,16 | 0,15 | 29,70 | 2,50  |
|                               | 26,96 | 13,20 | 0,00 | 0,52 | 1,16 | 0,00 | 53,27 | 1,82 | 0,32 | 0,31 | 1,44 | 0,59 | 0,07 | 0,17 | 29,30 | 3,10  |
|                               | 26,08 | 13,01 | 0,00 | 0,10 | 1,40 | 0,00 | 53,68 | 1,78 | 0,25 | 0,27 | 2,26 | 0,68 | 0,06 | 0,28 | 30,10 | 2,60  |
|                               | 26,72 | 13,24 | 0,00 | 0,13 | 1,07 | 0,00 | 53,80 | 1,99 | 0,27 | 0,33 | 1,30 | 0,68 | 0,10 | 0,14 | 27,00 | 2,90  |
|                               | 27,90 | 12,67 | 0,00 | 1,38 | 1,38 | 0,00 | 51,01 | 1,57 | 0,51 | 0,33 | 2,20 | 0,58 | 0,17 | 0,10 | 32,40 | 2,70  |
|                               | 27,31 | 12,74 | 0,00 | 0,38 | 1,20 | 0,00 | 53,12 | 1,36 | 0,25 | 0,37 | 2,28 | 0,38 | 0,26 | 0,23 | 39,10 | 3,60  |
|                               | 27,81 | 13,37 | 0,00 | 1,36 | 1,16 | 0,00 | 51,21 | 1,78 | 0,24 | 0,28 | 1,66 | 0,45 | 0,00 | 0,42 | 28,80 | 4,00  |
|                               | 30,00 | 13,24 | 0,00 | 1,45 | 1,17 | 0,23 | 48,74 | 1,69 | 0,09 | 0,78 | 1,51 | 0,54 | 0,00 | 0,46 | 28,90 | 3,10  |
|                               | 28,99 | 13,03 | 0,00 | 1,32 | 1,16 | 0,00 | 49,83 | 1,70 | 0,50 | 0,42 | 1,71 | 0,59 | 0,16 | 0,39 | 29,40 | 2,90  |
|                               | 26,15 | 12,71 | 0,00 | 1,28 | 1,08 | 0,00 | 52,20 | 1,71 | 0,29 | 0,62 | 2,62 | 0,44 | 0,16 | 0,51 | 30,50 | 3,90  |
|                               | 28,44 | 13,20 | 0,00 | 1,77 | 1,25 | 0,13 | 49,39 | 1,66 | 0,52 | 0,24 | 2,11 | 0,74 | 0,12 | 0,28 | 29,70 | 2,30  |
|                               | 27,64 | 12,66 | 0,00 | 1,51 | 1,21 | 0,01 | 51,28 | 1,62 | 0,25 | 0,71 | 1,72 | 0,81 | 0,17 | 0,27 | 31,70 | 2,00  |
|                               | 26,93 | 13,22 | 0,00 | 0,75 | 1,07 | 0,03 | 53,46 | 1,50 | 0,10 | 0,46 | 1,47 | 0,64 | 0,09 | 0,19 | 35,70 | 2,30  |
|                               | 27,05 | 13,19 | 0,00 | 0,51 | 1,14 | 0,00 | 53,02 | 1,77 | 0,51 | 0,29 | 1,47 | 0,49 | 0,04 | 0,33 | 30,00 | 3,60  |
|                               | 28,14 | 13,03 | 0,00 | 0,72 | 1,03 | 0,00 | 51,90 | 1,45 | 0,26 | 0,44 | 1,80 | 0,65 | 0,19 | 0,19 | 35,90 | 2,20  |
|                               | 27,14 | 13,19 | 0,00 | 1,12 | 1,23 | 0,00 | 51,65 | 1,65 | 0,20 | 0,78 | 1,74 | 0,70 | 0,18 | 0,25 | 31,30 | 2,40  |
|                               | 27,94 | 12,84 | 0,00 | 1,22 | 1,06 | 0,00 | 51,31 | 1,76 | 0,72 | 0,07 | 1,81 | 0,51 | 0,12 | 0,41 | 29,20 | 3,50  |
|                               | 26,09 | 12,84 | 0,00 | 0,06 | 1,21 | 0,00 | 54,82 | 1,47 | 0,35 | 0,26 | 1,63 | 0,73 | 0,13 | 0,16 | 37,40 | 2,00  |
|                               | 28,71 | 13,13 | 0,00 | 1,32 | 1,02 | 0,14 | 50,78 | 1,48 | 0,44 | 0,19 | 1,49 | 0,54 | 0,28 | 0,21 | 34,20 | 2,70  |
|                               | 25,86 | 12,90 | 0,00 | 0,83 | 1,12 | 0,00 | 53,74 | 1,92 | 0,17 | 0,48 | 1,76 | 0,77 | 0,02 | 0,26 | 27,90 | 2,50  |
|                               | 25,99 | 13,31 | 0,00 | 0,03 | 1,16 | 0,00 | 54,35 | 1,89 | 0,10 | 0,36 | 1,79 | 0,57 | 0,14 | 0,14 | 28,80 | 3,30  |
| Sanukitoide - Região do Xingu | 20,54 | 14,25 | 0,00 | 0,08 | 1,15 | 0,00 | 57,77 | 2,30 | 0,38 | 0,30 | 2,14 | 0,67 | 0,06 | 0,16 | 25,10 | 3,40  |
| ABGRD                         | 20,23 | 14,16 | 0,00 | 0,08 | 1,29 | 0,00 | 57,50 | 2,16 | 0,16 | 0,52 | 2,79 | 0,47 | 0,14 | 0,27 | 26,60 | 4,60  |
| SAL-36D                       | 23,18 | 13,63 | 0,00 | 1,25 | 1,42 | 0,00 | 54,87 | 2,15 | 0,39 | 0,24 | 1,66 | 0,67 | 0,20 | 0,19 | 25,60 | 3,20  |
|                               | 22,21 | 13,65 | 0,00 | 0,05 | 1,55 | 0,08 | 56,83 | 2,00 | 0,31 | 0,22 | 1,90 | 0,50 | 0,26 | 0,13 | 28,40 | 4,00  |
|                               | 20,77 | 14,02 | 0,00 | 0,07 | 1,53 | 0,00 | 58,34 | 2,21 | 0,45 | 0,25 | 1,17 | 0,83 | 0,03 | 0,19 | 26,40 | 2,70  |
|                               | 21,29 | 13,86 | 0,00 | 0,24 | 1,32 | 0,00 | 57,17 | 1,94 | 0,33 | 0,52 | 2,10 | 0,74 | 0,15 | 0,09 | 29,50 | 2,60  |
|                               | 21,68 | 13,76 | 0,00 | 0,12 | 1,50 | 0,00 | 56,73 | 1,94 | 0,48 | 0,17 | 2,25 | 0,85 | 0,15 | 0,16 | 29,30 | 2,30  |
|                               | 22,68 | 13,71 | 0,00 | 1,64 | 1,31 | 0,00 | 55,40 | 1,91 | 0,32 | 0,18 | 1,70 | 0,60 | 0,12 | 0,15 | 29,00 | 3,20  |
|                               | 22,38 | 13,67 | 0,00 | 0,85 | 1,35 | 0,00 | 55,53 | 2,07 | 0,25 | 0,41 | 2,01 | 0,87 | 0,16 | 0,26 | 26,80 | 2,40  |
|                               | 22,44 | 13,52 | 0,00 | 0,56 | 1,48 | 0,16 | 56,49 | 1,72 | 0,31 | 0,16 | 1,67 | 0,69 | 0,45 | 0,10 | 32,90 | 2,50  |
|                               | 22,47 | 13,74 | 0,00 | 0,50 | 1,19 | 0,12 | 56,00 | 1,93 | 0,56 | 0,12 | 1,92 | 0,79 | 0,24 | 0,24 | 29,00 | 2,50  |
|                               | 21,91 | 13,63 | 0,00 | 0,99 | 1,59 | 0,00 | 55,97 | 1,87 | 0,22 | 0,46 | 2,11 | 0,66 | 0,25 | 0,20 | 29,90 | 2,80  |
|                               | 22,27 | 13,47 | 0,00 | 1,26 | 1,53 | 0,00 | 55,51 | 1,89 | 0,24 | 0,28 | 1,97 | 0,84 | 0,32 | 0,23 | 29,30 | 2,30  |

| O     | Si    | P    | Ca   | Sr   | Y    | Zr    | Nb   | Ba   | Ce   | Hf   | Ta   | Th   | U    | Zr/Nb | Nb/Ta |
|-------|-------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|
| 22,37 | 13,64 | 0,00 | 1,08 | 1,42 | 0,00 | 56,02 | 2,12 | 0,20 | 0,20 | 1,61 | 0,68 | 0,43 | 0,05 | 26,40 | 3,10  |
| 23,96 | 12,23 | 0,00 | 1,43 | 1,50 | 1,47 | 51,86 | 2,05 | 1,21 | 0,71 | 2,01 | 0,42 | 0,32 | 0,62 | 25,30 | 4,90  |
| 22,44 | 13,21 | 0,00 | 0,88 | 0,95 | 0,84 | 54,07 | 2,04 | 0,89 | 0,84 | 2,38 | 0,46 | 0,09 | 0,62 | 26,60 | 4,40  |
| 23,32 | 11,86 | 0,00 | 1,42 | 1,67 | 1,82 | 49,96 | 2,35 | 1,66 | 0,81 | 2,87 | 0,78 | 0,08 | 1,09 | 21,30 | 3,00  |
| 23,19 | 13,81 | 0,00 | 1,56 | 1,57 | 0,00 | 53,84 | 2,22 | 0,66 | 0,12 | 1,63 | 0,63 | 0,04 | 0,55 | 24,30 | 3,50  |
| 23,53 | 14,77 | 0,00 | 0,76 | 1,50 | 0,00 | 53,15 | 1,91 | 0,38 | 0,12 | 1,74 | 0,42 | 0,00 | 1,39 | 27,80 | 4,50  |
| 23,39 | 13,44 | 0,00 | 0,85 | 1,58 | 0,05 | 55,11 | 1,96 | 0,42 | 0,22 | 1,78 | 0,57 | 0,16 | 0,28 | 28,10 | 3,40  |
| 21,38 | 14,69 | 0,00 | 0,10 | 1,45 | 0,00 | 56,72 | 2,05 | 0,35 | 0,31 | 1,33 | 0,68 | 0,00 | 0,68 | 27,60 | 3,00  |
| 21,39 | 13,94 | 0,00 | 0,08 | 1,25 | 0,00 | 57,75 | 2,08 | 0,29 | 0,27 | 1,76 | 0,59 | 0,21 | 0,19 | 27,80 | 3,50  |
| 21,30 | 14,12 | 0,00 | 0,06 | 1,45 | 0,00 | 57,66 | 2,19 | 0,40 | 0,20 | 1,36 | 0,62 | 0,14 | 0,22 | 26,40 | 3,50  |
| 22,42 | 13,48 | 0,00 | 1,09 | 1,37 | 0,13 | 55,82 | 1,80 | 0,20 | 0,40 | 1,85 | 0,73 | 0,40 | 0,16 | 31,00 | 2,50  |
| 22,63 | 13,72 | 0,00 | 0,66 | 1,32 | 0,09 | 55,49 | 1,94 | 0,51 | 0,15 | 1,96 | 0,80 | 0,30 | 0,21 | 28,70 | 2,40  |
| 22,45 | 13,67 | 0,00 | 0,64 | 1,27 | 0,00 | 56,06 | 1,90 | 0,33 | 0,38 | 2,13 | 0,53 | 0,31 | 0,17 | 29,50 | 3,60  |
| 23,07 | 13,56 | 0,00 | 1,23 | 1,24 | 0,00 | 53,91 | 1,80 | 0,17 | 0,82 | 2,51 | 1,03 | 0,18 | 0,33 | 30,00 | 1,70  |
| 22,55 | 13,48 | 0,00 | 0,67 | 1,41 | 0,00 | 55,32 | 1,94 | 0,43 | 0,20 | 2,86 | 0,68 | 0,06 | 0,22 | 28,50 | 2,90  |
| 22,27 | 13,76 | 0,00 | 0,15 | 1,43 | 0,00 | 56,25 | 2,09 | 0,29 | 0,33 | 2,15 | 0,56 | 0,19 | 0,32 | 26,90 | 3,80  |
| 22,75 | 13,72 | 0,00 | 1,56 | 1,45 | 0,00 | 55,07 | 2,04 | 0,13 | 0,35 | 1,95 | 0,33 | 0,35 | 0,17 | 27,00 | 6,20  |
| 22,49 | 13,55 | 0,00 | 0,89 | 1,58 | 0,17 | 55,81 | 1,75 | 0,35 | 0,40 | 1,98 | 0,33 | 0,38 | 0,19 | 31,90 | 5,30  |
| 22,92 | 13,58 | 0,00 | 0,07 | 1,51 | 0,00 | 56,88 | 1,90 | 0,31 | 0,17 | 1,18 | 0,76 | 0,35 | 0,12 | 29,90 | 2,50  |
| 21,48 | 13,89 | 0,00 | 0,09 | 1,47 | 0,00 | 57,69 | 2,17 | 0,27 | 0,28 | 1,56 | 0,52 | 0,06 | 0,29 | 26,60 | 4,20  |
| 22,62 | 13,92 | 0,00 | 0,62 | 1,24 | 0,00 | 55,55 | 1,93 | 0,24 | 0,29 | 2,29 | 0,65 | 0,09 | 0,35 | 28,80 | 3,00  |
| 23,98 | 15,22 | 0,00 | 0,12 | 1,36 | 0,00 | 52,83 | 2,11 | 0,35 | 0,21 | 2,32 | 1,09 | 0,00 | 0,31 | 25,10 | 1,90  |
| 22,54 | 13,63 | 0,00 | 0,78 | 1,41 | 0,00 | 55,70 | 1,99 | 0,17 | 0,52 | 1,83 | 0,64 | 0,49 | 0,21 | 27,90 | 3,10  |
| 21,22 | 14,08 | 0,00 | 0,11 | 1,45 | 0,00 | 57,69 | 2,01 | 0,24 | 0,19 | 1,89 | 0,44 | 0,28 | 0,18 | 28,60 | 4,50  |
| 21,21 | 13,92 | 0,00 | 0,13 | 1,56 | 0,00 | 57,27 | 2,27 | 0,30 | 0,40 | 2,04 | 0,43 | 0,18 | 0,17 | 25,20 | 5,30  |
| 21,29 | 13,85 | 0,00 | 0,08 | 1,64 | 0,00 | 57,84 | 1,84 | 0,18 | 0,29 | 1,87 | 0,59 | 0,15 | 0,23 | 31,40 | 3,10  |
| 21,05 | 13,83 | 0,00 | 0,12 | 1,57 | 0,00 | 57,05 | 2,00 | 0,31 | 0,34 | 2,35 | 0,53 | 0,34 | 0,16 | 28,60 | 3,80  |
| 21,10 | 13,96 | 0,00 | 0,05 | 1,51 | 0,00 | 58,49 | 1,93 | 0,17 | 0,28 | 1,53 | 0,46 | 0,28 | 0,07 | 30,30 | 4,20  |
| 23,65 | 13,48 | 0,00 | 0,06 | 1,57 | 0,00 | 56,10 | 2,15 | 0,21 | 0,19 | 1,59 | 0,36 | 0,38 | 0,06 | 26,10 | 6,00  |
| 24,56 | 13,54 | 0,00 | 0,09 | 1,54 | 0,00 | 55,73 | 1,99 | 0,25 | 0,11 | 1,22 | 0,48 | 0,18 | 0,18 | 28,10 | 4,10  |
| 20,72 | 14,12 | 0,00 | 0,05 | 1,47 | 0,00 | 57,60 | 2,16 | 0,28 | 0,18 | 2,02 | 0,96 | 0,05 | 0,20 | 26,70 | 2,30  |
| 21,66 | 14,05 | 0,00 | 0,07 | 1,48 | 0,00 | 57,08 | 2,07 | 0,19 | 0,24 | 1,84 | 0,53 | 0,00 | 0,57 | 27,60 | 3,90  |
| 20,93 | 14,23 | 0,00 | 0,09 | 1,23 | 0,00 | 57,76 | 2,38 | 0,14 | 0,44 | 2,00 | 0,40 | 0,09 | 0,17 | 24,30 | 6,00  |
| 21,17 | 14,51 | 0,00 | 0,07 | 1,45 | 0,00 | 57,15 | 2,24 | 0,36 | 0,19 | 1,86 | 0,39 | 0,00 | 0,49 | 25,60 | 5,80  |
| 23,07 | 13,59 | 0,00 | 0,54 | 1,36 | 0,05 | 55,72 | 1,84 | 0,13 | 0,41 | 1,46 | 0,80 | 0,69 | 0,17 | 30,40 | 2,30  |
| 21,78 | 14,15 | 0,00 | 0,03 | 1,37 | 0,00 | 56,67 | 2,33 | 0,26 | 0,32 | 1,99 | 0,61 | 0,06 | 0,18 | 24,30 | 3,80  |
| 23,38 | 13,43 | 0,00 | 1,17 | 1,29 | 0,00 | 55,21 | 1,84 | 0,30 | 0,23 | 1,72 | 0,65 | 0,18 | 0,33 | 30,10 | 2,80  |
| 24,23 | 13,65 | 0,00 | 1,58 | 1,31 | 0,09 | 53,66 | 1,92 | 0,22 | 0,25 | 1,59 | 0,86 | 0,08 | 0,41 | 27,90 | 2,20  |
| 25,29 | 12,00 | 0,00 | 1,31 | 1,52 | 2,00 | 49,75 | 2,08 | 1,53 | 0,61 | 1,79 | 0,42 | 0,56 | 0,89 | 23,90 | 5,00  |
| 25,07 | 13,29 | 0,00 | 1,24 | 1,34 | 0,47 | 53,04 | 1,56 | 0,30 | 0,35 | 1,53 | 0,74 | 0,73 | 0,13 | 33,90 | 2,10  |
| 23,81 | 13,42 | 0,00 | 1,13 | 1,39 | 0,00 | 54,58 | 2,05 | 0,25 | 0,25 | 2,06 | 0,42 | 0,11 | 0,33 | 26,60 | 4,90  |

|                               | O     | Si    | P    | Ca   | Sr   | Y    | Zr    | Nb   | Ba   | Ce   | Hf   | Ta   | Th   | U    | Zr/Nb | Nb/Ta |
|-------------------------------|-------|-------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|
|                               | 23,21 | 13,55 | 0,00 | 0,85 | 1,57 | 0,71 | 54,90 | 1,96 | 0,13 | 0,19 | 1,61 | 0,39 | 0,57 | 0,19 | 28,00 | 5,10  |
|                               | 24,16 | 13,51 | 0,00 | 1,20 | 1,21 | 0,56 | 54,05 | 1,76 | 0,27 | 0,25 | 1,62 | 0,56 | 0,57 | 0,14 | 30,70 | 3,20  |
|                               | 24,00 | 13,32 | 0,00 | 0,96 | 1,41 | 0,53 | 53,79 | 1,57 | 0,08 | 0,30 | 1,79 | 1,04 | 0,62 | 0,29 | 34,30 | 1,50  |
|                               | 23,72 | 12,20 | 0,00 | 0,94 | 1,61 | 2,47 | 50,46 | 2,19 | 1,70 | 0,49 | 1,86 | 0,61 | 0,53 | 0,96 | 23,00 | 3,60  |
|                               | 24,37 | 12,86 | 0,00 | 1,09 | 1,75 | 1,22 | 52,49 | 2,21 | 0,92 | 0,43 | 1,01 | 0,56 | 0,54 | 0,41 | 23,70 | 3,90  |
|                               | 23,15 | 13,42 | 0,00 | 0,68 | 1,51 | 0,00 | 54,88 | 2,11 | 0,21 | 0,48 | 1,82 | 0,73 | 0,56 | 0,19 | 26,10 | 2,90  |
|                               | 21,85 | 13,85 | 0,00 | 0,09 | 1,39 | 0,00 | 57,34 | 2,14 | 0,25 | 0,55 | 1,79 | 0,46 | 0,06 | 0,10 | 26,80 | 4,70  |
|                               | 23,43 | 13,29 | 0,00 | 0,30 | 1,58 | 0,00 | 55,42 | 1,86 | 0,35 | 0,22 | 2,05 | 0,78 | 0,26 | 0,18 | 29,80 | 2,40  |
|                               | 21,60 | 13,96 | 0,00 | 0,05 | 1,37 | 0,00 | 57,10 | 2,13 | 0,24 | 0,38 | 1,87 | 0,79 | 0,19 | 0,17 | 26,80 | 2,70  |
|                               | 23,14 | 13,47 | 0,00 | 0,31 | 1,61 | 0,00 | 55,78 | 2,04 | 0,16 | 0,35 | 1,85 | 0,74 | 0,27 | 0,17 | 27,30 | 2,80  |
|                               | 21,65 | 13,78 | 0,00 | 0,16 | 1,56 | 0,00 | 56,85 | 2,20 | 0,33 | 0,31 | 1,98 | 0,75 | 0,06 | 0,22 | 25,90 | 2,90  |
|                               | 23,42 | 13,27 | 0,00 | 0,82 | 1,57 | 0,00 | 55,25 | 1,88 | 0,26 | 0,32 | 1,68 | 0,51 | 0,58 | 0,18 | 29,50 | 3,70  |
|                               | 23,62 | 13,46 | 0,00 | 0,34 | 1,68 | 0,13 | 55,62 | 1,85 | 0,25 | 0,36 | 1,60 | 0,48 | 0,37 | 0,04 | 30,00 | 3,90  |
|                               | 21,95 | 14,05 | 0,00 | 0,06 | 1,42 | 0,00 | 57,60 | 1,97 | 0,34 | 0,10 | 1,42 | 0,60 | 0,25 | 0,08 | 29,20 | 3,30  |
| Sanukitoide - Região do Xingu | 16,98 | 14,67 | 0,00 | 0,11 | 1,51 | 0,00 | 59,75 | 2,25 | 0,36 | 0,34 | 2,45 | 0,81 | 0,14 | 0,35 | 26,60 | 2,80  |
| ABGRD                         | 16,90 | 14,66 | 0,00 | 0,14 | 1,34 | 0,00 | 60,42 | 2,11 | 0,53 | 0,43 | 1,86 | 0,95 | 0,23 | 0,28 | 28,70 | 2,20  |
| SAL-40A                       | 18,63 | 14,37 | 0,00 | 0,98 | 1,45 | 0,00 | 58,06 | 2,28 | 0,17 | 0,45 | 2,45 | 0,56 | 0,17 | 0,23 | 25,50 | 4,10  |
|                               | 18,05 | 14,61 | 0,00 | 0,19 | 1,11 | 0,00 | 59,39 | 2,14 | 0,30 | 0,31 | 2,59 | 0,77 | 0,26 | 0,10 | 27,80 | 2,80  |
|                               | 19,13 | 14,14 | 0,00 | 2,05 | 1,21 | 0,00 | 56,43 | 2,38 | 0,42 | 0,34 | 2,57 | 0,68 | 0,26 | 0,19 | 23,70 | 3,50  |
|                               | 19,83 | 14,31 | 0,00 | 2,39 | 1,14 | 0,00 | 55,72 | 2,34 | 0,47 | 0,21 | 2,28 | 0,67 | 0,31 | 0,12 | 23,80 | 3,50  |
|                               | 19,76 | 14,41 | 0,00 | 2,21 | 1,56 | 0,00 | 55,42 | 2,16 | 0,40 | 0,27 | 2,65 | 0,52 | 0,20 | 0,28 | 25,70 | 4,20  |
|                               | 17,89 | 14,13 | 0,00 | 0,51 | 1,64 | 0,00 | 58,07 | 2,18 | 0,34 | 0,27 | 3,09 | 1,15 | 0,38 | 0,22 | 26,70 | 1,90  |
|                               | 19,46 | 14,00 | 0,00 | 0,28 | 1,52 | 0,00 | 58,14 | 2,32 | 0,37 | 0,42 | 2,18 | 0,69 | 0,19 | 0,29 | 25,10 | 3,30  |
|                               | 20,11 | 14,18 | 0,00 | 0,39 | 1,40 | 0,00 | 58,44 | 2,02 | 0,34 | 0,53 | 1,39 | 0,60 | 0,34 | 0,08 | 29,00 | 3,40  |
|                               | 19,89 | 14,13 | 0,00 | 0,42 | 1,35 | 0,00 | 57,93 | 2,15 | 0,70 | 0,18 | 2,22 | 0,46 | 0,32 | 0,07 | 26,90 | 4,70  |
|                               | 19,26 | 14,26 | 0,00 | 0,07 | 1,39 | 0,00 | 58,16 | 2,44 | 0,16 | 0,38 | 2,43 | 0,67 | 0,15 | 0,36 | 23,90 | 3,60  |
|                               | 19,19 | 14,13 | 0,00 | 0,18 | 1,60 | 0,00 | 57,68 | 2,18 | 0,34 | 0,37 | 2,77 | 1,10 | 0,00 | 0,20 | 26,50 | 2,00  |
|                               | 19,47 | 14,17 | 0,00 | 0,22 | 1,54 | 0,00 | 59,38 | 1,98 | 0,21 | 0,30 | 1,32 | 0,74 | 0,29 | 0,15 | 30,00 | 2,70  |
|                               | 20,90 | 14,06 | 0,00 | 1,07 | 1,47 | 0,00 | 56,37 | 2,13 | 0,55 | 0,07 | 2,21 | 0,32 | 0,43 | 0,22 | 26,50 | 6,70  |
|                               | 19,45 | 14,06 | 0,00 | 1,15 | 1,36 | 0,01 | 57,36 | 1,99 | 0,26 | 0,46 | 1,96 | 0,90 | 0,44 | 0,22 | 28,90 | 2,20  |
|                               | 18,91 | 14,14 | 0,00 | 0,07 | 1,55 | 0,06 | 59,00 | 2,04 | 0,49 | 0,15 | 1,80 | 0,90 | 0,26 | 0,35 | 29,00 | 2,30  |
|                               | 21,01 | 13,93 | 0,00 | 1,26 | 1,48 | 0,03 | 56,68 | 1,84 | 0,70 | 0,15 | 1,38 | 0,87 | 0,30 | 0,22 | 31,80 | 2,10  |
|                               | 19,52 | 14,17 | 0,00 | 0,17 | 1,46 | 0,00 | 58,71 | 1,89 | 0,39 | 0,41 | 1,62 | 0,88 | 0,26 | 0,27 | 31,10 | 2,10  |
|                               | 19,57 | 14,08 | 0,00 | 0,39 | 1,50 | 0,00 | 58,05 | 2,29 | 0,62 | 0,39 | 1,64 | 0,79 | 0,25 | 0,26 | 25,40 | 2,90  |
|                               | 19,79 | 13,95 | 0,00 | 0,97 | 1,36 | 0,06 | 57,18 | 2,01 | 0,52 | 0,35 | 2,23 | 0,56 | 0,64 | 0,06 | 28,40 | 3,60  |
|                               | 20,29 | 14,08 | 0,00 | 1,33 | 1,50 | 0,05 | 55,95 | 2,39 | 0,31 | 0,51 | 1,99 | 0,64 | 0,64 | 0,00 | 23,40 | 3,70  |
|                               | 20,15 | 14,23 | 0,00 | 1,07 | 1,38 | 0,09 | 56,69 | 2,30 | 0,41 | 0,26 | 1,84 | 0,87 | 0,26 | 0,25 | 24,60 | 2,70  |
|                               | 20,75 | 13,82 | 0,00 | 1,09 | 1,58 | 0,00 | 55,79 | 2,17 | 0,51 | 0,39 | 2,41 | 0,50 | 0,40 | 0,21 | 25,70 | 4,30  |
|                               | 20,27 | 14,01 | 0,00 | 0,70 | 1,30 | 0,00 | 56,84 | 1,90 | 0,51 | 0,43 | 2,32 | 0,83 | 0,43 | 0,18 | 29,90 | 2,30  |
|                               | 21,96 | 13,54 | 0,00 | 1,04 | 1,33 | 0,00 | 55,75 | 2,01 | 0,55 | 0,36 | 2,11 | 0,47 | 0,40 | 0,26 | 27,70 | 4,30  |
|                               | 22,20 | 13,37 | 0,00 | 1,08 | 1,48 | 0,23 | 54,29 | 2,02 | 0,49 | 0,29 | 2,02 | 0,75 | 0,85 | 0,64 | 26,90 | 2,70  |

|                               | O     | Si    | P    | Ca   | Sr   | Y    | Zr    | Nb   | Ba   | Ce   | Hf   | Ta   | Th   | U    | Zr/Nb | Nb/Ta |
|-------------------------------|-------|-------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|
|                               | 21,03 | 13,72 | 0,00 | 1,49 | 1,68 | 0,00 | 55,06 | 2,07 | 0,30 | 0,59 | 2,25 | 0,97 | 0,42 | 0,19 | 26,60 | 2,10  |
|                               | 19,96 | 13,84 | 0,00 | 0,42 | 1,57 | 0,00 | 56,73 | 2,42 | 0,52 | 0,27 | 2,30 | 0,98 | 0,53 | 0,06 | 23,40 | 2,50  |
|                               | 20,16 | 13,58 | 0,00 | 0,65 | 1,74 | 0,00 | 56,47 | 2,47 | 0,55 | 0,38 | 2,38 | 0,69 | 0,41 | 0,16 | 22,90 | 3,60  |
|                               | 20,25 | 14,01 | 0,00 | 1,08 | 1,14 | 0,00 | 56,23 | 2,16 | 0,40 | 0,58 | 2,46 | 0,82 | 0,56 | 0,05 | 26,00 | 2,60  |
|                               | 20,54 | 13,75 | 0,00 | 0,82 | 1,42 | 0,00 | 56,30 | 2,53 | 0,61 | 0,40 | 1,83 | 1,19 | 0,27 | 0,18 | 22,20 | 2,10  |
|                               | 22,08 | 13,83 | 0,00 | 2,20 | 1,43 | 0,00 | 54,24 | 2,05 | 0,36 | 0,60 | 1,75 | 0,54 | 0,42 | 0,23 | 26,50 | 3,80  |
|                               | 18,75 | 14,26 | 0,00 | 0,18 | 1,49 | 0,00 | 57,77 | 2,32 | 0,56 | 0,71 | 2,11 | 0,94 | 0,33 | 0,21 | 24,90 | 2,50  |
|                               | 18,75 | 14,25 | 0,00 | 0,10 | 1,82 | 0,00 | 58,27 | 2,34 | 0,47 | 0,29 | 1,88 | 0,80 | 0,32 | 0,33 | 25,00 | 2,90  |
|                               | 19,91 | 13,98 | 0,00 | 0,57 | 1,71 | 0,00 | 57,20 | 2,15 | 0,51 | 0,31 | 1,75 | 0,60 | 0,80 | 0,20 | 26,60 | 3,60  |
|                               | 19,83 | 14,15 | 0,00 | 0,18 | 1,45 | 0,00 | 57,68 | 2,08 | 0,40 | 0,39 | 2,08 | 0,97 | 0,30 | 0,17 | 27,70 | 2,10  |
|                               | 19,37 | 14,44 | 0,00 | 0,09 | 1,59 | 0,00 | 57,98 | 2,48 | 0,32 | 0,39 | 1,73 | 0,71 | 0,25 | 0,34 | 23,40 | 3,50  |
|                               | 21,92 | 14,54 | 0,00 | 1,63 | 1,47 | 0,00 | 53,85 | 2,20 | 0,56 | 0,11 | 1,81 | 0,88 | 0,31 | 0,25 | 24,40 | 2,50  |
|                               | 20,41 | 13,99 | 0,00 | 1,61 | 1,62 | 0,00 | 54,85 | 2,26 | 0,38 | 0,38 | 2,52 | 1,07 | 0,21 | 0,41 | 24,30 | 2,10  |
|                               | 20,39 | 14,01 | 0,00 | 1,84 | 1,50 | 0,00 | 55,79 | 2,24 | 0,51 | 0,31 | 1,45 | 1,09 | 0,07 | 0,35 | 25,00 | 2,10  |
|                               | 19,42 | 14,35 | 0,00 | 0,09 | 1,33 | 0,00 | 57,18 | 2,57 | 0,47 | 0,39 | 2,24 | 1,21 | 0,17 | 0,37 | 22,30 | 2,10  |
|                               | 19,26 | 14,44 | 0,00 | 0,05 | 1,47 | 0,00 | 57,81 | 2,36 | 0,25 | 0,50 | 2,46 | 0,67 | 0,22 | 0,26 | 24,50 | 3,50  |
|                               | 19,58 | 14,05 | 0,00 | 0,27 | 1,65 | 0,00 | 57,76 | 2,31 | 0,58 | 0,31 | 2,00 | 0,75 | 0,15 | 0,35 | 25,00 | 3,10  |
|                               | 20,65 | 14,19 | 0,00 | 0,91 | 1,34 | 0,00 | 56,24 | 2,03 | 0,17 | 0,33 | 2,78 | 0,66 | 0,36 | 0,09 | 27,70 | 3,10  |
|                               | 20,92 | 14,27 | 0,00 | 0,95 | 1,54 | 0,00 | 55,59 | 2,20 | 0,45 | 0,13 | 2,64 | 0,62 | 0,26 | 0,12 | 25,20 | 3,60  |
|                               | 21,78 | 13,93 | 0,00 | 1,28 | 1,27 | 0,00 | 54,24 | 2,10 | 0,33 | 0,68 | 2,62 | 0,88 | 0,05 | 0,28 | 25,80 | 2,40  |
|                               | 18,65 | 14,53 | 0,00 | 0,14 | 1,22 | 0,00 | 58,92 | 2,12 | 0,55 | 0,21 | 2,15 | 0,99 | 0,10 | 0,16 | 27,80 | 2,10  |
|                               | 19,09 | 14,48 | 0,00 | 0,14 | 1,43 | 0,00 | 58,17 | 2,27 | 0,36 | 0,22 | 2,29 | 1,04 | 0,10 | 0,18 | 25,60 | 2,20  |
|                               | 20,89 | 14,04 | 0,00 | 1,14 | 1,25 | 0,00 | 56,21 | 2,25 | 0,05 | 0,41 | 2,17 | 0,94 | 0,20 | 0,18 | 25,00 | 2,40  |
|                               | 20,60 | 14,16 | 0,00 | 0,79 | 1,45 | 0,00 | 57,14 | 2,01 | 0,30 | 0,36 | 1,88 | 0,43 | 0,44 | 0,18 | 28,50 | 4,70  |
|                               | 22,33 | 13,80 | 0,00 | 0,43 | 1,24 | 0,00 | 56,05 | 2,21 | 0,23 | 0,22 | 2,00 | 0,72 | 0,24 | 0,37 | 25,30 | 3,10  |
| Sanukitoide - Região do Xingu | 21,05 | 14,09 | 0,00 | 0,77 | 1,40 | 0,00 | 57,06 | 2,31 | 0,31 | 0,50 | 1,08 | 0,69 | 0,21 | 0,36 | 24,70 | 3,40  |
| ABGRD                         | 20,19 | 13,92 | 0,00 | 1,12 | 1,42 | 0,00 | 56,42 | 2,22 | 0,52 | 0,55 | 2,18 | 0,59 | 0,31 | 0,22 | 25,40 | 3,80  |
| SAL-41                        | 20,83 | 13,99 | 0,00 | 0,98 | 1,41 | 0,00 | 55,21 | 2,38 | 0,17 | 0,73 | 2,28 | 0,97 | 0,65 | 0,18 | 23,20 | 2,40  |
|                               | 20,33 | 14,14 | 0,00 | 1,14 | 1,50 | 0,00 | 56,52 | 2,30 | 0,54 | 0,21 | 1,70 | 0,69 | 0,14 | 0,56 | 24,60 | 3,30  |
|                               | 18,87 | 14,31 | 0,00 | 0,25 | 1,31 | 0,00 | 58,76 | 2,36 | 0,47 | 0,40 | 1,81 | 0,96 | 0,10 | 0,17 | 24,90 | 2,50  |
|                               | 22,74 | 13,67 | 0,00 | 2,49 | 1,48 | 0,00 | 53,31 | 1,95 | 0,42 | 0,51 | 1,74 | 0,79 | 0,36 | 0,37 | 27,30 | 2,50  |
|                               | 21,97 | 13,76 | 0,00 | 1,58 | 1,52 | 0,00 | 54,81 | 2,24 | 0,26 | 0,30 | 2,15 | 0,68 | 0,31 | 0,12 | 24,40 | 3,30  |
|                               | 21,32 | 13,81 | 0,00 | 1,54 | 1,63 | 0,00 | 55,13 | 2,10 | 0,24 | 0,59 | 2,26 | 0,65 | 0,28 | 0,27 | 26,30 | 3,20  |
|                               | 21,50 | 13,79 | 0,00 | 1,12 | 1,53 | 0,00 | 55,87 | 2,33 | 0,45 | 0,27 | 1,66 | 0,59 | 0,23 | 0,37 | 23,90 | 3,90  |
|                               | 22,19 | 13,49 | 0,00 | 1,86 | 1,67 | 0,00 | 53,80 | 2,20 | 0,55 | 0,25 | 2,03 | 1,08 | 0,16 | 0,45 | 24,40 | 2,00  |
|                               | 20,83 | 14,07 | 0,00 | 0,97 | 1,17 | 0,00 | 57,09 | 2,09 | 0,20 | 0,39 | 1,32 | 1,10 | 0,23 | 0,33 | 27,30 | 1,90  |
|                               | 21,10 | 13,98 | 0,00 | 1,16 | 1,52 | 0,00 | 57,25 | 2,03 | 0,28 | 0,24 | 1,17 | 0,55 | 0,38 | 0,14 | 28,20 | 3,70  |
|                               | 18,67 | 14,38 | 0,00 | 0,17 | 1,43 | 0,00 | 58,95 | 2,56 | 0,45 | 0,06 | 1,86 | 0,86 | 0,03 | 0,27 | 23,10 | 3,00  |
|                               | 18,56 | 14,42 | 0,00 | 0,07 | 1,68 | 0,00 | 58,78 | 2,08 | 0,27 | 0,37 | 2,49 | 0,75 | 0,02 | 0,30 | 28,20 | 2,80  |
|                               | 21,48 | 14,08 | 0,00 | 1,76 | 1,45 | 0,00 | 55,19 | 2,35 | 0,24 | 0,53 | 1,50 | 0,73 | 0,39 | 0,10 | 23,50 | 3,20  |
|                               | 22,05 | 13,90 | 0,00 | 1,44 | 1,39 | 0,00 | 55,16 | 1,89 | 0,26 | 0,48 | 1,74 | 0,94 | 0,28 | 0,18 | 29,10 | 2,00  |

| O     | Si    | P    | Ca   | Sr   | Y    | Zr    | Nb   | Ba   | Ce   | Hf   | Ta   | Th   | U    | Zr/Nb | Nb/Ta |
|-------|-------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|
| 21,29 | 13,94 | 0,00 | 0,85 | 1,53 | 0,00 | 56,24 | 2,20 | 0,35 | 0,45 | 1,72 | 0,75 | 0,28 | 0,19 | 25,50 | 2,90  |
| 21,04 | 14,03 | 0,00 | 0,22 | 1,39 | 0,02 | 57,45 | 2,10 | 0,42 | 0,32 | 1,46 | 0,59 | 0,55 | 0,18 | 27,30 | 3,60  |
| 21,55 | 13,49 | 0,00 | 1,17 | 1,52 | 0,00 | 55,72 | 2,15 | 0,26 | 0,29 | 2,36 | 0,52 | 0,12 | 0,54 | 25,90 | 4,10  |
| 20,91 | 14,12 | 0,00 | 1,25 | 1,28 | 0,00 | 56,07 | 2,04 | 0,15 | 0,62 | 2,00 | 0,61 | 0,29 | 0,37 | 27,40 | 3,30  |
| 21,22 | 14,63 | 0,00 | 1,01 | 1,63 | 0,00 | 55,97 | 1,94 | 0,38 | 0,23 | 1,52 | 0,77 | 0,27 | 0,23 | 28,80 | 2,50  |
| 20,36 | 15,53 | 0,00 | 0,88 | 1,55 | 0,00 | 54,02 | 2,01 | 0,26 | 0,30 | 2,42 | 0,79 | 0,00 | 1,67 | 26,86 | 2,60  |
| 22,26 | 13,82 | 0,00 | 0,05 | 1,45 | 0,00 | 56,67 | 1,96 | 0,20 | 0,49 | 1,59 | 0,86 | 0,26 | 0,21 | 29,00 | 2,30  |
| 18,69 | 14,47 | 0,00 | 0,08 | 1,48 | 0,00 | 59,34 | 1,91 | 0,28 | 0,57 | 1,83 | 0,75 | 0,27 | 0,11 | 31,10 | 2,50  |
| 19,27 | 14,16 | 0,00 | 0,09 | 1,51 | 0,00 | 59,12 | 2,05 | 0,43 | 0,23 | 1,82 | 0,66 | 0,08 | 0,22 | 28,80 | 3,10  |
| 22,79 | 13,52 | 0,00 | 1,26 | 1,43 | 0,00 | 55,61 | 2,09 | 0,28 | 0,29 | 1,72 | 0,50 | 0,11 | 0,28 | 26,60 | 4,20  |
| 24,11 | 12,81 | 0,00 | 1,40 | 1,94 | 1,50 | 49,43 | 2,11 | 0,54 | 2,73 | 1,35 | 0,56 | 0,52 | 0,79 | 23,40 | 3,80  |
| 22,32 | 13,94 | 0,00 | 1,62 | 1,34 | 0,06 | 54,95 | 1,77 | 0,51 | 0,16 | 1,74 | 0,50 | 0,58 | 0,37 | 31,10 | 3,50  |
| 23,40 | 13,71 | 0,00 | 2,46 | 1,48 | 0,00 | 53,09 | 2,02 | 0,34 | 0,27 | 1,68 | 0,73 | 0,33 | 0,35 | 26,30 | 2,80  |
| 23,00 | 13,74 | 0,00 | 1,45 | 1,39 | 0,11 | 53,87 | 1,92 | 0,44 | 0,12 | 2,04 | 0,72 | 0,74 | 0,32 | 28,00 | 2,70  |
| 22,88 | 13,87 | 0,00 | 1,96 | 1,27 | 0,00 | 54,05 | 1,79 | 0,31 | 0,26 | 2,24 | 0,55 | 0,14 | 0,43 | 30,30 | 3,20  |
| 24,28 | 13,81 | 0,00 | 1,60 | 1,33 | 0,00 | 52,76 | 2,09 | 0,15 | 0,63 | 1,97 | 0,60 | 0,25 | 0,41 | 25,30 | 3,50  |
| 22,55 | 14,24 | 0,00 | 1,16 | 1,38 | 0,00 | 54,87 | 2,10 | 0,24 | 0,23 | 2,07 | 0,32 | 0,36 | 0,25 | 26,10 | 6,70  |
| 21,84 | 13,97 | 0,00 | 0,92 | 1,38 | 0,00 | 56,09 | 1,80 | 0,25 | 0,21 | 2,02 | 0,70 | 0,36 | 0,24 | 31,20 | 2,60  |
| 25,27 | 13,62 | 0,00 | 2,02 | 1,53 | 0,00 | 51,94 | 1,59 | 0,15 | 0,38 | 1,61 | 0,54 | 0,75 | 0,38 | 32,60 | 2,90  |
| 23,02 | 14,03 | 0,00 | 1,74 | 1,55 | 0,00 | 54,14 | 1,87 | 0,20 | 0,29 | 1,65 | 0,43 | 0,55 | 0,38 | 28,90 | 4,30  |
| 25,44 | 13,76 | 0,00 | 1,85 | 1,47 | 0,00 | 51,54 | 2,02 | 0,21 | 0,65 | 1,11 | 0,67 | 0,60 | 0,50 | 25,60 | 3,00  |
| 22,93 | 13,70 | 0,00 | 1,60 | 1,46 | 0,00 | 54,41 | 2,25 | 0,25 | 0,18 | 1,77 | 0,76 | 0,28 | 0,16 | 24,20 | 3,00  |
| 22,80 | 13,60 | 0,00 | 1,03 | 1,33 | 0,00 | 55,38 | 2,08 | 0,47 | 0,37 | 1,28 | 0,86 | 0,02 | 0,48 | 26,60 | 2,40  |
| 22,59 | 13,69 | 0,00 | 0,87 | 1,55 | 0,00 | 55,61 | 2,21 | 0,20 | 0,48 | 1,63 | 0,58 | 0,04 | 0,37 | 25,10 | 3,80  |
| 24,91 | 13,58 | 0,00 | 1,32 | 1,35 | 0,00 | 52,67 | 2,07 | 0,32 | 0,25 | 1,78 | 0,83 | 0,08 | 0,63 | 25,40 | 2,50  |
| 24,76 | 13,55 | 0,00 | 1,56 | 1,45 | 0,05 | 52,73 | 1,96 | 0,30 | 0,26 | 1,94 | 0,65 | 0,25 | 0,36 | 27,00 | 3,00  |
| 23,97 | 13,51 | 0,00 | 1,55 | 1,55 | 0,00 | 53,11 | 2,30 | 0,30 | 0,38 | 1,78 | 0,64 | 0,38 | 0,34 | 23,10 | 3,60  |
| 23,98 | 13,57 | 0,00 | 1,58 | 1,53 | 0,00 | 54,52 | 1,96 | 0,16 | 0,23 | 1,25 | 0,63 | 0,13 | 0,28 | 27,90 | 3,10  |
| 23,76 | 13,42 | 0,00 | 1,24 | 1,43 | 0,00 | 54,59 | 2,05 | 0,33 | 0,42 | 1,70 | 0,55 | 0,05 | 0,35 | 26,60 | 3,70  |
| 22,15 | 14,01 | 0,00 | 0,93 | 1,48 | 0,00 | 55,40 | 2,20 | 0,43 | 0,19 | 2,11 | 0,36 | 0,17 | 0,41 | 25,20 | 6,10  |
| 20,27 | 14,30 | 0,00 | 0,06 | 1,33 | 0,00 | 57,92 | 2,18 | 0,49 | 0,25 | 2,19 | 0,47 | 0,19 | 0,21 | 26,60 | 4,60  |
| 22,98 | 13,59 | 0,00 | 1,18 | 1,56 | 0,04 | 54,26 | 2,04 | 0,39 | 0,40 | 1,97 | 0,92 | 0,19 | 0,22 | 26,60 | 2,20  |
| 24,33 | 13,54 | 0,00 | 1,26 | 1,21 | 0,00 | 53,99 | 2,03 | 0,14 | 0,53 | 1,49 | 0,56 | 0,34 | 0,46 | 26,50 | 3,70  |
| 23,51 | 13,68 | 0,00 | 0,94 | 1,42 | 0,00 | 55,28 | 2,02 | 0,17 | 0,29 | 1,46 | 0,65 | 0,15 | 0,32 | 27,40 | 3,10  |
| 23,56 | 13,54 | 0,00 | 1,29 | 1,31 | 0,00 | 54,59 | 1,98 | 0,34 | 0,20 | 2,02 | 0,65 | 0,19 | 0,22 | 27,60 | 3,00  |
| 21,82 | 14,08 | 0,00 | 0,12 | 1,59 | 0,00 | 56,92 | 2,23 | 0,22 | 0,29 | 1,50 | 0,79 | 0,19 | 0,11 | 25,50 | 2,80  |
| 20,99 | 14,12 | 0,00 | 0,03 | 1,56 | 0,00 | 57,55 | 2,26 | 0,40 | 0,23 | 1,82 | 0,56 | 0,12 | 0,13 | 25,40 | 4,10  |
| 23,15 | 13,63 | 0,00 | 1,03 | 1,38 | 0,00 | 55,42 | 2,14 | 0,28 | 0,24 | 1,51 | 0,63 | 0,12 | 0,26 | 25,90 | 3,40  |
| 22,18 | 13,83 | 0,00 | 0,37 | 1,36 | 0,00 | 56,51 | 2,31 | 0,31 | 0,27 | 1,71 | 0,64 | 0,20 | 0,12 | 24,50 | 3,60  |
| 22,76 | 13,78 | 0,00 | 1,02 | 1,22 | 0,00 | 54,92 | 2,32 | 0,26 | 0,30 | 2,03 | 0,83 | 0,19 | 0,13 | 23,70 | 2,80  |
| 23,16 | 13,42 | 0,00 | 1,04 | 1,36 | 0,00 | 55,02 | 1,83 | 0,41 | 0,22 | 2,11 | 0,55 | 0,28 | 0,30 | 30,00 | 3,30  |

|                       | O     | Si    | P    | Ca   | Sr   | Y    | Zr    | Nb   | Ba   | Ce   | Hf   | Ta   | Th   | U    | Zr/Nb | Nb/Ta |
|-----------------------|-------|-------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|
|                       | 22,82 | 13,54 | 0,00 | 0,78 | 1,54 | 0,00 | 55,47 | 1,99 | 0,21 | 0,50 | 1,94 | 0,57 | 0,35 | 0,13 | 27,90 | 3,50  |
|                       | 20,66 | 14,10 | 0,00 | 0,06 | 1,54 | 0,00 | 57,45 | 2,35 | 0,31 | 0,16 | 2,09 | 0,73 | 0,14 | 0,16 | 24,50 | 3,20  |
| Sanukitoide - Bannach | 23,96 | 13,69 | 0,00 | 0,07 | 1,22 | 0,00 | 55,60 | 2,10 | 0,37 | 0,26 | 1,69 | 0,63 | 0,14 | 0,10 | 26,40 | 3,40  |
| ABGRD                 | 23,91 | 13,82 | 0,00 | 0,00 | 1,25 | 0,00 | 56,38 | 2,13 | 0,17 | 0,10 | 1,18 | 0,70 | 0,01 | 0,23 | 26,40 | 3,10  |
| FRM-80                | 23,94 | 13,73 | 0,00 | 0,09 | 1,32 | 0,00 | 55,65 | 2,22 | 0,16 | 0,22 | 1,60 | 0,71 | 0,14 | 0,11 | 25,10 | 3,10  |
|                       | 24,37 | 13,70 | 0,00 | 0,07 | 1,30 | 0,00 | 55,55 | 2,22 | 0,31 | 0,09 | 1,66 | 0,44 | 0,11 | 0,08 | 25,00 | 5,00  |
|                       | 24,08 | 13,75 | 0,00 | 0,09 | 1,19 | 0,00 | 55,76 | 2,09 | 0,34 | 0,17 | 1,56 | 0,57 | 0,06 | 0,20 | 26,70 | 3,70  |
|                       | 23,79 | 13,89 | 0,00 | 0,06 | 1,15 | 0,00 | 55,72 | 2,07 | 0,44 | 0,25 | 1,58 | 0,76 | 0,06 | 0,11 | 26,90 | 2,70  |
|                       | 24,51 | 13,76 | 0,00 | 0,09 | 1,19 | 0,00 | 55,68 | 2,00 | 0,42 | 0,10 | 1,49 | 0,38 | 0,13 | 0,11 | 27,90 | 5,20  |
|                       | 23,79 | 13,92 | 0,00 | 0,06 | 1,12 | 0,00 | 56,10 | 2,09 | 0,20 | 0,33 | 1,51 | 0,51 | 0,03 | 0,20 | 26,80 | 4,10  |
|                       | 22,46 | 14,26 | 0,00 | 0,11 | 1,44 | 0,00 | 56,18 | 2,12 | 0,42 | 0,22 | 1,61 | 0,65 | 0,04 | 0,18 | 26,50 | 3,30  |
|                       | 23,28 | 13,63 | 0,00 | 0,06 | 1,22 | 0,00 | 56,17 | 1,96 | 0,63 | 0,14 | 2,13 | 0,40 | 0,15 | 0,08 | 28,60 | 4,90  |
|                       | 24,03 | 13,69 | 0,00 | 0,06 | 1,25 | 0,00 | 56,17 | 2,02 | 0,18 | 0,21 | 1,67 | 0,39 | 0,04 | 0,12 | 27,80 | 5,20  |
|                       | 24,86 | 13,53 | 0,00 | 0,05 | 1,23 | 0,00 | 55,62 | 2,10 | 0,12 | 0,30 | 1,45 | 0,46 | 0,08 | 0,04 | 26,50 | 4,60  |
|                       | 24,48 | 13,77 | 0,00 | 0,09 | 1,25 | 0,00 | 55,78 | 2,00 | 0,14 | 0,25 | 1,34 | 0,53 | 0,03 | 0,19 | 27,90 | 3,70  |
|                       | 24,21 | 13,76 | 0,00 | 0,08 | 1,22 | 0,00 | 55,97 | 1,87 | 0,08 | 0,39 | 1,39 | 0,72 | 0,06 | 0,13 | 30,00 | 2,60  |
|                       | 23,58 | 13,74 | 0,00 | 0,14 | 1,21 | 0,00 | 56,51 | 1,99 | 0,18 | 0,22 | 1,60 | 0,37 | 0,09 | 0,21 | 28,50 | 5,30  |
|                       | 23,85 | 13,53 | 0,00 | 0,09 | 1,28 | 0,00 | 56,49 | 1,94 | 0,35 | 0,29 | 1,31 | 0,50 | 0,04 | 0,17 | 29,10 | 3,90  |
|                       | 23,18 | 13,77 | 0,00 | 0,09 | 1,35 | 0,00 | 57,15 | 1,83 | 0,26 | 0,14 | 1,39 | 0,51 | 0,12 | 0,09 | 31,20 | 3,60  |
|                       | 24,43 | 13,45 | 0,00 | 0,12 | 1,34 | 0,00 | 56,21 | 1,86 | 0,22 | 0,18 | 1,56 | 0,27 | 0,10 | 0,11 | 30,20 | 6,80  |
|                       | 24,46 | 13,54 | 0,00 | 0,08 | 1,27 | 0,00 | 56,53 | 1,85 | 0,31 | 0,24 | 1,05 | 0,38 | 0,06 | 0,07 | 30,50 | 4,90  |
|                       | 24,37 | 13,76 | 0,00 | 0,12 | 1,19 | 0,00 | 56,10 | 1,93 | 0,37 | 0,15 | 1,15 | 0,43 | 0,12 | 0,08 | 29,10 | 4,50  |
|                       | 23,86 | 13,82 | 0,00 | 0,09 | 1,22 | 0,00 | 56,66 | 1,84 | 0,19 | 0,29 | 1,23 | 0,48 | 0,06 | 0,07 | 30,90 | 3,80  |
|                       | 24,74 | 13,59 | 0,00 | 0,07 | 1,06 | 0,00 | 55,92 | 1,94 | 0,28 | 0,12 | 1,45 | 0,45 | 0,06 | 0,18 | 28,80 | 4,40  |
|                       | 24,27 | 13,44 | 0,00 | 0,09 | 1,44 | 0,00 | 55,79 | 2,13 | 0,44 | 0,14 | 1,48 | 0,38 | 0,14 | 0,08 | 26,30 | 5,60  |
|                       | 24,59 | 13,75 | 0,00 | 0,09 | 1,07 | 0,00 | 55,98 | 1,96 | 0,20 | 0,23 | 1,27 | 0,53 | 0,13 | 0,08 | 28,60 | 3,70  |
|                       | 24,60 | 13,74 | 0,00 | 0,06 | 1,17 | 0,00 | 55,91 | 2,08 | 0,19 | 0,13 | 1,38 | 0,45 | 0,09 | 0,08 | 26,80 | 4,70  |
|                       | 24,88 | 13,58 | 0,00 | 0,05 | 1,24 | 0,00 | 55,54 | 1,90 | 0,41 | 0,09 | 1,53 | 0,40 | 0,15 | 0,05 | 29,30 | 4,80  |
|                       | 24,97 | 13,53 | 0,00 | 0,07 | 1,30 | 0,00 | 55,32 | 2,11 | 0,25 | 0,24 | 1,46 | 0,42 | 0,05 | 0,16 | 26,20 | 5,10  |
|                       | 24,45 | 13,71 | 0,00 | 0,07 | 1,28 | 0,00 | 55,77 | 1,94 | 0,28 | 0,20 | 1,29 | 0,57 | 0,12 | 0,11 | 28,70 | 3,40  |
|                       | 24,09 | 13,79 | 0,00 | 0,04 | 1,28 | 0,00 | 55,59 | 2,23 | 0,34 | 0,22 | 1,48 | 0,56 | 0,06 | 0,15 | 25,00 | 4,00  |
|                       | 24,34 | 13,70 | 0,00 | 0,12 | 1,26 | 0,00 | 55,61 | 1,98 | 0,39 | 0,13 | 1,65 | 0,48 | 0,06 | 0,11 | 28,10 | 4,10  |
|                       | 25,00 | 13,57 | 0,00 | 0,10 | 1,29 | 0,00 | 55,30 | 2,04 | 0,26 | 0,11 | 1,35 | 0,68 | 0,06 | 0,11 | 27,20 | 3,00  |
|                       | 24,56 | 13,69 | 0,00 | 0,10 | 1,15 | 0,00 | 55,63 | 2,22 | 0,21 | 0,17 | 1,56 | 0,40 | 0,07 | 0,11 | 25,00 | 5,60  |
|                       | 24,21 | 13,64 | 0,00 | 0,09 | 1,34 | 0,00 | 55,71 | 2,16 | 0,18 | 0,21 | 1,72 | 0,37 | 0,07 | 0,12 | 25,80 | 5,90  |
|                       | 24,56 | 13,80 | 0,00 | 0,06 | 1,27 | 0,00 | 55,89 | 1,88 | 0,47 | 0,19 | 1,10 | 0,50 | 0,13 | 0,06 | 29,80 | 3,70  |
|                       | 24,65 | 13,70 | 0,00 | 0,12 | 1,22 | 0,00 | 55,64 | 2,10 | 0,32 | 0,35 | 1,04 | 0,47 | 0,21 | 0,00 | 26,50 | 4,40  |
|                       | 24,15 | 13,79 | 0,00 | 0,06 | 1,33 | 0,00 | 56,05 | 1,78 | 0,35 | 0,16 | 1,14 | 0,78 | 0,04 | 0,21 | 31,50 | 2,30  |
|                       | 24,71 | 13,40 | 0,00 | 0,10 | 1,39 | 0,00 | 55,81 | 1,98 | 0,25 | 0,15 | 1,26 | 0,62 | 0,08 | 0,12 | 28,20 | 3,20  |
|                       | 24,39 | 13,71 | 0,00 | 0,10 | 1,22 | 0,00 | 55,50 | 2,08 | 0,47 | 0,06 | 1,63 | 0,50 | 0,07 | 0,12 | 26,60 | 4,10  |
|                       | 24,76 | 13,50 | 0,00 | 0,14 | 1,33 | 0,00 | 55,32 | 2,04 | 0,44 | 0,13 | 1,61 | 0,27 | 0,10 | 0,12 | 27,10 | 7,50  |

|                       | O     | Si    | P    | Ca   | Sr   | Y    | Zr    | Nb   | Ba   | Ce   | Hf   | Ta   | Th   | U    | Zr/Nb | Nb/Ta |
|-----------------------|-------|-------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|
|                       | 24,56 | 13,80 | 0,00 | 0,06 | 1,20 | 0,00 | 55,56 | 2,28 | 0,25 | 0,19 | 1,29 | 0,48 | 0,10 | 0,10 | 24,30 | 4,80  |
|                       | 24,15 | 13,69 | 0,00 | 0,04 | 1,25 | 0,00 | 55,98 | 1,92 | 0,26 | 0,09 | 1,87 | 0,40 | 0,06 | 0,16 | 29,20 | 4,80  |
|                       | 24,34 | 13,85 | 0,00 | 0,07 | 1,33 | 0,00 | 55,78 | 1,89 | 0,13 | 0,41 | 1,63 | 0,27 | 0,06 | 0,09 | 29,60 | 7,10  |
|                       | 24,42 | 13,73 | 0,00 | 0,09 | 1,26 | 0,00 | 55,60 | 2,05 | 0,19 | 0,21 | 1,65 | 0,47 | 0,00 | 0,19 | 27,20 | 4,30  |
|                       | 24,80 | 13,79 | 0,00 | 0,10 | 1,16 | 0,00 | 55,24 | 2,08 | 0,42 | 0,20 | 1,45 | 0,48 | 0,04 | 0,17 | 26,60 | 4,30  |
|                       | 24,54 | 13,64 | 0,00 | 0,08 | 1,37 | 0,00 | 55,38 | 2,18 | 0,23 | 0,14 | 1,65 | 0,43 | 0,07 | 0,11 | 25,50 | 5,00  |
|                       | 24,49 | 13,71 | 0,00 | 0,04 | 1,22 | 0,00 | 56,01 | 1,91 | 0,23 | 0,16 | 1,48 | 0,45 | 0,12 | 0,04 | 29,40 | 4,30  |
|                       | 23,95 | 13,76 | 0,00 | 0,05 | 1,31 | 0,00 | 56,01 | 2,01 | 0,40 | 0,15 | 1,61 | 0,44 | 0,08 | 0,07 | 27,90 | 4,60  |
|                       | 24,25 | 13,81 | 0,00 | 0,06 | 1,29 | 0,00 | 55,78 | 1,91 | 0,17 | 0,34 | 1,32 | 0,66 | 0,08 | 0,13 | 29,20 | 2,90  |
|                       | 24,72 | 13,55 | 0,00 | 0,06 | 1,18 | 0,00 | 56,03 | 1,92 | 0,20 | 0,21 | 1,17 | 0,65 | 0,09 | 0,09 | 29,30 | 3,00  |
|                       | 24,56 | 13,52 | 0,00 | 0,08 | 1,18 | 0,00 | 55,58 | 1,92 | 0,43 | 0,09 | 1,65 | 0,49 | 0,15 | 0,08 | 28,90 | 3,90  |
|                       | 25,03 | 13,48 | 0,00 | 0,12 | 1,14 | 0,00 | 55,66 | 1,89 | 0,14 | 0,25 | 1,60 | 0,33 | 0,15 | 0,07 | 29,40 | 5,80  |
|                       | 24,52 | 13,61 | 0,00 | 0,06 | 1,33 | 0,00 | 56,15 | 1,83 | 0,22 | 0,16 | 1,35 | 0,48 | 0,11 | 0,06 | 30,60 | 3,90  |
|                       | 23,71 | 13,84 | 0,00 | 0,08 | 1,39 | 0,00 | 56,08 | 2,19 | 0,19 | 0,23 | 1,51 | 0,46 | 0,08 | 0,13 | 25,60 | 4,70  |
|                       | 23,68 | 13,73 | 0,00 | 0,03 | 1,31 | 0,00 | 55,66 | 2,30 | 0,46 | 0,24 | 1,78 | 0,46 | 0,10 | 0,10 | 24,20 | 5,00  |
|                       | 24,90 | 13,54 | 0,00 | 0,05 | 1,37 | 0,00 | 55,29 | 2,02 | 0,28 | 0,19 | 1,52 | 0,53 | 0,05 | 0,13 | 27,40 | 3,80  |
|                       | 25,36 | 13,33 | 0,00 | 0,08 | 1,37 | 0,00 | 55,31 | 1,90 | 0,26 | 0,16 | 1,42 | 0,49 | 0,04 | 0,12 | 29,10 | 3,90  |
|                       | 25,45 | 13,46 | 0,00 | 0,07 | 1,22 | 0,00 | 54,70 | 2,03 | 0,25 | 0,19 | 1,60 | 0,72 | 0,02 | 0,15 | 27,00 | 2,80  |
|                       | 25,22 | 13,44 | 0,00 | 0,05 | 1,27 | 0,00 | 55,13 | 1,99 | 0,24 | 0,38 | 1,35 | 0,58 | 0,06 | 0,11 | 27,70 | 3,40  |
|                       | 25,27 | 13,72 | 0,00 | 0,07 | 1,21 | 0,00 | 54,96 | 1,96 | 0,24 | 0,20 | 1,60 | 0,46 | 0,12 | 0,04 | 28,10 | 4,20  |
|                       | 24,06 | 13,64 | 0,00 | 0,05 | 1,39 | 0,00 | 55,71 | 2,22 | 0,25 | 0,19 | 1,72 | 0,45 | 0,12 | 0,05 | 25,10 | 4,90  |
|                       | 24,70 | 13,50 | 0,00 | 0,06 | 1,39 | 0,00 | 55,04 | 2,02 | 0,17 | 0,30 | 1,71 | 0,70 | 0,12 | 0,07 | 27,30 | 2,90  |
|                       | 24,70 | 13,55 | 0,00 | 0,08 | 1,43 | 0,00 | 55,21 | 2,26 | 0,16 | 0,25 | 1,56 | 0,48 | 0,06 | 0,12 | 24,40 | 4,80  |
|                       | 24,97 | 13,51 | 0,00 | 0,04 | 1,42 | 0,00 | 55,51 | 2,10 | 0,27 | 0,17 | 1,29 | 0,42 | 0,12 | 0,05 | 26,50 | 5,00  |
|                       | 24,93 | 13,55 | 0,00 | 0,06 | 1,33 | 0,00 | 55,52 | 1,91 | 0,30 | 0,18 | 1,35 | 0,54 | 0,11 | 0,12 | 29,10 | 3,50  |
|                       | 28,57 | 13,34 | 0,00 | 0,43 | 1,12 | 0,00 | 51,42 | 1,88 | 0,23 | 0,22 | 1,73 | 0,70 | 0,07 | 0,09 | 27,40 | 2,70  |
|                       | 25,15 | 14,06 | 0,00 | 0,82 | 1,54 | 0,00 | 52,45 | 2,17 | 0,37 | 0,47 | 1,80 | 0,68 | 0,06 | 0,17 | 24,20 | 3,20  |
|                       | 22,34 | 14,37 | 0,00 | 0,59 | 1,48 | 0,00 | 54,34 | 2,40 | 0,33 | 0,38 | 2,60 | 0,68 | 0,09 | 0,18 | 22,70 | 3,50  |
|                       | 24,87 | 13,56 | 0,00 | 0,12 | 1,37 | 0,00 | 55,42 | 2,09 | 0,22 | 0,27 | 1,40 | 0,31 | 0,13 | 0,13 | 26,60 | 6,80  |
|                       | 25,26 | 13,60 | 0,00 | 0,12 | 1,31 | 0,00 | 55,10 | 1,94 | 0,16 | 0,30 | 1,39 | 0,46 | 0,06 | 0,12 | 28,40 | 4,20  |
|                       | 24,15 | 13,69 | 0,00 | 0,14 | 1,33 | 0,00 | 55,29 | 2,17 | 0,28 | 0,34 | 1,55 | 0,76 | 0,09 | 0,09 | 25,50 | 2,80  |
|                       | 24,57 | 13,83 | 0,00 | 0,10 | 1,18 | 0,00 | 55,66 | 2,13 | 0,17 | 0,37 | 1,15 | 0,45 | 0,16 | 0,10 | 26,20 | 4,80  |
|                       | 24,72 | 13,60 | 0,00 | 0,11 | 1,33 | 0,00 | 55,14 | 2,11 | 0,15 | 0,40 | 1,49 | 0,61 | 0,15 | 0,05 | 26,10 | 3,50  |
| Sanukitoide - Bannach | 24,36 | 13,57 | 0,00 | 0,04 | 1,48 | 0,00 | 55,17 | 2,18 | 0,38 | 0,11 | 1,67 | 0,57 | 0,14 | 0,13 | 25,30 | 3,80  |
| ABGRD                 | 24,84 | 13,40 | 0,00 | 0,04 | 1,36 | 0,00 | 54,48 | 2,18 | 0,23 | 0,20 | 2,28 | 0,53 | 0,18 | 0,02 | 25,00 | 4,10  |
| FRM-100               | 24,47 | 13,59 | 0,00 | 0,10 | 1,28 | 0,00 | 54,57 | 2,23 | 0,16 | 0,35 | 2,21 | 0,63 | 0,06 | 0,24 | 24,50 | 3,60  |
|                       | 24,68 | 13,59 | 0,00 | 0,05 | 1,50 | 0,00 | 54,68 | 2,21 | 0,29 | 0,14 | 1,90 | 0,54 | 0,20 | 0,09 | 24,70 | 4,10  |
|                       | 24,08 | 13,71 | 0,00 | 0,04 | 1,25 | 0,00 | 55,03 | 2,17 | 0,21 | 0,36 | 2,45 | 0,29 | 0,11 | 0,19 | 25,40 | 7,50  |
|                       | 24,82 | 13,58 | 0,00 | 0,06 | 1,21 | 0,00 | 55,10 | 2,07 | 0,30 | 0,18 | 1,59 | 0,71 | 0,06 | 0,19 | 26,60 | 2,90  |
|                       | 24,18 | 13,52 | 0,00 | 0,14 | 1,58 | 0,00 | 54,72 | 2,15 | 0,81 | 0,21 | 1,60 | 0,72 | 0,14 | 0,09 | 25,50 | 3,00  |
|                       | 24,14 | 13,72 | 0,00 | 0,15 | 1,34 | 0,00 | 55,16 | 2,15 | 0,25 | 0,25 | 1,80 | 0,62 | 0,03 | 0,25 | 25,60 | 3,50  |

| O     | Si    | P    | Ca   | Sr   | Y    | Zr    | Nb   | Ba   | Ce   | Hf   | Ta   | Th   | U    | Zr/Nb | Nb/Ta |
|-------|-------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|
| 24,24 | 13,49 | 0,00 | 0,10 | 1,42 | 0,00 | 55,32 | 2,21 | 0,20 | 0,53 | 1,30 | 0,76 | 0,22 | 0,06 | 25,00 | 2,90  |
| 24,94 | 13,62 | 0,00 | 0,10 | 1,26 | 0,00 | 54,91 | 2,09 | 0,33 | 0,26 | 1,70 | 0,43 | 0,08 | 0,13 | 26,20 | 4,90  |
| 24,29 | 13,33 | 0,00 | 0,16 | 1,41 | 0,00 | 55,03 | 2,00 | 0,26 | 0,51 | 1,90 | 0,80 | 0,00 | 0,17 | 27,50 | 2,50  |
| 23,67 | 13,84 | 0,00 | 0,04 | 1,38 | 0,00 | 55,05 | 2,22 | 0,31 | 0,11 | 2,18 | 0,73 | 0,22 | 0,05 | 24,80 | 3,00  |
| 24,07 | 13,69 | 0,00 | 0,08 | 1,27 | 0,00 | 55,83 | 2,04 | 0,44 | 0,11 | 1,50 | 0,55 | 0,01 | 0,22 | 27,40 | 3,70  |
| 23,90 | 13,73 | 0,00 | 0,07 | 1,36 | 0,00 | 55,19 | 2,12 | 0,15 | 0,31 | 2,41 | 0,32 | 0,09 | 0,16 | 26,00 | 6,60  |
| 24,44 | 13,76 | 0,00 | 0,09 | 1,26 | 0,00 | 55,44 | 2,04 | 0,19 | 0,34 | 1,78 | 0,34 | 0,10 | 0,12 | 27,10 | 6,00  |
| 24,37 | 13,81 | 0,00 | 0,10 | 1,19 | 0,00 | 55,98 | 1,77 | 0,07 | 0,32 | 1,63 | 0,44 | 0,07 | 0,13 | 31,70 | 4,00  |
| 24,57 | 13,73 | 0,00 | 0,13 | 1,27 | 0,00 | 55,05 | 2,12 | 0,16 | 0,21 | 1,88 | 0,47 | 0,11 | 0,12 | 26,00 | 4,50  |
| 25,48 | 13,57 | 0,00 | 0,31 | 1,21 | 0,00 | 54,22 | 2,04 | 0,23 | 0,24 | 1,68 | 0,65 | 0,04 | 0,16 | 26,60 | 3,20  |
| 24,36 | 13,66 | 0,00 | 0,05 | 1,24 | 0,00 | 55,31 | 1,99 | 0,26 | 0,09 | 2,10 | 0,46 | 0,16 | 0,17 | 27,80 | 4,30  |
| 24,18 | 13,56 | 0,00 | 0,06 | 1,51 | 0,00 | 55,61 | 2,06 | 0,32 | 0,14 | 1,68 | 0,50 | 0,11 | 0,15 | 27,00 | 4,10  |
| 23,82 | 13,87 | 0,00 | 0,07 | 1,15 | 0,00 | 55,87 | 2,10 | 0,24 | 0,26 | 1,82 | 0,43 | 0,13 | 0,12 | 26,60 | 4,90  |
| 24,10 | 13,71 | 0,00 | 0,05 | 1,28 | 0,00 | 55,28 | 2,09 | 0,24 | 0,19 | 2,17 | 0,60 | 0,07 | 0,12 | 26,40 | 3,50  |
| 25,52 | 13,56 | 0,00 | 0,03 | 1,12 | 0,00 | 54,29 | 2,03 | 0,15 | 0,40 | 2,16 | 0,38 | 0,10 | 0,12 | 26,70 | 5,40  |
| 23,82 | 13,78 | 0,00 | 0,06 | 1,31 | 0,00 | 55,45 | 2,07 | 0,22 | 0,27 | 2,02 | 0,61 | 0,04 | 0,16 | 26,80 | 3,40  |
| 24,33 | 13,67 | 0,00 | 0,04 | 1,16 | 0,00 | 55,43 | 1,97 | 0,15 | 0,23 | 2,25 | 0,50 | 0,04 | 0,09 | 28,20 | 4,00  |
| 23,42 | 13,74 | 0,00 | 0,09 | 1,37 | 0,00 | 55,65 | 2,26 | 0,15 | 0,26 | 1,96 | 0,73 | 0,03 | 0,24 | 24,60 | 3,10  |
| 23,97 | 13,63 | 0,00 | 0,09 | 1,42 | 0,00 | 55,68 | 2,13 | 0,35 | 0,11 | 1,93 | 0,30 | 0,05 | 0,15 | 26,10 | 7,10  |
| 24,01 | 13,75 | 0,00 | 0,07 | 1,31 | 0,00 | 55,68 | 2,02 | 0,31 | 0,18 | 1,79 | 0,52 | 0,09 | 0,12 | 27,60 | 3,90  |
| 24,30 | 13,74 | 0,00 | 0,05 | 1,31 | 0,00 | 55,42 | 2,04 | 0,18 | 0,18 | 1,82 | 0,48 | 0,20 | 0,10 | 27,20 | 4,20  |
| 24,58 | 13,56 | 0,00 | 0,05 | 1,36 | 0,00 | 55,61 | 2,05 | 0,30 | 0,09 | 1,61 | 0,45 | 0,09 | 0,09 | 27,10 | 4,50  |
| 23,79 | 13,78 | 0,00 | 0,07 | 1,24 | 0,00 | 55,89 | 1,95 | 0,16 | 0,36 | 1,90 | 0,58 | 0,01 | 0,19 | 28,60 | 3,40  |
| 23,65 | 13,75 | 0,00 | 0,04 | 1,24 | 0,00 | 55,80 | 2,13 | 0,37 | 0,37 | 1,84 | 0,47 | 0,08 | 0,10 | 26,20 | 4,60  |
| 24,02 | 13,64 | 0,00 | 0,06 | 1,42 | 0,00 | 55,18 | 2,20 | 0,27 | 0,24 | 1,93 | 0,65 | 0,14 | 0,05 | 25,10 | 3,40  |
| 23,80 | 13,75 | 0,00 | 0,06 | 1,38 | 0,00 | 55,23 | 2,35 | 0,38 | 0,12 | 2,10 | 0,40 | 0,01 | 0,14 | 23,50 | 5,90  |
| 23,72 | 13,73 | 0,00 | 0,05 | 1,37 | 0,00 | 55,77 | 2,12 | 0,23 | 0,25 | 2,00 | 0,45 | 0,07 | 0,08 | 26,30 | 4,70  |
| 24,29 | 13,61 | 0,00 | 0,04 | 1,39 | 0,00 | 55,33 | 2,11 | 0,25 | 0,30 | 1,77 | 0,54 | 0,08 | 0,14 | 26,30 | 3,90  |
| 23,79 | 13,72 | 0,00 | 0,12 | 1,36 | 0,00 | 55,26 | 2,23 | 0,17 | 0,34 | 1,76 | 0,84 | 0,09 | 0,13 | 24,80 | 2,60  |
| 24,43 | 13,68 | 0,00 | 0,12 | 1,28 | 0,00 | 55,39 | 2,07 | 0,17 | 0,45 | 1,56 | 0,50 | 0,09 | 0,17 | 26,80 | 4,20  |
| 23,98 | 13,61 | 0,00 | 0,06 | 1,45 | 0,00 | 55,81 | 2,06 | 0,16 | 0,20 | 1,59 | 0,71 | 0,02 | 0,22 | 27,10 | 2,90  |
| 24,47 | 13,68 | 0,00 | 0,09 | 1,37 | 0,00 | 55,32 | 2,16 | 0,15 | 0,27 | 1,83 | 0,31 | 0,15 | 0,04 | 25,60 | 6,90  |
| 23,76 | 13,72 | 0,00 | 0,07 | 1,26 | 0,00 | 55,71 | 2,00 | 0,45 | 0,11 | 1,91 | 0,73 | 0,03 | 0,14 | 27,80 | 2,70  |
| 24,49 | 13,72 | 0,00 | 0,09 | 1,30 | 0,00 | 55,58 | 2,12 | 0,20 | 0,21 | 1,46 | 0,50 | 0,10 | 0,05 | 26,20 | 4,20  |
| 24,31 | 13,60 | 0,00 | 0,05 | 1,56 | 0,00 | 55,19 | 2,14 | 0,26 | 0,23 | 1,58 | 0,73 | 0,09 | 0,08 | 25,80 | 2,90  |
| 24,45 | 13,58 | 0,00 | 0,07 | 1,39 | 0,00 | 54,86 | 2,29 | 0,21 | 0,32 | 1,98 | 0,46 | 0,04 | 0,23 | 23,90 | 5,00  |
| 24,81 | 13,66 | 0,00 | 0,25 | 1,29 | 0,00 | 55,12 | 2,04 | 0,20 | 0,17 | 1,39 | 0,61 | 0,09 | 0,16 | 27,00 | 3,40  |
| 23,80 | 13,69 | 0,00 | 0,06 | 1,25 | 0,00 | 55,25 | 2,38 | 0,24 | 0,34 | 2,03 | 0,54 | 0,13 | 0,13 | 23,20 | 4,50  |
| 24,10 | 13,78 | 0,00 | 0,03 | 1,22 | 0,00 | 55,56 | 2,12 | 0,38 | 0,21 | 1,72 | 0,48 | 0,08 | 0,19 | 26,20 | 4,50  |
| 23,89 | 13,66 | 0,00 | 0,07 | 1,36 | 0,00 | 55,29 | 2,27 | 0,27 | 0,27 | 2,03 | 0,62 | 0,04 | 0,10 | 24,40 | 3,70  |
| 24,26 | 13,75 | 0,00 | 0,06 | 1,28 | 0,00 | 55,15 | 1,88 | 0,23 | 0,37 | 2,11 | 0,51 | 0,05 | 0,17 | 29,30 | 3,70  |



|                       | O     | Si    | P    | Ca   | Sr   | Y    | Zr    | Nb   | Ba   | Ce   | Hf   | Ta   | Th   | U    | Zr/Nb | Nb/Ta |
|-----------------------|-------|-------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|
|                       | 24,56 | 13,87 | 0,00 | 0,06 | 1,18 | 0,00 | 55,03 | 2,04 | 0,22 | 0,20 | 2,25 | 0,31 | 0,17 | 0,04 | 27,00 | 6,60  |
|                       | 23,56 | 13,70 | 0,00 | 0,03 | 1,38 | 0,00 | 55,94 | 2,13 | 0,28 | 0,09 | 2,04 | 0,41 | 0,12 | 0,11 | 26,30 | 5,20  |
|                       | 23,22 | 13,68 | 0,00 | 0,04 | 1,27 | 0,00 | 55,62 | 2,09 | 0,23 | 0,39 | 2,09 | 0,97 | 0,15 | 0,05 | 26,70 | 2,20  |
|                       | 23,97 | 13,71 | 0,00 | 0,06 | 1,35 | 0,00 | 55,46 | 2,18 | 0,22 | 0,43 | 1,60 | 0,78 | 0,08 | 0,06 | 25,50 | 2,80  |
|                       | 24,20 | 13,59 | 0,00 | 0,05 | 1,23 | 0,00 | 55,23 | 2,05 | 0,14 | 0,30 | 2,23 | 0,58 | 0,11 | 0,10 | 26,90 | 3,60  |
|                       | 24,47 | 13,77 | 0,00 | 0,07 | 1,22 | 0,00 | 54,89 | 2,03 | 0,34 | 0,42 | 1,90 | 0,59 | 0,09 | 0,07 | 27,10 | 3,40  |
|                       | 24,45 | 13,54 | 0,00 | 0,09 | 1,35 | 0,00 | 55,32 | 2,14 | 0,25 | 0,17 | 1,74 | 0,48 | 0,12 | 0,13 | 25,90 | 4,50  |
|                       | 23,99 | 13,69 | 0,00 | 0,08 | 1,28 | 0,00 | 55,00 | 2,03 | 0,17 | 0,19 | 2,42 | 0,79 | 0,03 | 0,15 | 27,10 | 2,60  |
|                       | 24,32 | 13,73 | 0,00 | 0,08 | 1,36 | 0,00 | 55,43 | 1,87 | 0,13 | 0,20 | 2,12 | 0,39 | 0,15 | 0,06 | 29,60 | 4,80  |
|                       | 24,51 | 13,77 | 0,00 | 0,09 | 1,23 | 0,00 | 55,41 | 2,05 | 0,27 | 0,16 | 1,57 | 0,64 | 0,12 | 0,06 | 27,00 | 3,20  |
|                       | 24,96 | 14,21 | 0,00 | 0,69 | 1,26 | 0,00 | 53,35 | 2,00 | 0,31 | 0,31 | 2,08 | 0,44 | 0,02 | 0,21 | 26,60 | 4,60  |
|                       | 24,46 | 13,70 | 0,00 | 0,13 | 1,31 | 0,00 | 54,94 | 2,14 | 0,35 | 0,20 | 2,03 | 0,52 | 0,09 | 0,07 | 25,70 | 4,10  |
|                       | 25,46 | 13,61 | 0,00 | 0,40 | 1,27 | 0,00 | 54,17 | 1,92 | 0,24 | 0,16 | 1,70 | 0,57 | 0,11 | 0,16 | 28,20 | 3,40  |
|                       | 23,90 | 13,88 | 0,00 | 0,18 | 1,17 | 0,00 | 55,46 | 1,97 | 0,19 | 0,26 | 2,14 | 0,50 | 0,11 | 0,15 | 28,10 | 3,90  |
|                       | 24,39 | 13,75 | 0,00 | 0,19 | 1,22 | 0,00 | 55,04 | 2,15 | 0,23 | 0,38 | 1,72 | 0,63 | 0,09 | 0,14 | 25,70 | 3,40  |
|                       | 25,27 | 13,77 | 0,00 | 0,35 | 1,23 | 0,00 | 54,77 | 1,89 | 0,36 | 0,09 | 1,49 | 0,41 | 0,18 | 0,03 | 29,00 | 4,60  |
|                       | 25,13 | 13,46 | 0,00 | 0,23 | 1,33 | 0,00 | 54,78 | 2,00 | 0,14 | 0,31 | 2,05 | 0,19 | 0,15 | 0,05 | 27,40 | 10,60 |
|                       | 25,01 | 13,54 | 0,00 | 0,34 | 1,27 | 0,00 | 54,56 | 2,14 | 0,27 | 0,31 | 1,61 | 0,61 | 0,09 | 0,07 | 25,50 | 3,50  |
|                       | 24,64 | 13,65 | 0,00 | 0,21 | 1,20 | 0,00 | 54,94 | 2,28 | 0,23 | 0,28 | 1,55 | 0,64 | 0,12 | 0,13 | 24,10 | 3,60  |
|                       | 22,74 | 13,78 | 0,00 | 0,39 | 1,30 | 0,00 | 56,50 | 2,21 | 0,12 | 0,25 | 1,86 | 0,50 | 0,15 | 0,07 | 25,50 | 4,50  |
|                       | 25,19 | 13,69 | 0,00 | 0,08 | 1,29 | 0,00 | 54,69 | 2,01 | 0,14 | 0,22 | 1,98 | 0,33 | 0,06 | 0,10 | 27,20 | 6,10  |
|                       | 24,93 | 13,76 | 0,00 | 0,07 | 1,12 | 0,00 | 54,89 | 2,20 | 0,21 | 0,25 | 1,69 | 0,54 | 0,13 | 0,10 | 24,90 | 4,10  |
|                       | 24,11 | 13,65 | 0,00 | 0,14 | 1,28 | 0,00 | 55,26 | 2,24 | 0,23 | 0,15 | 1,97 | 0,69 | 0,02 | 0,15 | 24,70 | 3,30  |
|                       | 24,73 | 13,55 | 0,00 | 0,16 | 1,27 | 0,00 | 54,36 | 2,07 | 0,35 | 0,28 | 2,40 | 0,52 | 0,06 | 0,09 | 26,20 | 4,00  |
|                       | 24,84 | 13,77 | 0,00 | 0,10 | 1,28 | 0,00 | 54,92 | 1,96 | 0,29 | 0,22 | 1,89 | 0,44 | 0,07 | 0,06 | 28,00 | 4,40  |
|                       | 25,52 | 13,38 | 0,00 | 0,09 | 1,50 | 0,00 | 53,98 | 2,06 | 0,18 | 0,20 | 1,94 | 0,74 | 0,13 | 0,10 | 26,20 | 2,80  |
|                       | 25,51 | 13,57 | 0,00 | 0,14 | 1,40 | 0,00 | 54,29 | 1,90 | 0,28 | 0,29 | 1,61 | 0,60 | 0,09 | 0,17 | 28,60 | 3,20  |
|                       | 25,76 | 13,50 | 0,00 | 0,13 | 1,36 | 0,00 | 54,37 | 2,07 | 0,16 | 0,26 | 1,43 | 0,51 | 0,22 | 0,07 | 26,30 | 4,00  |
|                       | 24,79 | 13,60 | 0,00 | 0,06 | 1,35 | 0,00 | 54,46 | 2,14 | 0,19 | 0,18 | 2,18 | 0,60 | 0,11 | 0,13 | 25,50 | 3,60  |
|                       | 25,29 | 13,48 | 0,00 | 0,05 | 1,37 | 0,00 | 54,12 | 2,03 | 0,43 | 0,29 | 1,75 | 0,69 | 0,05 | 0,28 | 26,70 | 3,00  |
|                       | 25,50 | 13,54 | 0,00 | 0,21 | 1,31 | 0,00 | 53,91 | 2,02 | 0,30 | 0,35 | 1,93 | 0,52 | 0,01 | 0,22 | 26,70 | 3,90  |
|                       | 25,28 | 13,54 | 0,00 | 0,08 | 1,22 | 0,00 | 54,41 | 2,07 | 0,34 | 0,14 | 2,01 | 0,45 | 0,07 | 0,18 | 26,30 | 4,60  |
| Sanukitoide - Bannach | 23,63 | 13,80 | 0,00 | 0,11 | 1,41 | 0,00 | 55,68 | 2,29 | 0,18 | 0,30 | 1,57 | 0,63 | 0,17 | 0,10 | 24,30 | 3,70  |
| ABGRD                 | 23,39 | 13,80 | 0,00 | 0,07 | 1,44 | 0,00 | 55,96 | 2,10 | 0,35 | 0,37 | 1,78 | 0,42 | 0,17 | 0,07 | 26,60 | 5,10  |
| FRM-27                | 24,19 | 13,68 | 0,00 | 0,15 | 1,42 | 0,00 | 55,02 | 2,26 | 0,43 | 0,42 | 1,67 | 0,44 | 0,00 | 0,20 | 24,40 | 5,20  |
|                       | 23,66 | 13,72 | 0,00 | 0,09 | 1,33 | 0,00 | 55,63 | 2,31 | 0,21 | 0,34 | 1,78 | 0,54 | 0,15 | 0,11 | 24,10 | 4,20  |
|                       | 24,10 | 13,70 | 0,00 | 0,17 | 1,26 | 0,00 | 55,40 | 2,20 | 0,30 | 0,09 | 2,06 | 0,37 | 0,03 | 0,17 | 25,20 | 5,90  |
|                       | 24,87 | 13,59 | 0,00 | 0,70 | 1,30 | 0,00 | 53,95 | 2,07 | 0,55 | 0,24 | 1,66 | 0,71 | 0,04 | 0,20 | 26,10 | 2,90  |
|                       | 23,28 | 13,58 | 0,00 | 0,05 | 1,40 | 0,00 | 55,50 | 2,17 | 0,53 | 0,17 | 2,14 | 0,78 | 0,14 | 0,02 | 25,60 | 2,80  |
|                       | 23,85 | 13,68 | 0,00 | 0,08 | 1,20 | 0,00 | 55,44 | 2,05 | 0,23 | 0,46 | 2,19 | 0,51 | 0,01 | 0,16 | 27,10 | 4,10  |
|                       | 24,42 | 13,84 | 0,00 | 0,06 | 1,30 | 0,00 | 55,51 | 1,98 | 0,21 | 0,39 | 1,54 | 0,39 | 0,08 | 0,16 | 28,10 | 5,10  |

| O     | Si    | P    | Ca   | Sr   | Y    | Zr    | Nb   | Ba   | Ce   | Hf   | Ta   | Th   | U    | Zr/Nb | Nb/Ta |
|-------|-------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|
| 23,69 | 13,73 | 0,00 | 0,03 | 1,33 | 0,00 | 55,62 | 2,14 | 0,39 | 0,09 | 1,88 | 0,64 | 0,12 | 0,12 | 26,00 | 3,40  |
| 24,46 | 13,52 | 0,00 | 0,07 | 1,52 | 0,00 | 54,63 | 2,26 | 0,20 | 0,19 | 2,17 | 0,60 | 0,12 | 0,07 | 24,10 | 3,70  |
| 24,03 | 13,76 | 0,00 | 0,04 | 1,21 | 0,00 | 55,26 | 2,22 | 0,36 | 0,08 | 1,97 | 0,71 | 0,07 | 0,12 | 24,90 | 3,10  |
| 24,10 | 13,88 | 0,00 | 0,07 | 1,27 | 0,00 | 55,49 | 2,06 | 0,16 | 0,21 | 2,05 | 0,40 | 0,02 | 0,13 | 27,00 | 5,20  |
| 23,76 | 13,71 | 0,00 | 0,16 | 1,34 | 0,00 | 55,33 | 2,18 | 0,30 | 0,38 | 1,59 | 0,93 | 0,08 | 0,14 | 25,40 | 2,30  |
| 26,44 | 13,27 | 0,00 | 0,65 | 1,30 | 0,22 | 52,80 | 1,90 | 0,27 | 0,27 | 1,47 | 0,72 | 0,34 | 0,20 | 27,80 | 2,60  |
| 23,70 | 13,83 | 0,00 | 0,07 | 1,45 | 0,00 | 55,52 | 2,36 | 0,33 | 0,14 | 1,66 | 0,54 | 0,07 | 0,13 | 23,50 | 4,40  |
| 24,31 | 13,55 | 0,00 | 0,41 | 1,33 | 0,00 | 54,13 | 2,25 | 0,26 | 0,18 | 2,41 | 0,70 | 0,10 | 0,12 | 24,10 | 3,20  |
| 23,60 | 13,77 | 0,00 | 0,08 | 1,49 | 0,00 | 55,22 | 2,25 | 0,36 | 0,24 | 2,00 | 0,58 | 0,00 | 0,22 | 24,60 | 3,90  |
| 24,13 | 13,72 | 0,00 | 0,11 | 1,35 | 0,00 | 55,01 | 2,19 | 0,31 | 0,34 | 1,80 | 0,59 | 0,14 | 0,15 | 25,20 | 3,70  |
| 23,93 | 13,73 | 0,00 | 0,18 | 1,34 | 0,00 | 55,08 | 2,29 | 0,30 | 0,19 | 2,02 | 0,44 | 0,05 | 0,18 | 24,00 | 5,20  |
| 24,35 | 13,74 | 0,00 | 0,18 | 1,17 | 0,00 | 55,43 | 2,08 | 0,25 | 0,48 | 1,44 | 0,38 | 0,10 | 0,26 | 26,70 | 5,50  |
| 24,27 | 13,63 | 0,00 | 0,13 | 1,38 | 0,00 | 55,34 | 2,38 | 0,23 | 0,18 | 1,54 | 0,46 | 0,06 | 0,18 | 23,20 | 5,10  |
| 23,77 | 13,72 | 0,00 | 0,07 | 1,42 | 0,00 | 55,68 | 2,22 | 0,33 | 0,33 | 1,51 | 0,55 | 0,05 | 0,18 | 25,10 | 4,00  |
| 24,29 | 13,67 | 0,00 | 0,10 | 1,17 | 0,00 | 55,21 | 2,19 | 0,23 | 0,28 | 1,84 | 0,56 | 0,08 | 0,23 | 25,20 | 3,90  |
| 23,81 | 13,59 | 0,00 | 0,17 | 1,59 | 0,00 | 55,29 | 2,22 | 0,54 | 0,19 | 1,62 | 0,36 | 0,18 | 0,26 | 24,90 | 6,20  |
| 24,84 | 13,47 | 0,00 | 0,31 | 1,48 | 0,00 | 54,57 | 2,07 | 0,34 | 0,26 | 1,81 | 0,38 | 0,15 | 0,16 | 26,40 | 5,40  |
| 24,97 | 13,61 | 0,00 | 0,55 | 1,63 | 0,00 | 53,79 | 2,11 | 0,28 | 0,18 | 1,48 | 0,92 | 0,12 | 0,18 | 25,50 | 2,30  |
| 23,75 | 13,73 | 0,00 | 0,09 | 1,45 | 0,00 | 55,34 | 2,02 | 0,29 | 0,27 | 1,83 | 0,84 | 0,18 | 0,08 | 27,40 | 2,40  |
| 23,86 | 13,69 | 0,00 | 0,08 | 1,30 | 0,00 | 54,83 | 2,41 | 0,37 | 0,55 | 1,63 | 0,73 | 0,10 | 0,21 | 22,80 | 3,30  |
| 23,46 | 13,67 | 0,00 | 0,29 | 1,43 | 0,00 | 55,52 | 2,18 | 0,42 | 0,11 | 1,98 | 0,50 | 0,03 | 0,26 | 25,40 | 4,40  |
| 24,26 | 13,70 | 0,00 | 0,13 | 1,22 | 0,00 | 55,52 | 2,05 | 0,17 | 0,38 | 1,63 | 0,56 | 0,14 | 0,08 | 27,10 | 3,70  |
| 24,64 | 13,67 | 0,00 | 0,20 | 1,21 | 0,00 | 55,37 | 2,09 | 0,32 | 0,19 | 1,57 | 0,32 | 0,04 | 0,20 | 26,50 | 6,50  |
| 24,48 | 13,68 | 0,00 | 0,13 | 1,20 | 0,00 | 55,30 | 2,01 | 0,18 | 0,27 | 1,74 | 0,76 | 0,06 | 0,06 | 27,60 | 2,60  |
| 23,35 | 13,81 | 0,00 | 0,14 | 1,35 | 0,00 | 55,40 | 2,51 | 0,15 | 0,36 | 1,90 | 0,63 | 0,08 | 0,16 | 22,10 | 4,00  |
| 23,49 | 13,61 | 0,00 | 0,15 | 1,33 | 0,00 | 55,37 | 2,01 | 0,35 | 0,45 | 2,23 | 0,63 | 0,16 | 0,05 | 27,60 | 3,20  |
| 23,94 | 13,70 | 0,00 | 0,12 | 1,33 | 0,00 | 55,31 | 2,26 | 0,19 | 0,18 | 1,90 | 0,64 | 0,13 | 0,12 | 24,50 | 3,50  |
| 23,49 | 13,71 | 0,00 | 0,10 | 1,43 | 0,00 | 55,22 | 2,14 | 0,46 | 0,28 | 2,18 | 0,67 | 0,00 | 0,18 | 25,80 | 3,20  |
| 23,97 | 13,68 | 0,00 | 0,12 | 1,36 | 0,00 | 55,27 | 2,22 | 0,23 | 0,37 | 1,88 | 0,57 | 0,00 | 0,17 | 24,90 | 3,90  |
| 23,86 | 13,67 | 0,00 | 0,07 | 1,45 | 0,00 | 55,50 | 2,00 | 0,20 | 0,18 | 2,13 | 0,54 | 0,10 | 0,17 | 27,80 | 3,70  |
| 23,47 | 13,82 | 0,00 | 0,08 | 1,34 | 0,00 | 55,55 | 2,29 | 0,13 | 0,34 | 1,94 | 0,60 | 0,02 | 0,20 | 24,20 | 3,80  |
| 23,57 | 13,65 | 0,00 | 0,13 | 1,45 | 0,00 | 55,18 | 2,32 | 0,37 | 0,32 | 2,11 | 0,47 | 0,11 | 0,12 | 23,80 | 5,00  |
| 26,58 | 13,45 | 0,00 | 1,32 | 1,49 | 0,00 | 51,52 | 2,01 | 0,21 | 0,29 | 2,02 | 0,66 | 0,04 | 0,22 | 25,60 | 3,10  |
| 25,76 | 13,54 | 0,00 | 0,66 | 1,26 | 0,00 | 54,05 | 2,12 | 0,30 | 0,21 | 1,25 | 0,44 | 0,18 | 0,11 | 25,50 | 4,80  |
| 24,15 | 13,75 | 0,00 | 0,10 | 1,44 | 0,00 | 55,30 | 2,19 | 0,22 | 0,23 | 1,74 | 0,48 | 0,02 | 0,21 | 25,20 | 4,50  |
| 24,04 | 13,73 | 0,00 | 0,07 | 1,36 | 0,00 | 55,73 | 2,10 | 0,17 | 0,37 | 1,61 | 0,41 | 0,00 | 0,26 | 26,50 | 5,10  |
| 24,23 | 13,59 | 0,00 | 0,07 | 1,46 | 0,00 | 55,23 | 2,01 | 0,37 | 0,18 | 1,89 | 0,41 | 0,06 | 0,27 | 27,50 | 4,90  |
| 24,23 | 13,62 | 0,00 | 0,15 | 1,43 | 0,00 | 54,85 | 2,06 | 0,25 | 0,33 | 1,85 | 0,81 | 0,16 | 0,09 | 26,70 | 2,50  |
| 24,41 | 13,58 | 0,00 | 0,10 | 1,47 | 0,00 | 54,82 | 2,24 | 0,15 | 0,37 | 1,87 | 0,47 | 0,05 | 0,21 | 24,50 | 4,80  |
| 25,58 | 13,28 | 0,00 | 0,57 | 1,55 | 0,00 | 53,93 | 2,07 | 0,20 | 0,31 | 1,73 | 0,36 | 0,18 | 0,13 | 26,00 | 5,80  |
| 25,31 | 13,42 | 0,00 | 0,52 | 1,22 | 0,00 | 54,37 | 1,95 | 0,20 | 0,41 | 1,63 | 0,47 | 0,15 | 0,18 | 27,90 | 4,10  |

|                      | O     | Si    | P    | Ca   | Sr   | Y    | Zr    | Nb   | Ba   | Ce   | Hf   | Ta   | Th   | U    | Zr/Nb | Nb/Ta |
|----------------------|-------|-------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|
|                      | 23,88 | 13,85 | 0,00 | 0,25 | 1,35 | 0,00 | 55,03 | 2,01 | 0,30 | 0,37 | 1,95 | 0,53 | 0,14 | 0,18 | 27,40 | 3,80  |
|                      | 23,83 | 13,65 | 0,00 | 0,27 | 1,31 | 0,00 | 55,33 | 2,27 | 0,30 | 0,26 | 1,75 | 0,56 | 0,02 | 0,17 | 24,40 | 4,10  |
|                      | 23,51 | 13,58 | 0,00 | 0,17 | 1,47 | 0,00 | 55,28 | 2,26 | 0,28 | 0,23 | 2,07 | 0,66 | 0,17 | 0,14 | 24,40 | 3,40  |
|                      | 23,76 | 13,60 | 0,00 | 0,04 | 1,40 | 0,00 | 55,33 | 2,22 | 0,33 | 0,24 | 2,05 | 0,64 | 0,10 | 0,14 | 24,90 | 3,50  |
|                      | 24,41 | 13,65 | 0,00 | 0,08 | 1,47 | 0,00 | 55,16 | 2,13 | 0,15 | 0,55 | 1,65 | 0,42 | 0,01 | 0,16 | 25,90 | 5,10  |
|                      | 23,99 | 13,70 | 0,00 | 0,11 | 1,39 | 0,00 | 55,21 | 2,16 | 0,30 | 0,20 | 2,06 | 0,45 | 0,11 | 0,09 | 25,50 | 4,80  |
|                      | 24,55 | 13,48 | 0,00 | 0,21 | 1,35 | 0,00 | 54,83 | 2,13 | 0,38 | 0,20 | 1,91 | 0,44 | 0,13 | 0,20 | 25,70 | 4,80  |
|                      | 24,47 | 13,54 | 0,00 | 0,07 | 1,44 | 0,00 | 54,39 | 2,31 | 0,16 | 0,49 | 2,09 | 0,59 | 0,10 | 0,14 | 23,60 | 3,90  |
|                      | 27,99 | 13,47 | 0,00 | 1,69 | 1,18 | 0,00 | 50,03 | 1,92 | 0,17 | 0,44 | 1,93 | 0,64 | 0,10 | 0,31 | 26,00 | 3,00  |
|                      | 25,89 | 13,46 | 0,00 | 0,82 | 1,37 | 0,00 | 52,67 | 2,07 | 0,34 | 0,26 | 1,98 | 0,59 | 0,10 | 0,13 | 25,40 | 3,50  |
|                      | 24,37 | 13,67 | 0,00 | 0,29 | 1,35 | 0,00 | 55,45 | 2,43 | 0,18 | 0,21 | 1,26 | 0,50 | 0,02 | 0,15 | 22,80 | 4,80  |
|                      | 24,93 | 13,85 | 0,00 | 0,10 | 1,46 | 0,00 | 54,06 | 1,97 | 0,13 | 0,40 | 1,84 | 0,85 | 0,05 | 0,15 | 27,40 | 2,30  |
|                      | 23,99 | 13,77 | 0,00 | 0,08 | 1,30 | 0,00 | 55,53 | 2,04 | 0,18 | 0,31 | 1,87 | 0,46 | 0,10 | 0,24 | 27,20 | 4,40  |
|                      | 24,62 | 13,71 | 0,00 | 0,28 | 1,31 | 0,00 | 54,97 | 2,07 | 0,33 | 0,17 | 1,76 | 0,36 | 0,14 | 0,14 | 26,60 | 5,80  |
|                      | 24,53 | 13,59 | 0,00 | 0,23 | 1,40 | 0,00 | 54,60 | 2,30 | 0,28 | 0,34 | 1,98 | 0,38 | 0,11 | 0,13 | 23,80 | 6,10  |
|                      | 23,58 | 13,67 | 0,00 | 0,06 | 1,62 | 0,00 | 55,53 | 2,23 | 0,11 | 0,38 | 2,06 | 0,31 | 0,02 | 0,20 | 25,00 | 7,10  |
|                      | 23,63 | 13,70 | 0,00 | 0,04 | 1,25 | 0,00 | 55,11 | 2,35 | 0,34 | 0,14 | 2,12 | 0,74 | 0,24 | 0,16 | 23,50 | 3,20  |
|                      | 23,15 | 13,85 | 0,00 | 0,07 | 1,33 | 0,00 | 55,73 | 2,32 | 0,26 | 0,41 | 1,92 | 0,45 | 0,01 | 0,17 | 24,00 | 5,20  |
|                      | 23,79 | 13,69 | 0,00 | 0,09 | 1,36 | 0,00 | 55,34 | 2,17 | 0,39 | 0,16 | 1,91 | 0,67 | 0,14 | 0,11 | 25,60 | 3,20  |
|                      | 23,59 | 13,65 | 0,00 | 0,08 | 1,50 | 0,00 | 55,58 | 2,17 | 0,36 | 0,19 | 1,90 | 0,57 | 0,07 | 0,17 | 25,60 | 3,80  |
|                      | 23,47 | 13,62 | 0,00 | 0,06 | 1,40 | 0,00 | 55,00 | 2,31 | 0,19 | 0,34 | 2,15 | 1,05 | 0,19 | 0,06 | 23,80 | 2,20  |
|                      | 24,43 | 13,49 | 0,00 | 0,50 | 1,37 | 0,00 | 54,69 | 2,20 | 0,30 | 0,38 | 1,52 | 0,76 | 0,07 | 0,20 | 24,90 | 2,90  |
|                      | 26,08 | 13,44 | 0,00 | 0,96 | 1,52 | 0,00 | 52,88 | 2,26 | 0,25 | 0,31 | 1,01 | 0,48 | 0,42 | 0,30 | 23,50 | 4,70  |
|                      | 24,14 | 13,55 | 0,00 | 0,05 | 1,48 | 0,00 | 55,37 | 2,26 | 0,41 | 0,17 | 1,91 | 0,23 | 0,04 | 0,22 | 24,50 | 9,80  |
|                      | 24,05 | 13,83 | 0,00 | 0,10 | 1,34 | 0,00 | 55,24 | 2,21 | 0,52 | 0,17 | 1,76 | 0,32 | 0,07 | 0,19 | 25,00 | 7,00  |
|                      | 23,98 | 13,68 | 0,00 | 0,11 | 1,34 | 0,00 | 55,21 | 2,12 | 0,31 | 0,31 | 1,79 | 0,69 | 0,16 | 0,07 | 26,00 | 3,10  |
|                      | 23,83 | 13,63 | 0,00 | 0,07 | 1,36 | 0,00 | 55,06 | 2,30 | 0,23 | 0,26 | 2,27 | 0,45 | 0,04 | 0,28 | 24,00 | 5,10  |
|                      | 24,04 | 13,71 | 0,00 | 0,03 | 1,35 | 0,00 | 55,56 | 2,10 | 0,19 | 0,30 | 1,77 | 0,48 | 0,07 | 0,24 | 26,40 | 4,40  |
|                      | 23,77 | 13,65 | 0,00 | 0,06 | 1,38 | 0,00 | 55,52 | 2,14 | 0,42 | 0,12 | 1,96 | 0,48 | 0,16 | 0,15 | 26,00 | 4,50  |
|                      | 25,68 | 13,43 | 0,00 | 0,43 | 1,38 | 0,00 | 54,39 | 1,94 | 0,30 | 0,20 | 1,37 | 0,42 | 0,23 | 0,08 | 28,10 | 4,60  |
|                      | 24,11 | 13,69 | 0,00 | 0,10 | 1,38 | 0,00 | 55,14 | 2,00 | 0,30 | 0,12 | 2,07 | 0,58 | 0,11 | 0,19 | 27,60 | 3,40  |
|                      | 24,00 | 13,51 | 0,00 | 0,06 | 1,46 | 0,00 | 55,07 | 2,01 | 0,24 | 0,24 | 2,35 | 0,70 | 0,12 | 0,12 | 27,40 | 2,90  |
|                      | 24,29 | 13,67 | 0,00 | 0,10 | 1,29 | 0,00 | 55,29 | 2,17 | 0,21 | 0,23 | 1,96 | 0,32 | 0,06 | 0,16 | 25,40 | 6,80  |
|                      | 26,67 | 13,38 | 0,00 | 1,08 | 1,30 | 0,00 | 51,94 | 2,14 | 0,21 | 0,24 | 2,12 | 0,50 | 0,05 | 0,17 | 24,30 | 4,30  |
|                      | 26,49 | 13,47 | 0,00 | 1,14 | 1,30 | 0,00 | 52,24 | 2,00 | 0,41 | 0,17 | 1,90 | 0,34 | 0,22 | 0,12 | 26,10 | 5,90  |
|                      | 26,70 | 13,47 | 0,00 | 1,41 | 1,35 | 0,00 | 50,68 | 1,95 | 0,31 | 0,52 | 2,34 | 0,80 | 0,10 | 0,16 | 26,00 | 2,40  |
| Granodiorito Trairão | 24,34 | 13,13 | 0,00 | 0,24 | 1,97 | 0,00 | 53,87 | 2,84 | 0,22 | 0,33 | 1,69 | 0,93 | 0,17 | 0,13 | 19,00 | 3,10  |
| ABGRD                | 24,72 | 13,12 | 0,00 | 0,16 | 2,08 | 0,00 | 53,54 | 2,94 | 0,41 | 0,27 | 1,72 | 0,56 | 0,13 | 0,12 | 18,20 | 5,20  |
| MAR-115              | 24,70 | 13,26 | 0,00 | 0,10 | 1,93 | 0,00 | 54,23 | 2,73 | 0,16 | 0,35 | 1,63 | 0,48 | 0,00 | 0,29 | 19,80 | 5,70  |
|                      | 24,26 | 13,17 | 0,00 | 0,11 | 2,01 | 0,00 | 53,88 | 2,94 | 0,57 | 0,26 | 1,81 | 0,36 | 0,17 | 0,13 | 18,30 | 8,20  |
|                      | 23,90 | 13,27 | 0,00 | 0,14 | 2,02 | 0,00 | 53,61 | 3,08 | 0,41 | 0,67 | 1,58 | 0,76 | 0,23 | 0,14 | 17,40 | 4,00  |

| O     | Si    | P    | Ca   | Sr   | Y    | Zr    | Nb   | Ba   | Ce   | Hf   | Ta   | Th   | U    | Zr/Nb | Nb/Ta |
|-------|-------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|
| 24,02 | 13,26 | 0,00 | 0,15 | 2,01 | 0,00 | 54,07 | 3,11 | 0,47 | 0,26 | 1,53 | 0,79 | 0,13 | 0,07 | 17,40 | 3,90  |
| 24,26 | 13,15 | 0,00 | 0,07 | 2,14 | 0,00 | 53,77 | 3,01 | 0,34 | 0,35 | 1,62 | 0,85 | 0,13 | 0,12 | 17,90 | 3,50  |
| 25,47 | 13,08 | 0,00 | 0,19 | 2,08 | 0,00 | 52,71 | 2,80 | 0,30 | 0,44 | 1,94 | 0,58 | 0,06 | 0,18 | 18,80 | 4,80  |
| 24,89 | 13,09 | 0,00 | 0,24 | 1,88 | 0,00 | 52,86 | 2,78 | 0,29 | 0,43 | 2,29 | 0,72 | 0,06 | 0,23 | 19,00 | 3,90  |
| 25,57 | 12,85 | 0,00 | 0,34 | 1,99 | 0,00 | 52,97 | 2,78 | 0,40 | 0,32 | 1,45 | 0,72 | 0,24 | 0,14 | 19,10 | 3,90  |
| 23,48 | 13,55 | 0,00 | 0,04 | 2,01 | 0,00 | 54,29 | 2,73 | 0,33 | 0,22 | 2,07 | 0,62 | 0,29 | 0,11 | 19,90 | 4,40  |
| 24,55 | 13,24 | 0,00 | 0,29 | 1,96 | 0,00 | 52,54 | 3,17 | 0,29 | 0,30 | 2,39 | 0,70 | 0,08 | 0,30 | 16,60 | 4,50  |
| 24,30 | 13,23 | 0,00 | 0,23 | 1,86 | 0,00 | 53,29 | 2,74 | 0,55 | 0,22 | 2,11 | 0,76 | 0,10 | 0,30 | 19,40 | 3,60  |
| 24,59 | 13,04 | 0,00 | 0,26 | 2,22 | 0,00 | 53,59 | 2,63 | 0,23 | 0,19 | 2,34 | 0,48 | 0,17 | 0,07 | 20,40 | 5,50  |
| 24,94 | 13,24 | 0,00 | 0,06 | 1,80 | 0,00 | 53,00 | 3,01 | 0,09 | 0,49 | 2,15 | 0,80 | 0,08 | 0,20 | 17,60 | 3,80  |
| 24,89 | 13,17 | 0,00 | 0,09 | 1,98 | 0,00 | 52,64 | 3,15 | 0,37 | 0,22 | 2,49 | 0,48 | 0,18 | 0,06 | 16,70 | 6,50  |
| 24,47 | 13,15 | 0,00 | 0,14 | 2,04 | 0,00 | 53,48 | 2,77 | 0,35 | 0,45 | 2,03 | 0,62 | 0,13 | 0,13 | 19,30 | 4,50  |
| 25,20 | 13,07 | 0,00 | 0,26 | 1,86 | 0,00 | 53,01 | 2,53 | 0,28 | 0,41 | 2,04 | 0,79 | 0,21 | 0,12 | 20,90 | 3,20  |
| 24,65 | 13,10 | 0,00 | 0,09 | 2,03 | 0,00 | 52,85 | 3,14 | 0,33 | 0,40 | 2,20 | 0,74 | 0,08 | 0,22 | 16,80 | 4,20  |
| 24,29 | 13,39 | 0,00 | 0,05 | 1,72 | 0,00 | 53,92 | 2,84 | 0,49 | 0,29 | 1,84 | 0,52 | 0,30 | 0,09 | 19,00 | 5,50  |
| 24,72 | 13,17 | 0,00 | 0,46 | 2,22 | 0,00 | 53,16 | 2,92 | 0,22 | 0,34 | 1,50 | 0,79 | 0,15 | 0,16 | 18,20 | 3,70  |
| 24,82 | 13,06 | 0,00 | 0,08 | 2,19 | 0,00 | 52,99 | 3,16 | 0,32 | 0,22 | 1,67 | 0,98 | 0,06 | 0,25 | 16,80 | 3,20  |
| 24,29 | 12,90 | 0,00 | 0,39 | 2,25 | 0,00 | 53,72 | 2,77 | 0,28 | 0,37 | 1,98 | 0,63 | 0,24 | 0,05 | 19,40 | 4,40  |
| 24,31 | 13,31 | 0,00 | 0,04 | 1,96 | 0,00 | 54,22 | 2,68 | 0,35 | 0,17 | 1,76 | 0,70 | 0,13 | 0,12 | 20,20 | 3,80  |
| 24,06 | 12,84 | 0,00 | 0,10 | 2,18 | 0,00 | 54,22 | 2,83 | 0,24 | 0,30 | 1,81 | 0,83 | 0,07 | 0,25 | 19,10 | 3,40  |
| 24,14 | 13,20 | 0,00 | 0,30 | 2,02 | 0,00 | 53,97 | 2,75 | 0,53 | 0,15 | 1,79 | 0,64 | 0,10 | 0,23 | 19,60 | 4,30  |
| 24,60 | 12,97 | 0,00 | 0,34 | 2,02 | 0,00 | 53,37 | 2,69 | 0,21 | 0,42 | 2,06 | 0,76 | 0,15 | 0,17 | 19,80 | 3,50  |
| 24,87 | 13,09 | 0,00 | 0,32 | 1,93 | 0,00 | 53,03 | 2,90 | 0,16 | 0,44 | 1,89 | 0,86 | 0,01 | 0,32 | 18,30 | 3,40  |
| 24,03 | 13,24 | 0,00 | 0,08 | 2,21 | 0,00 | 53,82 | 3,07 | 0,36 | 0,43 | 1,53 | 0,73 | 0,22 | 0,14 | 17,50 | 4,20  |
| 23,46 | 13,18 | 0,00 | 0,09 | 2,22 | 0,00 | 54,12 | 3,06 | 0,54 | 0,21 | 1,90 | 0,76 | 0,06 | 0,19 | 17,70 | 4,00  |
| 24,05 | 13,35 | 0,00 | 0,06 | 2,01 | 0,00 | 54,08 | 2,92 | 0,45 | 0,16 | 1,73 | 0,58 | 0,06 | 0,29 | 18,50 | 5,10  |
| 24,54 | 13,55 | 0,00 | 0,08 | 2,01 | 0,00 | 53,74 | 2,71 | 0,33 | 0,38 | 1,60 | 0,54 | 0,10 | 0,24 | 19,90 | 5,00  |
| 25,27 | 13,20 | 0,00 | 0,12 | 2,05 | 0,00 | 53,40 | 2,65 | 0,39 | 0,35 | 1,52 | 0,62 | 0,05 | 0,22 | 20,20 | 4,30  |
| 30,02 | 13,04 | 0,00 | 1,75 | 2,08 | 0,00 | 46,70 | 2,43 | 0,26 | 0,56 | 1,82 | 0,61 | 0,11 | 0,31 | 19,20 | 4,00  |
| 27,99 | 13,14 | 0,00 | 1,28 | 1,87 | 0,00 | 48,43 | 2,50 | 0,23 | 0,55 | 2,70 | 0,87 | 0,13 | 0,15 | 19,40 | 2,90  |
| 24,83 | 12,94 | 0,00 | 0,14 | 2,12 | 0,00 | 53,42 | 3,15 | 0,15 | 0,49 | 1,67 | 0,71 | 0,05 | 0,15 | 17,00 | 4,40  |
| 25,14 | 13,21 | 0,00 | 0,08 | 1,88 | 0,00 | 53,59 | 3,12 | 0,26 | 0,25 | 1,26 | 0,53 | 0,18 | 0,29 | 17,20 | 5,90  |
| 23,65 | 13,35 | 0,00 | 0,09 | 1,92 | 0,00 | 54,21 | 2,66 | 0,27 | 0,32 | 2,42 | 0,55 | 0,05 | 0,29 | 20,30 | 4,80  |
| 24,17 | 13,43 | 0,00 | 0,05 | 2,11 | 0,00 | 53,77 | 3,01 | 0,27 | 0,38 | 1,69 | 0,68 | 0,15 | 0,12 | 17,90 | 4,40  |
| 23,81 | 13,33 | 0,00 | 0,06 | 2,13 | 0,00 | 53,40 | 3,10 | 0,36 | 0,10 | 2,35 | 0,74 | 0,23 | 0,16 | 17,20 | 4,20  |
| 24,44 | 13,29 | 0,00 | 0,07 | 1,98 | 0,00 | 53,98 | 2,87 | 0,37 | 0,20 | 1,69 | 0,58 | 0,17 | 0,18 | 18,80 | 5,00  |
| 24,20 | 13,06 | 0,00 | 0,29 | 1,93 | 0,00 | 53,59 | 2,68 | 0,38 | 0,56 | 1,99 | 0,71 | 0,11 | 0,25 | 20,00 | 3,80  |
| 24,24 | 13,08 | 0,00 | 0,23 | 2,20 | 0,00 | 53,31 | 3,08 | 0,29 | 0,56 | 1,74 | 0,75 | 0,17 | 0,17 | 17,30 | 4,10  |
| 25,72 | 12,88 | 0,00 | 0,75 | 1,93 | 0,00 | 52,07 | 2,63 | 0,18 | 0,38 | 1,96 | 0,98 | 0,10 | 0,17 | 19,80 | 2,70  |
| 28,01 | 13,06 | 0,00 | 1,66 | 2,15 | 0,00 | 49,01 | 2,59 | 0,20 | 0,63 | 1,68 | 0,47 | 0,10 | 0,24 | 18,90 | 5,50  |
| 24,18 | 13,10 | 0,00 | 0,04 | 2,18 | 0,00 | 54,38 | 2,93 | 0,28 | 0,28 | 1,48 | 0,66 | 0,24 | 0,05 | 18,60 | 4,50  |

|                      | O     | Si    | P    | Ca   | Sr   | Y    | Zr    | Nb   | Ba   | Ce   | Hf   | Ta   | Th   | U    | Zr/Nb | Nb/Ta |
|----------------------|-------|-------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|
|                      | 23,65 | 13,21 | 0,00 | 0,08 | 2,14 | 0,00 | 54,57 | 2,62 | 0,32 | 0,51 | 1,76 | 0,65 | 0,09 | 0,16 | 20,80 | 4,00  |
|                      | 24,40 | 13,24 | 0,00 | 0,10 | 2,02 | 0,00 | 54,62 | 2,63 | 0,26 | 0,34 | 1,41 | 0,50 | 0,13 | 0,13 | 20,80 | 5,30  |
|                      | 23,91 | 13,26 | 0,00 | 0,07 | 2,15 | 0,00 | 54,41 | 3,07 | 0,29 | 0,26 | 1,45 | 0,62 | 0,07 | 0,27 | 17,70 | 5,00  |
|                      | 24,44 | 13,02 | 0,00 | 0,22 | 2,14 | 0,00 | 53,56 | 2,93 | 0,28 | 0,43 | 1,68 | 0,73 | 0,21 | 0,12 | 18,30 | 4,00  |
|                      | 29,17 | 13,96 | 0,00 | 0,10 | 1,90 | 0,00 | 48,87 | 2,61 | 0,13 | 0,30 | 1,83 | 0,64 | 0,08 | 0,20 | 18,70 | 4,10  |
|                      | 25,16 | 13,06 | 0,00 | 0,15 | 1,95 | 0,00 | 53,32 | 2,86 | 0,27 | 0,19 | 2,04 | 0,48 | 0,14 | 0,12 | 18,60 | 6,00  |
|                      | 24,66 | 13,27 | 0,00 | 0,12 | 1,92 | 0,00 | 53,52 | 2,47 | 0,61 | 0,31 | 1,93 | 0,70 | 0,15 | 0,13 | 21,70 | 3,50  |
|                      | 25,22 | 13,31 | 0,00 | 0,20 | 1,89 | 0,00 | 52,99 | 3,06 | 0,34 | 0,27 | 1,56 | 0,59 | 0,12 | 0,28 | 17,30 | 5,20  |
|                      | 26,15 | 13,06 | 0,00 | 0,81 | 1,94 | 0,00 | 51,20 | 2,56 | 0,45 | 0,32 | 2,16 | 0,74 | 0,14 | 0,23 | 20,00 | 3,50  |
|                      | 25,55 | 13,29 | 0,00 | 0,45 | 1,84 | 0,00 | 52,75 | 2,86 | 0,21 | 0,59 | 1,24 | 0,66 | 0,05 | 0,27 | 18,40 | 4,40  |
|                      | 25,30 | 13,15 | 0,00 | 0,42 | 2,03 | 0,00 | 52,81 | 2,66 | 0,26 | 0,55 | 1,51 | 0,78 | 0,13 | 0,16 | 19,90 | 3,40  |
|                      | 24,20 | 13,20 | 0,00 | 0,06 | 1,89 | 0,00 | 53,77 | 3,00 | 0,26 | 0,24 | 1,97 | 0,59 | 0,39 | 0,22 | 17,90 | 5,10  |
|                      | 24,19 | 13,16 | 0,00 | 0,03 | 2,22 | 0,00 | 53,82 | 2,89 | 0,26 | 0,45 | 1,81 | 0,71 | 0,21 | 0,03 | 18,60 | 4,10  |
|                      | 22,84 | 13,35 | 0,00 | 0,13 | 2,29 | 0,00 | 54,40 | 2,84 | 0,34 | 0,40 | 2,51 | 0,50 | 0,13 | 0,06 | 19,20 | 5,70  |
|                      | 24,36 | 13,27 | 0,00 | 0,17 | 1,90 | 0,00 | 53,37 | 2,72 | 0,17 | 0,41 | 2,44 | 0,74 | 0,09 | 0,15 | 19,70 | 3,70  |
|                      | 25,29 | 13,12 | 0,00 | 0,17 | 2,22 | 0,00 | 52,91 | 2,90 | 0,35 | 0,30 | 1,78 | 0,60 | 0,21 | 0,03 | 18,20 | 4,90  |
|                      | 24,44 | 13,18 | 0,00 | 0,13 | 2,28 | 0,00 | 53,50 | 2,64 | 0,19 | 0,53 | 1,82 | 0,88 | 0,01 | 0,20 | 20,30 | 3,00  |
|                      | 24,44 | 13,19 | 0,00 | 0,08 | 2,04 | 0,00 | 53,53 | 2,60 | 0,29 | 0,31 | 2,38 | 0,74 | 0,13 | 0,12 | 20,60 | 3,50  |
|                      | 24,86 | 13,39 | 0,00 | 0,29 | 1,72 | 0,00 | 53,19 | 3,08 | 0,22 | 0,34 | 1,79 | 0,66 | 0,05 | 0,20 | 17,30 | 4,70  |
|                      | 25,24 | 13,18 | 0,00 | 0,10 | 1,97 | 0,00 | 53,73 | 3,00 | 0,14 | 0,34 | 1,30 | 0,55 | 0,15 | 0,11 | 17,90 | 5,50  |
|                      | 24,91 | 13,08 | 0,00 | 0,05 | 2,13 | 0,00 | 53,58 | 2,82 | 0,26 | 0,30 | 1,77 | 0,69 | 0,07 | 0,15 | 19,00 | 4,10  |
|                      | 24,66 | 13,16 | 0,00 | 0,41 | 1,87 | 0,00 | 52,70 | 2,88 | 0,32 | 0,37 | 2,51 | 0,46 | 0,08 | 0,21 | 18,30 | 6,20  |
|                      | 25,16 | 12,97 | 0,00 | 0,40 | 1,87 | 0,00 | 52,24 | 2,67 | 0,42 | 0,21 | 2,82 | 0,80 | 0,14 | 0,18 | 19,50 | 3,30  |
|                      | 24,75 | 13,11 | 0,00 | 0,20 | 1,57 | 0,00 | 53,47 | 2,46 | 0,48 | 0,40 | 2,22 | 0,91 | 0,11 | 0,12 | 21,80 | 2,70  |
|                      | 24,89 | 13,21 | 0,00 | 0,23 | 1,94 | 0,00 | 52,87 | 2,85 | 0,41 | 0,26 | 1,91 | 0,95 | 0,08 | 0,15 | 18,50 | 3,00  |
|                      | 24,40 | 13,07 | 0,00 | 0,07 | 2,04 | 0,00 | 53,62 | 2,56 | 0,34 | 0,52 | 2,15 | 0,76 | 0,04 | 0,27 | 21,00 | 3,30  |
|                      | 24,23 | 13,25 | 0,00 | 0,22 | 1,91 | 0,00 | 53,45 | 2,30 | 0,38 | 0,29 | 2,69 | 0,74 | 0,11 | 0,27 | 23,20 | 3,10  |
|                      | 24,03 | 13,29 | 0,00 | 0,24 | 2,02 | 0,00 | 53,84 | 2,81 | 0,22 | 0,30 | 2,11 | 0,59 | 0,16 | 0,22 | 19,10 | 4,80  |
|                      | 24,01 | 13,27 | 0,00 | 0,08 | 1,88 | 0,00 | 54,07 | 3,04 | 0,36 | 0,35 | 1,75 | 0,69 | 0,11 | 0,24 | 17,80 | 4,40  |
|                      | 23,81 | 13,41 | 0,00 | 0,09 | 2,08 | 0,00 | 53,92 | 2,52 | 0,39 | 0,34 | 2,04 | 0,86 | 0,27 | 0,06 | 21,40 | 2,90  |
|                      | 23,33 | 13,35 | 0,00 | 0,10 | 2,16 | 0,00 | 54,52 | 2,41 | 0,50 | 0,27 | 2,03 | 0,63 | 0,23 | 0,24 | 22,60 | 3,80  |
|                      | 25,66 | 12,96 | 0,00 | 0,64 | 1,93 | 0,00 | 52,30 | 2,62 | 0,45 | 0,20 | 1,88 | 0,69 | 0,04 | 0,32 | 20,00 | 3,80  |
|                      | 25,66 | 12,84 | 0,00 | 0,99 | 2,21 | 0,00 | 51,52 | 2,88 | 0,40 | 0,42 | 1,73 | 0,52 | 0,30 | 0,24 | 17,90 | 5,50  |
|                      | 23,57 | 13,27 | 0,00 | 0,22 | 2,00 | 0,00 | 53,76 | 3,33 | 0,19 | 0,71 | 1,95 | 0,59 | 0,13 | 0,11 | 16,20 | 5,60  |
|                      | 23,48 | 13,58 | 0,00 | 0,19 | 1,84 | 0,00 | 54,11 | 2,77 | 0,27 | 0,39 | 1,92 | 0,80 | 0,10 | 0,26 | 19,50 | 3,50  |
|                      | 24,20 | 13,29 | 0,00 | 0,06 | 1,85 | 0,00 | 53,81 | 2,74 | 0,39 | 0,36 | 2,10 | 0,67 | 0,04 | 0,28 | 19,60 | 4,10  |
| Granodiorito Trairão | 24,05 | 13,46 | 0,00 | 0,07 | 1,61 | 0,00 | 55,22 | 2,27 | 0,27 | 0,29 | 1,64 | 0,62 | 0,05 | 0,20 | 24,30 | 3,70  |
| ABGRD                | 23,99 | 13,60 | 0,00 | 0,06 | 1,41 | 0,00 | 54,67 | 2,13 | 0,70 | 0,24 | 2,30 | 0,51 | 0,09 | 0,14 | 25,60 | 4,20  |
| MAR-123              | 23,55 | 13,45 | 0,00 | 0,07 | 1,70 | 0,00 | 54,47 | 2,38 | 0,36 | 0,36 | 2,20 | 0,73 | 0,33 | 0,07 | 22,90 | 3,30  |
|                      | 23,65 | 13,49 | 0,00 | 0,03 | 1,62 | 0,00 | 55,31 | 2,38 | 0,42 | 0,12 | 1,54 | 1,03 | 0,13 | 0,12 | 23,20 | 2,30  |
|                      | 24,63 | 13,49 | 0,00 | 0,13 | 1,66 | 0,00 | 54,68 | 2,09 | 0,35 | 0,37 | 1,50 | 0,60 | 0,28 | 0,06 | 26,10 | 3,50  |

| O     | Si    | P    | Ca   | Sr   | Y    | Zr    | Nb   | Ba   | Ce   | Hf   | Ta   | Th   | U    | Zr/Nb | Nb/Ta |
|-------|-------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|
| 24,44 | 13,13 | 0,00 | 0,49 | 1,69 | 0,00 | 53,77 | 2,29 | 0,41 | 0,21 | 2,22 | 0,67 | 0,17 | 0,21 | 23,40 | 3,40  |
| 24,13 | 13,47 | 0,00 | 0,08 | 1,61 | 0,00 | 54,46 | 2,70 | 0,27 | 0,29 | 1,71 | 0,69 | 0,09 | 0,30 | 20,20 | 3,90  |
| 24,98 | 13,56 | 0,00 | 0,40 | 1,39 | 0,00 | 53,32 | 2,44 | 0,39 | 0,19 | 2,17 | 0,59 | 0,05 | 0,25 | 21,90 | 4,10  |
| 24,28 | 13,55 | 0,00 | 0,08 | 1,57 | 0,00 | 54,81 | 2,34 | 0,37 | 0,24 | 1,48 | 0,62 | 0,15 | 0,18 | 23,50 | 3,80  |
| 25,10 | 13,59 | 0,00 | 0,23 | 1,45 | 0,00 | 54,14 | 2,04 | 0,27 | 0,37 | 1,74 | 0,48 | 0,18 | 0,30 | 26,50 | 4,30  |
| 24,25 | 13,48 | 0,00 | 0,35 | 1,44 | 0,00 | 54,47 | 2,40 | 0,49 | 0,17 | 1,61 | 0,82 | 0,02 | 0,35 | 22,70 | 2,90  |
| 30,18 | 12,71 | 0,00 | 1,14 | 1,41 | 0,00 | 48,99 | 1,74 | 0,12 | 1,09 | 1,86 | 0,38 | 0,02 | 0,17 | 28,20 | 4,60  |
| 25,59 | 13,20 | 0,00 | 0,76 | 1,36 | 0,00 | 53,45 | 2,02 | 0,33 | 0,29 | 2,09 | 0,33 | 0,05 | 0,28 | 26,50 | 6,20  |
| 27,37 | 13,21 | 0,00 | 1,31 | 1,28 | 0,00 | 50,80 | 2,27 | 0,20 | 0,32 | 2,18 | 0,51 | 0,00 | 0,36 | 22,40 | 4,50  |
| 26,85 | 13,11 | 0,00 | 1,29 | 1,53 | 0,00 | 51,66 | 2,03 | 0,23 | 0,29 | 2,11 | 0,38 | 0,02 | 0,34 | 25,40 | 5,40  |
| 26,42 | 13,17 | 0,00 | 1,30 | 1,44 | 0,00 | 51,57 | 2,15 | 0,22 | 0,41 | 2,01 | 0,71 | 0,16 | 0,16 | 24,00 | 3,00  |
| 23,91 | 13,77 | 0,00 | 0,06 | 1,27 | 0,00 | 55,76 | 2,25 | 0,18 | 0,32 | 1,46 | 0,69 | 0,02 | 0,13 | 24,70 | 3,30  |
| 24,31 | 13,76 | 0,00 | 0,06 | 1,29 | 0,00 | 55,48 | 2,04 | 0,33 | 0,16 | 1,39 | 0,76 | 0,11 | 0,09 | 27,10 | 2,70  |
| 24,64 | 13,51 | 0,00 | 0,19 | 1,57 | 0,00 | 54,50 | 2,38 | 0,30 | 0,35 | 1,64 | 0,41 | 0,15 | 0,16 | 22,90 | 5,80  |
| 27,40 | 13,32 | 0,00 | 1,11 | 1,46 | 0,00 | 51,35 | 2,00 | 0,31 | 0,23 | 1,86 | 0,45 | 0,13 | 0,26 | 25,70 | 4,50  |
| 26,55 | 13,25 | 0,00 | 1,26 | 1,60 | 0,00 | 52,03 | 2,06 | 0,39 | 0,27 | 1,75 | 0,35 | 0,16 | 0,15 | 25,30 | 5,90  |
| 28,72 | 14,66 | 0,00 | 0,88 | 1,77 | 0,00 | 48,37 | 2,10 | 0,29 | 0,33 | 1,80 | 0,71 | 0,04 | 0,20 | 23,10 | 3,00  |
| 28,74 | 14,51 | 0,00 | 0,76 | 1,56 | 0,00 | 48,62 | 2,40 | 0,35 | 0,21 | 1,79 | 0,75 | 0,03 | 0,17 | 20,20 | 3,20  |
| 28,47 | 13,18 | 0,00 | 1,45 | 1,62 | 0,27 | 49,03 | 1,66 | 0,96 | 0,75 | 1,38 | 0,70 | 0,02 | 0,33 | 29,60 | 2,40  |
| 31,56 | 13,96 | 0,00 | 1,32 | 1,61 | 0,00 | 46,57 | 1,51 | 0,50 | 0,41 | 1,64 | 0,53 | 0,12 | 0,13 | 30,90 | 2,80  |
| 25,12 | 13,32 | 0,00 | 0,51 | 1,49 | 0,00 | 53,69 | 2,05 | 0,39 | 0,30 | 2,26 | 0,42 | 0,00 | 0,26 | 26,20 | 4,80  |
| 25,72 | 13,03 | 0,00 | 1,12 | 1,59 | 1,13 | 50,17 | 2,41 | 1,02 | 0,84 | 1,81 | 0,52 | 0,08 | 0,40 | 20,80 | 4,60  |
| 26,43 | 13,30 | 0,00 | 0,16 | 1,51 | 0,00 | 52,62 | 2,34 | 0,27 | 0,33 | 2,04 | 0,49 | 0,15 | 0,18 | 22,50 | 4,80  |
| 25,17 | 13,50 | 0,00 | 0,11 | 1,32 | 0,00 | 53,63 | 2,24 | 0,18 | 0,19 | 2,55 | 0,60 | 0,08 | 0,19 | 24,00 | 3,70  |
| 25,68 | 13,50 | 0,00 | 0,07 | 1,38 | 0,00 | 53,82 | 1,99 | 0,42 | 0,26 | 1,67 | 0,71 | 0,18 | 0,14 | 27,00 | 2,80  |
| 25,62 | 13,31 | 0,00 | 0,11 | 1,51 | 0,00 | 53,52 | 2,10 | 0,28 | 0,19 | 2,23 | 0,50 | 0,07 | 0,34 | 25,40 | 4,20  |
| 25,55 | 13,48 | 0,00 | 0,14 | 1,28 | 0,00 | 53,82 | 1,91 | 0,34 | 0,28 | 2,09 | 0,50 | 0,24 | 0,16 | 28,10 | 3,80  |
| 29,62 | 11,66 | 0,00 | 1,22 | 2,16 | 1,30 | 47,20 | 2,25 | 0,65 | 1,05 | 1,69 | 0,74 | 0,03 | 0,33 | 21,00 | 3,00  |
| 28,67 | 11,78 | 0,00 | 1,42 | 2,08 | 0,92 | 48,07 | 2,22 | 1,09 | 1,10 | 1,54 | 0,61 | 0,09 | 0,26 | 21,70 | 3,60  |
| 27,92 | 11,20 | 0,00 | 1,24 | 1,84 | 2,22 | 47,41 | 2,22 | 1,03 | 1,77 | 1,47 | 1,12 | 0,15 | 0,28 | 21,40 | 2,00  |
| 29,50 | 12,75 | 0,00 | 1,61 | 1,97 | 0,00 | 48,22 | 2,26 | 0,17 | 0,39 | 2,25 | 0,23 | 0,13 | 0,31 | 21,40 | 9,60  |
| 28,99 | 12,99 | 0,00 | 1,41 | 1,84 | 0,00 | 49,35 | 2,45 | 0,21 | 0,27 | 1,63 | 0,44 | 0,12 | 0,14 | 20,20 | 5,60  |
| 27,75 | 12,68 | 0,00 | 0,76 | 2,04 | 0,00 | 51,36 | 2,15 | 0,50 | 0,28 | 1,70 | 0,46 | 0,12 | 0,04 | 23,90 | 4,60  |
| 25,96 | 13,15 | 0,00 | 0,68 | 1,81 | 0,00 | 52,43 | 2,67 | 0,34 | 0,45 | 1,63 | 0,40 | 0,04 | 0,28 | 19,70 | 6,70  |
| 26,37 | 12,99 | 0,00 | 0,50 | 1,89 | 0,00 | 52,15 | 2,47 | 0,22 | 0,36 | 1,90 | 0,76 | 0,00 | 0,21 | 21,10 | 3,20  |
| 26,73 | 13,01 | 0,00 | 0,68 | 1,94 | 0,00 | 51,48 | 2,75 | 0,43 | 0,26 | 1,54 | 0,76 | 0,09 | 0,16 | 18,70 | 3,60  |
| 26,67 | 13,17 | 0,00 | 1,14 | 1,92 | 0,00 | 51,31 | 2,43 | 0,26 | 0,21 | 1,81 | 0,60 | 0,20 | 0,13 | 21,10 | 4,10  |
| 25,65 | 13,18 | 0,00 | 0,01 | 1,85 | 0,00 | 54,25 | 2,37 | 0,38 | 0,25 | 1,33 | 0,38 | 0,02 | 0,19 | 22,90 | 6,30  |
| 25,66 | 13,08 | 0,00 | 0,07 | 2,04 | 0,00 | 53,66 | 2,67 | 0,30 | 0,39 | 1,30 | 0,50 | 0,14 | 0,10 | 20,10 | 5,30  |
| 25,04 | 13,07 | 0,00 | 0,05 | 1,97 | 0,00 | 53,81 | 2,84 | 0,27 | 0,24 | 1,77 | 0,62 | 0,06 | 0,14 | 19,00 | 4,60  |
| 25,39 | 13,06 | 0,00 | 0,48 | 1,93 | 0,00 | 53,19 | 2,58 | 0,29 | 0,16 | 2,08 | 0,39 | 0,05 | 0,22 | 20,60 | 6,70  |

| O     | Si    | P    | Ca   | Sr   | Y    | Zr    | Nb   | Ba   | Ce   | Hf   | Ta   | Th   | U    | Zr/Nb | Nb/Ta |
|-------|-------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|
| 24,59 | 13,41 | 0,00 | 0,07 | 1,86 | 0,00 | 54,03 | 2,75 | 0,15 | 0,33 | 2,00 | 0,53 | 0,06 | 0,13 | 19,70 | 5,20  |
| 26,15 | 13,13 | 0,00 | 0,43 | 1,77 | 0,00 | 53,13 | 2,78 | 0,35 | 0,12 | 1,41 | 0,37 | 0,04 | 0,20 | 19,10 | 7,60  |
| 24,82 | 13,42 | 0,00 | 0,14 | 1,80 | 0,00 | 54,35 | 2,67 | 0,30 | 0,16 | 1,37 | 0,54 | 0,06 | 0,23 | 20,40 | 4,90  |
| 24,83 | 13,26 | 0,00 | 0,04 | 2,05 | 0,00 | 53,92 | 2,81 | 0,29 | 0,20 | 1,79 | 0,43 | 0,08 | 0,19 | 19,20 | 6,50  |
| 24,89 | 13,14 | 0,00 | 0,14 | 1,94 | 0,00 | 53,38 | 2,81 | 0,29 | 0,08 | 2,35 | 0,51 | 0,09 | 0,18 | 19,00 | 5,50  |
| 24,79 | 13,36 | 0,00 | 0,03 | 2,07 | 0,00 | 53,87 | 2,77 | 0,27 | 0,14 | 1,92 | 0,37 | 0,09 | 0,11 | 19,50 | 7,40  |
| 24,72 | 13,34 | 0,00 | 0,15 | 1,96 | 0,00 | 53,28 | 2,61 | 0,33 | 0,29 | 2,42 | 0,53 | 0,01 | 0,22 | 20,40 | 4,90  |
| 25,21 | 13,39 | 0,00 | 0,13 | 1,86 | 0,00 | 53,74 | 2,75 | 0,40 | 0,14 | 1,55 | 0,43 | 0,14 | 0,09 | 19,60 | 6,50  |
| 25,45 | 13,18 | 0,00 | 0,12 | 1,85 | 0,00 | 53,70 | 2,61 | 0,19 | 0,21 | 1,68 | 0,51 | 0,02 | 0,29 | 20,60 | 5,10  |
| 24,88 | 13,32 | 0,00 | 0,10 | 1,76 | 0,00 | 53,76 | 2,75 | 0,25 | 0,26 | 2,01 | 0,51 | 0,20 | 0,07 | 19,50 | 5,40  |
| 25,01 | 13,32 | 0,00 | 0,07 | 1,92 | 0,00 | 53,77 | 2,79 | 0,27 | 0,38 | 1,65 | 0,44 | 0,06 | 0,14 | 19,30 | 6,30  |
| 24,77 | 13,20 | 0,00 | 0,06 | 2,04 | 0,00 | 53,86 | 2,69 | 0,39 | 0,31 | 1,44 | 0,69 | 0,19 | 0,18 | 20,00 | 3,90  |
| 24,70 | 13,42 | 0,00 | 0,08 | 1,83 | 0,00 | 54,09 | 2,85 | 0,42 | 0,24 | 1,53 | 0,59 | 0,02 | 0,15 | 19,00 | 4,90  |
| 25,82 | 13,00 | 0,00 | 0,40 | 2,22 | 0,00 | 52,75 | 2,46 | 0,38 | 0,13 | 1,91 | 0,43 | 0,06 | 0,20 | 21,40 | 5,70  |
| 25,40 | 13,03 | 0,00 | 0,48 | 2,03 | 0,00 | 52,84 | 2,73 | 0,38 | 0,21 | 1,77 | 0,54 | 0,13 | 0,21 | 19,40 | 5,00  |
| 25,89 | 13,00 | 0,00 | 0,53 | 1,89 | 0,00 | 52,44 | 2,57 | 0,24 | 0,28 | 1,81 | 0,92 | 0,16 | 0,11 | 20,40 | 2,80  |
| 25,63 | 12,99 | 0,00 | 0,40 | 1,91 | 0,00 | 52,92 | 2,60 | 0,54 | 0,08 | 1,83 | 0,70 | 0,08 | 0,15 | 20,30 | 3,70  |
| 21,86 | 13,51 | 0,00 | 0,26 | 2,29 | 0,00 | 56,08 | 3,17 | 0,33 | 0,10 | 1,20 | 0,74 | 0,00 | 0,24 | 17,70 | 4,30  |
| 25,28 | 13,14 | 0,00 | 0,60 | 1,99 | 0,00 | 52,49 | 2,64 | 0,27 | 0,49 | 2,01 | 0,58 | 0,08 | 0,23 | 19,90 | 4,60  |
| 25,32 | 12,95 | 0,00 | 0,59 | 2,01 | 0,00 | 52,40 | 2,66 | 0,74 | 0,13 | 2,27 | 0,57 | 0,07 | 0,13 | 19,70 | 4,70  |
| 30,18 | 12,42 | 0,00 | 1,04 | 1,94 | 0,13 | 46,64 | 2,18 | 0,79 | 1,92 | 1,65 | 0,75 | 0,09 | 0,11 | 21,40 | 2,90  |
| 29,42 | 12,76 | 0,00 | 1,09 | 1,86 | 0,07 | 47,32 | 2,10 | 0,35 | 1,74 | 2,03 | 0,62 | 0,06 | 0,33 | 22,60 | 3,40  |
| 25,47 | 13,25 | 0,00 | 0,04 | 1,83 | 0,00 | 53,24 | 2,45 | 0,53 | 0,29 | 1,99 | 0,60 | 0,07 | 0,15 | 21,70 | 4,10  |
| 25,35 | 13,01 | 0,00 | 0,41 | 2,01 | 0,00 | 52,89 | 2,79 | 0,37 | 0,06 | 1,97 | 0,53 | 0,13 | 0,19 | 18,90 | 5,30  |
| 24,73 | 13,12 | 0,00 | 0,03 | 1,97 | 0,00 | 53,98 | 2,57 | 0,19 | 0,41 | 1,67 | 0,94 | 0,12 | 0,12 | 21,00 | 2,70  |
| 24,56 | 13,49 | 0,00 | 0,11 | 1,94 | 0,00 | 53,88 | 2,52 | 0,15 | 0,39 | 2,15 | 0,46 | 0,14 | 0,08 | 21,40 | 5,50  |
| 24,70 | 13,25 | 0,00 | 0,03 | 2,17 | 0,00 | 53,68 | 2,78 | 0,28 | 0,36 | 1,69 | 0,64 | 0,06 | 0,18 | 19,30 | 4,30  |
| 25,34 | 13,20 | 0,00 | 0,05 | 1,81 | 0,00 | 53,89 | 2,73 | 0,06 | 0,34 | 1,55 | 0,64 | 0,14 | 0,08 | 19,70 | 4,30  |
| 24,18 | 13,45 | 0,00 | 0,19 | 1,96 | 0,00 | 54,46 | 2,77 | 0,23 | 0,16 | 1,50 | 0,68 | 0,04 | 0,18 | 19,70 | 4,10  |
| 23,97 | 13,11 | 0,00 | 0,18 | 2,06 | 0,00 | 53,42 | 2,84 | 0,30 | 0,53 | 2,37 | 0,73 | 0,07 | 0,18 | 18,80 | 3,90  |
| 25,11 | 13,18 | 0,00 | 0,12 | 2,05 | 0,00 | 53,71 | 2,65 | 0,37 | 0,21 | 1,61 | 0,62 | 0,05 | 0,17 | 20,30 | 4,20  |
| 24,81 | 13,30 | 0,00 | 0,08 | 1,94 | 0,00 | 53,69 | 2,76 | 0,25 | 0,36 | 1,69 | 0,76 | 0,03 | 0,16 | 19,50 | 3,60  |
| 24,61 | 13,20 | 0,00 | 0,12 | 1,91 | 0,00 | 54,14 | 2,77 | 0,32 | 0,13 | 1,81 | 0,57 | 0,04 | 0,23 | 19,50 | 4,90  |
| 24,02 | 13,41 | 0,00 | 0,10 | 1,82 | 0,00 | 53,96 | 2,87 | 0,26 | 0,30 | 2,46 | 0,37 | 0,00 | 0,20 | 18,80 | 7,80  |
| 24,67 | 13,24 | 0,00 | 0,35 | 1,95 | 0,00 | 53,80 | 2,75 | 0,27 | 0,41 | 1,86 | 0,33 | 0,10 | 0,15 | 19,60 | 8,30  |
| 23,99 | 13,35 | 0,00 | 0,04 | 2,03 | 0,00 | 54,45 | 2,71 | 0,25 | 0,27 | 1,92 | 0,62 | 0,06 | 0,13 | 20,10 | 4,40  |
| 25,02 | 13,32 | 0,00 | 0,09 | 1,94 | 0,00 | 54,35 | 2,75 | 0,29 | 0,15 | 1,16 | 0,48 | 0,15 | 0,17 | 19,80 | 5,80  |
| 24,69 | 13,34 | 0,00 | 0,04 | 1,99 | 0,00 | 54,33 | 2,69 | 0,37 | 0,12 | 1,55 | 0,45 | 0,03 | 0,25 | 20,20 | 5,90  |
| 24,11 | 13,40 | 0,00 | 0,08 | 1,89 | 0,00 | 54,40 | 2,90 | 0,21 | 0,48 | 1,70 | 0,44 | 0,12 | 0,12 | 18,80 | 6,60  |
| 24,88 | 13,34 | 0,00 | 0,10 | 1,91 | 0,00 | 53,82 | 2,59 | 0,29 | 0,33 | 1,77 | 0,53 | 0,09 | 0,18 | 20,80 | 4,90  |
| 25,13 | 13,31 | 0,00 | 0,15 | 1,84 | 0,00 | 53,70 | 2,67 | 0,33 | 0,22 | 1,86 | 0,44 | 0,02 | 0,13 | 20,10 | 6,00  |

|                      | O     | Si    | P    | Ca   | Sr   | Y    | Zr    | Nb   | Ba   | Ce   | Hf   | Ta   | Th   | U    | Zr/Nb | Nb/Ta |
|----------------------|-------|-------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|
|                      | 25,53 | 13,00 | 0,00 | 0,42 | 1,95 | 0,00 | 53,49 | 2,57 | 0,25 | 0,26 | 1,67 | 0,50 | 0,16 | 0,07 | 20,80 | 5,20  |
|                      | 25,66 | 13,10 | 0,00 | 0,38 | 1,97 | 0,00 | 53,16 | 2,65 | 0,21 | 0,17 | 1,89 | 0,49 | 0,05 | 0,12 | 20,10 | 5,40  |
|                      | 25,46 | 13,25 | 0,00 | 0,19 | 1,85 | 0,00 | 53,27 | 2,73 | 0,19 | 0,36 | 1,71 | 0,63 | 0,05 | 0,20 | 19,50 | 4,30  |
|                      | 26,80 | 12,78 | 0,00 | 0,90 | 1,83 | 0,00 | 51,68 | 2,59 | 0,10 | 0,31 | 2,09 | 0,45 | 0,21 | 0,12 | 19,90 | 5,80  |
|                      | 26,21 | 13,18 | 0,00 | 0,35 | 1,80 | 0,00 | 52,69 | 2,67 | 0,24 | 0,12 | 1,81 | 0,57 | 0,10 | 0,09 | 19,70 | 4,70  |
|                      | 25,46 | 13,21 | 0,00 | 0,19 | 2,09 | 0,00 | 53,39 | 2,83 | 0,28 | 0,14 | 1,69 | 0,29 | 0,06 | 0,22 | 18,90 | 9,60  |
|                      | 25,60 | 13,14 | 0,00 | 0,31 | 1,94 | 0,00 | 53,19 | 2,79 | 0,13 | 0,23 | 1,76 | 0,51 | 0,00 | 0,20 | 19,10 | 5,40  |
|                      | 24,74 | 13,20 | 0,00 | 0,11 | 2,03 | 0,00 | 54,01 | 2,76 | 0,34 | 0,32 | 1,63 | 0,45 | 0,28 | 0,02 | 19,60 | 6,10  |
|                      | 25,17 | 13,33 | 0,00 | 0,12 | 1,88 | 0,00 | 53,94 | 2,59 | 0,34 | 0,13 | 1,76 | 0,44 | 0,06 | 0,10 | 20,80 | 5,90  |
|                      | 25,26 | 13,15 | 0,00 | 0,17 | 1,88 | 0,00 | 53,95 | 2,64 | 0,18 | 0,25 | 1,66 | 0,45 | 0,03 | 0,16 | 20,40 | 5,90  |
|                      | 24,94 | 13,31 | 0,00 | 0,16 | 1,89 | 0,00 | 53,95 | 2,52 | 0,36 | 0,22 | 1,54 | 0,73 | 0,03 | 0,22 | 21,50 | 3,50  |
|                      | 24,32 | 13,36 | 0,00 | 0,09 | 1,91 | 0,00 | 53,99 | 2,65 | 0,34 | 0,27 | 2,03 | 0,68 | 0,13 | 0,11 | 20,30 | 3,90  |
|                      | 24,59 | 13,13 | 0,00 | 0,19 | 1,95 | 0,00 | 53,21 | 2,76 | 0,18 | 0,25 | 2,87 | 0,56 | 0,05 | 0,12 | 19,30 | 4,90  |
|                      | 26,62 | 13,21 | 0,00 | 0,48 | 1,93 | 0,00 | 50,04 | 2,60 | 0,19 | 0,38 | 3,79 | 0,28 | 0,13 | 0,19 | 19,30 | 9,40  |
|                      | 29,46 | 11,62 | 0,00 | 1,44 | 1,61 | 0,67 | 47,23 | 1,58 | 1,30 | 1,67 | 2,41 | 0,53 | 0,16 | 0,15 | 30,00 | 3,00  |
|                      | 29,79 | 10,87 | 0,00 | 1,35 | 1,79 | 2,34 | 45,54 | 1,98 | 1,32 | 1,95 | 2,01 | 0,47 | 0,21 | 0,19 | 23,00 | 4,20  |
|                      | 29,68 | 12,14 | 0,00 | 1,49 | 1,94 | 0,00 | 49,24 | 2,09 | 0,34 | 0,39 | 1,45 | 0,64 | 0,09 | 0,36 | 23,50 | 3,30  |
|                      | 29,16 | 12,76 | 0,00 | 1,80 | 1,78 | 0,00 | 48,81 | 2,48 | 0,27 | 0,23 | 1,85 | 0,36 | 0,08 | 0,25 | 19,70 | 7,00  |
|                      | 24,97 | 13,11 | 0,00 | 0,52 | 1,98 | 0,00 | 52,65 | 2,87 | 0,11 | 0,43 | 2,50 | 0,46 | 0,03 | 0,22 | 18,40 | 6,30  |
|                      | 25,47 | 13,05 | 0,00 | 0,23 | 1,91 | 0,00 | 53,13 | 2,82 | 0,19 | 0,23 | 2,20 | 0,48 | 0,04 | 0,11 | 18,90 | 5,90  |
|                      | 25,38 | 13,22 | 0,00 | 0,17 | 1,82 | 0,00 | 53,76 | 2,68 | 0,17 | 0,31 | 1,82 | 0,35 | 0,03 | 0,19 | 20,00 | 7,70  |
|                      | 25,07 | 13,21 | 0,00 | 0,24 | 1,87 | 0,00 | 53,02 | 2,67 | 0,26 | 0,40 | 2,31 | 0,57 | 0,03 | 0,15 | 19,90 | 4,70  |
|                      | 21,16 | 13,65 | 0,00 | 0,07 | 2,01 | 0,00 | 56,66 | 2,95 | 0,30 | 0,33 | 1,77 | 0,65 | 0,14 | 0,12 | 19,20 | 4,50  |
|                      | 25,49 | 13,22 | 0,00 | 0,13 | 1,91 | 0,00 | 53,29 | 2,54 | 0,29 | 0,26 | 2,13 | 0,36 | 0,05 | 0,15 | 21,00 | 7,10  |
|                      | 25,34 | 13,28 | 0,00 | 0,14 | 1,86 | 0,00 | 53,29 | 2,87 | 0,40 | 0,24 | 1,71 | 0,50 | 0,09 | 0,12 | 18,50 | 5,80  |
|                      | 25,66 | 13,18 | 0,00 | 0,08 | 1,87 | 0,00 | 53,34 | 2,73 | 0,24 | 0,38 | 1,67 | 0,53 | 0,02 | 0,18 | 19,50 | 5,20  |
|                      | 25,66 | 13,11 | 0,00 | 0,09 | 1,98 | 0,00 | 53,26 | 2,76 | 0,14 | 0,38 | 1,82 | 0,41 | 0,00 | 0,23 | 19,30 | 6,70  |
|                      | 24,52 | 13,20 | 0,00 | 0,05 | 2,12 | 0,00 | 54,29 | 2,85 | 0,34 | 0,15 | 1,50 | 0,47 | 0,00 | 0,30 | 19,10 | 6,10  |
|                      | 24,30 | 13,33 | 0,00 | 0,07 | 2,10 | 0,00 | 54,38 | 2,68 | 0,27 | 0,26 | 1,71 | 0,48 | 0,18 | 0,07 | 20,30 | 5,60  |
|                      | 24,53 | 13,33 | 0,00 | 0,04 | 1,99 | 0,00 | 54,22 | 2,71 | 0,21 | 0,34 | 1,49 | 0,58 | 0,20 | 0,13 | 20,00 | 4,70  |
| Granodiorito Trairão | 24,16 | 13,27 | 0,00 | 0,72 | 2,01 | 0,00 | 53,20 | 2,94 | 0,51 | 0,12 | 2,00 | 0,44 | 0,00 | 0,36 | 18,10 | 6,80  |
| ABGRD                | 24,87 | 13,15 | 0,00 | 0,18 | 1,98 | 0,00 | 53,23 | 3,17 | 0,11 | 0,35 | 1,88 | 0,64 | 0,11 | 0,14 | 16,80 | 5,00  |
| MAR-146              | 29,75 | 12,83 | 0,00 | 1,82 | 2,31 | 0,00 | 46,47 | 2,38 | 0,44 | 0,26 | 1,71 | 0,56 | 0,37 | 0,89 | 19,50 | 4,30  |
|                      | 30,58 | 12,94 | 0,00 | 1,65 | 1,97 | 0,00 | 46,17 | 2,55 | 0,43 | 0,27 | 1,85 | 0,43 | 0,26 | 0,70 | 18,10 | 5,90  |
|                      | 27,18 | 13,11 | 0,00 | 1,79 | 1,95 | 0,00 | 49,65 | 2,73 | 0,29 | 0,25 | 1,60 | 0,58 | 0,42 | 0,19 | 18,20 | 4,70  |
|                      | 24,07 | 13,38 | 0,00 | 0,03 | 1,98 | 0,00 | 54,08 | 2,95 | 0,24 | 0,42 | 1,85 | 0,56 | 0,10 | 0,13 | 18,30 | 5,30  |
|                      | 24,12 | 13,44 | 0,00 | 0,07 | 2,20 | 0,00 | 54,30 | 2,77 | 0,42 | 0,30 | 1,39 | 0,58 | 0,07 | 0,17 | 19,60 | 4,70  |
|                      | 26,32 | 12,92 | 0,00 | 1,14 | 2,18 | 0,00 | 50,75 | 2,67 | 0,22 | 0,55 | 1,87 | 0,71 | 0,26 | 0,21 | 19,00 | 3,70  |
|                      | 26,11 | 12,86 | 0,00 | 1,08 | 2,10 | 0,00 | 51,93 | 2,82 | 0,12 | 0,34 | 1,31 | 0,57 | 0,10 | 0,43 | 18,40 | 4,90  |
|                      | 23,15 | 13,41 | 0,00 | 0,14 | 2,07 | 0,00 | 53,87 | 3,25 | 0,28 | 0,25 | 1,97 | 1,24 | 0,15 | 0,03 | 16,60 | 2,60  |
|                      | 23,60 | 13,19 | 0,00 | 0,05 | 2,24 | 0,00 | 54,37 | 2,75 | 0,34 | 0,42 | 2,16 | 0,48 | 0,13 | 0,12 | 19,80 | 5,70  |



| O     | Si    | P    | Ca   | Sr   | Y    | Zr    | Nb   | Ba   | Ce   | Hf   | Ta   | Th   | U    | Zr/Nb | Nb/Ta |
|-------|-------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|
| 23,04 | 13,55 | 0,00 | 0,07 | 2,03 | 0,00 | 54,35 | 3,02 | 0,31 | 0,37 | 2,23 | 0,55 | 0,09 | 0,20 | 18,00 | 5,50  |
| 23,22 | 13,35 | 0,00 | 0,17 | 2,27 | 0,00 | 53,90 | 3,09 | 0,24 | 0,32 | 2,20 | 0,85 | 0,02 | 0,19 | 17,50 | 3,60  |
| 23,67 | 13,24 | 0,00 | 0,10 | 2,21 | 0,00 | 54,68 | 2,79 | 0,22 | 0,32 | 1,72 | 0,67 | 0,08 | 0,15 | 19,60 | 4,20  |
| 23,43 | 13,38 | 0,00 | 0,07 | 2,10 | 0,00 | 55,15 | 2,87 | 0,16 | 0,32 | 1,58 | 0,57 | 0,12 | 0,11 | 19,20 | 5,00  |
| 25,06 | 12,99 | 0,00 | 0,60 | 2,13 | 0,00 | 52,75 | 3,18 | 0,10 | 0,36 | 1,89 | 0,56 | 0,04 | 0,21 | 16,60 | 5,70  |
| 24,67 | 13,13 | 0,00 | 0,44 | 2,22 | 0,00 | 52,63 | 3,04 | 0,36 | 0,36 | 1,99 | 0,75 | 0,08 | 0,21 | 17,30 | 4,10  |
| 22,58 | 13,49 | 0,00 | 0,08 | 2,27 | 0,00 | 54,17 | 3,00 | 0,38 | 0,26 | 2,11 | 1,20 | 0,15 | 0,12 | 18,00 | 2,50  |
| 23,38 | 13,21 | 0,00 | 0,28 | 2,37 | 0,00 | 53,72 | 2,91 | 0,14 | 0,60 | 2,12 | 0,69 | 0,09 | 0,30 | 18,50 | 4,20  |
| 23,29 | 13,67 | 0,00 | 0,06 | 1,92 | 0,00 | 54,37 | 2,87 | 0,36 | 0,25 | 2,02 | 0,64 | 0,15 | 0,15 | 18,90 | 4,50  |
| 25,65 | 12,91 | 0,00 | 1,00 | 2,06 | 0,00 | 51,82 | 2,69 | 0,33 | 0,21 | 1,65 | 0,96 | 0,09 | 0,34 | 19,30 | 2,80  |
| 25,30 | 13,07 | 0,00 | 1,30 | 2,19 | 0,00 | 52,12 | 2,72 | 0,51 | 0,17 | 1,50 | 0,69 | 0,12 | 0,14 | 19,20 | 3,90  |
| 23,16 | 13,29 | 0,00 | 0,10 | 2,16 | 0,00 | 55,24 | 2,80 | 0,76 | 0,09 | 1,53 | 0,47 | 0,12 | 0,13 | 19,70 | 6,00  |
| 23,27 | 13,33 | 0,00 | 0,13 | 2,07 | 0,00 | 54,31 | 3,22 | 0,32 | 0,23 | 1,49 | 1,20 | 0,02 | 0,19 | 16,90 | 2,70  |
| 23,55 | 13,35 | 0,00 | 0,08 | 2,24 | 0,00 | 54,44 | 3,02 | 0,41 | 0,27 | 1,43 | 0,70 | 0,08 | 0,26 | 18,00 | 4,30  |
| 23,24 | 13,43 | 0,00 | 0,10 | 2,12 | 0,00 | 54,46 | 3,19 | 0,21 | 0,38 | 1,80 | 0,67 | 0,02 | 0,19 | 17,10 | 4,80  |
| 23,12 | 13,29 | 0,00 | 0,07 | 2,08 | 0,00 | 55,20 | 2,66 | 0,47 | 0,27 | 1,57 | 0,78 | 0,06 | 0,23 | 20,70 | 3,40  |
| 23,35 | 13,48 | 0,00 | 0,11 | 2,06 | 0,00 | 54,45 | 2,80 | 0,39 | 0,17 | 2,00 | 0,71 | 0,10 | 0,15 | 19,40 | 4,00  |
| 23,39 | 13,41 | 0,00 | 0,05 | 2,32 | 0,00 | 53,99 | 3,07 | 0,40 | 0,18 | 2,04 | 0,69 | 0,16 | 0,15 | 17,60 | 4,40  |
| 22,91 | 13,62 | 0,00 | 0,08 | 2,16 | 0,00 | 54,78 | 3,18 | 0,38 | 0,11 | 1,40 | 0,77 | 0,09 | 0,26 | 17,20 | 4,10  |
| 22,80 | 13,35 | 0,00 | 0,06 | 2,13 | 0,00 | 54,59 | 3,00 | 0,35 | 0,25 | 2,15 | 0,86 | 0,03 | 0,25 | 18,20 | 3,50  |
| 31,11 | 11,08 | 0,00 | 1,64 | 2,21 | 0,78 | 45,27 | 2,79 | 0,98 | 0,91 | 1,40 | 0,99 | 0,27 | 0,21 | 16,20 | 2,80  |
| 25,29 | 13,09 | 0,00 | 0,45 | 2,14 | 0,00 | 53,26 | 2,30 | 0,40 | 0,28 | 1,37 | 0,76 | 0,31 | 0,10 | 23,10 | 3,00  |
| 23,35 | 13,39 | 0,00 | 0,05 | 2,05 | 0,00 | 54,06 | 2,99 | 0,23 | 0,40 | 2,40 | 0,59 | 0,06 | 0,16 | 18,10 | 5,10  |
| 23,68 | 13,32 | 0,00 | 0,11 | 1,96 | 0,00 | 54,62 | 2,85 | 0,33 | 0,38 | 1,68 | 0,57 | 0,04 | 0,28 | 19,20 | 5,00  |
| 24,16 | 13,26 | 0,00 | 0,44 | 2,14 | 0,00 | 53,89 | 2,79 | 0,39 | 0,16 | 1,74 | 0,53 | 0,05 | 0,23 | 19,30 | 5,20  |
| 24,27 | 13,18 | 0,00 | 0,07 | 2,18 | 0,00 | 53,47 | 3,03 | 0,27 | 0,18 | 2,22 | 0,68 | 0,00 | 0,21 | 17,70 | 4,40  |
| 24,51 | 13,22 | 0,00 | 0,16 | 1,91 | 0,00 | 53,91 | 3,18 | 0,16 | 0,42 | 1,66 | 0,41 | 0,03 | 0,29 | 16,90 | 7,70  |
| 24,57 | 13,27 | 0,00 | 0,33 | 1,84 | 0,00 | 53,49 | 2,97 | 0,40 | 0,20 | 1,68 | 0,87 | 0,05 | 0,19 | 18,00 | 3,40  |
| 23,85 | 13,13 | 0,00 | 0,07 | 2,10 | 0,00 | 54,01 | 2,99 | 0,27 | 0,36 | 2,05 | 0,76 | 0,18 | 0,11 | 18,00 | 3,90  |
| 23,94 | 13,30 | 0,00 | 0,06 | 1,96 | 0,00 | 55,06 | 2,77 | 0,14 | 0,29 | 1,59 | 0,39 | 0,13 | 0,20 | 19,90 | 7,00  |
| 23,56 | 13,47 | 0,00 | 0,04 | 2,10 | 0,00 | 54,84 | 3,02 | 0,43 | 0,20 | 1,32 | 0,52 | 0,21 | 0,13 | 18,10 | 5,80  |
| 23,63 | 13,48 | 0,00 | 0,08 | 1,96 | 0,00 | 54,32 | 3,04 | 0,31 | 0,36 | 1,62 | 0,66 | 0,13 | 0,17 | 17,90 | 4,60  |
| 23,11 | 13,49 | 0,00 | 0,11 | 1,81 | 0,00 | 54,60 | 2,90 | 0,42 | 0,13 | 2,28 | 0,66 | 0,21 | 0,07 | 18,80 | 4,40  |
| 23,65 | 13,37 | 0,00 | 0,04 | 2,22 | 0,00 | 53,85 | 2,94 | 0,21 | 0,47 | 2,06 | 0,79 | 0,12 | 0,09 | 18,30 | 3,70  |
| 23,87 | 13,27 | 0,00 | 0,12 | 2,13 | 0,00 | 54,19 | 2,82 | 0,32 | 0,39 | 1,52 | 0,90 | 0,10 | 0,14 | 19,20 | 3,10  |
| 25,18 | 13,05 | 0,00 | 0,58 | 1,88 | 0,00 | 52,41 | 3,11 | 0,49 | 0,07 | 1,70 | 0,97 | 0,11 | 0,18 | 16,90 | 3,20  |
| 24,74 | 13,08 | 0,00 | 0,26 | 2,10 | 0,00 | 53,56 | 3,08 | 0,36 | 0,27 | 1,21 | 0,85 | 0,18 | 0,11 | 17,40 | 3,60  |
| 24,86 | 13,10 | 0,00 | 0,66 | 2,07 | 0,00 | 52,89 | 2,84 | 0,19 | 0,36 | 1,92 | 0,63 | 0,10 | 0,18 | 18,60 | 4,50  |
| 24,19 | 13,39 | 0,00 | 0,37 | 2,10 | 0,00 | 53,48 | 2,98 | 0,35 | 0,40 | 1,61 | 0,51 | 0,24 | 0,10 | 17,90 | 5,80  |
| 24,25 | 13,06 | 0,00 | 0,24 | 1,93 | 0,00 | 54,15 | 2,79 | 0,30 | 0,35 | 1,54 | 0,84 | 0,13 | 0,20 | 19,40 | 3,30  |
| 23,48 | 13,46 | 0,00 | 0,13 | 2,03 | 0,00 | 54,31 | 3,06 | 0,30 | 0,16 | 1,78 | 0,77 | 0,08 | 0,15 | 17,80 | 4,00  |

| O     | Si    | P    | Ca   | Sr   | Y    | Zr    | Nb   | Ba   | Ce   | Hf   | Ta   | Th   | U    | Zr/Nb | Nb/Ta |
|-------|-------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|
| 24,60 | 13,05 | 0,00 | 0,63 | 2,17 | 0,00 | 53,29 | 2,69 | 0,46 | 0,46 | 1,41 | 0,74 | 0,06 | 0,25 | 19,80 | 3,60  |
| 23,59 | 13,24 | 0,00 | 0,07 | 2,17 | 0,00 | 54,34 | 2,79 | 0,29 | 0,29 | 2,11 | 0,51 | 0,12 | 0,12 | 19,50 | 5,50  |
| 27,08 | 12,72 | 0,00 | 1,29 | 2,15 | 0,00 | 50,20 | 2,48 | 0,40 | 0,54 | 1,60 | 0,74 | 0,10 | 0,45 | 20,30 | 3,40  |
| 24,71 | 13,07 | 0,00 | 0,37 | 1,94 | 0,00 | 53,41 | 3,19 | 0,26 | 0,22 | 1,74 | 0,60 | 0,17 | 0,16 | 16,70 | 5,30  |
| 23,71 | 13,08 | 0,00 | 0,28 | 2,17 | 0,00 | 53,89 | 2,90 | 0,30 | 0,19 | 2,36 | 0,69 | 0,08 | 0,15 | 18,60 | 4,20  |
| 23,55 | 13,19 | 0,00 | 0,40 | 2,24 | 0,00 | 53,80 | 3,03 | 0,15 | 0,61 | 2,09 | 0,56 | 0,13 | 0,13 | 17,80 | 5,40  |
| 24,20 | 13,33 | 0,00 | 0,33 | 2,05 | 0,00 | 53,94 | 2,86 | 0,37 | 0,39 | 1,57 | 0,57 | 0,13 | 0,11 | 18,90 | 5,00  |
| 23,77 | 13,24 | 0,00 | 0,11 | 2,13 | 0,00 | 54,02 | 3,03 | 0,31 | 0,34 | 1,75 | 0,83 | 0,07 | 0,23 | 17,90 | 3,60  |
| 23,93 | 13,14 | 0,00 | 0,05 | 2,16 | 0,00 | 53,87 | 2,91 | 0,64 | 0,13 | 1,67 | 0,84 | 0,19 | 0,21 | 18,50 | 3,50  |
| 22,79 | 13,41 | 0,00 | 0,07 | 2,16 | 0,00 | 55,01 | 3,14 | 0,25 | 0,34 | 1,62 | 0,70 | 0,06 | 0,21 | 17,50 | 4,50  |
| 24,00 | 13,34 | 0,00 | 0,06 | 1,86 | 0,00 | 54,72 | 2,80 | 0,32 | 0,13 | 1,33 | 0,75 | 0,18 | 0,22 | 19,50 | 3,80  |
| 23,58 | 13,23 | 0,00 | 0,07 | 1,96 | 0,00 | 54,92 | 3,02 | 0,22 | 0,30 | 1,63 | 0,70 | 0,07 | 0,12 | 18,20 | 4,30  |
| 25,37 | 12,90 | 0,00 | 0,26 | 2,19 | 0,00 | 52,74 | 3,00 | 0,30 | 0,37 | 1,83 | 0,52 | 0,08 | 0,23 | 17,60 | 5,70  |
| 23,52 | 13,38 | 0,00 | 0,10 | 2,10 | 0,00 | 54,26 | 2,90 | 0,53 | 0,24 | 1,98 | 0,47 | 0,13 | 0,18 | 18,70 | 6,20  |
| 23,27 | 13,22 | 0,00 | 0,09 | 2,13 | 0,00 | 54,16 | 3,08 | 0,53 | 0,41 | 2,16 | 0,50 | 0,02 | 0,18 | 17,60 | 6,10  |
| 23,83 | 13,19 | 0,00 | 0,13 | 2,05 | 0,00 | 54,79 | 2,67 | 0,44 | 0,06 | 1,56 | 0,86 | 0,13 | 0,03 | 20,50 | 3,10  |
| 23,97 | 13,28 | 0,00 | 0,06 | 1,99 | 0,00 | 53,99 | 2,80 | 0,38 | 0,24 | 1,93 | 0,88 | 0,05 | 0,24 | 19,30 | 3,20  |
| 24,22 | 13,36 | 0,00 | 0,25 | 1,92 | 0,00 | 53,06 | 3,16 | 0,72 | 0,16 | 2,07 | 0,59 | 0,04 | 0,20 | 16,80 | 5,40  |
| 22,61 | 13,40 | 0,00 | 0,09 | 2,25 | 0,00 | 54,99 | 2,96 | 0,31 | 0,17 | 1,87 | 0,84 | 0,09 | 0,12 | 18,60 | 3,50  |
| 22,16 | 13,50 | 0,00 | 0,08 | 2,01 | 0,00 | 54,49 | 3,27 | 0,42 | 0,39 | 2,47 | 0,62 | 0,07 | 0,33 | 16,70 | 5,30  |
| 22,97 | 13,41 | 0,00 | 0,06 | 1,92 | 0,00 | 55,02 | 2,78 | 0,58 | 0,19 | 1,50 | 1,01 | 0,21 | 0,07 | 19,80 | 2,80  |
| 23,47 | 13,42 | 0,00 | 0,08 | 2,20 | 0,00 | 54,35 | 3,24 | 0,21 | 0,47 | 1,36 | 0,63 | 0,16 | 0,29 | 16,80 | 5,10  |
| 24,34 | 13,18 | 0,00 | 0,10 | 2,14 | 0,00 | 53,74 | 3,18 | 0,32 | 0,30 | 1,53 | 0,67 | 0,10 | 0,20 | 16,90 | 4,70  |
| 23,41 | 13,45 | 0,00 | 0,11 | 1,94 | 0,00 | 54,00 | 3,00 | 0,62 | 0,29 | 2,16 | 0,57 | 0,11 | 0,16 | 18,00 | 5,30  |
| 22,85 | 13,32 | 0,00 | 0,07 | 1,92 | 0,00 | 53,98 | 2,96 | 0,56 | 0,33 | 2,61 | 0,66 | 0,18 | 0,27 | 18,30 | 4,50  |
| 22,84 | 13,36 | 0,00 | 0,05 | 2,18 | 0,00 | 54,58 | 2,85 | 0,40 | 0,32 | 2,42 | 0,56 | 0,10 | 0,12 | 19,20 | 5,10  |
| 24,30 | 13,21 | 0,00 | 0,10 | 2,01 | 0,00 | 53,79 | 2,88 | 0,26 | 0,49 | 1,97 | 0,39 | 0,29 | 0,08 | 18,70 | 7,40  |
| 22,88 | 13,30 | 0,00 | 0,05 | 2,23 | 0,00 | 54,46 | 3,07 | 0,40 | 0,30 | 2,01 | 0,83 | 0,13 | 0,09 | 17,80 | 3,70  |
| 23,38 | 13,53 | 0,00 | 0,09 | 2,01 | 0,00 | 53,80 | 2,89 | 0,35 | 0,40 | 2,18 | 0,74 | 0,07 | 0,33 | 18,60 | 3,90  |
| 22,31 | 13,39 | 0,00 | 0,13 | 2,28 | 0,00 | 54,25 | 3,22 | 0,58 | 0,16 | 1,97 | 1,01 | 0,17 | 0,28 | 16,80 | 3,20  |
| 21,84 | 13,53 | 0,00 | 0,06 | 1,71 | 0,00 | 55,17 | 2,87 | 0,22 | 0,50 | 2,62 | 0,99 | 0,19 | 0,09 | 19,20 | 2,90  |
| 28,27 | 12,97 | 0,00 | 1,24 | 2,02 | 0,00 | 47,33 | 2,54 | 0,37 | 0,84 | 2,17 | 1,22 | 0,07 | 0,49 | 18,70 | 2,10  |
| 25,91 | 12,54 | 0,00 | 1,14 | 2,03 | 0,00 | 50,17 | 2,79 | 0,51 | 1,46 | 1,69 | 1,10 | 0,24 | 0,25 | 18,00 | 2,50  |
| 24,74 | 12,95 | 0,00 | 0,06 | 2,16 | 0,00 | 53,79 | 2,38 | 0,21 | 0,27 | 2,04 | 0,58 | 0,11 | 0,31 | 22,60 | 4,10  |
| 24,44 | 13,20 | 0,00 | 0,09 | 1,97 | 0,00 | 53,51 | 3,11 | 0,45 | 0,34 | 1,81 | 0,56 | 0,16 | 0,09 | 17,20 | 5,60  |
| 25,37 | 13,05 | 0,00 | 0,65 | 2,32 | 0,00 | 52,20 | 3,09 | 0,40 | 0,22 | 1,58 | 0,42 | 0,14 | 0,17 | 16,90 | 7,40  |
| 23,84 | 13,32 | 0,00 | 0,21 | 2,29 | 0,00 | 54,08 | 2,83 | 0,53 | 0,30 | 1,49 | 0,52 | 0,18 | 0,11 | 19,10 | 5,50  |
| 24,74 | 13,09 | 0,00 | 0,69 | 2,04 | 0,00 | 52,51 | 2,65 | 0,74 | 0,51 | 1,64 | 0,79 | 0,30 | 0,09 | 19,80 | 3,40  |
| 20,80 | 13,53 | 0,00 | 0,21 | 2,36 | 0,00 | 55,32 | 3,14 | 0,71 | 0,21 | 2,04 | 0,74 | 0,06 | 0,53 | 17,60 | 4,20  |
| 21,99 | 13,58 | 0,00 | 0,09 | 2,18 | 0,00 | 55,07 | 3,08 | 0,29 | 0,33 | 2,26 | 0,63 | 0,06 | 0,22 | 17,90 | 4,90  |
| 24,06 | 13,12 | 0,00 | 0,44 | 2,02 | 0,00 | 53,08 | 2,81 | 0,45 | 0,14 | 2,23 | 1,00 | 0,17 | 0,20 | 18,90 | 2,80  |

| <b>O</b> | <b>Si</b> | <b>P</b> | <b>Ca</b> | <b>Sr</b> | <b>Y</b> | <b>Zr</b> | <b>Nb</b> | <b>Ba</b> | <b>Ce</b> | <b>Hf</b> | <b>Ta</b> | <b>Th</b> | <b>U</b> | <b>Zr/Nb</b> | <b>Nb/Ta</b> |
|----------|-----------|----------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|--------------|--------------|
| 24,38    | 13,03     | 0,00     | 0,37      | 2,16      | 0,00     | 52,98     | 2,92      | 0,50      | 0,30      | 1,89      | 0,83      | 0,17      | 0,19     | 18,20        | 3,50         |
| 24,20    | 13,13     | 0,00     | 0,32      | 2,07      | 0,00     | 53,59     | 2,87      | 0,35      | 0,36      | 1,87      | 0,82      | 0,16      | 0,07     | 18,70        | 3,50         |
| 22,64    | 13,43     | 0,00     | 0,15      | 2,22      | 0,00     | 54,47     | 3,08      | 0,57      | 0,15      | 1,86      | 0,70      | 0,28      | 0,12     | 17,70        | 4,40         |
| 26,61    | 13,30     | 0,00     | 1,49      | 2,07      | 0,00     | 48,63     | 2,93      | 0,44      | 0,23      | 2,05      | 0,99      | 0,85      | 0,17     | 16,60        | 3,00         |
| 26,43    | 12,78     | 0,00     | 1,06      | 2,05      | 0,00     | 50,98     | 2,67      | 0,50      | 0,32      | 1,94      | 0,64      | 0,14      | 0,22     | 19,10        | 4,20         |
| 23,57    | 13,50     | 0,00     | 0,09      | 2,06      | 0,00     | 54,58     | 2,91      | 0,38      | 0,17      | 1,39      | 0,62      | 0,24      | 0,07     | 18,80        | 4,70         |
| 20,99    | 13,86     | 0,00     | 0,05      | 1,81      | 0,00     | 55,99     | 3,50      | 0,55      | 0,12      | 1,98      | 0,72      | 0,10      | 0,12     | 16,00        | 4,90         |
| 23,42    | 13,36     | 0,00     | 0,13      | 2,19      | 0,00     | 54,13     | 2,86      | 0,47      | 0,47      | 1,70      | 0,79      | 0,25      | 0,00     | 18,90        | 3,60         |