



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

**DISSERTAÇÃO Nº 678**

**QUÍMICA MINERAL DE TITANITAS DE GRANITOS  
PALEOPROTEROZOICOS DA PROVÍNCIA CARAJÁS**

**Dissertação apresentada por:**

**JHESSICA MALVINA ARAÚJO VIEIRA**

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

---

**BELÉM-PARÁ  
2025**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD  
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará  
Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)**

---

- V657q Vieira, Jhessica Malvina Araújo.  
Química mineral de titanitas de granitos paleoproterozóicos da  
Província Carajás / Jhessica Malvina Araújo Vieira. — 2025.  
xiii, 85 f. : il. color.
- Orientador(a): Prof. Dr. Claudio Nery Lamarão  
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará,  
Instituto de Geociências, Programa de Pós-Graduação em Geologia  
e Geoquímica, Belém, 2025.
1. Granitos anorogênicos. 2. Química mineral. 3. Estanho.  
4. Cráton Amazônico. 5. Província Carajás. I. Título.

CDD 551.9

---



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

## **QUÍMICA MINERAL DE TITANITAS DE GRANITOS PALEOPROTEROZOICOS DA PROVÍNCIA CARAJÁS**


**Dissertação apresentada por**


**JHESSICA MALVINA ARAÚJO VIEIRA**

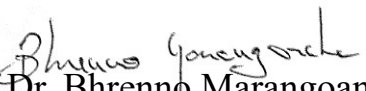
**Como requisito parcial à obtenção de Grau de Mestre em Ciências na Área de  
GEOQUÍMICA e PETROLOGIA, Linha de Pesquisa EVOLUÇÃO CRUSTAL E  
METALOGÊNESE.**

**Data da Aprovação: 21 / 09 / 2025**

**Banca Examinadora:**

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

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

  
Prof. Dr. Bhrenno Marangoanha  
(Membro - UFPA)

## AGRADECIMENTOS

À Deus, por me conceder saúde, força e determinação para seguir adiante.

Ao meu orientador, Cláudio Lamarão, minha profunda gratidão pela paciência, incentivo e orientação ao longo do desenvolvimento desta pesquisa. Seu conhecimento e dedicação foram fundamentais para minha evolução acadêmica e profissional.

Aos meus amigos Luiz Felipe, Sérgio Nunes e Lorena Lisboa obrigado pela troca de conhecimento, pelo apoio e pelos bons momentos que tornaram a jornada mais leve. Em especial, agradeço a Brenda Paresqui e Renato Ferreira (e sua família incrível), pelo companheirismo, acolhimento e incentivo ao longo desse percurso.

À minha mãe e ao meu noivo Matheus Cardoso, obrigado pelo amor, paciência e apoio incondicional. Vocês foram minha base e meu maior incentivo em todos os momentos.

À Universidade Federal do Pará (UFPA), ao Instituto de Geociências, ao Programa de Pós Graduação em Geologia e Geoquímica.

À Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo suporte financeiro que viabilizou a realização desta pesquisa. Código de financiamento 001.

Ao Laboratório de Microanálises da UFPA pelo suporte e realização das sessões de MEV e Microsonda Eletrônica.

*“Tudo bem, até pode ser que os  
dragões sejam moinhos de vento.”  
(Engenheiros do Hawaii)*

## RESUMO

Os Granitos Anorogênicos Paleoproterozoicos das Suítes Jamon, Serra dos Carajás e Velho Guilherme, integrantes da Província Carajás, foram formados em ambientes tectônicos extensionais e apresentam condições de cristalização variáveis, resultando em diferenças quanto ao grau de oxidação e o potencial metalogenético. A titanita ( $\text{CaTiSiO}_5$ ), pode ser um importante indicador petrológico e metalogenético, devido à sua capacidade de incorporar elementos traço e terras raras (ETR) durante sua cristalização. Foram analisadas as assinaturas geoquímicas das titanitas primárias e secundárias de granitos oxidados da Suítes Jamon e de granitos reduzidos da Suíte Velho Guilherme, utilizando-se estudos de morfologia, textura e composição química dos cristais e destacando suas relações com os processos magmáticos e hidrotermais. As titanitas primárias em granitos oxidados, como os da Suíte Jamon, são predominantemente euédricas a subédricas e mais enriquecidas em Ca+Ti, enquanto nos granitos reduzidos da Suíte Velho Guilherme, são restritas ao Granito Serra da Queimada. As titanitas secundárias se formam principalmente a partir da alteração de minerais ferromagnesianos e exibem enriquecimento em Al, Fe, Ta Sn e W, associado à interação com fluidos hidrotermais, conforme se observa pela retenção dos elementos terras rara (Sm+La), (Gd+Yb) e Y.

**Palavras-chave:** granitos anorogênicos; química mineral; estanho; Cráton Amazônico; Província Carajás.

## ABSTRACT

The Paleoproterozoic Anorogenic Granites of the Jamon, Serra dos Carajás, and Velho Guilherme Suites, part of the Carajás Province, were formed in extensional tectonic settings and display variable crystallization conditions, resulting in differences in oxidation degree and metallogenetic potential. Titanite ( $\text{CaTiSiO}_5$ ) can serve as an important petrological and metallogenetic indicator due to its ability to incorporate trace elements and rare earth elements (REE) during crystallization. The geochemical signatures of primary and secondary titanites from Suite Jamon oxidized granites Velho Guilherme reduced granites were analyzed, using studies of morphology, texture, and chemical composition of the crystals, highlighting their relationships with magmatic and hydrothermal processes. Primary titanites in oxidized granites, such as those of the Jamon Suite, are predominantly euhedral to subhedral and richer in Ca+Ti, while in the reduced granites of the Velho Guilherme Suite, they are restricted to the Serra da Queimada Granite. Secondary titanites mainly form through the alteration of ferromagnesian minerals and exhibit enrichment in Al, Fe, Ta, Sn, and W, associated with interaction with hydrothermal fluids, as evidenced by the retention of rare earth elements (Sm+La), (Gd+Yb) and Y.

**Keywords:** anorogenic granites; mineral chemistry; tin; Amazonian Craton; Carajás Province.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1- Províncias geocronológicas do Cráton Amazônico. (A) Tassinari & Macambira (2004). (B) Santos (2003).....6
- Figura 2- (a) O Cráton Amazônico e sua posição em relação à Plataforma Sul-Americana. (b) Mapa geológico da Província Carajás, com localização de seus diferentes domínios e granitos tipo A, incluindo os granitos deste estudo (quadrado vermelho). Modificado de Vasquez *et al.* (2008); Silva *et al.* (2022)......19
- Figura 3- Aspectos texturais microscópicos da fácies portadora de anfibólio e biotita (HBMzG) do GJ. a) aspecto geral da rocha exibindo fenocristal de plagioclásio com núcleo sericitizado e borda sódica preservada em contato reto com titanita; b) titanita em textura corona com minerais opacos; c) titanita anédrica associada a biotita; d) titanita bordejando cristal de biotita; e) cristais de titanita bordejando ou inclusos em cristais de biotita e quartzo; f) titanita associada a plagioclásio. Linhas tracejadas destacando cristais de titanita. d-f: imagens de elétrons retroespalhados em MEV.....28
- Figura 4- Aspectos texturais microscópicos das fácies do GRED: a) fácies BMzG, titanita anédrica associada a minerais essenciais, Plagioclásio com núcleo sericitizado; b) fácies CBHMzG, titanita anédrica associada com ferromagnesianos, K-feldspato argilizado; c) fácies CBHMzG, aspecto geral, titanita proveniente da alteração de cristal de anfibólio; d, e) fácies HBMzG, titanita associada com ferromagnesianos; f) fácies HBMzG, titanita anédrica associada com minerais essenciais; g) titanita associada a hornblenda; h) titanita associada a clorita. Linhas tracejadas destacando cristais de titanita. g-h: imagens de elétrons retroespalhados em MEV.....30
- Figura 5- Aspectos texturais microscópicos das fácies do Granito Antônio Vicente (GAV); a) fácies BSGA, cristais de titanita se desenvolvendo ao longo dos planos de clivagem de clorita, produto da alteração da biotita; b) fácies BSG, quartzo associado à biotita cloritizada, cristais alongados paralelos aos planos de clivagem das fases micáceas; c) fácies BASMG, aspecto geral da rocha exibindo finos cristais anédricos de hornblenda; d) titanita se desenvolvendo ao longo de planos de clivagem de biotita; e) titanita associada à clorita, f) titanita associada à clorita, Linhas tracejadas destacando cristais de titanita. e-f: imagens de elétrons retroespalhados em MEV.....32

- Figura 6- Aspectos texturais microscópicos das fácies do Granito Bom Jardim (GBJ); a) cristais de titanita se desenvolvendo ao longo de planos de clivagem de clorita; b, c, d) titanitas se desenvolvendo a partir de cloritas, fruto de alteração da biotita; e) titanita se desenvolvendo a partir de cloritas, fruto de alteração da biotita; f) titanita em planos de clivagem de biotita. Linhas tracejadas destacando cristais de titanita. e-f: imagens de elétrons retroespalhados em MEV. ....34
- Figura 7- Aspectos texturais microscópicos das rochas do Granito Serra da Queimada (GSQ); a) fácies BSG, titanita se desenvolvendo a partir de cristais de biotita cloritizados; b) fácies BMG, titanita se desenvolvendo a partir de cristais de biotita cloritizadas; c, d) fácies BMG, com destaque para titanitas bem desenvolvidas e aparentemente magmáticas. Linhas tracejadas destacando cristais de titanita. ....36
- Figura 8- Diagramas binários com análises químicas (ppm) de titanitas secundárias dos granitos reduzidos Antônio Vicente (GAV), Bom Jardim (GBJ) e Serra da Queimada (GSQ) da SVG e oxidado Redenção (GRED) da SJ. (A) Ti x Al; (B) Ti x (Al+Fe); (C) (Sn+W) x (Ca+Ti); (D) (Sn+W) x (Al+Fe). ....40
- Figura 9- Imagens de ERE. Cristais anédricos de titanitas secundárias dos granitos reduzidos Bom Jardim (A e B) e Antônio Vicente (C e D), se desenvolvendo sobre cristais de biotita cloritizada, e do granito oxidado Redenção (E e F), sobre cristais de anfibólio. Pontos amarelos: análises de Ttn em microsonda eletrônica, com destaque para os teores de Al, Fe e Ti. ....41
- Figura 10- Diagramas (em ppm) de titanitas secundárias dos granitos reduzidos Antônio Vicente e Bom Jardim (SVG) e oxidado Redenção (SJ). (A) Ti x (Al+Fe+Sn+W); (B) (Ca+Ti) x (Al+Fe+Sn+W); (C) (Sn+W) x (Gd+Yb+Y); (D) (Ca+Ti) x (Gd+Yb+Y). ....43
- Figura 11- Diagramas binários com análises químicas (em ppm) em titanitas primárias dos granitos reduzidos (SVG) e oxidados (SJ). (A) Ti x Al; (B) Ti x (Al+Fe); (C) (Sn+W) x (Ca+Ti); (D) (Sn+W) x (Al+Fe). ....45
- Figura 12- Diagramas binários com análises químicas (em ppm) em titanitas primárias dos granitos reduzidos (SVG) e oxidados (SJ). (A) Ti x (Al+Fe+Sn+W); (B) (Ca+Ti) x (Al+Fe+Sn+W); (C) (Ca+Ti) x (Al+Fe); (D) (Ca+Ti) x (Gd+Yb+Y). ....46

Figura 13- Cristais anédricos a subédricos de titanitas primárias do Granito Serra da Queimada (A e B) e do Granito Jamon (C e D), sendo indicada a localização de alguns pontos analisados em microsonda eletrônica e com destaque para os teores de Al, Fe, Ca e Ti. ....47

**LISTA DE TABELAS**

Tabela 1- Corpos, lâminas, fácies estudadas e número de análises realizadas.....	5
Tabela 2- Relação dos granitos e lâminas utilizadas.....	26

## SUMÁRIO

<b>AGRADECIMENTOS</b> .....	iv
<b>RESUMO</b> .....	vi
<b>ABSTRACT</b> .....	vii
<b>LISTA DE ILUSTRAÇÕES</b> .....	viii
<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	xi
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	1
1.1 APRESENTAÇÃO .....	1
1.2 JUSTIFICATIVA .....	2
1.3 OBJETIVOS .....	2
1.4 MATERIAIS E MÉTODOS .....	3
<b>1.4.1 Levantamento bibliográfico</b> .....	3
<b>1.4.2 Petrografia</b> .....	3
<b>1.4.3 Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)</b> .....	3
<b>1.4.4 Microsonda eletrônica (ME)</b> .....	4
1.5 CONTEXTO GEOLÓGICO .....	5
<b>1.5.2 Província Mineral de Carajás</b> .....	7
<b>1.5.3 Granitos Anorogênicos Paleoproterozoicos</b> .....	8
1.5.3.1 Suíte Jamon .....	20
1.5.3.2 Suíte Intrusiva Velho Guilherme .....	20
<b>1.5.4 Titanita como indicador petrológico e metalogenético</b> .....	22
<b>2 RESULTADOS</b> .....	26
2.1 PETROGRAFIA - ASPECTOS MORFOLÓGICOS E TEXTURAIIS .....	26
<b>2.1.1 Suíte Jamon</b> .....	27
2.1.1.1 Granito Jamon (GJ) .....	27
2.1.1.2 Granito Redenção (GRED) .....	29
<b>2.1.2 Suíte Velho Guilherme</b> .....	31
2.1.2.1 Granito Antônio Vicente (GAV) .....	31
2.1.2.2 Granito Bom Jardim (GBJ) .....	33
2.1.2.3 Granito Serra da Queimada (GSQ) .....	35
2.2 QUÍMICA MINERAL .....	36
<b>2.2.1 Titanitas Secundárias dos granitos Reduzidos - Suíte Velho Guilherme (SVG)</b> .....	36
<b>2.2.2 Titanitas Secundárias dos granitos Oxidados - Suíte Jamon (SJ)</b> .....	37
<b>2.2.3 Titanitas Primárias dos granitos Reduzidos (SVG) e Oxidados (SJ)</b> .....	37

<b>2.2.4 Diagramas de Variação</b> .....	38
2.2.4.1 Titanitas Secundárias dos granitos Reduzidos e Oxidados .....	38
2.2.4.2 Titanitas Primárias dos granitos Reduzidos e Oxidados .....	44
2.2.4.3 Titanitas Primárias x Titanitas Secundárias.....	47
<b>3 DISCUSSÕES</b> .....	50
<b>4 CONCLUSÕES</b> .....	52
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	53
<b>APÊNDICE A – ANÁLISES EM MICROSSONDA ELETRÔNICA DAS TITANITAS ESTUDADAS</b> .....	58

## 1 INTRODUÇÃO

### 1.1 APRESENTAÇÃO

O Paleoproterozoico foi marcado por um extenso evento anorogênico representado, na Província Mineral de Carajás (Santos *et al.* 2000), pelas suítes graníticas Jamon, Serra dos Carajás e Velho Guilherme de idades entre 1,88 a 1,86 Ga, compostas por batólitos e stocks variando entre 5 e 50 km de diâmetro e colocados em níveis crustais rasos. Essas três suítes são constituídas essencialmente por granitos *stricto sensu* (monzogranitos a sienogranitos com álcali-feldspato granitos subordinados) e diferem entre si em grau de oxidação do magma original, região de ocorrência e mineralizações associadas (Dall'Agnol *et al.* 2005).

A Suíte Jamon apresenta caráter predominantemente oxidado (Dall'Agnol *et al.* 2005), similar aos granitos da série magnetita (Ishihara 1981); a Suíte Velho Guilherme, apresenta caráter reduzido, similar aos granitos da série ilmenita (Ishihara 1981), e seus corpos graníticos integram a Província Estanífera do Sul do Pará (Abreu & Ramos 1974); a Suíte Serra dos Carajás, possui condições de cristalização intermediárias em relação às Suítes Jamon e Velho Guilherme e tem caráter fracamente oxidado (Dall'Agnol *et al.* 2005).

Os principais depósitos de Sn-W da Província Estanífera do Sul do Pará se associam às rochas graníticas da Suíte Intrusiva Velho Guilherme (Almeida *et al.* 1981, Teixeira 1999, Teixeira *et al.* 2002, 2005). As fácies graníticas afetadas por alteração hidrotermal pós-magmática e *greisens* associados hospedam concentrações primárias de cassiterita e wolframita (Teixeira & Bettencourt 2000, Teixeira *et al.* 2005, Lamarão *et al.* 2012).

Diversos estudos relacionados às mineralizações de estanho hospedados nessas rochas já foram realizados (Teixeira 1999, Teixeira *et al.* 2002, 2005, Fernandes *et al.* 2006; Lamarão *et al.* 2012, Melo *et al.* 2021) mas, estudos sobre morfologia e composição dos minerais acessórios presentes ainda são raros, apesar desses minerais, como a titanita, poderem gerar informações valiosas e serem potenciais guias prospectivos para mineralizações em granitos estaníferos (Broska *et al.* 2007, Xie *et al.* 2009, Wang *et al.* 2012, Pan *et al.* 2018). Portanto, estudos de química mineral por Microscopia Eletrônica de Varredura-Espectroscopia por Dispersão de Energia (MEV-EDS) e Microsonda Eletrônica (ME) em minerais acessórios presentes em granitos mineralizados e não mineralizados podem

contribuir para a evolução do conhecimento sobre esses minerais e torná-los referência como bons indicadores petrológicos e sobre o potencial metalogenético de suas rochas hospedeiras.

## 1.2 JUSTIFICATIVA

Depósitos de estanho são geneticamente relacionados a rochas graníticas. A titanita ( $\text{CaTiSiO}_5$ ) é uma fase acessória comum em granitos metaluminosos oxidados e menos abundante em granitos reduzidos. Como consequência da sua cadeia geoquímica, durante seu crescimento a titanita pode incorporar uma variedade de elementos menores e traços, incluindo os terras raras, que podem fornecer informações importantes sobre suas condições de formação e o potencial metalogenético de sua rocha hospedeira. Além disso, o Ti pode ser parcialmente substituído por Sn, formando uma solução sólida entre titanita e malayaita ( $\text{CaSnSiO}_5$ ). Portanto, a titanita pode ser um potencial indicador mineral para exploração de granitos estaníferos (Xie *et al.* 2009).

Dessa forma, a caracterização de uma assinatura morfológica e geoquímica de diferentes tipos de titanita pode fornecer informações valiosas, complementando os estudos já realizados nos granitos anorogênicos da Província Carajás, já que há poucos trabalhos envolvendo estudos de minerais acessórios como a titanita nessas rochas, o que permitirá avançar no conhecimento da evolução magmática e na caracterização das mineralizações para estratégias de exploração mineral.

## 1.3 OBJETIVOS

O principal objetivo deste trabalho é realizar estudos morfológicos e composicionais em cristais de titanita presentes em granitos anorogênicos reduzidos e oxidados da Província Carajás e produzir interpretações petrológicas e metalogenéticas com base nos resultados obtidos.

Como objetivos específicos:

- a) Reavaliar os dados petrográficos já existentes;
- b) Identificar e selecionar cristais de titanita de diferentes fácies de cada corpo;
- c) Caracterizar morfológica e composicionalmente esses cristais;
- d) Discutir suas assinaturas geoquímicas como possíveis indicadores e guias prospectivos para mineralizações de Sn-W.

## 1.4 MATERIAIS E MÉTODOS

### 1.4.1 Levantamento bibliográfico

Foi realizado levantamento bibliográfico acerca da geologia da região (Abreu & Ramos 1974, CPRM/DNPM 1997, Dall’Agnol *et al.* 1993, 1999b, 2005, Teixeira 1999, Teixeira *et al.* 2002, 2005; Almeida *et al.* 2006, Dall’Agnol & Oliveira 2007), de granitos tipo A dentro e fora do contexto geológico da área de trabalho, além de estudos sobre química mineral de titanitas em rochas graníticas e seu comportamento em granitos estaníferos (Broska *et al.* 2007, Morad *et al.* 2009, Xie *et al.* 2009, 2010, Wang *et al.* 2012, Pan *et al.* 2018); estudos sobre a aplicação de diagramas geoquímicos envolvendo elementos maiores, menores e traço que possam ser utilizados para a caracterização da titanita como guia prospectivo para mineralização por Sn-W.

### 1.4.2 Petrografia

Foi realizada uma revisão da petrografia microscópica, utilizando-se lâminas pertencentes ao acervo do Grupo de Pesquisa de Petrologia de Granitoides (GPPG) do Instituto de Geociências (IG) da Universidade Federal do Pará (UFPA). Foram analisados, por meio de luz transmitida, aspectos texturais das rochas, bem como o reconhecimento da mineralogia essencial, acessória e secundária presente em cada fácies, morfologia, tipos de contatos, alterações e associações mineralógicas (Bard 1980, Mackenzie *et al.* 1982, Deer *et al.* 1992, Hibbard 1995), com foco nos cristais de titanita. Essas descrições, realizadas no Laboratório de Petrografia do Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica (PPGG), foram de fundamental importância para a posterior análise textural e composicional em MEV-EDS e microsonda eletrônica.

### 1.4.3 Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)

Utilizando-se os cristais de titanita pré-identificados na etapa de petrografia, foram realizadas análises no MEV ZEISS, modelo SIGMA-VP, com EDS IXRF modelo Sedona-SD acoplado, pertencente ao Laboratório de Microanálises do IG-UFPA. A partir de imagens por elétrons retroespalhados, foi possível observar relações texturais e zoneamentos composicionais que não podem ser observados em microscopia ótica. Além disso, as análises semiquantitativas realizadas por espectroscopia de raios-X por dispersão de energia (EDS) e exportadas como tabelas do Excel permitiram obter as composições químicas aproximadas

dos cristais observados, servindo como guia para pré-selecionar os cristais a serem analisados posteriormente em microsonda eletrônica.

As condições de operação foram: corrente do feixe de elétrons = 80  $\mu$ A, voltagem de aceleração constante = 20 kv, distância de trabalho = 8,5 mm.

#### **1.4.4 Microsonda eletrônica (ME)**

Nesta etapa, as titanitas selecionadas das zonas mineralizadas e não mineralizadas das suítes graníticas Velho Guilherme e Jamon, respectivamente, foram analisadas quantitativamente na ME JEOL, modelo JXA-8230, do Laboratório de Microanálises do IG-UFGA, através de espectroscopia dispersiva de comprimento de onda (WDS, do inglês *wavelength dispersive spectroscopy*). Foram realizadas 797 análises e analisados F, Si, Ca, Ti, Al, Fe, Y, W, Sn, La, Sm, Pr, Ce, Gd e Yb. As análises foram obtidas sob as seguintes condições de operação: voltagem de aceleração constante = 15 kV, corrente do feixe de elétrons = 20 nA, diâmetro do feixe de elétrons = 5  $\mu$ m, método de correção dos efeitos de matriz = ZAF, distância de trabalho = 11 mm, e tempo de contagem para: Ca, Si, Ti = 20 s; F, Al, Fe, W, Sn = 40 s; Y, La, Sm, Ce, Pr, Yb, Gd = 60 s.

Os resultados foram tratados em planilha Excel e utilizados em diagramas geoquímicos que mostrem semelhanças e diferenças entre os elementos, *trends* evolutivos e possíveis associações com a mineralização, utilizando-se o software GCD KIT 4.0 (Janoušek *et al.* 2006).

Tabela 1- Corpos, lâminas, fácies estudadas e número de análises realizadas.

GRANITO		LÂMINA	FÁCIES	ANÁLISES REALIZADAS	
REDUZIDOS	Antônio Vicente	IE-05	ABSMG	22	
		GFE-01	BASMG	17	
		SL-06-DT	BSG	31	
		NN-AV-BA-4	BSGA	32	
		NE-B-82	BSGA	15	
	Bom Jardim	SAL-27	BMG	74	
		SAL-28	BMG	23	
		SAL-81	BMG	104	
		SAL-87	BMG	49	
		NCBJ-121	BSG	65	
	Serra da Queimada	GSQ-02	BSG	36	
		GSQ-11	BMG	45	
		GSQ-35	BMG	66	
	OXIDADOS	Redenção	AR-10	BMG	29
			DCR-33B	ABMG	50
DCR-63A			BMG	30	
Jamon		AU-390	BMG	55	
		AU-336	BMG	54	

ABMG: anfibólio-biotita monzogranito; BSG: biotita sienogranito; BSGA: biotita sienogranito alterado; BMG: biotita monzogranito

## 1.5 CONTEXTO GEOLÓGICO

### 1.5.1 Cráton Amazônico

O Cráton Amazônico (CA) está localizado na porção norte da plataforma sul-americana, sendo composto pelos escudos das Guianas e Brasil Central; é delimitado a norte pela margem atlântica e nas demais regiões pelos cinturões Neoproterozoicos Paraguai-Araguaia-Tocantins, do Escudo Atlântico (Vasquez *et al.* 2008).

Baseado em dados estruturais e geofísicos, Almeida *et al.* (1981) consideraram o CA como uma grande plataforma arqueana reativada e retrabalhada durante a Orogenia Transamazônica. Outros modelos, baseados em dados isotópicos e geocronológicos, relacionam os processos responsáveis pela formação do CA à acreção de diversos arcos de ilha, seguido por desenvolvimento de arcos magmáticos continentais e magmatismo

intraplaca, no qual ocorreu o evento magmático Tipo-A e subdividem o CA em províncias geocronológicas (Santos 2003, Tassinari & Macambira 2004), cujos limites são imprecisos e de existência questionável (Kroonenberg & Roeber 2011, *apud* Lagler *et al.* 2019).

Dentre os modelos usados para explicar a compartimentação tectônica do Cráton, destacam-se Santos (2003) e Tassinari & Macambira (2004). Santos (2003), divide o cráton em sete províncias geocronológicas: Carajás (3000-2500 Ma), Transamazonas (2,26-1,99 Ma), Tapajós-Parima (2,03-1,86 Ma), Amazônia-Central (1,90-1,86 Ma), Rondônia-Juruena (1,85-1,54 Ma), Rio Negro (1,82-1,52 Ma) e Sunsás (1,45-1,0 Ma). Enquanto Tassinari & Macambira (2004) o subdividiram em seis províncias geocronológicas: Amazônia Central (2,5 Ga), Maroni-Itacaiúnas (2,2-1,95 Ga), Ventuari-Tapajós (1,95-1,8 Ga), Rio Negro-Juruena (1,8-1,55 Ga), Rondoniana-San Ignacio (1,55-1,3 Ga) e Sunsás (1,3-1,0 Ga). Embora com algumas diferenças, ambos admitem que a evolução do Cráton Amazônico é resultante de sucessivos episódios acrescionários durante Paleo e o Mesoproterozoico, em volta de um núcleo Arqueano.

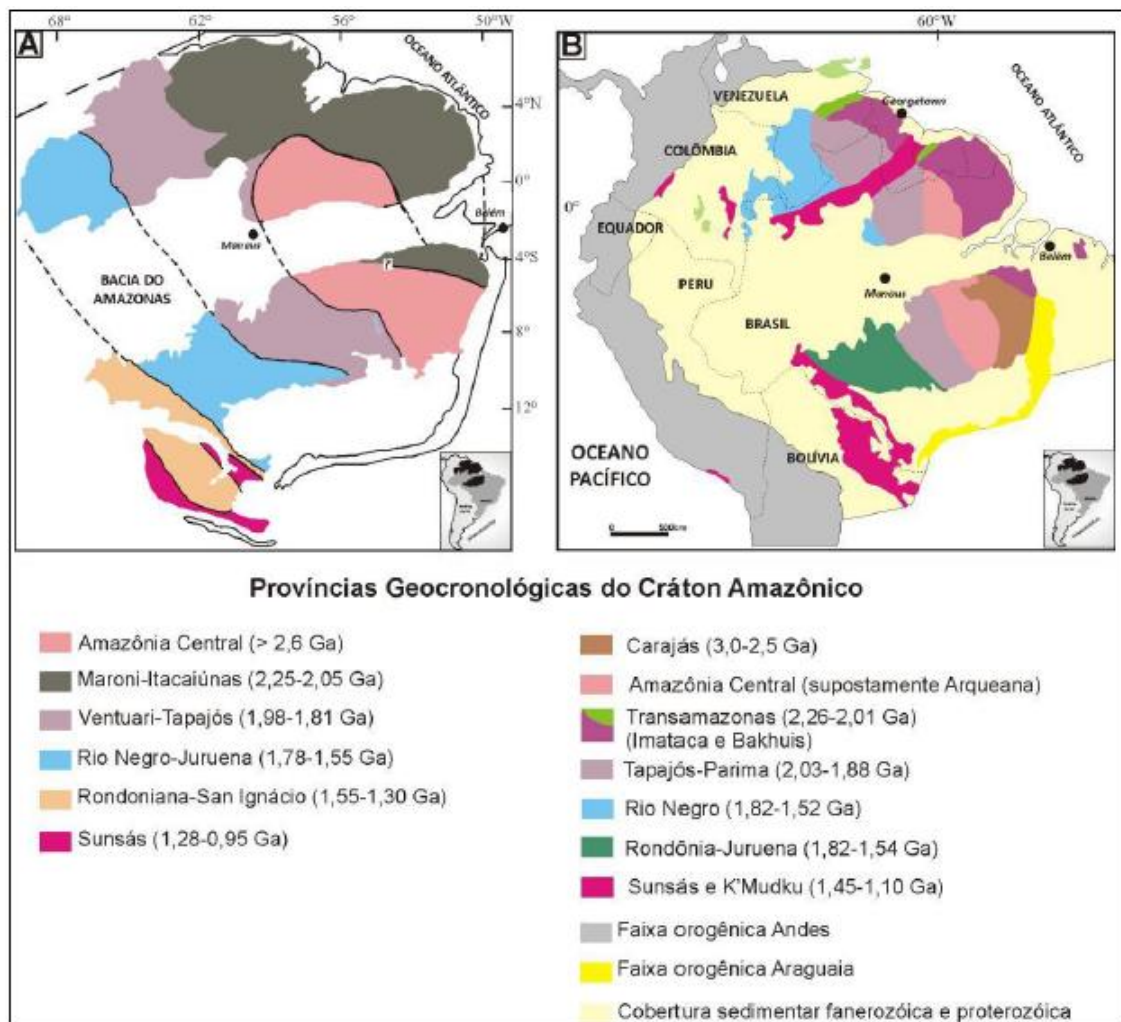


Figura 1- Províncias geocronológicas do Cráton Amazônico. (A) Tassinari & Macambira (2004). (B) Santos (2003)

No final do Paleoproterozoico até o início do Mesoproterozoico, ocorreu no Cráton Amazônico um extenso evento magmático denominado Uatumã. O Evento Uatumã, originalmente definido por Oliveira & Leonardos (1943), foi posteriormente subdividido por Pessoa *et al.* (1977) no Grupo Uatumã, compreendendo dois subgrupos principais: o Subgrupo Iriri, formado pelas Formações Aruri e Salustiano, e o Subgrupo Carapuça, que inclui a Formação Maloquinha e rochas intrusivas intermediárias associadas. Esse evento produziu predominantemente sequências vulcânicas intermediárias a félsicas, intrusões graníticas anorogênicas e corpos plutônicos máficos a intermediários (Juliani & Fernandes 2010).

### **1.5.2 Província Mineral de Carajás**

A Província Carajás (PC) está situada na porção sudeste do Cráton Amazônico (Almeida *et al.* 1981) e é considerada um núcleo central preservado e estável desde o final do Arqueano (2,5 Ga) ou, alternativamente, tida como uma Província arqueana independente (Santos 2003) que integra o contexto geológico da Província Amazônia Central (Tassinari & Macambira 1999, 2004), considerada o principal terreno arqueano do Cráton Amazônico (Dall'Agnol *et al.* 2017). Ela engloba diversos tipos de depósitos minerais arqueanos e paleoproterozoicos como os depósitos de ferro, cobre, ouro e metais base.

É delimitada a norte pelo Domínio Bacajá, correspondente ao extremo sul da província Transamazonas (Santos *et al.* 2006) ou Maroni-Itacaiúnas (Tassinari & Macambira 2004), a sul com o Domínio Santana do Araguaia (Santos *et al.* 2006), a leste é cavalgada pelo Cinturão Araguaia e a oeste limita-se com a Província Amazônia Central (Santos *et al.* 2006). No Paleoproterozoico, a PC foi afetada por um evento magmático expressivo, caracterizado por intrusões graníticas anorogênicas e diques associados (Macambira & Lafon 1995, Dall'Agnol *et al.* 2005).

Vasquez *et al.* (2008), seguindo a proposta de Santos *et al.* (2003), definiram dois domínios para a Província Carajás: o Domínio Rio Maria (DRM), de idade mesoarqueana (3,0 – 2,86 Ga), e o Domínio Carajás (DC), formado por rochas meso a neoarqueanas (3,0 – 2,76 Ga). Feio (2011) admitiu a existência de um Subdomínio de Transição (SDT) entre a Bacia Carajás e o DRM. Dall'Agnol *et al.* (2013) adotaram as denominações de Domínio Canaã dos Carajás (DCC) e Domínio Sapucaia (DS) para as porções norte e sul deste Subdomínio por entenderem que os mesmos não corresponderiam a uma crosta arqueana homogênea.

De acordo com Dall'Agnol *et al.* (2017), no Domínio Canaã dos Carajás foram identificados o Tonalito Bacaba (~3000 Ma; Moreto *et al.* 2011), o Granito Canaã dos Carajás e o Trondhjemito Rio Verde (2960 a 2930 Ma; Feio *et al.* 2013), o Complexo Tonalítico Campina Verde e os Granitos Cruzadão, Bom Jesus, Boa Sorte e Serra Dourada (2870 a 2830 Ma; Rodrigues *et al.* 2014). Por outro lado, no Domínio Sapucaia as principais unidades mesoarqueanas apresentam similaridades às aquelas dominantes no Domínio Rio Maria, porém fortemente afetadas por eventos tectônicos neoarqueanos; inclui as assembleias TTG (~2870 Ma; Silva *et al.* 2014), granitoides de Alto Magnésio (2870 Ma; Gabriel *et al.* 2015) e leucogranitos e leucogranodioritos (Teixeira *et al.* 2013). Na Bacia Carajás, excluindo o embasamento granitoide que é similar em idade e litologia aos encontrados nos domínios Canaã dos Carajás e Sapucaia, a principal unidade é representada pelo Supergrupo Itacaiúnas, de idade neoarqueana (~2760 Ma; Machado *et al.* 1991), composto predominantemente por rochas metavulcânicas máficas a intermediárias e formações ferríferas bandadas.

O Domínio Rio Maria, situado na parte sul da Província Carajás, é um terreno constituído por *greenstone belts*, assembleias tonalito-trondhjemíticas (TTG), leucogranodioritos, granitos potássicos e granitoides de alto Mg (unidades sanukitoides e biotita granitos), não afetados pelos intensos processos neoarqueanos que atingiram o domínio norte da província (Dall'Agnol *et al.* 2006, Almeida *et al.* 2011, Oliveira *et al.* 2022).

### 1.5.3 Granitos Anorogênicos Paleoproterozoicos

Na PC, o magmatismo anorogênico é representado pelas suítes graníticas Jamon, Velho Guilherme e Serra dos Carajás (Dall'Agnol *et al.* 2005) (Figura 2), bem como pelos granitos Gradaús (Carvalho 2017, Nery 2019, Nery *et al.* 2023), Seringa (Paiva Jr. *et al.* 2011, Teixeira *et al.* 2018) e São João (Lima *et al.* 2014, Teixeira *et al.* 2018) ainda não incluídos em nenhuma destas, todas cristalizadas em regime tectônico extensional. Dall'Agnol *et al.* (2005) individualizaram estas suítes com base em diferenças geoquímicas, de suscetibilidade magnética (SM) e mineralizações associadas. Essas diferenças resultam, em grande parte, da derivação dessas rochas a partir de magmas com diferentes fugacidades de oxigênio.

A fugacidade de oxigênio ( $fO_2$ ) do magma é controlada principalmente pelo estado de redução e oxidação da fonte magmática (Grocke *et al.* 2016), o que, por sua vez, influencia na evolução e mineralogia do magma. Essa relação redox é essencial para entender como a composição do magma associado está relacionada com a formação de determinados depósitos

minerais. Estanho e, comumente W, tendem a se associar a magmas reduzidos, onde a magnetita ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) é geralmente ausente (Hedenquist & Lowenstern 1994). Este é o caso da Suíte Intrusiva Velho Guilherme, que apresenta baixa  $f\text{O}_2$ , evoluindo no campo de estabilidade da ilmenita ( $\text{FeTiO}_3$ ) e fora do campo da magnetita (Nery 2019, Melo *et al.* 2021, Nery *et al.* 2023). Situação inversa ocorre com a Suíte Jamon, que teria evoluído em condições com  $f\text{O}_2$  comparativamente elevadas, favorecendo a formação de minerais como magnetita e titanita (Dall'Agnol *et al.* 2005, Dall'Agnol & Oliveira 2007; Mesquita *et al.* 2018, Nery 2019).

A Suíte Jamon é caracterizada, de acordo com Dall'Agnol *et al.* (2005), por apresentar temperaturas de cristalização na faixa de 900-870°C, enquanto as suítes Serra dos Carajás e Velho Guilherme por temperaturas mais baixas. As pressões de colocação diminuem da Suíte Jamon ( $3,2\pm 0,7$  kbar), passando pela Serra dos Carajás ( $2,0\pm 1,0$  kbar) até a Suíte Velho Guilherme ( $1,0\pm 0,5$  kbar). A Suíte Serra dos Carajás apresenta condições de cristalização intermediárias entre as duas anteriores. Segundo esses autores, a Suíte Jamon teria derivado de fontes quartzo-dioríticas, enquanto as rochas da Suíte Velho Guilherme a partir de rochas granitoides contendo K-feldspato e com alguma contribuição sedimentar; a Suíte Serra dos Carajás teria como fonte rochas mais máficas do que àquelas da Suíte Velho Guilherme ou seria derivada de fontes com um maior grau de fusão.

Apesar das diferenças, os granitos tipo A paleoproterozoicos dessas suítes apresentam algumas similaridades. Afloram como batólitos discordantes formados por rochas isotrópicas cristalizadas em elevado nível crustal, apresentam composição sienogranítica a monzogranítica dominantes e química moderadamente alcalina (Silva *et al.* 1974, Hirata *et al.* 1982, Rio Doce Geologia e Mineração - Docegeo 1988, Gonzalez *et al.* 1988, Dall'Agnol *et al.* 1994). Esses granitos anorogênicos possuem idades de cristalização e colocação próximas de 1,88 Ga, obtidas pelos métodos U-Pb e Pb/Pb em zircão e Pb/Pb em rocha total (Machado *et al.* 1991, Barbosa *et al.* 1995, Dall'Agnol *et al.* 1999, Teixeira *et al.* 2002, Pinho *et al.* 2006, Paiva Jr. 2009, Lima 2011, Lamarão *et al.* 2012, Teixeira *et al.* 2018).

Os granitos paleoproterozoicos do Cráton Amazônico são, em geral, estéreis como os da Suíte Jamon ou moderadamente mineralizados como os da Suíte Velho Guilherme. Exceções são os granitos mineralizados da região de Pitinga (Amazonas), que hospedam importantes mineralizações de estanho e metais associados (Lenharo *et al.* 2003, Costi *et al.* 2005, 2009, Teixeira *et al.* 2005), e os granitos jovens da Província Estanífera de Rondônia,

com ocorrências mais expressivas de mineralização de Sn e metais raros, como W, Ta, Cu, Zn e Pb (Bettencourt 1992, Dardenne & Schobbenhaus 2001, Quadros & Rizzoto 2007, Bettencourt *et al.* 2016); tal fato pode ser decorrente de processos de retrabalhamento crustal superimpostos, acompanhados de sucessivos eventos magmáticos e pós-magmáticos de alteração hidrotermal nesta região. Ao passo que na porção leste-nordeste do Cráton Amazônico, não há ocorrência de atividades orogênicas superpostas e de eventos magmáticos mais jovens que 1,8 Ga. Pode-se admitir, então, que a crosta arqueana mais antiga seria empobrecida em Sn e os processos de fracionamento magmático e interação das rochas com fluidos hidrotermais não teriam sido suficientes para a formação de grandes depósitos na região (Teixeira *et al.* 2005).

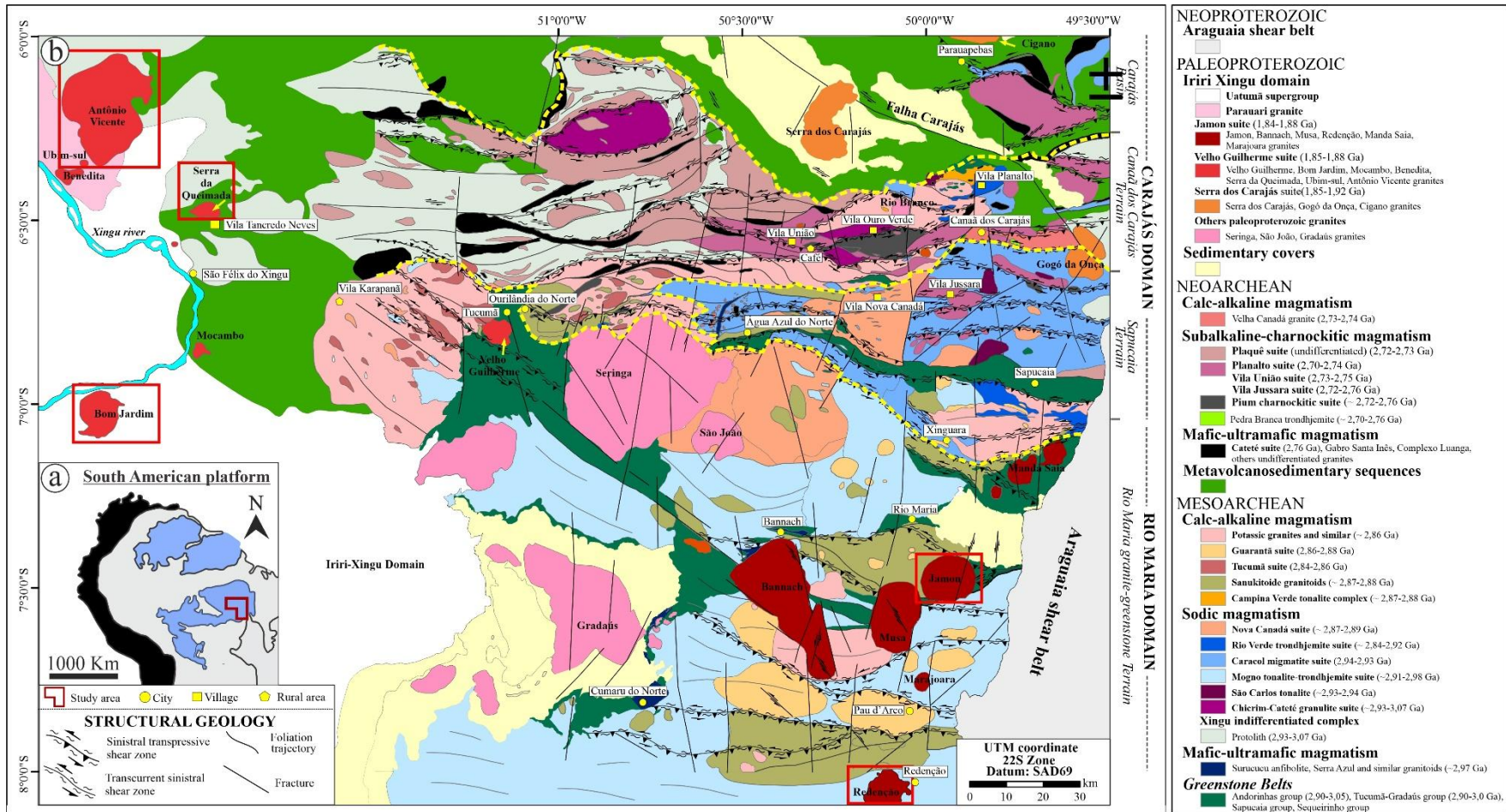


Figura 2- (a) O Cráton Amazônico e sua posição em relação à Plataforma Sul-Americana. (b) Mapa geológico da Província Carajás, com localização de seus diferentes domínios e granitos tipo A, incluindo os granitos deste estudo (quadrado vermelho). Modificado de Vasquez *et al.* (2008), Silva *et al.* (2022).

### 1.5.3.1 Suíte Jamon

A Suíte Jamon (Figura 2), hospedada em rochas granitoides arqueanas e *greenstone belts* do Domínio Rio Maria (Dall’Agnol *et al.* 2005, Oliveira *et al.* 2005, 2008, Almeida *et al.* 2006, Dall’Agnol & Oliveira 2007, Silva-Santos *et al.* 2022), é composta pelos granitos Jamon, Musa, Bannach, Redenção, Manda Saia e Marajoara, com assinaturas metaluminosa a peraluminosa e idades de cristalização em torno de 1,88 Ga (Machado *et al.* 1991, Dall’Agnol *et al.* 1999b, 2005, Santos *et al.* 2018). Dominam sienogranitos a monzogranitos equigranulares, localmente porfiríticos a rapakivi, com álcali-feldspato granitos subordinados de coloração rosada, avermelhada ou acinzentada e granulação média a grossa. Mineralogicamente são formados por quartzo, álcali-feldspato e plagioclásio, tendo biotita e hornblenda como principais fases máficas. Como acessórios ocorrem zircão, apatita, magnetita, ilmenita, allanita e titanita. Epidoto, clorita, sericita, argilominerais, hidróxidos de ferro e fluorita são os principais constituintes secundários. A magnetita é o opaco dominante, o que confere à esta suíte um caráter oxidante, similar ao encontrado em granitos da série magnetita (Ishihara 1981). Mineralizações de wolframita foram identificadas no depósito de Pedra Preta, localizado na borda oeste do Granito Musa em contato com as rochas arqueanas do Supergrupo Andorinhas (Machado *et al.* 1991, Javier Rios *et al.* 2003). A distribuição das fácies petrográficas nos granitos Jamon, Bannach e Redenção sugere um zoneamento composicional, no qual as rochas mais evoluídas tendem a se concentrar nas porções centrais dos corpos, e as menos evoluídas nas bordas (Dall’Agnol 1982, Oliveira *et al.* 2005, Almeida *et al.* 2006). Enxames de diques máficos a félsicos ocorrem associados a esta suíte. Datações Pb-Pb em zircão em diques félsicos, com evidências de mistura de magmas, apresentaram idade de cristalização de  $1885 \pm 4$  Ma (Dall’Agnol *et al.* 2005, Oliveira *et al.* 2009).

### 1.5.3.2 Suíte Intrusiva Velho Guilherme

A Suíte Intrusiva Velho Guilherme localiza-se na região de São Felix do Xingu (Figura 2) e é composta pelos plútons Antônio Vicente, Ubim-Norte, Ubim-Sul, Benedita, Rio Xingu, Serra da Queimada, Velho Guilherme, Mocambo e Bom Jardim, intrusivos em granitoides arqueanos, em sequências metavulcanossedimentares, no granito Paleoproterozoico Parauari e em rochas vulcânicas intermediárias a félsicas das Formações Sobreiro e Santa Rosa, do Grupo Uatumã (Teixeira *et al.* 2002, Vasquez *et al.* 2008, Fernandes *et al.* 2011). Esses corpos formam a Província Estanífera do Sul do Pará (Abreu &

Ramos 1974, Macambira & Vale 1996, Teixeira 1999). Mineralizações de cassiterita (Sn), wolframita (W) e Columbita-Tantalita (Clb-Ttl) estão associadas, em diferentes intensidades, às fácies mais evoluídas e afetadas por alterações pós-magmáticas intensas ou ocorrem hospedadas em pequenos corpos de *greisens* (Dall'Agnol *et al.* 1993, Teixeira 1999, Teixeira *et al.* 2002, 2005, Lamarão *et al.* 2012). Os depósitos já explorados são de natureza aluvionar (Teixeira & Bettencourt 2000).

As rochas graníticas da Suíte Intrusiva Velho Guilherme são predominantemente monzogranitos a sienogranitos leucocráticos a hololeucocráticos, com álcali-feldspato granitos subordinados; a ilmenita é o principal opaco encontrado e a biotita o máfico dominante. Possuem baixos conteúdos de  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , CaO, MgO,  $\text{P}_2\text{O}_5$ , Sr, Ba, e Cl. Os álcalis ( $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ ) variam entre 7,12 e 8,91%, e a razão  $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$  entre 1,01 e 3,14. Hf, U e Zr são moderados, enquanto Rb, Y, F, Li, Th, Nb, Ta, Ga, e as razões Rb/Sr, Rb/Ba e F/Cl são sistematicamente elevadas, exceto nas rochas do Granito Antônio Vicente que é comparativamente mais empobrecido em Ga (Teixeira *et al.* 2005). Geoquimicamente, esses granitos apresentam caráter metaluminoso a peraluminoso, com assinatura intraplaca e afinidade com granitos tipo A (Eby 1992) reduzidos (Teixeira *et al.* 2005). Dados geoquímicos apontam a cristalização fracionada como o principal processo petrogenético responsável pela evolução dos diferentes granitos da Suíte Velho Guilherme, podendo apresentar grau extremo de diferenciação ( $\text{SiO}_2 > 75\%$ ), e aspectos que comprovam interações com fluidos hidrotermais pós-magmáticos (Teixeira 1999, Teixeira & Bettencourt 2000, Teixeira *et al.* 2005). Tais fluidos, ricos em voláteis (em especial F), foram responsáveis pela extração de  $\text{Sn}^{2+}$  das fases minerais primárias, principalmente biotita, incorporando-o às soluções residuais, onde foi oxidado, passando para a forma  $\text{Sn}^{4+}$  e sendo precipitado como cassiterita (Teixeira & Bettencourt 2000). Segundo Juliani e Fernandes (2010), reativação de sistemas de falhas NW-SE podem ser responsáveis pela deposição dos granitos dessa suíte. A colocação dessas rochas se deu em profundidades rasas, por vezes subvulcânicas, o que é indicado por fatores como o caráter discordante dos corpos em relação às rochas encaixantes, a presença de rochas vulcânicas não metamorfozadas, o desenvolvimento de auréolas de contato de baixa pressão e intercrescimentos granofíricos em algumas fácies (Dall'Agnol 1980, Teixeira 1999).

Os granitos desta suíte teriam evoluído a partir da fusão de diferentes segmentos crustais arqueanos, com mistura em diferentes proporções de crosta inferior, relativamente

empobrecida em Sn, elementos litófilos e elementos produtores de calor (U, Th, Rb e K), com fonte de crosta continental superior relativamente enriquecida nesses elementos. Esse teria sido o fator determinante para o grau de especialização em estanho nessas rochas (Teixeira *et al.* 2005).

Apesar das características citadas e de terem sido afetados por processos capazes de gerar concentrações econômicas de estanho, não há ocorrência de depósitos de classe mundial nesta Suíte. O que pode ser explicado por uma quantidade limitada de estoque de estanho disponível nas rochas-fonte dos magmas, impossibilitando grandes concentrações desse metal ou, alternativamente, pela carga fluidal atuante no estágio de alterações hidrotermais pós-magmáticas, a qual não teria sido suficiente para formar grandes depósitos, ou até mesmo ambos os fatores (Teixeira *et al.* 2005).

#### **1.5.4 Titanita como indicador petrológico e metalogenético**

Em geral, a cristalização e composição química da titanita ( $\text{CaTiSiO}_5$ ) é controlada pela composição do sistema magmático como um todo, como temperatura, pressão, fugacidade, atividade e composição de fases coexistentes (magma, vapor, fluidos) (Seifert & Kramer 2003).

Em granitos cálcio-alcálicos metaluminosos e oxidados, a titanita é um mineral acessório comum, onde frequentemente forma cristais magmáticos primários bem desenvolvidos (Robinson & Miller 1999, Piccoli *et al.* 2000). Já em granitos peraluminosos e reduzidos, esse mineral costuma ocorrer de forma restrita, como cristais pontuais e pouco desenvolvidos em suas fácies menos evoluídas, em geral associados a cristais de anfibólio; comumente se desenvolvem também ao longo de planos de clivagem de biotitas cloritizadas, ou como produto de alteração da ilmenita, formando finos aglomerados de cristais secundários.

Em geral, as características para formação e estabilidade da titanita em rochas ígneas são altas razões Ca/Al na fusão. Alta atividade de Ca promove a estabilização da titanita, enquanto concentrações elevadas de Al favorecerão a formação de anortita ( $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ ) + ilmenita ( $\text{FeTiO}_3$ ) em detrimento da titanita. Logo, a titanita é mais comumente encontrada em rochas ígneas de composição intermediária, como dioritos, granodioritos e sienitos, que possuem conteúdo moderado de sílica ( $\text{SiO}_2$ ) e são tipicamente metaluminosas. Em contraste,

ela é rara em rochas peralcalinas e peraluminosas devido à baixa razão Ca/Al dessas composições (Frost *et al.* 2001).

Sua cadeia geoquímica consiste em octaedros de  $TiO_6$  que compartilham arestas e formam cadeias. Essas cadeias são interligadas por tetraedros isolados de  $SiO_4$ , formando um arcabouço octaédrico-tetraédrico que produz cavidades que alojam Ca em coordenação 7, ou seja, cada átomo de cálcio está ligado a sete átomos de oxigênio (Piuzana *et al.* 2008). Essa estrutura confere à titanita certa capacidade para substituições de elementos químicos em sua rede cristalina, assim ela pode atuar como um importante carreador de elementos maiores, menores e traço, incluindo os ETR (Seifert & Kramer 2003). Sua fórmula geral  $[7]Ca [6]Ti [O/[4]SiO_4]$ , destaca quatro sítios para possíveis substituições químicas em sua estrutura (Sahama 1946, Ribbe 1982):

Espaço Ca: ETR, Y, Mn,  $Fe^{2+}$ , Sr, Ba, Mg, Na, K, Li, U, Th, Pb;

Espaço Ti: Al,  $Fe^{3+}$ , Nb, Ta, Zr, Sn, V, Cr;

Espaço Si: P, Al. 4H;

Espaço O: OH, F Cl

Tais elementos podem ser utilizados a fim de rastrear composições magmáticas, fornecer idades geocronológicas, além de informações sobre as condições de formação e o potencial metalogenético de sua rocha hospedeira (Pidgeon *et al.* 1996, Che *et al.* 2013, Wang *et al.* 2013). A título de exemplo, o Zr na titanita pode ser usado para aferir sua temperatura de saturação no magma (Hayden *et al.* 2008), enquanto os teores de Ga e Ce podem fornecer informações referentes ao estado de oxidação do magma (King *et al.* 2013, Xu *et al.* 2015).

Em relação ao estanho, vale mencionar que pode apresentar duas valências diferentes,  $Sn^{2+}$  e  $Sn^{4+}$ . Dependendo das condições redox, essas valências têm implicações importantes nos processos geológicos, já que controlam a solubilidade e incorporação do estanho em minerais e magmas. O estanho é dissolvido em fusões peraluminosas saturadas em  $H_2O$  predominantemente como  $Sn^{2+}$ . Em contraste, em fusões graníticas oxidadas,  $Sn^{4+}$  é o estado de oxidação do estanho dominante na fusão. Nesses casos, pode ser incorporado em minerais carreadores de estanho, como biotita, titanita e magnetita, por substituição isomórfica de  $Sn^{4+}$  por  $Ti^{4+}$  (Wang *et al.* 2013).

Depósitos de estanho têm sua gênese relacionada a rochas graníticas e, de acordo com Lehmann *et al.* (1990), o Sn apresenta comportamento geoquímico incompatível, o que o torna preferencialmente enriquecido em rochas graníticas fracionadas. Além disso, como já

mencionado, o Sn pode substituir em proporções variadas o Ti da titanita, formando a solução sólida titanita-malayaita ( $\text{CaSnSiO}_5$ ); portanto sua presença, composição química e o enriquecimento em  $\text{Sn}^{4+}$  pode ser indicador de granitos estaníferos.

Xie *et al.* (2010) caracterizaram a ocorrência de titanita em diferentes estágios da cristalização e evolução do granito Qitianling, traçando a cristalização magmática e hidrotermal da titanita e discutindo as implicações desses resultados para os processos de mineralização por Sn relacionados a esse granito. A titanita tipo I daquele corpo é subédrica a euédrica, com altos conteúdos de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (aproximadamente 2,44% em peso) e baixo  $\text{SnO}_2$  (aproximadamente 0,43% em peso), o que indica cristalização durante estágios magmáticos iniciais; sua temperatura de formação estimada é entre 721 a 780 °C, utilizando o Zr na titanita como geotermômetro. A titanita tipo II é intersticial ou ocorre como intercrescimentos simplectíticos, contém quantidades de  $\text{SnO}_2$  de aproximadamente 26% em peso, sugerindo origem magmática tardia. A titanita tipo III, produto de alteração secundária de biotita e formada a temperaturas abaixo de 400°C durante o estágio hidrotermal, é rica em  $\text{Al}_2\text{O}_3$  e restrita aos planos de clivagem de cristais de clorita. Essa atividade hidrotermal também impactou as titanitas primárias. A titanita Tipo I experimentou alteração em diferentes graus, resultando na formação de minerais secundários, incluindo pequenos cristais de cassiterita. Alguns cristais da titanita Tipo II reagiram com os fluidos ao longo dos limites dos cristais, levando à lixiviação gradual de Sn.

Com base nisso, Xie *et al.* (2010) concluíram que a interação dos fluidos hidrotermais com os minerais prévios existentes causou alteração de titanita e biotita e influenciou o comportamento de Sn. O  $\text{Sn}^{4+}$  nos minerais primários foi liberado durante o processo de alteração. Uma pequena quantidade de Sn permaneceu com titanita secundária e a alta salinidade e os fluidos mineralizantes resultaram em baixa fugacidade de oxigênio, o que favoreceu o transporte de Sn. Portanto a lixiviação de Sn das fases minerais primárias teria aumentado a concentração de Sn nos fluidos, os quais foram transportados a locais favoráveis para a precipitação de cassiterita em veios.

Wang *et al.* (2013) documentaram titanitas carreadoras de Sn em três granitos metaluminosos no sudeste da China, Huashan, Guposhan e Qitianling, a fim de identificar seu potencial em conter mineralização de estanho. Nesses granitos foram observadas titanitas magmáticas, tardi-magmáticas e secundárias. As titanitas magmáticas são euédricas, bem formadas, com conteúdos subordinados de Sn, Al e Fe; as titanitas tardi-magmáticas são

intersticiais, subédricas a anédricas e apresentam forte concentração de SnO<sub>2</sub>; por fim, as titanitas secundárias, aparentemente produtos de cloritização da biotita, apresentam quantidades moderadas de SnO<sub>2</sub>.

Vale ressaltar que apesar de granitos estaníferos serem comumente peraluminosos e portadores de ilmenita, os granitos mineralizados a estanho na China, citados anteriormente, são metaluminosos e contêm magnetita.

Che *et al.* (2013) avaliaram a composição química de titanitas em rochas ígneas, veios hidrotermais, skarns e hornfels de oito depósitos de tungstênio e molibdênio em Yukon e British Columbia, no Canadá; o objetivo era identificá-las como indicadores de mineralização de W-Mo, as quais deveriam conter alto W ou Mo ou elementos associados. W e Mo potencialmente substituem Ti, devido ao seu raio iônico similar; logo, minerais de titânio como a titanita podem ser excelentes indicadores. Ademais, concluíram que titanitas magmáticas ricas em W ou Mo podem indicar altas concentrações de W ou Mo no magma e, portanto, indicar seu potencial para mineralização. Além disso, altas concentrações de W, Sn e Nb em titanitas também podem ser potenciais indicadores metalogenéticos para depósitos de W.

## 2 RESULTADOS

### 2.1 PETROGRAFIA - ASPECTOS MORFOLÓGICOS E TEXTURAIIS

O estudo petrográfico realizado é, sobretudo, uma revisão da petrografia já realizada em maior detalhe por Dall’Agnol *et al.* (1999) para o Granitos Jamon; Oliveira *et al.* (2002, 2005, 2009) para o Granito Redenção; Teixeira (1999), Teixeira *et al.* (2002, 2005) e Lamarão *et al.* (2012) para os granitos Antônio Vicente e Bom Jardim, e Melo *et al.* (2021) para o Granito Serra da Queimada. Esta revisão serviu de suporte para o estudo de química mineral realizado. Para tanto, foram selecionadas 6 lâminas representativas dos Granitos Jamon e Redenção, pertencentes à Suíte Jamon e 14 lâminas representativas dos Granitos Antônio Vicente, Bom Jardim e Serra da Queimada da Suíte Velho Guilherme.

Tabela 2- Relação dos granitos e lâminas utilizadas

GRANITO		LÂMINA	FÁCIES
REDUZIDOS	Antônio Vicente	IE-05	ABSMG
		GFE-01	BASMG
		SL-06-DT	BSG
		NN-AV-BA-4	BSGA
		NE-B-82	BSGA
	Bom Jardim	SAL-27	BMG
		SAL-28	BMG
		SAL-81	BMG
		SAL-87	BMG
		NCBJ-121	BSG
	Serra da Queimada	GSQ-02	BMG
		GSQ-11	BMG
		GSQ-35	BMG
	OXIDADOS	Redenção	AR-10
DCR-33B			ABMG
DCR-63A			BMG
Jamon		AU-390	BMG
		AU-336	BMG

ABMG: anfíbólio-biotita monzogranito; BSG: biotita sienogranito; BSGA: biotita sienogranito alterado; BMG: biotita monzogranito; CBHMzG: clinopiroxênio-biotita-hornblenda monzogranito; HBMzG: hornblenda-biotita monzogranito

## 2.1.1 Suíte Jamon

### 2.1.1.1 Granito Jamon (GJ)

A paragênese essencial das diferentes fácies do Granito Jamon é representada por quartzo, plagioclásio e K-feldspato e as fases varietais por anfíbólio e biotita, todas de composição monzogranítica (Dall’Agnol *et al.* 1999). As lâminas analisadas neste trabalho pertencem à fácies hornblenda-biotita-monzogranito (ABMzG; Figura 3).

Os minerais acessórios mais frequentes são titanita, zircão, apatita e minerais opacos, com ocorrência de epidoto como mineral secundário, possivelmente produto de alteração dos minerais ferromagnesianos e dos plagioclásios.

Em relação aos aspectos texturais, essas rochas são, em geral, holocristalinas, equigranulares, com granulação média e textura hipidiomórfica.

Os cristais de quartzo são predominantemente anédricos. O plagioclásio é subédrico a anédrico, por vezes apresenta maclas albita, além de sericitização e argilização como alterações secundárias, exibindo aspecto enevado, comumente associados com anfíbólio. O K-feldspato é anédrico a subédrico, podendo exibir textura pertítica e maclas xadrez e apresentar argilização, também com aspecto enevado.

O anfíbólio é comumente anédrico e geralmente encontra-se associado à biotita subédrica a anédrica, formando agregados ferromagnesianos e com os minerais acessórios. Em algumas porções encontram-se cloritizados.

Dentre os acessórios primários, zircão, monazita, apatita e titanita são comuns nas lâminas observadas. A titanita é subédrica a anédrica e ocorre associada com biotita (podendo ocorrer de forma secundária, se desenvolvendo ao longo de porções cloritizadas) e minerais opacos, além de apresentar-se em contato com K-feldspato.

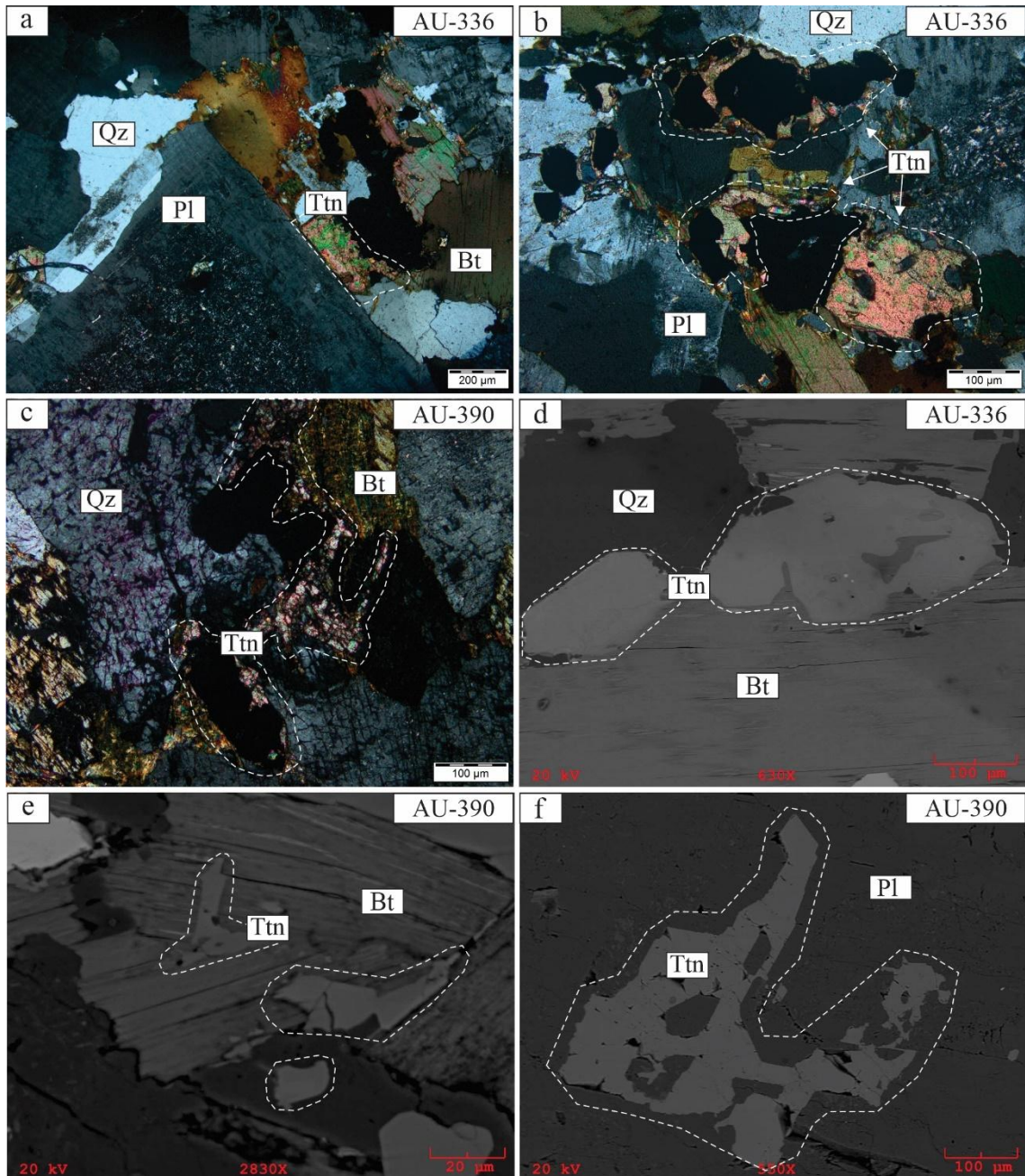


Figura 3- Aspectos texturais microscópicos da fácies portadora de anfibólio e biotita (HBMzG) do GJ. a) aspecto geral da rocha exibindo fenocristal de plagioclásio com núcleo sericitizado e borda sódica preservada em contato reto com titanita; b) titanita em textura corona com minerais opacos; c) titanita anédrica associada a biotita; d) titanita bordejando cristal de biotita; e) cristais de titanita bordejando ou inclusos em cristais de biotita e quartzo; f) titanita associada a plagioclásio. Linhas tracejadas destacando cristais de titanita. d-f: imagens de elétrons retroespalhados em MEV. Nomenclatura segundo Warr (2021).

### 2.1.1.2 Granito Redenção (GRED)

Foram analisadas rochas das fácies hornblenda-biotita-monzogranito (ABMzG), biotita-monzogranito (BMzG) e clinopiroxênio-biotita-hornblenda-monzogranito (CBHMzG) (Oliveira 2006; Figura 4).

O GRED é formado por rochas holocristalinas, equigranulares, com aspecto textural majoritariamente hipidiomórfico, podendo ser observadas porções halotriomórficas. Sua mineralogia essencial é representada por quartzo, K-feldspato e plagioclásio; biotita e anfibólio são os principais minerais ferromagnesianos e o clinopiroxênio é menos expressivo. A mineralogia acessória é composta principalmente por zircão, apatita, titanita e opacos; allanita e fluorita também são comuns.

O quartzo é anédrico a subédrico com granulação fina a média, por vezes apresenta intercrescimento granofírico com K-feldspato. O plagioclásio é subédrico a anédrico, comumente levemente sericitizado e argilizado, preferencialmente em contato com K-feldspato. O K-feldspato é anédrico, raramente subédrico, por vezes mostra aspectos de alteração argílica ou sericítica; alguns cristais exibem maclas xadrez bem definidas, ocasionalmente exibem textura pertítica.

Em relação à mineralogia varietal, a biotita é o mineral ferromagnesiano predominante; é anédrica, localmente alterada para clorita e mais raramente titanita, além de ocorrer pontualmente associada ao anfibólio anédrico a subédrico. Na fácies BMzG, anfibólio é ausente.

A fácies clinopiroxênio-biotita-anfibólio-monzogranito é enriquecida em anfibólio e piroxênio, este último em menor quantidade, onde podem ser observados agregados máficos subédricos a anédricos, ambos com biotita.

Apatita, zircão e opacos são comumente inclusos em anfibólio e biotita.

Há titanita magmática anédrica em contato com cristais de quartzo e plagioclásio, ou associada à biotita e anfibólio, por vezes como finos cristais inclusos nos dois últimos.

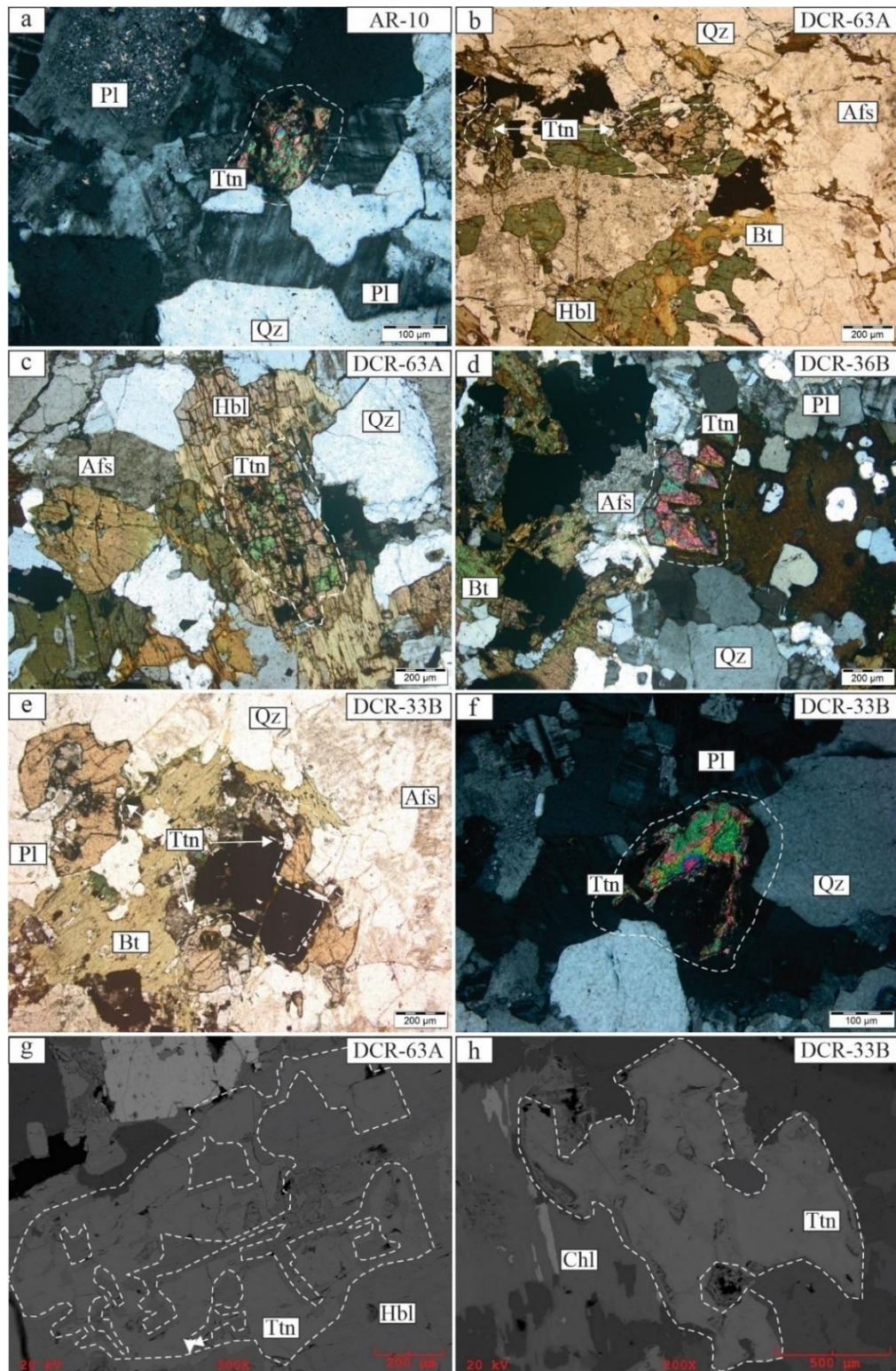


Figura 4- Aspectos texturais microscópicos das fácies do GRED: a) fácies BMzG, titanita anédrica associada a minerais essenciais, Plagioclásio com núcleo sericitizado; b) fácies CBHMzG, titanita anédrica associada com ferromagnesianos, K-feldspato argilizado; c) fácies CBHMzG, aspecto geral, titanita proveniente da alteração de cristal de anfibólio; d, e) fácies HBMzG, titanita associada com ferromagnesianos; f) fácies HBMzG, titanita anédrica associada com minerais essenciais; g) titanita associada a hornblenda; h) titanita associada a clorita. Linhas tracejadas destacando cristais de titanita. g-h: imagens de elétrons retroespalhados em MEV. Nomenclatura segundo Warr (2021).

## 2.1.2 Suíte Velho Guilherme

### 2.1.2.1 Granito Antônio Vicente (GAV)

Foram analisadas rochas das fácies biotita-anfibólio-sieno a monzogranito (BASMG), biotita-sienogranito pouco alterado (BSG) e biotita-sienogranito alterado (BSGA), que estão afetadas por alterações tardi a pós-magmáticas em diferentes intensidades (Teixeira 1999; Figura 5).

A composição média das rochas da fácies BASMG incide no campo dos monzogranitos (Teixeira 1999). As rochas são em geral hipidiomórficas, heterogranulares com granulação média a grossa. Constituída essencialmente por quartzo, K-feldspato e plagioclásio; sua mineralogia varietal é composta por anfibólio e biotita (nas fácies BSG e BSGA há ocorrência apenas de biotita); como mineralogia acessória ocorrem opacos, apatita, allanita e zircão. A mineralogia secundária é representada por clorita, titanita, sericita, epidoto e fluorita.

O quartzo é anédrico a subédrico, geralmente médio, localmente apresenta intercrescimento mirmequítico com K-feldspato; o K-feldspato é subédrico a euédrico, com textura pertítica, apresenta evidências de argilização; o plagioclásio é subédrico, ocorrendo também anédrico com bordas corroídas, exhibe maclas albita, com alteração argílica e sericítica.

O anfibólio é anédrico, médio, com contatos irregulares e predomina sobre a biotita; a biotita ocorre em lamelas anédricas a subédricas, geralmente associadas ao anfibólio, por vezes parcialmente cloritizadas e nos cristais com alteração mais intensa pode-se observar titanita, epidoto e quartzo se desenvolvendo ao longo de seus planos de clivagem. Os minerais acessórios associam-se aos ferromagnesianos.

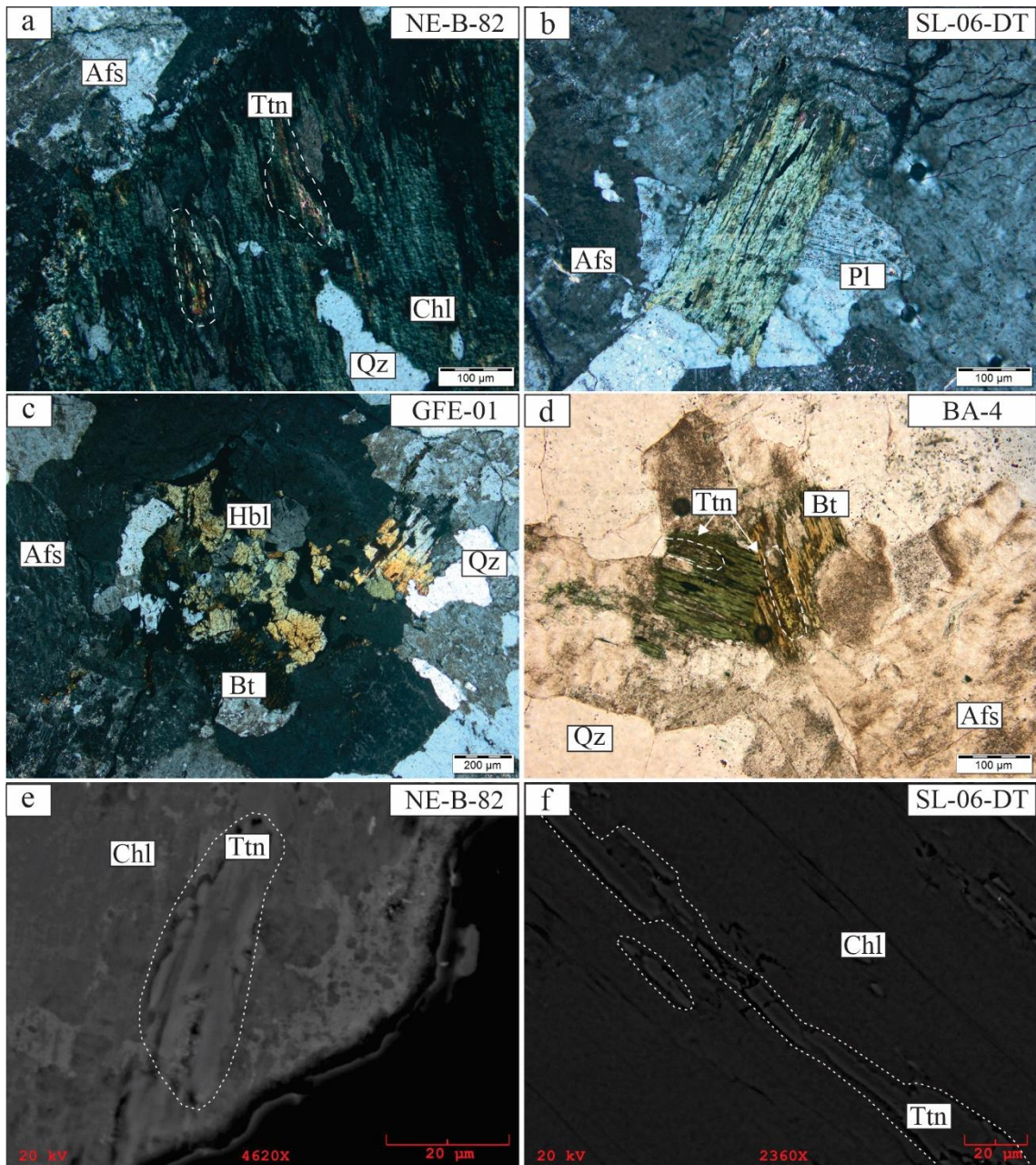


Figura 5- Aspectos texturais microscópicos das fácies do Granito Antônio Vicente (GAV); a) fácies BSGA, cristais de titanita se desenvolvendo ao longo dos planos de clivagem de clorita, produto da alteração da biotita; b) fácies BSG, quartzo associado à biotita cloritizada, cristais alongados paralelos aos planos de clivagem das fases micáceas; c) fácies BASMG, aspecto geral da rocha exibindo finos cristais anédricos de hornblenda; d) titanita se desenvolvendo ao longo de planos de clivagem de biotita; e) titanita associada à clorita, f) titanita associada à clorita, Linhas tracejadas destacando cristais de titanita. e-f: imagens de elétrons retroespalhados em MEV. Nomenclatura segundo Warr (2021).

### 2.1.2.2 Granito Bom Jardim (GBJ)

Foram analisadas rochas das fácies biotita-sienogranito (BSG) e biotita-monzogranito (BMG). São rochas em geral hipidiomórficas, heterogranulares, localmente granofíricas, de granulação média a grossa (Figura 6).

Em ambas as fácies a mineralogia essencial é composta por quartzo, K-feldspato e plagioclásio; biotita compõe a mineralogia varietal; allanita, opacos, zircão e mais raramente monazita compõem a mineralogia acessória e a assembleia secundária trata-se de clorita, titanita, epidoto e sericita.

O quartzo é anédrico, raramente subédrico, com granulação média; alguns cristais exibem extinção ondulante, localmente apresentam intercrescimento granofírico com K-feldspato; o K-feldspato é subédrico a anédrico, com textura perítica, por vezes se apresenta em fenocristais, exibindo argilização; o plagioclásio é euédrico a subédrico, com maclas albita, com alteração sericítica e argílica.

A biotita ocorre como cristais finos a médios parcialmente ou completamente alterados para clorita; há inclusões de zircão e opacos, além de finos cristais de titanita se desenvolvendo ao longo de seus planos de clivagem.

Os cristais de allanita são anédricos a subédricos, associados aos máficos. Há epidoto secundário formando-se através da alteração de biotita.

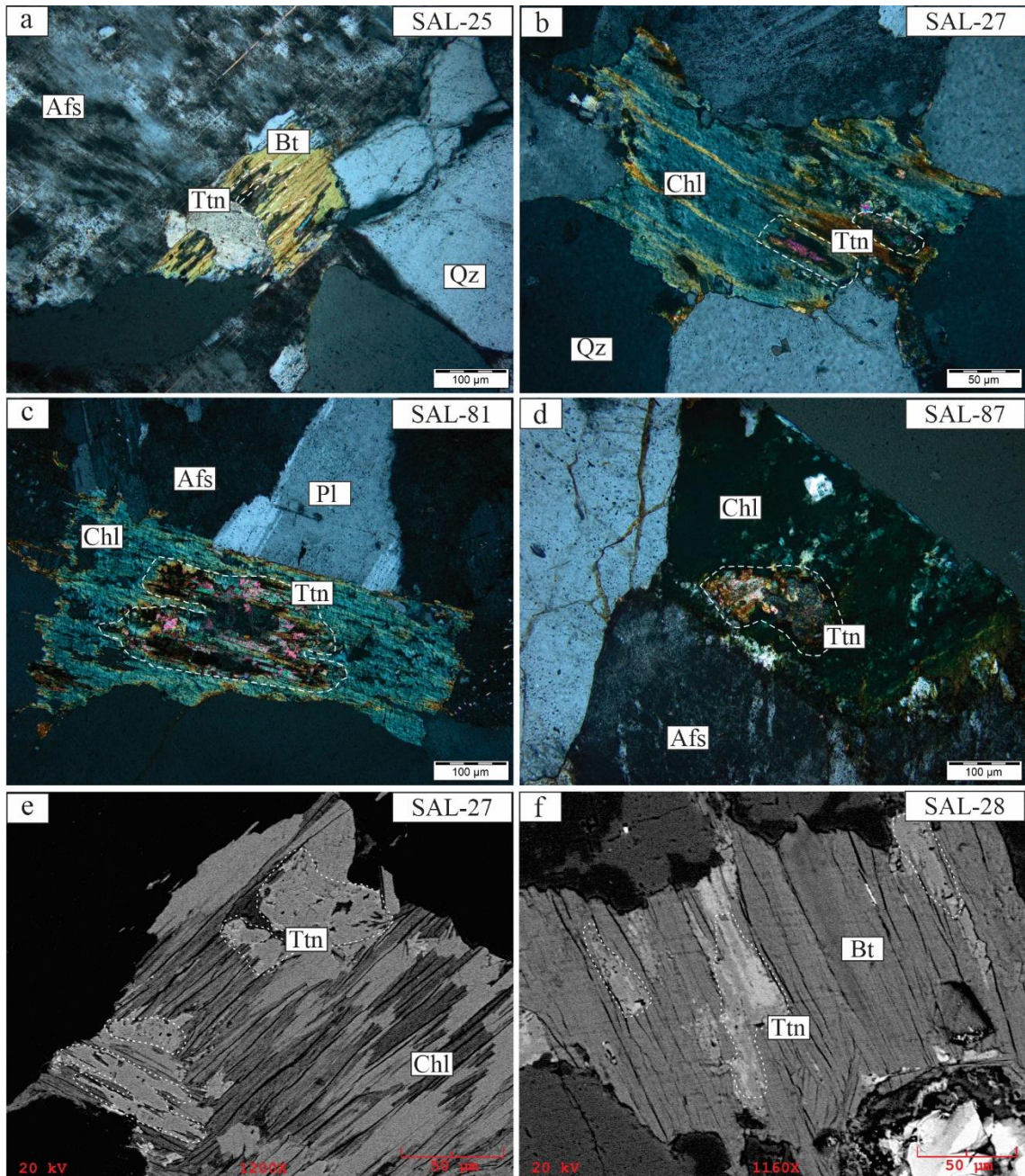


Figura 6- Aspectos texturais microscópicos das fácies do Granito Bom Jardim (GBJ); a) cristais de titanita se desenvolvendo ao longo de planos de clivagem de clorita; b, c, d) titanitas se desenvolvendo a partir de cloritas, fruto de alteração da biotita; e) titanita se desenvolvendo a partir de cloritas, fruto de alteração da biotita; f) titanita em planos de clivagem de biotita. Linhas tracejadas destacando cristais de titanita. e-f: imagens de elétrons retroespalhados em MEV. Nomenclatura segundo Warr (2021).

### 2.1.2.3 Granito Serra da Queimada (GSQ)

Foram analisadas rochas das fácies biotita-sienogranito (BSG) e biotita-monzogranito (BMG) (Figura 7). De modo geral apresentam textura heterogranular hipidiomórfica, com granulação média a fina.

A mineralogia essencial é composta por quartzo, K-feldspato e plagioclásio e a varietal por biotita; a mineralogia acessória é formada por opacos, zircão e apatita e a secundária por clorita, titanita, epidoto e muscovita.

Em relação à fácies BSG, o quartzo é anédrico, por vezes subédrico, com extinção ondulante moderada; o K-feldspato é subédrico, raramente anédrico, com granulação média e textura pertítica, intensamente argilizados; localmente apresentam intercrescimento granofírico com cristais de quartzo; os cristais de plagioclásio são sericitizados; subédricos a anédricos, médios a finos e apresentam maclamento albita.

A biotita se apresenta em cristais lamelares subédricos, finos a médios, com variadas intensidades de cloritização, apresentam também alteração para muscovita e titanita.

Há ocorrência de muscovita também em contatos irregulares com a mineralogia essencial. A titanita ocorre como finos cristais ao longo dos planos de clivagem de biotitas, produto de alteração da mesma.

Na fácies BMG, o quartzo é anédrico, médio a fino, por vezes em agregados intracristalinos, com extinção ondulante; o K-Feldspato é anédrico, por vezes subédrico, de granulação média a fina, com contatos irregulares e argilização e sericitização aparente; os cristais de plagioclásio são anédricos a subédricos, sericitizados, apresentam maclas albita e albita-Carlsbad com rara ocorrência de epidotos secundários.

A biotita se apresenta como finas lamelas geralmente cloritizadas e, por vezes, alteradas para muscovita; mais raramente pode-se observar titanita se desenvolvendo ao longo dos seus planos de clivagem.

Nessa fácies em específico, diferentemente do que se observa em outras rochas da Suíte Velho Guilherme, há também ocorrência de titanita em cristais losangulares subédricos a euédricos, bem desenvolvidos, sugerindo uma origem magmática.

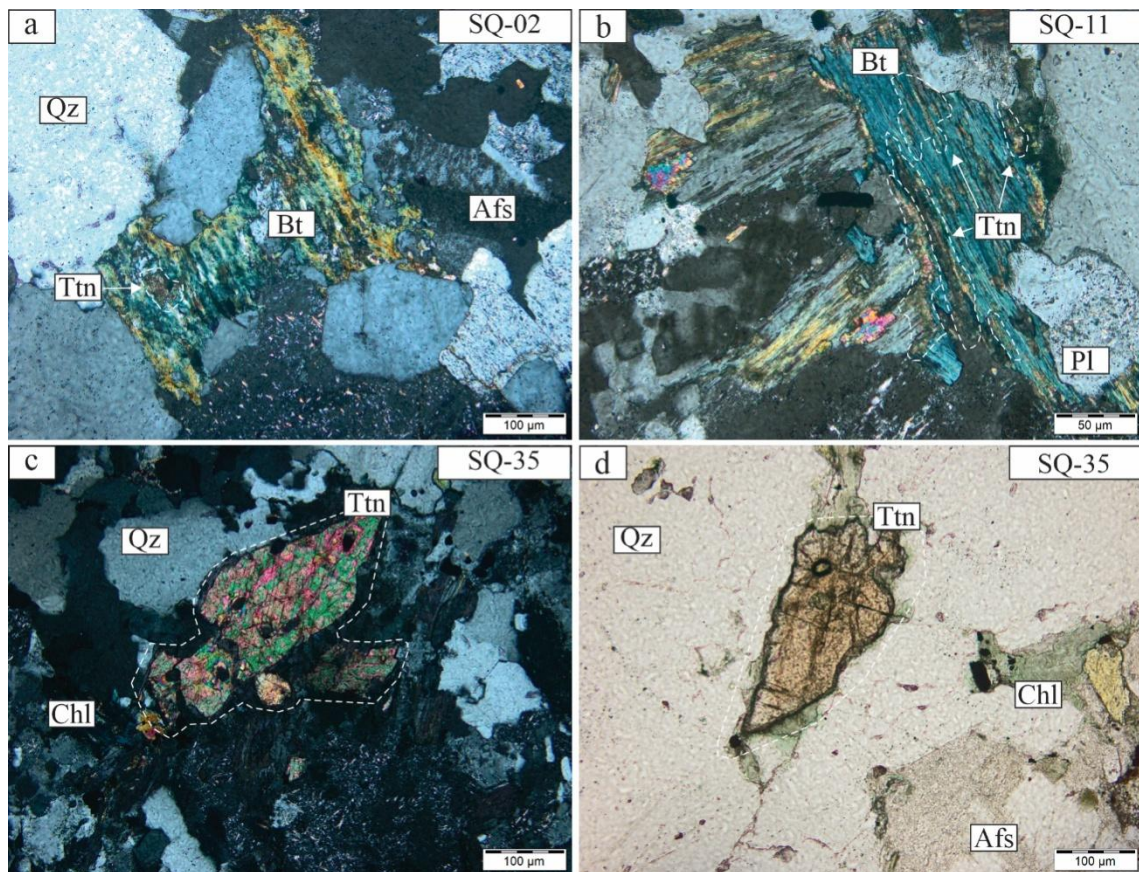


Figura 7- Aspectos texturais microscópicos das rochas do Granito Serra da Queimada (GSQ); a) fácies BSG, titanita se desenvolvendo a partir de cristais de biotita cloritizados; b) fácies BMG, titanita se desenvolvendo a partir de cristais de biotita cloritizadas; c, d) fácies BMG, com destaque para titanitas bem desenvolvidas e aparentemente magmáticas. Linhas tracejadas destacando cristais de titanita. Nomenclatura segundo Warr (2021).

## 2.2 QUÍMICA MINERAL

Para os estudos de química mineral, foram selecionadas amostras representativas dos Granitos Jamon e Redenção, da Suíte Jamon, e dos granitos Antônio Vicente, Bom Jardim e Serra da Queimada, pertencentes à Suíte Velho Guilherme.

A titanita é observada em ambas as suítes graníticas estudadas e apresenta variações morfológicas e composicionais nos diferentes corpos graníticos.

### 2.2.1 Titanitas Secundárias dos granitos Reduzidos - Suíte Velho Guilherme (SVG)

Ocorrem como finos cristais anédricos e corroídos, originados a partir da substituição de cristais de biotita ou anfibólio total ou parcialmente cloritizados, dispendo-se ao longo dos planos de clivagem desses minerais (Figuras 5, 6 7A e B). No Granito Antônio Vicente

(GAV), as Ttn secundárias possuem conteúdos médios de Ca, Ti, Al e Fe de 196.176 ppm, 175.110 ppm, 31.360 ppm e 22.946 ppm, respectivamente. (Sn+W) apresentam concentrações médias de 928 ppm, Ta 1.237 ppm, (Gd+Yb+Y) de 292 ppm e (Sm+La) de 855 ppm.

No Granito Bom Jardim (GBJ), apresentaram conteúdos médios de Ca, Ti, Al e Fe de 205.931 ppm, 194.946 ppm, 25.848 ppm e 15.920 ppm, respectivamente. O conteúdo médio de (Sn+W) foi de 1070 ppm, o de Ta de 1.370 ppm, o de (Gd+Yb+Y) de 710 ppm e o de (Sm+La) de 346 ppm.

O Granito Serra da Queimada possui Ttn secundárias com conteúdo médios de Ca, Ti, Al e Fe de 195.789 ppm, 197.147 ppm, 23.930 ppm e 20.787 ppm, neste mesmo sentido. (Sn+W), Ta, (Gd+Yb+Y) e (Sm+La) apresentaram conteúdos médios de 431 ppm, 1.539 ppm, 1.362 ppm e 131 ppm, respectivamente.

### **2.2.2 Titanitas Secundárias dos granitos Oxidados - Suíte Jamon (SJ)**

O GRED e o GJ apresentam titanitas secundárias provenientes da alteração hidrotermal de cristais de anfibólio e biotita, respectivamente (Figuras 4B e C). Ocorrem como cristais anédricos, fraturados, com bordas corroídas, também podendo ser subdividida em dois tipos: (1) Tipo I, substitui cristais de anfibólio e se desenvolve nos centros dos mesmos, a partir de seus planos de clivagem (Figuras 4B e C); (2) Tipo II, associada à cristais de magnetita (não mostrada).

As Ttn secundárias (Tipo I) encontradas no granito oxidado Redenção (GRED) apresentaram os seguintes conteúdos de Ca, Ti, Al e Fe: 207.099 ppm, 216.869 ppm, 11.856 ppm e 15.777 ppm, respectivamente, enquanto os de (Sn+W), Ta, (Gd+Yb+Y) e (Sm+La) foram de 596 ppm, 972 ppm, 1403 ppm e 340 ppm.

As titanitas Tipo I encontradas no Granito Jamon (GJ) apresentaram conteúdos médios de Ca, Ti, Al e Fe de 209.008 ppm, 208.428 ppm, 20.059 ppm e 13.927 ppm, respectivamente. O conteúdo médio de (Sn+W) foi 216 ppm, o de Ta 890 ppm, o de (Gd+Yb+Y) de 871 ppm e o de (Sm+La) de 130 ppm.

### **2.2.3 Titanitas Primárias dos granitos Reduzidos (SVG) e Oxidados (SJ)**

Dentro da SVG, apenas o granito reduzido Serra da Queimada apresenta proporções acidentais de titanitas primárias (Figuras 7C e D), na forma de cristais euédricos a subédricos bem desenvolvidos, de granulação média, morfológica e texturalmente similares às titanitas

primárias dos corpos oxidados da Suíte Jamon. Os conteúdos médios de Ca, Ti, Al e Fe são, respectivamente, 203.903 ppm, 228.541 ppm, 7.285 e 9.506 ppm. O conteúdo médio de (Sn+W) é de 433 ppm e o de Ta 1.234 ppm. (Gd+Yb+Y) exibem concentrações de 2.619 ppm e (Sm+La) de 602 ppm.

Nos granitos oxidados, as titanitas são euédricas a subédricas bem desenvolvidas e interpretadas como primárias (Figuras 3, 4A, D e F). No Granito Jamon (GJ), as titanitas apresentaram conteúdos médios de Ca, Ti, Al e Fe de, 204.371 ppm, 211.192 ppm, 13.505 ppm e 16.483 ppm, respectivamente. O conteúdo médio de (Sn+W) foi 297 ppm, o de Ta 1.072 ppm, o de (Gd+Yb+Y) de 3.280 ppm e o de (Sm+La) de 539 ppm.

As Ttn primárias pertencentes ao granito oxidado Redenção (GRED) apresentaram os seguintes conteúdos de Ca, Ti, Al e Fe: 200.054 ppm, 203.382 ppm, 15.560 ppm e 18.697 ppm, respectivamente, enquanto os de (Sn+W), Ta, (Gd+Yb+Y) e (Sm+La) foram de 450 ppm, 1.085 ppm, 5.761 ppm e 1.390 ppm.

## 2.2.4 Diagramas de Variação

### 2.2.4.1 Titanitas Secundárias dos granitos Reduzidos e Oxidados

Nos diagramas a seguir são apresentados cristais de titanitas provenientes da alteração secundária de minerais ferromagnesianos (biotitas, anfibólios e cloritas). Essas titanitas exibem características distintas dependendo do tipo de granito (reduzido ou oxidado) a que são pertencentes. O enriquecimento em Al é uma característica comum em titanitas secundárias de alteração hidrotermal (cf. Xie *et al.* 2010). Conforme pode ser observado no diagrama Ti x Al (Figura 8A), há substituições crescentes entre esses elementos, que são mais expressivas em granitos reduzidos associados a ambientes hidrotermais, onde o Al tende a substituir o Ti de forma mais intensa.

Comportamento semelhante pode ser observado no diagrama Ti x (Al+Fe) (Figura 8B), onde o Fe também substitui o Ti nas titanitas secundárias. Em titanitas de granitos reduzidos, a concentração desses elementos é mais elevada, enquanto no Granito Redenção (oxidado), pode-se observar uma incorporação de Al e Fe menos significativa. Comparativamente, as titanitas secundárias dos granitos reduzidos mostram maior enriquecimento em Al e Fe do que as titanitas secundárias dos granitos oxidados (Figura 8).

Em relação ao diagrama (Sn+W) x (Ca+Ti) (Figura 8C), as titanitas dos diferentes corpos apresentam concentrações similares de (Ca+Ti), mas o Granito Bom Jardim apresenta

enriquecimento mais significativo em (Sn+W), o que estaria relacionado à maior interação de fluidos hidrotermais enriquecidos em Sn e W com as titanitas, especialmente em fácies mais alteradas.

No diagrama da Figura 8D, as titanitas dos granitos oxidados Redenção e Jamon exibem menores concentrações de (Al+Fe) e (Sn+W), em comparação com as titanitas dos granitos da Suíte Velho Guilherme, reforçando as condições redox mais oxidantes e menos favoráveis ao enriquecimento de Sn e W.

Em ambos os diagramas (Figuras 8C-D), as titanitas do Granito Bom Jardim mostram concentrações de (Sn+W) um pouco mais elevadas que as dos granitos Antônio Vicente e Serra da Queimada. Vale ressaltar que a mineralização de cassiterita no Granito Antônio Vicente está hospedada apenas nas fácies mais intensamente hidrotermalizadas (biotita-sienogranito intensamente alterado-BSGIA) e nos corpos de greisens associados (Teixeira 1999). As rochas sienograníticas do Granito Antônio Vicente analisadas nesse trabalho (BSG e BSGA), apesar de exibirem alteração tardi a pós-magmática, não possuem mineralização associada. Por outro lado, a mineralização de Sn-W do Granito Bom Jardim ocorre em todas as fácies do corpo (cf. Lamarão *et al.* 2012).

Nos diagramas 8E-F observa-se leve enriquecimento em Ta nas titanitas dos granitos mineralizados. Ti tem comportamento compatível em sistemas ígneos félsicos, enquanto Ta é incompatível, logo Ti se torna depletado durante fracionamento magmático, enquanto Ta se torna enriquecido (Lehmann 2020). Da mesma forma, observa-se a correlação positiva entre Sn e Ta em algumas amostras, sugerindo que ambos os elementos foram mobilizados e concentrados em condições hidrotermais

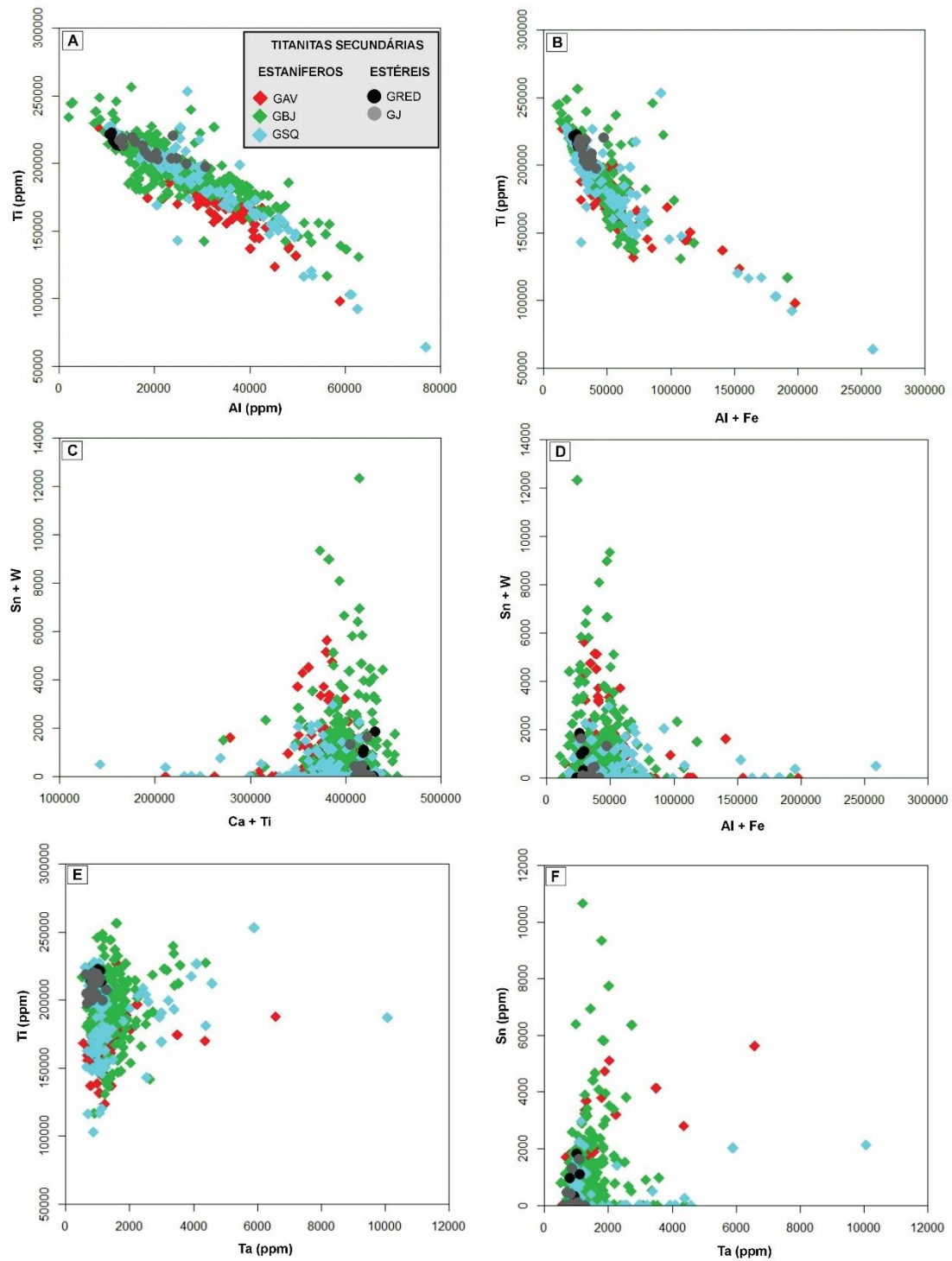


Figura 8- Diagramas binários com análises químicas (ppm) de titanitas secundárias dos granitos reduzidos Antônio Vicente (GAV), Bom Jardim (GBJ) e Serra da Queimada (GSQ) da SVG e oxidados Redenção (GRED) e Jamon (GJ) da SJ. (A) Ti x Al; (B) Ti x (Al+Fe); (C) (Sn+W) x (Ca+Ti); (D) (Sn+W) x (Al+Fe); (E) Ti x Ta; (F) Sn x Ta.

A Figura 9 mostra imagens de elétrons retroespalhados (ERE) de cristais de Ttn (este estudo) com teores de Al, Fe e Ti identificados.

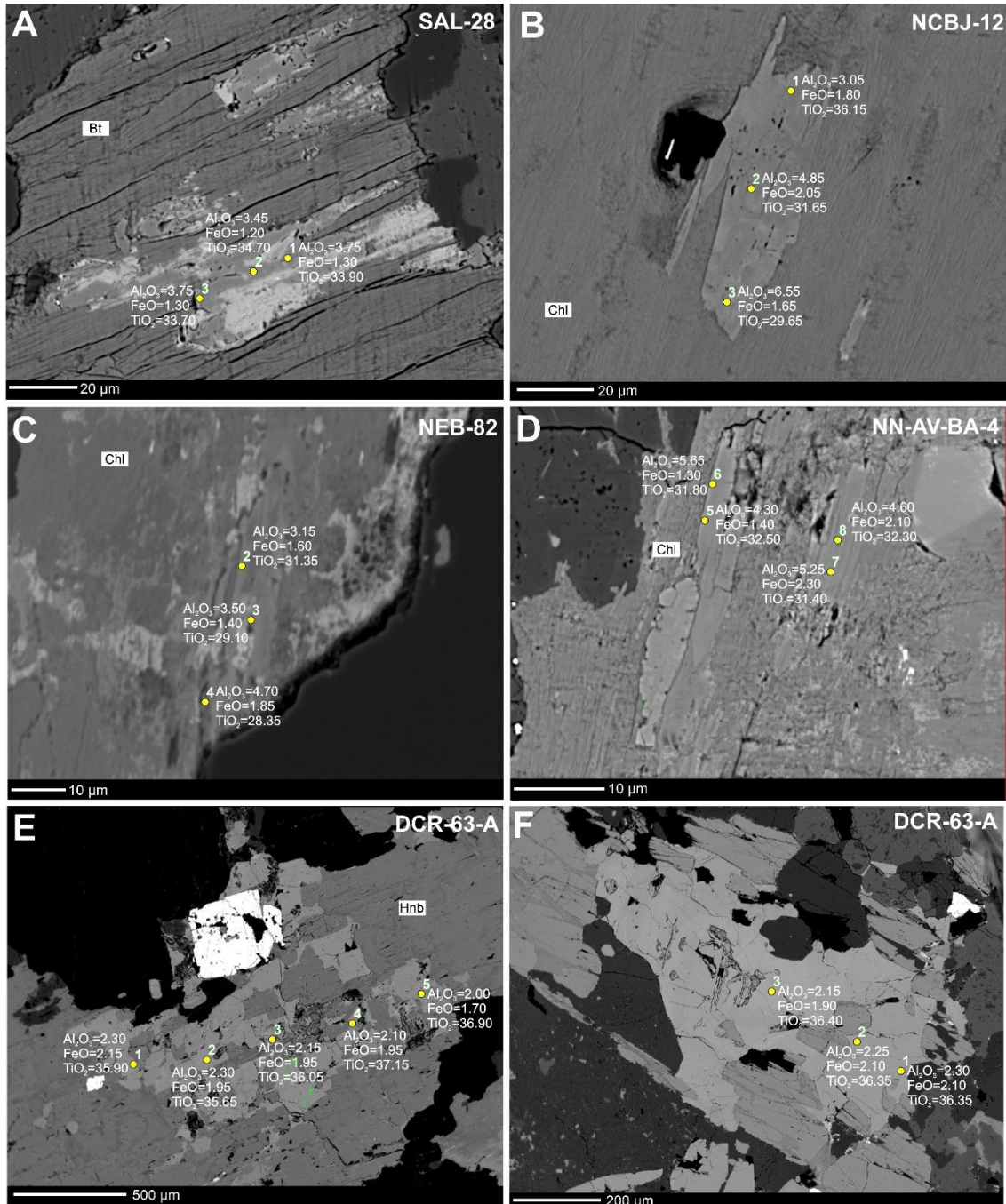


Figura 9- Imagens de ERE. Cristais anédricos de titanitas secundárias dos granitos reduzidos Bom Jardim (A e B) e Antônio Vicente (C e D), se desenvolvendo sobre cristais de biotita cloritizada, e do granito oxidado Redenção (E e F), sobre cristais de anfibólio. Pontos amarelos: análises de Ttn em microsonda eletrônica, com destaque para os teores de Al, Fe e Ti.

No diagrama Ti x (Al+Fe+Sn+W) (Figura 10A), as concentrações de Ti nas titanitas de granitos estaníferos mostram grande variação, mas há uma tendência decrescente à medida que aumenta o teor de (Al+Fe+Sn+W), indicando que nesses granitos o Ti é progressivamente substituído por esses elementos. A maior dispersão nos valores de (Al+Fe+Sn+W) observada nos granitos Antônio Vicente, Bom Jardim e Serra da Queimada, possivelmente reflete diferentes graus de intensidade nos processos de alteração hidrotermal. Nas titanitas dos granitos oxidados Redenção e Jamon, estéreis, as concentrações de (Al+Fe+Sn+W) são mais baixas e homogêneas, com menor variação nos elementos-traço e valores de Ti elevados em comparação com as titanitas dos corpos estaníferos, reforçando a sua menor interação com fluidos enriquecidos nesses elementos.

No diagrama 10B, os valores de (Ca+Ti) permanecem relativamente altos, independente da concentração de (Al+Fe+Sn+W), mas as titanitas associadas ao GBJ e ao GSQ apresentam maiores enriquecimentos em (Al+Fe+Sn+W).

As titanitas secundárias dos Granitos Redenção e Jamon mostram concentrações mais baixas de Sn+W, bem como de ETR+Y, como esperado para titanitas não associadas a depósitos de estanho (Figura 10C); no diagrama (10D), os valores de (Ca+Ti) são relativamente altos em todos os granitos, mas os granitos Bom Jardim e Serra da Queimada novamente se destacam com leve enriquecimento em (Gd+Yb+Y), assim como em (Sm+La) nos granitos Bom Jardim e Antonio Vicente (Figura 10E e F); suas titanitas podem reter maiores quantidades de terras raras provavelmente devido às interações hidrotermais mais intensas, já que durante os processos hidrotermais a interação entre fluidos ricos em ETR e minerais acessórios como a titanita podem mobilizar e concentrar ETR e Y nesses minerais, especialmente em ambientes graníticos afetados por greisenização (cf. Pinto Coelho *et al.* 2005).

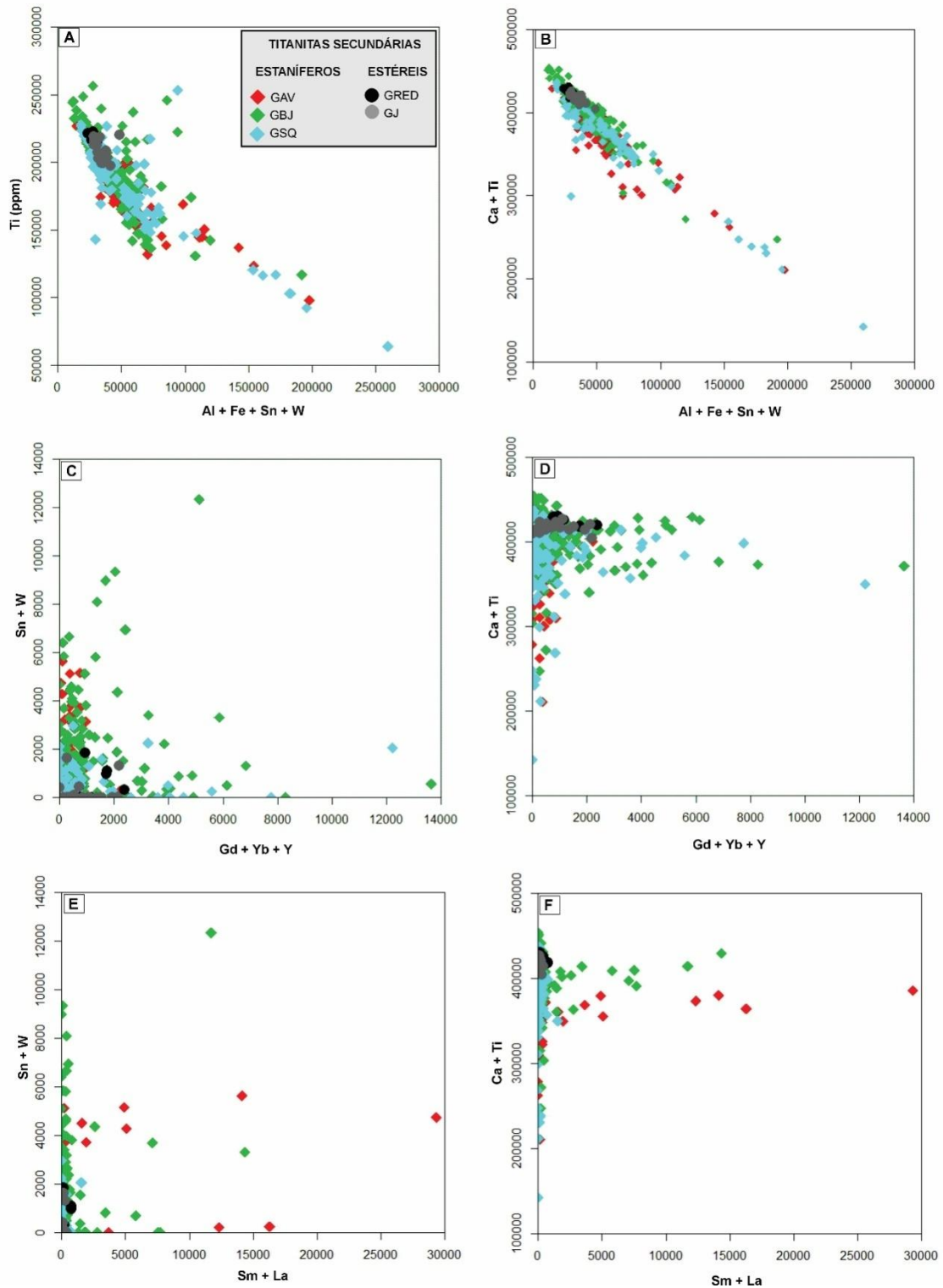


Figura 10- Diagramas (em ppm) de titanitas secundárias dos granitos reduzidos Antônio Vicente e Bom Jardim (SVG) e oxidado Redenção (SJ). (A) Ti x (Al+Fe+Sn+W); (B) (Ca+Ti) x (Al+Fe+Sn+W); (C) (Sn+W) x (Gd+Yb+Y); (D) (Ca+Ti) x (Gd+Yb+Y); (E) (Sn+W) x (Sm+La); (F) (Ca+Ti) x (Sm+La).

#### 2.2.4.2 Titanitas Primárias dos granitos Reduzidos e Oxidados

Nos granitos reduzidos (SVG), as titanitas primárias ocorrem localmente na fácies BMG do Granito Serra da Queimada, formando cristais subédricos a euédricos, geralmente de granulação média, associados com quartzo, biotita ou clorita (Figura 7C-D). Já nos granitos oxidados (SJ), são subédricas a euédricas, de granulação média, sem alteração aparente, comumente associadas à biotita e minerais opacos (Figuras 3 e 4). Os diagramas das Figuras 11 e 12 mostram o comportamento geoquímico dessas titanitas nos dois tipos de granitos.

Nas Figuras 11A e B, há um *trend* de enriquecimento em Al e (Al+Fe) e um empobrecimento em Ti nas titanitas dos granitos Jamon e Redenção, enquanto naquelas do granito estanífero do Serra da Queimada, os teores de Ti e (Al+Fe) variam muito pouco, indicando que a substituição entre eles é restrita. As titanitas primárias do Granito Serra da Queimada apresentam comportamento geoquímico semelhante em conteúdos de (Sn+W) ao dos granitos oxidados Redenção e Jamon (Figura 11 C-D), mas apresentam maior enriquecimento em Ti e Ca+Ti em relação às titanitas primárias dos granitos estéreis, o que pode ser observado nos diagramas da Figura 12.

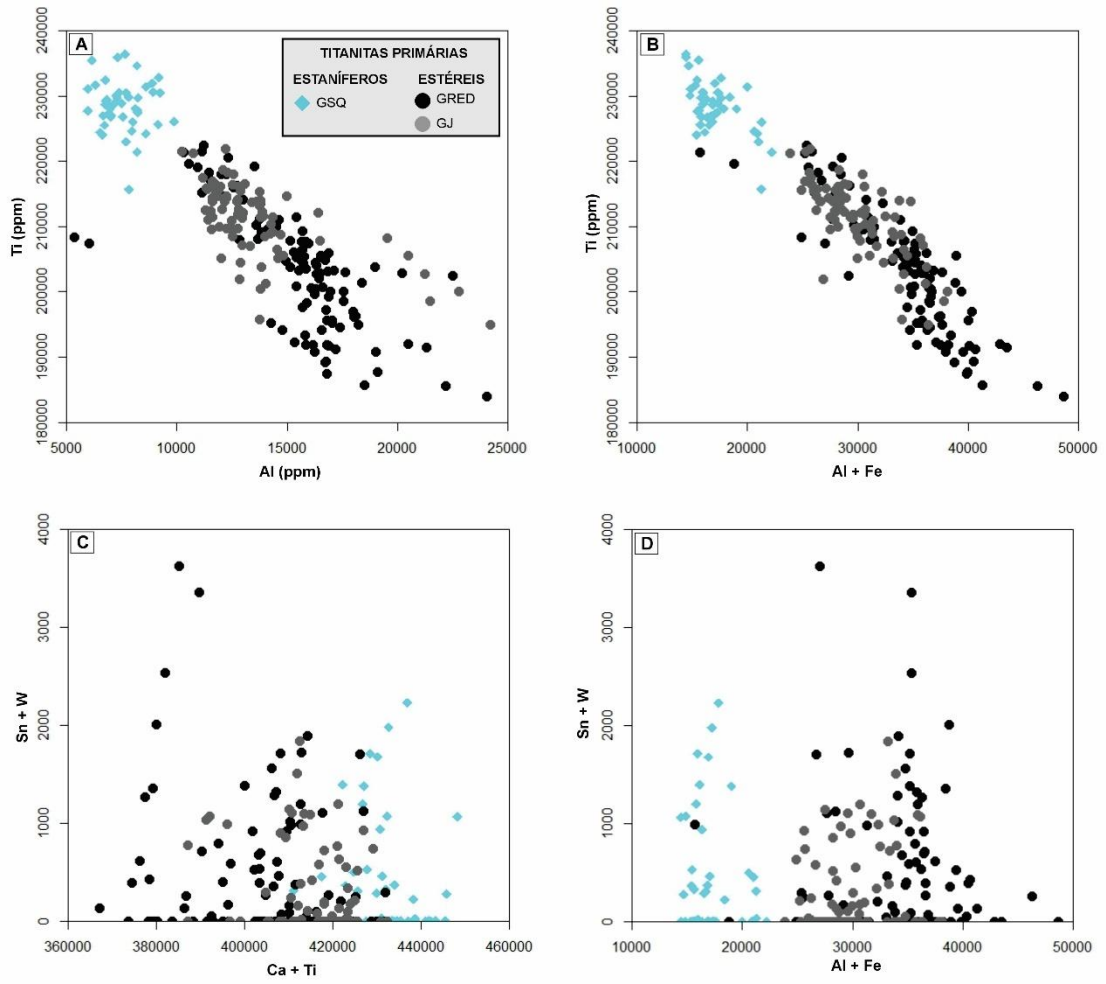


Figura 11- Diagramas binários com análises químicas (em ppm) em titanitas primárias dos granitos reduzidos (SVG) e oxidados (SJ). (A) Ti x Al; (B) Ti x (Al+Fe); (C) (Sn+W) x (Ca+Ti); (D) (Sn+W) x (Al+Fe).

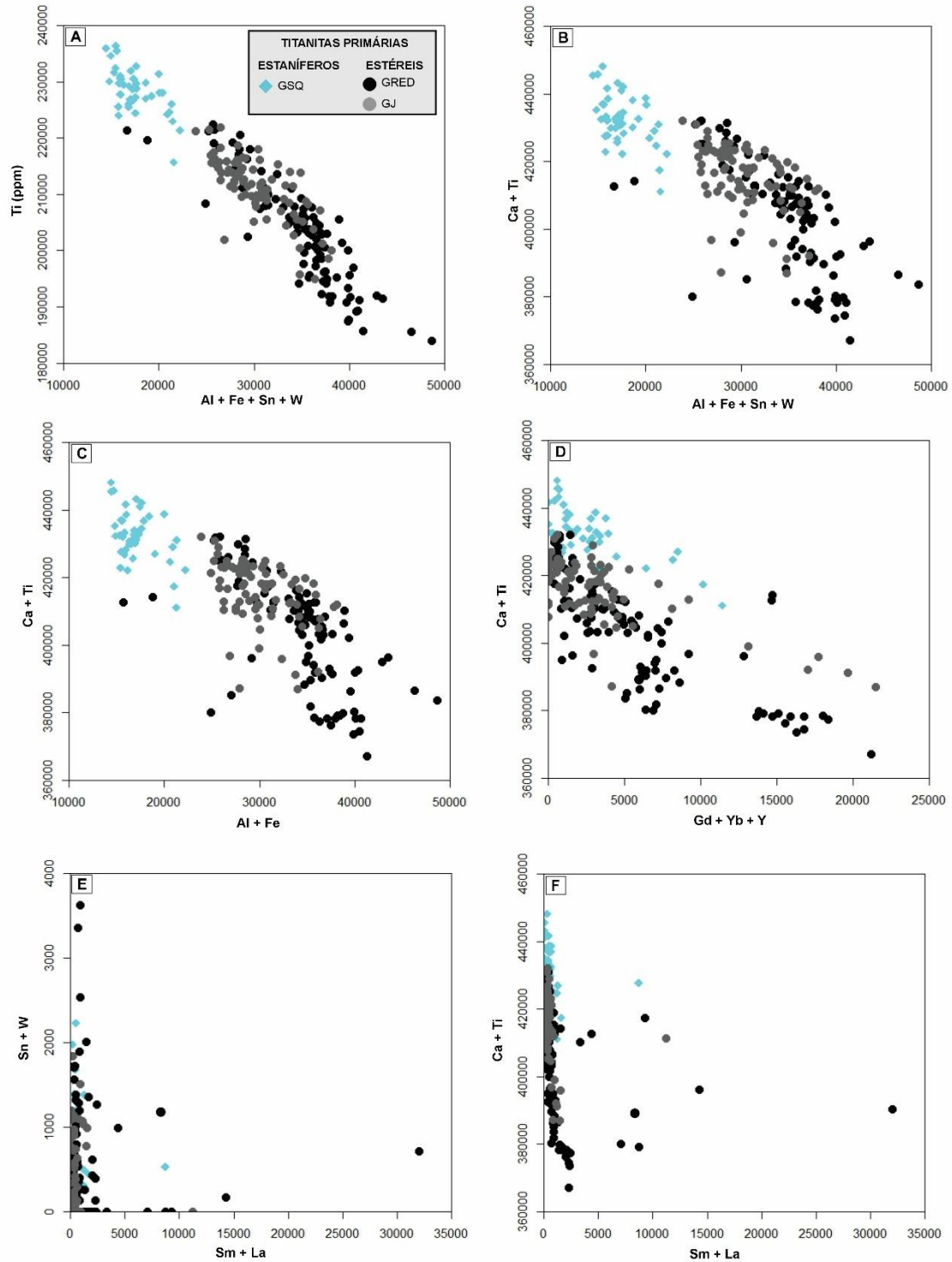


Figura 12- Diagramas binários com análises químicas (em ppm) em titanitas primárias dos granitos reduzidos (SVG) e oxidados (SJ). (A) Ti x (Al+Fe+Sn+W); (B) (Ca+Ti) x (Al+Fe+Sn+W); (C) (Ca+Ti) x (Al+Fe); (D) (Ca+Ti) x (Gd+Yb+Y); (E) (Sn+W) x (Sm+La); (F) (Ca+Ti) x (Sm+La)

A Figura 13 mostra imagens de elétrons retroespalhados (ERE) de cristais de titanitas primárias dos granitos Serra da Queimada e Jamon (este estudo) com teores de Al, Fe, Ca e Ti identificados (pontos amarelos).

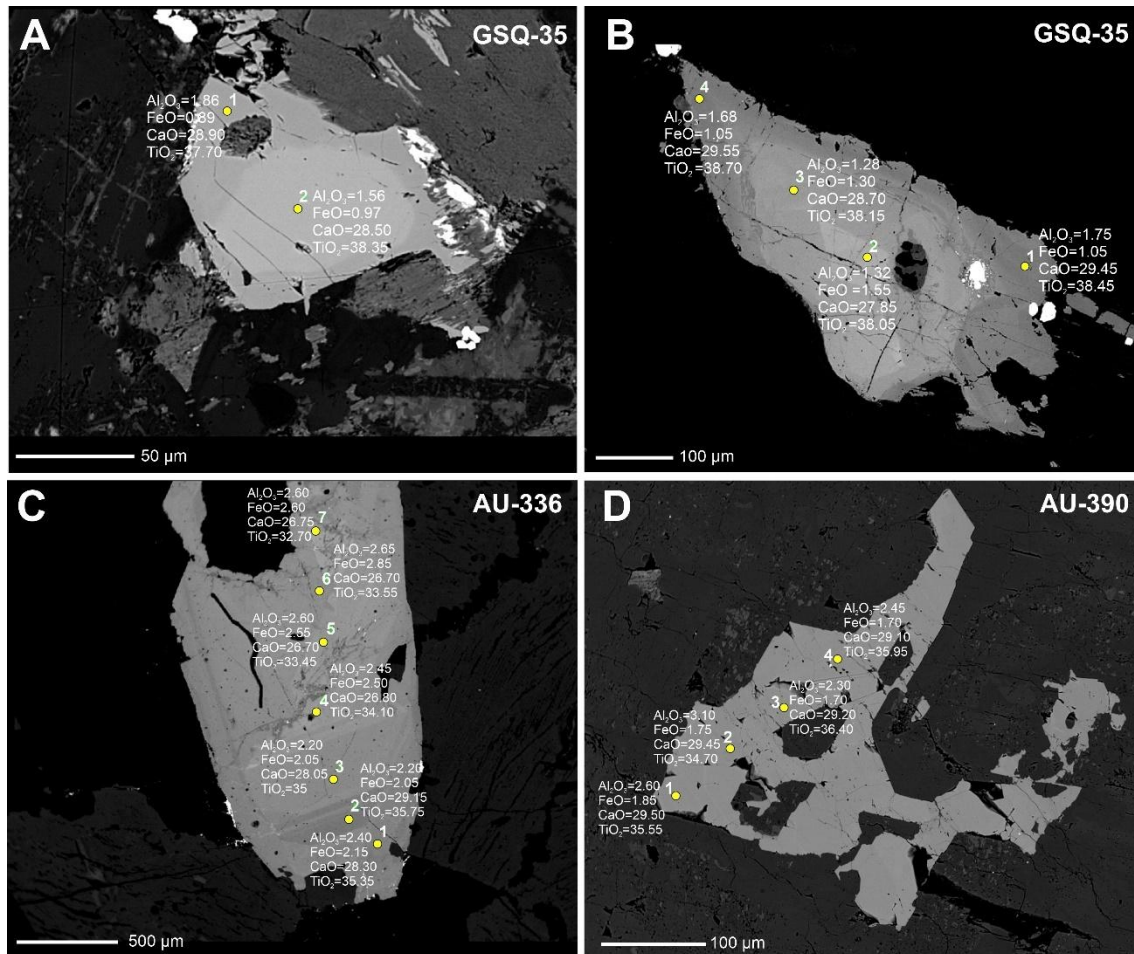


Figura 13- Cristais anédricos a subédricos de titanitas primárias do Granito Serra da Queimada (A e B) e do Granito Jamon (C e D), sendo indicada a localização de alguns pontos analisados em microsonda eletrônica, com destaque para os teores de Al, Fe, Ca e Ti.

#### 2.2.4.3 Titanitas Primárias x Titanitas Secundárias

Os diagramas da Figura 14A e B evidenciam uma relação inversa entre Ti e Al + Fe, especialmente nas titanitas secundárias das rochas estaníferas, indicando alteração hidrotermal e enriquecimento desses elementos. Em contraste, as titanitas primárias (em cinza e azul) preservam teores mais elevados de Ti e baixos de Al, como é característico de cristais de origem magmática.

Essa tendência reforça a substituição isomórfica de  $Ti^{4+}$  por  $Al^{3+}$  e  $Fe^{3+}$  nas titanitas hidrotermais e destaca o papel desses elementos como indicadores de alteração, e, portanto, de mineralização. Isso é corroborado pelo diagrama da Figura 14D, no qual observa-se o aumento de Sn + W em titanitas com altos teores de Al + Fe, padrão típico de titanitas secundárias hidrotermais em granitos mineralizados.

Na Figura 14C, observa-se um aumento de Sn + W em titanitas secundárias com conteúdos de Ca + Ti constantes e sugere, mais uma vez, a incorporação desses elementos durante processos hidrotermais por substituição direta no sítio do Ti.

Observa-se ainda que as titanitas secundárias provenientes de granitos estaníferos (em vermelho) podem apresentar enriquecimento em Ta. A discreta correlação positiva indica substituição parcial do Ti pelo Ta na estrutura cristalina da titanita durante os processos hidrotermais (Figura 14E). Correlação positiva é observada também entre Sn e Ta; titanitas mais enriquecidas em Sn mostram enriquecimento em Ta. Titanitas dos granitos estéreis, por outro lado, não apresentam essa correlação (Figura 14F).

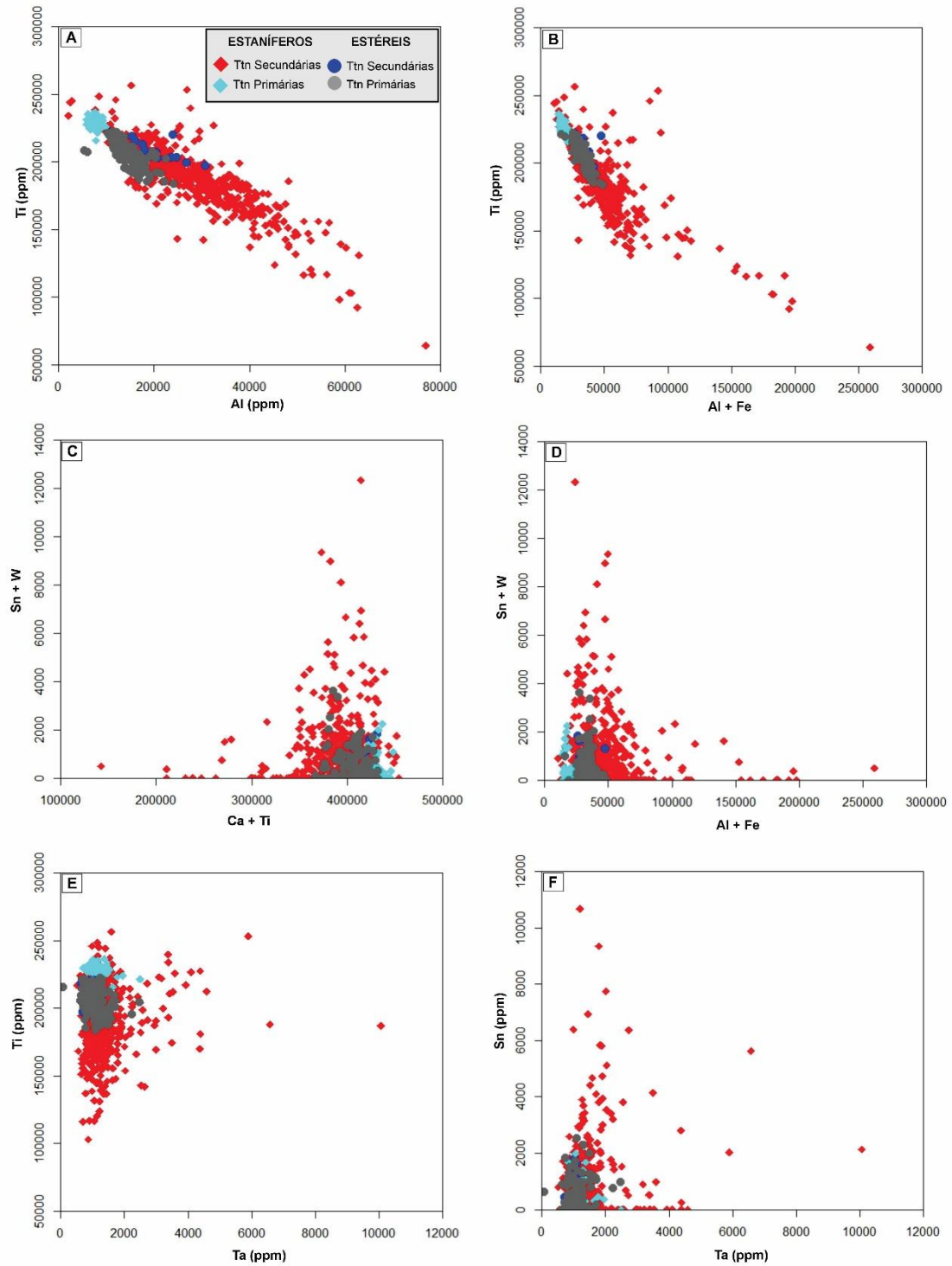


Figura 14- Diagramas binários com análises químicas (ppm) de titanitas primárias e secundárias dos granitos reduzidos (SVG) e oxidados (SJ). (A) Ti x Al; (B) Ti x (Al+Fe); (C) (Sn+W) x (Ca+Ti); (D) (Sn+W) x (Al+Fe); (E) Ti x Ta; (F) Sn x Ta.

### 3 DISCUSSÕES

Os granitos anorogênicos reduzidos Bom Jardim, Serra da Queimada e Antônio Vicente apresentam mineralização de Sn+W em suas rochas mais evoluídas e alteradas hidrotermalmente e em corpos de greisens associados (Teixeira *et al.* 2002, 2005, Lamarão *et al.* 2012). Por outro lado, os granitos anorogênicos oxidados Jamon e Redenção são estéreis (Dall’Agnol *et al.* 1999, 2005, Dall’Agnol & Oliveira 2007, Oliveira *et al.* 2009). As titanitas utilizadas neste estudo ocorrem predominantemente em monzogranitos e sienogranitos alterados hidrotermalmente em diferentes intensidades e, por vezes, nas rochas portadoras de mineralização. Nos granitos reduzidos, as titanitas são secundárias e anédricas formadas pela cloritização de cristais de biotita e anfibólio, muito provavelmente em decorrência dos processos hidrotermais que afetaram a região e deram origem às mineralizações de Sn-W. Apenas na amostra SQ-35 (BMG) do Granito reduzido Serra da Queimada foi identificada titanita primária. Nos granitos oxidados as titanitas são predominantemente primárias, euédricas a subédricas e bem desenvolvidas; no entanto, nos Granitos Jamon e Redenção também foram identificadas e estudadas titanitas secundárias provenientes da cloritização da biotita e anfibólio.

As titanitas estudadas dos granitos paleoproterozoicos reduzidos e oxidados da Província Mineral de Carajás foram agrupadas, com base no seu aspecto textural, morfológico e geoquímico em titanitas primárias (magmáticas) e titanitas secundárias, provenientes da alteração de minerais ferromagnesianos.

As titanitas secundárias dos granitos reduzidos e mineralizados se desenvolvem preferencialmente ao longo dos planos de clivagem de biotitas fortemente cloritizadas. Apresentam substituição crescente de Ti por Al e Fe, característica típica de titanitas hidrotermais ou que sofreram forte hidrotermalismo (Kowallis *et al.* 2022); apresentam também maiores concentrações em Sn+W e Ta nos diagramas geoquímicos utilizados.

De modo geral, os ETR são considerados elementos litófilos e preferencialmente imóveis, concentrados principalmente em minerais acessórios (Hanson 1978, Fourcade 1981) podendo, entretanto, ser mobilizados por fluidos hidrotermais (Alderton *et al.* 1980, Fowler & Doig 1983, Taylor & Fryer 1983, Morteani *et al.* 1986, Leroy & Turpin 1988, Whitford *et al.* 1988, Ward *et al.* 1992). Essa mobilidade hidrotermal pode ser observada no Granito Bom Jardim, que apresenta um leve enriquecimento em ETR pesados (Gd+Yb) e Y e ETR leves (Sm+La), em relação aos demais granitos estudados, sugerindo que o GBJ foi intensamente

afetado por processos hidrotermais, conforme pode ser observado também em análises petrográficas. Lamarão *et al.* (2012) identificaram mineralizações de cassiterita, wolframita, columbita, molibdenita, topázio e fluorita em todas as fácies estudadas deste corpo, corroborando a intensa alteração hidrotermal sofrida por este granito.

As rochas mais evoluídas do Granito Serra da Queimada (BSG), apresentam caráter fortemente reduzido, com ilmenita predominante sobre magnetita e titanita primária ausente. Enquanto suas outras fácies (BMG e SGP) apresentam razões  $\text{FeOt}/(\text{FeOt}+\text{MgO})$  variando entre 0,75 - 0,90, refletindo um comportamento semelhante ao de granitos tipo-A oxidados, podendo exibir magnetita e titanita primária como acessórios (Melo 2019), conforme observado na lâmina SQ-35. Logo, os menores conteúdos de (Sn+W) identificados nas titanitas primárias do Granito Serra da Queimada, podem sugerir que esses elementos foram preservados e concentrados em fases tardias, favorecendo a formação de mineralizações hidrotermais, como cassiterita.

Por outro lado, nos granitos estéreis (oxidados) o maior teor de Al, Fe e (Sn+W) nas titanitas primárias pode indicar processos menos eficientes em mobilizar e concentrar elementos-traço em minerais economicamente relevantes, resultando em fases pobres em Sn, W e outros metais de interesse.

#### 4 CONCLUSÕES

O presente trabalho analisou as características morfológicas, texturais e composicionais das titanitas primárias e secundárias em granitos reduzidos e oxidados da Província Carajás, a fim de contribuir com o entendimento da evolução magmática e hidrotermal nesses corpos e seu potencial metalogenético.

Para sugerir uma assinatura geoquímica da titanita que seja eficaz como guia prospectivo para Sn+W, é necessário considerar as características da rocha hospedeira que abriga a mineralização, bem como as peculiaridades dos cristais de titanita analisados, sua textura, proveniência, se primários ou secundários e o tipo de alteração hidrotermal.

As titanitas secundárias dos granitos reduzidos apresentam substituições crescentes de Ti por Al e Fe, além de maiores concentrações de Sn e W, especialmente no Granito Bom Jardim, características essas típicas de formação em condições hidrotermais. Adicionalmente, a retenção dos elementos terras raras (Gd+Yb) e Y (Sm+La) pelas titanitas desse granito, sugere que o mesmo foi intensamente afetado por processos hidrotermais, sendo um dos mais promissores em termos de mineralização associada.

Por outro lado, as titanitas primárias predominam nos granitos oxidados, apresentando menor substituição de Ti por Al e Fe. Nos granitos Jamon e Redenção, elas exibem comportamento geoquímico que reflete condições redox menos favoráveis à mobilização de elementos-traço como Sn e W, corroborando a ausência de mineralizações significativas associadas a esses corpos graníticos. No granito reduzido Serra da Queimada, as raras titanitas primárias identificadas se comportam como aquelas identificadas nos granitos oxidados Jamon e Redenção e são mais enriquecidas em Ca e Ti.

Os resultados deste estudo evidenciam o potencial das titanitas como bons indicadores petrológicos e metalogenéticos para Sn e W em granitos anorogênicos reduzidos e oxidados. As caracterizações texturais e composicionais das titanitas, aliadas às análises geoquímicas detalhadas, podem ser ferramentas valiosas para distinguir-se corpos graníticos com potencial econômico daqueles estéreis.

## REFERÊNCIAS

- Abreu F.A.M. & Ramos C.R. 1974. Estanho do Sul do Pará. *In: 28º SBG, Congresso Brasileiro de Geologia, Porto Alegre, Anais de Congressos Brasileiro de Geologia*, v.6, p. 11-23.
- Alderton D.H.M., Pearce J.A., Potts P.J. 1980. Rare earth element mobility during granite alteration: evidence from southwest England. *Earth and Planetary Science Letters*, **49**(1): 149-165.
- Almeida F.F.M., Hasui Y., Brito Neves B.B., Fuck R.A. 1981. Brazilian structural provinces: an introduction. *Earth Science Review*, **17**(1-2): 1-29.
- Almeida J.A.C. 2005. *Geologia, petrografia e geoquímica do granito anorogênico Bannach, Terreno Granito- Greenstone de Rio Maria, Pará*. MS Dissertation, Curso de Pós Graduação em Geoquímica e Petrologia, Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará. 184 p.
- Almeida J.A.C., Dall’Agnol R., Oliveira D.C. 2006. Geologia, petrografia e geoquímica do granito anorogênico Bannach, Terreno Granito-Greenstone de Rio Maria, Pará. *Revista Brasileira de Geociências*, **36** (2): 282 -295.
- Almeida J.A.C., Dall’Agnol R., Oliveira M.A., Macambira M.B., Pimentel M.M., Rämö O.T., Guimarães F.V., Leite A.A.S. 2011. Zircon geochronology and origin of the TTG suites of the Rio Maria granite-greenstone terrane: Implications for the growth of the Archean crust of the Carajás province, Brazil. *Precambrian Research*, **187**: 201-221.
- Barbosa A.A., Lafon J.M., Neves A.P., Vale A.G. 1995. Geocronologia Rb-Sr e Pb-Pb do Granito Redenção; SE do Pará: Implicações para a evolução do magmatismo Proterozóico da região de Redenção. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi; Série Ciências da Terra*, **7**:147-164.
- Bard J.P. 1980. *Microtextures of igneous and metamorphic rocks*. Tokyo, D. Reidel Publishing Company. 246p.
- Barros Neto R.S.B. 2018. Evolução magmático-hidrotermal do Granito Mocambo, Província Estanífera do Sul do Pará: um estudo morfológico e composicional de quartzo e cassiterita. MS Dissertation, Instituto de Geociências, UFPA, Belém, 68 p.
- Bettencourt J.S. 1992. Pesquisa geológica, metalogenética e mineral do Cráton Amazônico (sistematização crítica de parte da obra no período compreendido entre 1980 e 1992). PhD Thesis, Instituto de Geociências da USP, Universidade de São Paulo, São Paulo, 163p.
- Bettencourt J.S., Juliani C., Xavier R.P., Monteiro L.V., Bastos Neto A.C., Klein E.L., Assis R.R., Leite Junior W.B., Moreto C.P., Fernandes C.M.D., Pereira V.P. 2016. Metallogenic systems associated with granitoid magmatism in the Amazonian Craton: an overview of the present level of understanding and exploration significance. *Journal of South American Earth Sciences*, **68**: 22-49.
- Broska I., Harlov D., Tropper P., Siman P. 2007. Formation of magmatic titanite and titanite–ilmenite phase relations during granite alteration in the Tribeč Mountains, Western Carpathians, Slovakia. *Lithos* **95**: 58-71

- Carvalho T.A. 2017. Petrografia, geoquímica e suscetibilidade magnética do Granito Gradaús, Província Carajás, SE do Pará, Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, 63 p.
- Che X.D., Linnen R.L., Wang R.C., Groat L.A., Brand A. 2013. Distribution of trace and rare earth elements in titanite from tungsten and molybdenum deposits in Yukon and British Columbia, Canada. *Canadian Mineralogist*, 51, 415–438. doi.org/10.3749/canmin.51.3.415.
- Costi H.T., Borges R.M.K., Dall’Agnol R.D. 2005. Depósitos de estanho da mina Pitinga, Estado do Amazonas. In: Marini J.O., Queiroz E., Ramos B.W. (Eds.). Caracterização de depósitos minerais em distritos mineiros da Amazônia Brasília: DNPM–ADIMB, p. 391-475.
- Costi H.T., Dall’Agnol R., Pichavant M., Rämö O.T. 2009. The peralkaline tin-mineralized Madeira cryolite albite-rich granite of Pitinga, Amazonian craton, Brazil: Petrography, mineralogy and crystallization processes. *Canadian Mineralogist*, 47(6):1301-1327.
- Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais-CPRM/Departamento Nacional de Produção Mineral-DNPM. 1997. Projeto especial mapas de recursos minerais, de solo e de vegetação para a área do Projeto Grande Carajás – Subprograma Mapas metalogenéticos e de previsão de recursos minerais. Folha São Felix do Xingu-SB-22-Y-B. CPRM, Superintendência Regional de Belém (Relatório Final).
- Dall’Agnol R. 1980. *Etudes sur des granites du type ‘Rondonian’ en Amazonie Orientale et leurs transformations tardi-magmatiques*. Unpublished Doctor Thesis, Universite’ Paul Sabatier, Toulouse.
- Dall’Agnol R. 1982. Maciço Jamon: evolução petrológica de um granito da Amazônia Oriental. In: 1º Simpósio de Geologia da Amazônia, Belém. Anais. Belém: SBG-Núcleo Norte, v. 1. p. 139-161.
- Dall’Agnol R. 1987. Petrologic evolution of the magnetite bearing anorogenic Jamon Granite, East Amazon, Brazil: an example of moderate fractional crystallization. I Intern. Symp. Gran. Assoc. Miner., Extended Abstr., Salvador, pp. 217–219.
- Dall’Agnol R., Teixeira N.P., Magalhães M.S. 1993. Diagnostic features of the Tin-specialized anorogenic granites of the Eastern Amazonian Region. *Anais Academia Brasileira de Ciências* 65(1): 33-50.
- Dall’Agnol R., Lafon J.M., Macambira M.J.B. 1994. Proterozoic anorogenic magmatism in the Central Amazonian Province, Amazonian Craton: geochronological, petrological and geochemical aspects. *Mineralogy and Petrology*, 50:113-138.
- Dall’Agnol R., Ramo O.T., Magalhães M.S., Macambira M.J.B. 1999b. 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., Teixeira N.P., Ramo 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.

- 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: Dall'Agnol R., Rosa-Costa L.T., Klein E.L. (eds.). Symposium on Magmatism, Crustal Evolution, and Metallogenesis of the Amazonian Craton. Abstracts Volume and Field Trips Guide.* Belém, PRONEX-UFFPA/SBG-NO, 150p.
- 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 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: SBG, 13º Simpósio de Geologia da Amazônia.* Belém, *Anais*, CD-ROM.
- Dardenne M.A. & Schobbenhaus C. 2001. Metalogênese do Brasil. Brasília, DF, Ed. UnB, 394 p.
- Deer W.A., Howie R.A., Zussman, J. 1992. *Rock-forming minerals.* 2a ed. London, Longmans, 696 p.
- Eby G.N. 1992. Chemical subdivision of A-type granitoids: petrogenetic and tectonic implications. *Geology* 20: 641–644.
- Feio G.R.L., Dall'Agnol R., Dantas E.L., Macambira M.J.B., Santos J.O.S., Althoff F.J. 2013. Archean granitoid magmatism in the Canaã dos Carajás area: Implication for crustal evolution of the Carajás province, Amazonian craton, Brazil. *Precambrian Research*, 227:157-185.
- Fernandes C.M.D. Geologia, geoquímica e geocronologia das rochas vulcânicas do Grupo Uatumã, região de São Félix do Xingu (PA), Província Mineral de Carajás. 2005. 130 f. Dissertação. Mestrado em Geoquímica e Petrologia, Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém.
- Fernandes C.M.D., Lamarão C.N., Teixeira N.P., 2006. O vulcanismo bimodal do tipo Uatumã da região de São Félix do Xingu (PA). Província Mineral de Carajás. *Revista Brasileira de Geociências*, 36: 565–576 (in Portuguese).
- Fernandes C.M.D., Juliani C., Monteiro L. V. S., Lagler B., Misas C.M.E. (2011). High-K Calc-alkaline to A-type fissure-controlled volcano-plutonism of the São Félix do Xingu region, Amazonian Craton, Brazil: Exclusively crustal sources or only mixed Nd model ages? *Journal of South American Earth Sciences*, 32(4), 351–368.
- Fourcade S. 1981. Geochemical study of differentiation processes in granitic complexes. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 76(2): 177-195.
- Fowler M.B. & Doig R. (1983). The behavior of rare-earth elements during crystallization and alteration of some anorogenic granites from Labrador. *Canadian Mineralogist*, 21(4): 625-634.
- Frost B.R., Chamberlain K.R., Schumacher J.C., 2001. Spheene (titanite): phase relations and role as a geochronometer. *Chem. Geol.* 172, 131– 148.

- Gabriel E.O., Oliveira D.C., Galarza M.A., Santos M.S. 2015. Geocronologia e aspectos estruturais dos sanukitoides Mesoarqueanos da área de Água Azul do Norte: implicações para a história evolutiva da porção sul do Domínio Carajás. *XIV Simpósio de Geologia da Amazônia*, CD-ROM. Marabá: SBG.
- Gonçalez M.G.B., Dall'Agnol R., Vieira E.A.P., Macambira M.J.B., Della Senta N. 1988. Geologia do maciço anorogênico Cigano, Vale do Rio Parauapebas-PA, *In: SBG, 35° Congresso Brasileiro de Geologia*. Belém, p. 1132-1146.
- Grocke S.B., Cottrell E., Silva S.d., Kelley K.A., 2016. The role of crustal and eruptive processes versus source variations in controlling the oxidation state of iron in Central Andean magmas. *Earth Planet. Sci. Lett.* 440, 92–104.
- Hanson G.N. (1978). The application of trace elements to the petrogenesis of igneous rocks of granitic composition. *Earth and Planetary Science Letters*, 38(1), 26-43.
- Hedenquist J.W. & Lowenstern J.B., 1994. The role of magmas in the formation of hydrothermal ore deposits: *Nature*, **370**: 519-527.
- Hibbard M.J. 1995. *Petrography to petrogenesis*. New Jersey, Prentice Hall, Englewood Cliffs, 587p.
- Hayden L.A., Watson E.B., Wark D.A. 2008. A thermobarometer for sphene (titanite). *Contributions to Mineralogy and Petrology*, **155**: 529–540.
- Ishihara S. 1981. The granitoid series and mineralization. In: Skinner, B.J. Eds., *Economic Geology Seventy-fifth Anniversary volume*. Econ. Geol. 458-484.
- Hirata W.K., Rigon J.C., Kadokaru K., Cordeiro A.A.C., Meireles E.M. 1982. Geologia regional da Província Mineral de Carajás. In: SBG, 1° Simpósio de Geologia da Amazônia. Belém, Anais, 1:100-110.
- Ishihara S. 1981. The granitoid series and mineralization. *Economic Geology Seventy-fifth Anniversary volume*. Econ. Geol. 75: 458-484.
- Janousek V., Farrow C.M., Erban V. 2006. Interpretation of whole-rock geochemical data in igneous geochemistry: introducing Geochemical Data Toolkit (GCDkit). *Journal of Petrology* 47:1,255-1,259.
- Javier Rios F., Villas R.N., Fuzikawa K. 2003. Fluid evolution in the Pedra Preta wolframite ore deposit, Paleoproterozoic Musa granite, eastern Amazon craton, Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, 15: 787-802.
- Juliani C. & Fernandes C.M.D. Well-preserved Late Paleoproterozoic Volcanic Centers in the São Félix Do Xingu Region, Amazonian Craton, Brazil." *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 191.3 (2010): 167-79. Web.
- King P.L., Sham T.-K., Gordon R.A., Dyar D. 2013. Microbeam X-ray analysis of Ce<sup>3p</sup>/Ce<sup>4p</sup> in Ti-rich minerals: a case study with titanite (sphene) with implications for multivalent trace element substitution in minerals. *Am. Mineral.* 89 (1), 110e119.
- Kowallis B.J., Christiansen E.H., Dorais M.J., Winkel A., Henze P., Franzen L., Mosher H. 2022. Variation of Fe, Al, and F Substitution in Titanite (Sphene). *Geosciences*, 12,229.

- Lagler B., Juliani C., Fernandes C.M.D, Cruz R.C., Vieira D.A.S. 2019. Paleoproterozoic volcanic caldera in the Amazonian craton, northern Brazil: Stratigraphy, lithofacies characterization, and lithogeochemical constraints, *Journal of South American Earth Sciences*, Volume 95.
- Lamarão C.N., Pinho S.CC., Paiva Júnior A.L., Galarza 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. doi.org/10.1016/j.jsames.2012.05.004
- Lehmann B., Ishihara S., Michel H., Miller J., Rapela C., Sanchez A., Tisl M., Winkelmann L. 1990. The bolivian tin province and regional tin distribution in the central Andes: A reassessment. *Economic Geology* 85, 1044–1058. doi.org/10.2113/gsecongeo.85.5.1044
- Lehmann B. 2020. Formation of tin ore deposits: A reassessment. *Lithos*, **374–375** e 105982.
- Lenharo S.L.R., Pollard P.J., Born H. 2003. Petrology and textural evolution of granites associated with tin and rare-metals mineralization at the Pitinga mine, Amazonas, Brazil. *Lithos*, 66(1-2), 37-61. https://doi.org/10.1016/S0024-4937(02)00201-3
- Leroy J.L., & Turpin L. (1988). REE and other trace elements during hydrothermal alteration: the Saint-Sylvestre granite (Massif Central, France). *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 52(4), 927-935.
- Lima P.H.A. 2011. Geologia, Petrografia e Geocronologia do Granito São João, Província Carajás, SSE do Pará. Trabalho de Conclusão de Curso - Graduação em Geologia - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém. 64 p.
- Lima P.H.A., Lamarão C.N., Santos M.J.P. 2014. Petrografia, geoquímica e suscetibilidade magnética do Granito Paleoproterozoico São João, Sudeste do Cráton Amazônico, Província Carajás. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Série Ciências Naturais*, 9:47-72.
- Macambira M.J.B. & Lafon J.M. 1995. Geocronologia da Província Mineral de Carajás, Síntese dos dados e novos desafios. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi Ciências Naturais*, 7: 263-287.
- Macambira E.M.B. & Vale A.G. 1996. Geologia econômica. In: Macambira & Vale (Orgs). Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. São Felix do Xingu. Folha SB-22-Y-B. Estado do Pará. CPRM, Brasília, 344 p.
- Machado N., Lindenmayer Z.G., Krogh T.E. 1991. U-Pb Geochronology of archean magmatism and basement reactivation in the Carajás area, Amazon Shield, Brazil. *Precambrian Research*, 49: 329-354.
- Mackenzie W.S., Donaldson C.H.; Guilford C. 1982. *Atlas of igneous rocks and their textures*. New York: Longman Scientific & Technical, John Wiley & Sons, 148p.
- Melo L.M.C., Granito Serra da Queimada, Suíte Intrusiva Velho Guilherme, Província Carajás: tipologia, aspectos petrológicos e afinidades metalogenéticas. 2019. 148 f. Dissertação (Mestrado em Geologia e Geoquímica) – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 2019.

- Melo L.M.C., Lamarão C.N., Conceição H., Oliveira D.C., Silva Rosa M.L., Costa U.A.P. 2021. Serra da Queimada Granite, Velho Guilherme Intrusive Suite, Carajás Province: Tipology, petrological aspects and metallogenetic affinities. *Journal of South American Earth Sciences* 112, 103608.
- Mesquita C.J.S., Dall’Agnol R., Almeida J.A.C. 2018. Mineral chemistry and crystallization parameters of the A-type Paleoproterozoic Bannach Granite, Carajás Province, Pará, Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, 172: 103608.
- Morad, S., El-Ghali, M.A.K., Caja, M.A., Al-Ramadan, K., Mansurbeg, H. 2009. Hydrothermal alteration of magmatic titanite: Evidence from roterozoic granitic rocks, Southeastern Sweden. doi.org/10.3749/canmin.47.4.801
- Moreto C. P. N., Monteiro L. V. S., Xavier R. P., Amaral W. S., Santos T. J. S., Juliani C., Souza Filho C. R. (2011). Mesoarchean (3.0 and 2.86 Ga) host rocks of the iron oxide-Cu-Au Bacaba deposit, Carajás Mineral Province: U-Pb geochronology and metallogenetic implications. *Mineralium Deposite*, **46**: 789-811.
- Morteani G., Preinfalk C., & Sassi F. P. (1986). Rare earth element distribution in variscan metamorphic rocks of the Eastern Alps. *Chemical Geology*, 55(1-2), 179-194.
- Nery P.H.S. 2019. Química mineral e condições de cristalização do Granito Gradaús, sul do Pará, Província Carajás. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Pará. Instituto de Geociências, 86 p.
- Nery P.H.S., Lamarão C.N., Nascimento A.C., Marangoanha B., Silva L.R., Oliveira D.C., Carvalho T.A. 2023. Mineral chemistry and crystallization conditions of the anorogenic Gradaús batholith from the Carajás Province, Amazonian craton (Brazil). *Journal of South American Earth Sciences*, **131** e 104593. doi.org/10.1016/j.jsames.2023.104593
- Oliveira A. I.; Leonardos O. H. *Geologia do Brasil*. 2. ed. Rio de Janeiro: Serviço de Informação Agrícola, 1943. 813 p. (Série Didática, 2).
- Oliveira D.C., Dall’Agnol R., Barros C.E.M., Vale A.G. 2005. Geologia e petrografia do granito Paleoproterozóico Redenção, SE do Cráton Amazônico. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Série Ciências Naturais*, **2**(1): 155-172.
- Oliveira D.C. Modelos de evolução e colocação dos granitos paleoproterozoicos da Suíte Jamon, SE do Cráton Amazônico. 2006. Tese de Doutorado. Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 171 f.
- 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., Silva L.R., Nascimento A.C., Marangoanha B. 2022. Geologia regional da Província Mineral de Carajás, sudeste do cráton Amazônico: proposta litoestratigráfica e implicações para sua compartimentação tectônica. II Congresso Amazônico de Mineração, Metalurgia e Materiais – COAMA, Marabá-PA, 10 a 12 de novembro de 2022.
- Pan L-C., Hu R-Z., Bi X-W., Li C., Wang X-S., Zhu J-J. 2018. Titanite major and trace element compositions as petrogenetic and metallogenic indicators of Mo ore deposits: Examples from four granite plutons in the southern Yidun arc, SW China. *American Mineralogist*, **103**, 1417–1434. doi.org/10.2138/am-2018-6224.

- Paiva Jr A.L., Lamarão C.N., Lima P.H.A. 2011. Geologia, Petrografia e Geoquímica do batólito Seringa, Província Carajás, SSE do Pará. *Revista Brasileira de Geociências*, 41(2):185-202.
- Pessoa M.R., Santiago A.F., Andrade A.F., Barreto E.L., Nascimento J.O., Santos J.O.S., Oliveira J.R., Lopes R.C., Prazeres W.V. 1977. Projeto Jamanxim. CPRM/, DNPM, v. 1-3, 614 p.
- Piccoli P., Candela P., Rivers M. 2000. Interpreting magmatic processes from accessory phases: Titanite--a small recorder of large-scale processes. *Transactions of the Royal Society of Edinburgh, Earth Sciences* 91, 257–267. doi.org/10.1017/s0263593300007422
- Pidgeon R.T., Bosch D., Bruguier O. 1996. Inherited zircon and titanite O-Pb in Archean syenite from southwestern Australia: Implications for U-Pb stability of titanite. *Earth and Planetary Science Letters*, 141, 187–198.
- Pinho S.C.C., Fernandes C.M.D., Teixeira N.P., Paiva Júnior A.L., Cruz V.L., Lamarão C.N., Moura C.A.V. 2006. O magmatismo paleoproterozoico da região de São Felix do Xingu, Província Estanífera do Sul do Pará: petrografia e geocronologia. *Revista Brasileira de Geociências*, 36(4): 724-732.
- Pinto Coelho C. V. 2005. Comportamento geoquímico dos Elementos Terras Raras durante processos de alteração hidrotermal: caso do Maciço Granítico da Serra Branca - Goiás. *Boletim Paranaense de Geociências JCR*, Curitiba, v. 56: 105-117.
- Piuzana D., Cristiane C., Noce C.M., Pedrosa-Soares A.C., Silva L.C. 2008. Titanite crystal chemistry and U-P isotopic data: a petrogenetic indicator for precambrian granitoid plutons of the Eastern Brazilian Shield. *Geonomos* 16(1)2013): 29-36.
- Quadros M.L.E.S. & Rizzotto G.J. 2007. Geologia e recursos minerais do Estado de Rondônia. Porto Velho, CPRM, 153 p., 1 CD-ROM.
- Rio Doce Geologia e Mineração (Docegeo). 1988. Revisão litoestratigráfica da Província Mineral de Carajás. In: Rio Doce Geologia e Mineração – Distrito Amazônia (Docegeo). Província mineral de Carajás: litoestratigrafia e principais depósitos minerais. Belém, SGB 35°, p. 11-54. (Anexo).
- Ribbe P.H. 1982. Titanite. In: Ribbe P.H. (ed.), *Orthosilicates*, Burns, Berlin, Boston, De Gruyter, p. 137-154. *Mineral. Soc. Am. Rev. Mineral.*, 5).
- Robinson D.M., Miller C.F. 1999. Record of magma chamber processes preserved in accessory mineral assemblages, Aztec Wash pluton, Nevada. *American Mineralogist* 84, 1346–1353. doi.org/10.2138/am-1999-0911.
- Rodrigues D. S., Oliveira D. C., Macambira M. J. B. (2014). Geologia, geoquímica e geocronologia do Granito Mesoarqueano Boa Sorte, município de Água Azul do Norte, Pará–Província Carajás. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Ciências Naturais*, 9, 597-633.
- Sahama Th.G., 1946. On the chemistry of the mineral titanite. *Bull. Comm. Geol. Finl.* 138, 88-120.
- Santos J.O.S. 2003. Geotectônica do Escudo das Guianas e Brasil-Central. In: Bizzi, L.A. *et al.* (Ed.). Geologia, tectônica e recursos minerais do Brasil: texto, mapas e SIG. Brasília: CPRM Serviço Geológico do Brasil, p. 169-226, il.

- 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: SBG, 9º Simpósio de geologia da Amazônia*. Belém. Resumos Expandidos, CD-ROM.
- Santos R.F.S., Oliveira D.C., Silva F.F. (2018). Geocronologia U-Pb, classificação e aspectos evolutivos do Granito Marajoara, Província Carajás. *Geologia USP. Série Científica*, 18(4), 89–124.
- Sardinha A.S., Barros C.E.M., Krymsky R. 2006. Geology, geochemistry, and U–Pb geochronology of the Archean (2.74 Ga) Serra do Rabo granite stocks, Carajás Metallogenic Province, northern Brazil. *Journal of South American Earth Sciences* 20(4): 327–339.
- Seifert W. & Wolfgang K. Accessory Titanite: An Important Carrier of Zirconium in Lamprophyres. *Lithos*, 71.1 (2003): 81-98. Web.
- Silva G.C., Lima M.I.C., Andrade A.R.F., Issler R.S., Guimarães G. 1974. Geologia das folhas SB-22 Araguaia e parte da SC-22 Tocantins. Belém, *DNPM*, 4:1-143.
- Silva A.C., Dall’Agnol R., Guimarães F.V., Oliveira D.C. 2014. Geologia, petrografia e geoquímica de Associações Tonalíticas e Trondhjemiticas Arqueanas de Vila Jussara, Província Carajás, Pará. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Ciências Naturais*, 9(1): 13-45.
- Silva L.R., Oliveira D.C., Nascimento A.C., Lamarão C.N., Almeida J.A.C. 2022. The Mesoarchean plutonic complex from the Carajás province, Amazonian craton: petrogenesis, zircon U-Pb SHRIMP geochronology and tectonic implications. *Lithos*, v. 432-33, p. 106901.
- Silva Santos R.F., Oliveira D.C., Silva F.F. 2022. Geocronologia U-Pb, classificação e aspectos evolutivos do Granito Marajoara, Província Carajás. *Geol. USP, Ser. cient.*, São Paulo, v. 18 (4):8-124, Dezembro 2018. DOI: 10.11606/issn.2316-9095.v18-145323.
- Tassinari C.C.G., Macambira M.J.B. 1999. Geochronological provinces of the Amazonian Craton. *Episodes*, 22(3): 174-182.
- Tassinari C.C.G. & Macambira M.J.B. 2004. A evolução tectônica do Cráton Amazônico. *In: Mantoso-neto, V.; Bartorelli, A.; Carneiro, C. D. R.; Brito neves, B.B. (orgs.) Geologia do Continente Sul-Americano: evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida*. São Paulo: Beca, 471-485.
- Taylor R.P., & Fryer B.J. (1983). Rare earth element geochemistry as an aid to interpreting hydrothermal ore deposits. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 47(5), 973-983.
- Teixeira N.P. 1999. Contribuição ao estudo das rochas granitoides e mineralizações associadas da Suite Intrusiva Velho Guilherme, Província Estanífera do Sul do Pará. PhD Thesis, São Paulo, 508 p.
- Teixeira N.P. & Bettencourt J.S. 2000. Velho Guilherme Intrusive Suite. Pará, Brazil: petrogenetic aspects and associated mineralization, in: XXI International Geologic Congress, 2000, Rio de Janeiro. Abstract volume.

- Teixeira N.P., Bettencourt J.S., Moura C.A.V., Dall’Agnol R., Macambira E.M.B. 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(2002): 257-275.
- Teixeira N.P., Bettencourt J.S., Dall’Agnol R., Moura C.A.V., Ernandes C.M.D., Pinho S.C.C. 2005. Geoquímica dos granitos paleoproterozóicos da Suíte Intrusiva Velho Guilherme, Província Estanífera do Sul do Pará. *Revista Brasileira de Geociências*, 35(2):217-226.
- Teixeira M.F.B., Dall’Agnol R., Silva A.C., Santos P.A. 2013. Geologia, petrografia e geoquímica do Leucogranodiorito Pantanal e dos leucogranitos arqueanos da área a norte de Sapucaia, Província Carajás, Pará: implicações petrogenéticas. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Ciências Naturais*, 8(3): 291-323.
- Teixeira M.F.B., Dall’Agnol R., Santos J.O.S., Oliveira D.C., Lamarão C.N., McNaughton N.J. 2018. Crystallization ages of Paleoproterozoic A-type granites of Carajás province, Amazon craton: Constraints from U-Pb geochronology of zircon and titanite. *Journal of South American Earth Sciences*, 88:312-331.
- Vasquez M.L., 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.F., Dos Anjos G.C., Silva H.R. 2008. Unidades Litoestratigráficas, in: Vasquez, M.L., Rosa-Costa, L.T. (Eds.), *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*. Serviço Geológico do Brasil – CPRM, Belém, pp. 113–214.
- Xie L., Wang R.C., Chen J., Zhu J.C., Zhang W.L., Wang D.Z., Yu A.P. 2009. Primary Sn rich titanite in the Qitianling granite, Hunan Province, southern China: an important type of tin-bearing mineral and its implications for tin exploration. *Chinese Science Bulletin* 54 (5):798-805.
- Xie L., Wang R.C., Chen J., Zhu J.C. 2010. Mineralogical evidence for magmatic and hydrothermal processes in the Qitianling oxidized tin-bearing granite (Hunan, South China): EMP and (MC)-LA-ICPMS investigations of three types of titanite. *Chemical Geology* 276, 53–68. doi.org/10.1016/j.chemgeo.2010.05.020
- Xie Q., Wang R.C., Zhao X.F. (2009). Titanite as a potential indicator mineral for Sn mineralization: evidence from the Qitianling granite, South China. *Mineralogy and Petrology*, 97(3-4), 201-210.
- Xu L., Bi X., Hu R., Tang Y., Wang X., Xu Y. 2015. LA-ICP-MS mineral chemistry of titanite and the geological implications for exploration of porphyry Cu deposits in the Jinshajiang – Red River alkaline igneous belt, SW China. *Mineralogy and Petrology* 109, 181–200. doi.org/10.1007/s00710-014-0359-x
- Wang R.C., Xie L., Chen J., Yu A., Wang L., Lu J., Zhu J. 2013. Tin-carrier minerals in metaluminous granites of the western Nanling Range (southern China): Constraints on processes of tin mineralization in oxidized granites. *Journal of Asian Earth Sciences* 74, 361-372. doi.org/10.1016/j.jseaes.2012.11.029

Ward N.I., Reeves R.D., Brooks R.R. 1992. Lead isotope and REE geochemistry of hydrothermal alteration in the Thames Valley, New Zealand. *Journal of Geochemical Exploration*, 44(1-3), 379-398.

Warr L.N. 2021. IMA–CNMNC approved mineral symbols. *Mineralogical Magazine* (2021), 85, 291–320. doi:10.1180/mgm.2021.43

Whitford D.J., Jeffery P.M., Dickson B. L. 1988. Mobility of the rare earth and other elements during hydrothermal alteration of rhyolite and tonalite near Mount Perry, Queensland, Australia. *Chemical Geology*, 68(1-2), 105-125.

## APÊNDICE A – ANÁLISES EM MICROSSONDA ELETRÔNICA DAS TITANITAS ESTUDADAS

(continua)

GRANITO	AMOSTRA	ANÁLISE	F	Al2O3	SiO2	CaO	FeO	TiO2	Y2O3	WO3	SnO2	Ta2O5	La2O3	Ce2O3	Pr2O3	Sm2O3	Gd2O3	Yb2O3	(OH)	Total	
GAV Mineralizado	IE-05 (ABSMG)	1	1.277	4.398	27.992	27.917	1.694	33.546	0.141	0	0.033	0.113	0	0	0	0.043	0.082	0.044	2.84	100.120	
		2	0.744	3.861	27.747	27.004	3.972	32.845	0	0	0.103	0.104	0	0	0	0.064	0.043	0	2.986	99.473	
		3	1.109	4.301	28.771	27.033	4.399	33.135	0.001	0	0.008	0.134	0	0	0	0.003	0	0.037	0.831	99.762	
		4	1.274	5.184	31.053	26.616	5.126	30.304	0	0	0	0.104	0	0	0	0.067	0.067	0	0	99.795	
		5	1.086	4.092	28.553	27.178	3.8	33.167	0.081	0	0.154	0.105	0	0	0	0	0	0.038	1.72	99.974	
		6	0.94	4.422	28.546	27.785	2.496	32.66	0.09	0	0.004	0.108	0	0	0	0.021	0.004	0.026	2.705	99.807	
		7	1.627	5.867	30.666	28.015	1.836	30.722	0.035	0	0	0.097	0	0	0	0	0.04	0	1.234	100.139	
		8	2.087	5.712	31.654	28.534	2.13	30.662	0	0	0.008	0.157	0	0	0	0.007	0.03	0.074	0	101.055	
		9	1.861	7.334	32.511	27.111	4.621	27.54	0	0	0	0.087	0	0	0	0.015	0.04	0.011	0	101.131	
		10	2.518	6.697	33.024	28.222	2.874	28.02	0	0	0	0.119	0	0	0	0	0	0.019	0	101.493	
		11	1.597	6.401	31.215	29.012	2.786	28.379	0	0	0	0.119	0	0	0	0	0.008	0.039	0.189	99.745	
		12	1.818	6.273	31.687	28.134	2.925	29.335	0	0	0	0.124	0	0	0	0.006	0	0	0	100.302	
		14	1.932	6.289	30.962	28.581	2.755	29.366	0	0	0	0.107	0	0	0	0	0	0	0.151	100.143	
		15	1.816	5.975	31.202	28.011	3.651	27.401	0	0	0.031	0.146	1.91	0	0	0	0	0	0	100.143	
		16	2.739	6.298	32.194	28.084	3.15	28.054	0	0	0	0.068	0.43	0	0	0	0	0.008	0.029	0	101.054
		17	2.134	6.674	29.908	27.595	2.771	28.788	0	0	0	0.102	0	0	0	0.003	0.001	0.065	1.997	100.038	
		18	2.68	7.194	30.852	28.394	2.087	28.082	0	0	0	0.115	0	0	0	0	0	0.029	0	1.087	100.520
		19	2.494	8.053	31.234	28.932	1.6	27.839	0	0	0.026	0.127	1.449	0	0	0	0	0.043	0	0	101.797
		20	2.427	8.189	29.843	27.543	1.879	25.496	0	0.264	0.206	0.098	0.229	0	0	0	0	0.006	0.033	4.138	100.351
		21	2.52	7.815	31.735	28.51	1.713	26.928	0	0	0	0.141	0	0	0	0	0	0	0.017	1.319	100.698
		22	2.265	7.987	30.895	28.134	1.72	26.855	0	0.045	0	0.14	0	0	0	0	0	0.003	0	2.348	100.392
		23	2.291	7.294	31.323	28.063	2.231	26.404	0	0	0	0.06	0.113	0	0	0	0	0.014	0.005	2.309	100.107

(continuação)

GRANITO	AMOSTRA	ANÁLISE	F	Al2O3	SiO2	CaO	FeO	TiO2	Y2O3	WO3	SnO2	Ta2O5	La2O3	Ce2O3	Pr2O3	Sm2O3	Gd2O3	Yb2O3	(OH)	Total		
GAV Mineralizado	GFE-01-1(BASMG)	1	1.123	5.892	29.015	28.232	0.767	30.15	0	0	0.104	0.128	0	0	0	0	0	0	0	4.483	99.894	
		2	1.416	7.074	29.985	27.392	2.508	27.957	0	0	0	0.101	0	0	0	0	0	0	0	0	3.009	99.442
		3	2.327	7.593	28.521	26.451	2.222	26.529	0	0	0	0.165	0	0	0	0	0.035	0	0	0	6.261	100.104
		4	1.761	7.293	29.45	27.882	1.299	28.014	0	0	0.105	0.162	0	0	0	0	0	0.012	0	0	4.061	100.039
		5	1.772	6.521	30.434	28.518	2.636	28.087	0	0	0	0.133	0	0	0	0	0.034	0	0.016	1.903	100.054	
		6	1.338	5.736	29.303	26.809	3.027	28.601	0	0	0.149	0.146	0	0	0	0	0	0	0.022	4.461	99.592	
		7	1.682	6.968	30.052	27.87	2.214	26.832	0	0	0	0.174	0	0	0	0	0	0.022	0	4.152	99.966	
		8	1.847	9.103	29.361	24.239	2.82	22.84	0	0	0.031	0.096	0	0	0	0	0.003	0.055	0.044	8.944	99.383	
		9	1.251	6.645	29.384	23.881	3.383	25.953	0	0	0	0.085	0	0	0	0	0.036	0	0.031	8.292	98.941	
		10	1.397	6.042	29.632	27.404	1.426	29.84	0	0	0	0.104	0	0	0	0	0.008	0.034	0	4.084	99.971	
		11	1.439	6.866	29.291	26.858	2.326	26.541	0	0	0.217	0.083	0	0	0	0	0.013	0	0.002	5.995	99.631	
		12	1.582	6.816	30.343	27.67	1.613	28.235	0	0	0	0.127	0	0	0	0	0.023	0.034	0.012	3.539	99.994	
		13	1.773	6.305	30.735	28.423	1.427	29.071	0	0	0	0.1	0	0	0	0	0	0	0.018	2.262	100.114	
		15	1.97	7.249	30.998	28.332	1.664	27.253	0	0	0	0.127	0	0	0	0	0	0.001	0.027	2.581	100.202	
		16	1.66	6.539	30.938	29.286	0.82	30.524	0	0	0	0.123	0	0	0	0	0.032	0.01	0	0.448	100.380	
		17	2.158	6.929	31.998	29.058	2.653	28.493	0	0	0.173	0.13	0	0	0	0	0	0	0.002	0	101.594	
		18	1.468	6.124	30.196	27.901	1.61	29.009	0	0	0.006	0.124	0	0	0	0	0.027	0.011	0.054	3.408	99.938	

(continuação)

GRANITO	AMOSTRA	ANÁLISE	F	Al2O3	SiO2	CaO	FeO	TiO2	Y2O3	WO3	SnO2	Ta2O5	La2O3	Ce2O3	Pr2O3	Sm2O3	Gd2O3	Yb2O3	(OH)	Total	
GAV Mineralizado	SL-06-DT (BSG)	1	1.868	4.124	29.748	28.114	4.882	29.039	0	0	0.177	0.187	0	0	0	0.012	0	0.034	1.521	99.706	
		2	1.429	5.115	30.16	28.449	2.728	30.358	0	0.087	0.1	0.113	0	0	0	0.041	0.039	0.045	0.966	99.630	
		3	1.236	4.371	30.372	28.405	2.678	31.124	0	0	0.133	0.101	0	0	0	0	0	0	0	1.056	99.476
		4	2.128	6.603	30.6	28.671	3.328	27.72	0	0	0.018	0.114	0	0	0	0	0	0	0	0.817	99.999
		5	1.339	4.363	31.243	28.318	2.827	30.864	0	0	0.086	0.154	0	0	0	0	0.019	0.013	0.021	0.086	99.333
		6	1.115	3.145	30.361	28.335	1.944	34.441	0	0	0.163	0.141	0	0	0	0	0	0.01	0.006	0	99.661
		7	1.35	3.832	29.828	28.41	2.431	32.835	0	0	0.076	0.135	0	0	0	0	0.013	0.076	0.001	0.22	99.207
		8	1.537	3.742	30.299	28.823	1.85	34.47	0	0	0	0.114	0	0	0	0	0.031	0	0	0	100.866
		9	1.251	4.088	29.981	27.146	3.701	32.471	0	0	0	0.125	0	0	0	0	0.016	0.002	0.003	0.421	99.205
		10	0.817	3.702	30.591	27.978	2.071	33.481	0	0	0.135	0.118	0	0	0	0	0.008	0	0.04	0	98.941
		11	1.773	5.43	31.114	28.606	3.061	29.153	0	0	0.135	0.155	0	0	0	0	0.006	0	0.074	0	99.507
		12	1.586	6.052	30.85	28.525	2.733	29.856	0	0	0.23	0.097	0	0	0	0	0	0.024	0.017	0	99.970
		13	0.74	5.486	30.324	23.857	8.800	28.189	0	0	0.119	0.18	0	0	0	0	0	0.037	0.036	0.912	98.680
		14	1.21	4.188	30.391	28.438	2.241	32.279	0	0	0.154	0.151	0	0	0	0	0	0.017	0.033	0.453	99.555
		15	1.889	5.832	29.533	28.661	2.043	30.348	0	0	0.196	0.119	0	0	0	0	0.032	0.017	0	0.878	99.548
		16	2.563	7.529	30.12	28.376	1.806	28.496	0	0	0.098	0.128	0	0	0	0	0	0.044	0.018	0.917	100.095
		17	2.132	7.069	29.93	26.627	4.650	27.789	0	0	0	0.158	0	0	0	0	0.02	0.011	0	1.348	99.734
		18	2.274	5.856	30.054	28.467	3.108	28.415	0	0	0.138	0.144	0	0	0	0	0	0.032	0	1.413	99.901
		19	0.935	2.882	29.011	28.162	0.987	36.146	0	0	0.209	0.107	0	0	0	0	0.015	0.007	0	1.212	99.673
		20	0.911	3.199	30.052	28.257	0.991	34.869	0	0	0.157	0.155	0	0	0	0	0	0	0.036	0.753	99.380
		21	1.543	4.314	29.793	28.409	1.737	33.367	0	0	0	0.127	0	0	0	0	0.019	0	0.035	0	99.344
		22	1.406	5.134	29.424	26.935	3.387	31.074	0	0	0	0.143	0	0	0	0	0.016	0.009	0	1.824	99.352
		23	0.968	4.038	29.589	28.362	1.896	32.526	0	0	0.137	0.152	0	0	0	0	0	0	0	1.172	98.840
		24	0.436	1.549	29.29	28.284	0.802	37.851	0	0	0.074	0.195	0	0	0	0	0.003	0	0	0.615	99.099
		25	0.924	3.417	28.834	28.188	1.443	34.069	0	0	0.217	0.092	0	0	0	0	0	0	0.032	2.085	99.301
		26	1.525	4.534	29.388	28.596	1.800	32.253	0	0	0.019	0.123	0	0	0	0	0	0.007	0	1.394	99.639
		27	1.135	7.579	28.497	19.827	12.972	22.821	0	0	0.203	0.176	0	0	0	0	0	0	0	4.978	98.188
		28	1.116	3.81	28.038	28.125	2.033	32.404	0	0	0	0.15	0	0	0	0	0.013	0	0.01	3.501	99.200
		29	1.205	4.208	30.15	28.101	1.934	32.377	0	0	0.074	0.115	0	0	0	0	0	0.001	0	0.743	98.908
		30	1.599	4.915	29.529	28.201	1.637	31.568	0	0	0	0.124	0	0	0	0	0.028	0.017	0	1.821	99.439
		31	1.411	4.364	30.665	28.006	2.220	31.639	0	0	0.135	0.131	0	0	0	0	0	0.022	0.028	0.847	99.468

(continuação)

GRANITO	AMOSTRA	ANÁLISE	F	Al2O3	SiO2	CaO	FeO	TiO2	Y2O3	WO3	SnO2	Ta2O5	La2O3	Ce2O3	Pr2O3	Sm2O3	Gd2O3	Yb2O3	(OH)	Total		
GAV Mineralizado	NN-AV-BA4 (BSGA)	1	1.569	7.758	30.264	23.223	9.331	24.145	0	0	0	0.136	0	0	0	0	0.008	0.023	2.168	98.625		
		2	0.99	7.699	30.103	24.055	9.607	25.123	0	0	0	0.115	0	0	0	0	0.035	0	0	0.69	98.417	
		3	1.003	8.555	29.245	19.411	14.037	20.62	0	0	0	0.149	0	0	0	0	0	0	0.031	4.398	97.449	
		4	1.757	7.922	30.201	22.829	8.936	24.112	0	0	0	0.138	0	0	0	0	0	0	0.073	3.031	98.999	
		5	1.404	11.127	28.864	15.765	17.894	16.361	0	0	0	0.156	0	0	0	0	0.019	0	0.044	5.863	97.497	
		6	1.766	6.139	31.717	28.323	3.287	28.516	0	0	0.003	0.143	0	0	0	0	0	0	0	0	0	99.894
		7	1.694	7.761	32.49	27.653	3.502	25.801	0	0	0	0.14	0	0	0	0	0.038	0.049	0	0	0	99.128
		8	1.356	5.993	31.267	28.883	1.917	30.184	0	0	0.008	0.167	0	0	0	0	0.015	0	0.012	0	0	99.802
		9	1.19	6.328	31.213	28.298	3.44	28.063	0	0	0.062	0.155	0	0	0	0	0	0	0	0.213	98.962	
		10	1.577	5.83	31.02	28.645	3.032	28.837	0	0	0	0.144	0	0	0	0	0	0	0	0.273	99.358	
		11	1.04	6.647	34.267	26.214	2.961	28.077	0	0	0.036	0.162	0	0	0	0	0.022	0	0	0	0	99.426
		12	1.463	5.542	30.876	29.041	2.381	30.41	0	0	0.036	0.158	0	0	0	0	0	0	0	0	0	99.907
		13	1.102	5.582	31.048	29.129	3.289	28.834	0	0.074	0	0.147	0	0	0	0	0.01	0.072	0	0.172	99.459	
		14	1.167	5.473	30.26	27.185	4.399	29.72	0	0	0.119	0.132	0	0	0	0	0.025	0	0	0.657	99.137	
		15	1.647	7.017	30.832	28.108	2.908	27.343	0	0	0	0.174	0	0	0	0	0	0	0.004	1.429	99.462	
		16	1.39	5.637	31.858	27.847	2.998	28.881	0	0	0.009	0.181	0	0	0	0	0.013	0.012	0	0	0	98.826
		17	1.18	7.24	32.398	27.921	2.506	26.477	0	0	0.158	0.168	0	0	0	0	0.027	0	0	0.923	98.998	
		18	0.958	7.726	30.673	22.739	5.233	24.228	0	0	0	0.149	0	0	0	0	0.011	0	0	6.771	98.488	
		19	1.419	7.393	31.388	26.628	2.899	27.146	0	0	0.032	0.138	0	0	0	0	0	0.003	0	1.983	99.029	
		20	1.134	9.126	38.508	22.711	4.754	23.123	0	0	0	0.12	0	0	0	0	0	0	0.048	0	99.524	
		24	1.47	9.381	35.989	23.515	2.693	21.967	0	0	0	0.129	0	0	0	0	0	0	0.049	1.278	96.471	
		25	1.321	6.186	29.795	28.632	2.666	28.927	0	0	0	0.139	0	0	0	0	0	0.005	0	1.838	99.509	
		26	1.155	6.299	30.343	26.885	3.617	26.58	0	0	0.16	0.11	0	0	0	0	0.03	0	0.008	3.915	99.102	
		27	1.213	6.117	29.683	25.497	5.48	26.081	0	0	0	0.145	0	0	0	0	0	0.033	0	4.378	98.627	
		31	1.291	4.53	29.272	29.025	2.029	32.141	0	0	0.133	0.188	0	0	0	0	0.015	0	0.039	0.959	99.622	
		32	0.799	4.277	29.24	29.204	1.392	32.473	0	0	0.289	0.152	0	0	0	0	0	0.007	0.043	1.06	98.936	
		33	1.233	5.642	29.761	29.335	1.275	31.797	0	0	0.018	0.154	0	0	0	0	0	0.016	0.055	0.523	99.809	
		34	1.378	5.259	29.779	28.303	2.309	31.396	0	0	0.141	0.171	0	0	0	0	0.044	0.002	0.028	0.82	99.630	
		35	1.446	4.616	29.959	28.599	2.076	32.313	0	0	0	0.144	0	0	0	0	0.041	0	0	0.537	99.731	
		36	2.28	6.162	30.54	28.309	3.893	26.976	0	0	0.217	0.132	0	0	0	0	0.014	0.012	0.029	1.019	99.583	
		37	1.698	5.399	30.812	28.082	2.869	29.674	0	0	0.252	0.168	0	0	0	0	0	0	0.006	0.453	99.413	
		38	1.357	7.575	31.299	29.393	1.056	29.011	0	0	0.078	0.143	0	0	0	0	0.014	0.02	0.007	0	99.953	

(continuação)

GRANITO	AMOSTRA	ANÁLISE	F	Al2O3	SiO2	CaO	FeO	TiO2	Y2O3	WO3	SnO2	Ta2O5	La2O3	Ce2O3	Pr2O3	Sm2O3	Gd2O3	Yb2O3	(OH)	Total
GAV Mineralizado	NE-B-82 (BSGA)	1	0.903	4.077	30.307	28.311	1.155	32.839	0	0	0.408	0.273	0	0	0	0.006	0.038	0	0.405	98.722
		2	1.147	4.874	30.455	27.583	1.127	31.478	0	0	0.601	0.232	3.431	0	0	0.009	0	0.005	0	100.942
		3	0.498	3.158	30.141	26.882	1.618	31.345	0	0	0.715	0.803	1.624	0	0	0.032	0	0.012	0	96.828
		4	0.845	3.507	29.392	25.287	1.403	29.089	0	0.018	0.525	0.427	0.544	0	0	0.051	0.01	0	2.521	93.619
		5	1.731	4.69	31.494	26.717	1.835	28.346	0.036	0.215	0.356	0.534	0.16	0	0	0.025	0	0.014	0.032	96.185
		6	1.482	7.633	29.817	28.909	1.101	27.881	0	0.262	0.16	0.134	0	0	0	0.014	0.036	0.009	2.114	99.552
		7	1.064	5.601	30.526	28.224	1.071	29.669	0.025	0.169	0.483	0.219	0.552	0	0	0.026	0.064	0	0.548	98.241
		8	1.482	6.074	29.926	28.602	1.107	29.681	0	0.135	0.262	0.197	0	0	0	0	0.077	0.034	1.255	98.832
		9	1.351	5.553	30.423	28.215	1.281	29.772	0	0	0.65	0.249	0	0	0	0.026	0.044	0	0.54	98.104
		10	2.126	7.64	30.405	28.636	0.869	28.554	0	0	0.239	0.189	0	0	0	0	0.056	0	0.662	99.376
		11	1.706	6.281	30.438	28.692	0.916	29.668	0	0	0.428	0.157	0	0	0	0.008	0.043	0	0.718	99.055
		12	1.375	5.981	30.609	28.089	1.182	30.488	0.024	0	0.409	0.158	0	0	0	0.016	0	0	0.381	98.712
		13	1.529	6.377	30.593	28.763	0.894	28.626	0.005	0	0.47	0.16	0	0	0	0.029	0.056	0.027	1.101	98.630
		14	1.458	6.265	31.042	28.781	0.781	29.735	0.012	0	0.228	0.161	0	0	0	0.002	0.039	0.017	0.307	98.828
		15	0.95	5.222	29.96	28.146	1.034	31.227	0.025	0	0.224	0.176	0	0	0	0.042	0.044	0.002	1.349	98.401

(continuação)

GRANITO	AMOSTRA	ANALISE	F	Al2O3	SiO2	CaO	FeO	TiO2	Y2O3	WO3	SnO2	Ta2O5	La2O3	Ce2O3	Pr2O3	Sm2O3	Gd2O3	Yb2O3	(OH)	Total	
Mineralizado	SAL-27 (BMC)	1	1.99	7.105	31.288	29.425	1.848	28.914	0	0	0	0.22	0	0	0	0	0.003	0.023	0	100.816	
		2	3.653	11.169	31.052	29.903	0.951	23.199	0	0	0.294	0.154	0	0	0	0	0	0.02	0	0	100.395
		3	3.382	11.381	30.921	29.614	1.489	22.769	0	0	0.174	0.166	0	0	0	0	0.034	0	0.006	0.307	100.243
		4	1.418	6.142	26.008	25.292	2.394	37.870	0	0	0.001	0.23	0	0	0	0	0	0.005	0.029	0	99.389
		5	1.171	7.519	27.885	24.819	5.278	30.403	0.059	0	0.091	0.17	0	0	0	0	0	0.042	0.001	1.035	98.473
		6	1.124	7.212	28.787	28.069	2.492	30.477	0	0	0.082	0.216	0	0	0	0	0	0	0	0.674	99.133
		7	1.741	10.571	30.197	29.756	0.865	24.655	0.108	0	0.058	0.211	0	0	0	0	0	0	0.007	0.671	98.840
		8	0.553	4.295	29.982	28.919	0.975	34.299	0.223	0	0	0.151	0	0	0	0	0	0.064	0	0	99.461
		9	0.613	4.768	30.121	29.201	0.679	32.942	0.031	0	0	0.179	0	0	0	0	0.018	0	0.031	0.465	99.048
		10	1.622	9.988	30.639	29.957	0.652	23.64	0.037	0	0.086	0.322	0	0	0	0	0.005	0.017	0.016	0	96.981
		11	1.859	9.468	31.733	29.926	2.041	24.331	0	0	0.257	0.179	0	0	0	0	0.011	0	0	0	99.805
		12	0.432	3.900	29.913	28.745	0.741	34.983	0.111	0.034	0	0.18	0	0	0	0	0.014	0	0	0.075	99.128
		13	2.107	8.091	30.73	29.151	1.557	27.482	0.951	0	0	0.12	0	0	0	0	0	0.003	0.088	0	100.280
		14	1.319	8.287	30.752	29.683	0.794	27.577	0.005	0	0	0.103	0	0	0	0	0.037	0	0.031	0	98.588
		15	1.262	6.838	30.601	26.472	3.138	30.229	0.364	0	0.004	0.267	0	0	0	0	0.048	0	0.063	0	99.286
		16	2.181	8.633	31.027	29.893	0.741	27.855	0.003	0	0.005	0.138	0	0	0	0	0	0.038	0.021	0	100.535
		17	1.31	7.039	30.8	29.187	1.597	30.459	0.244	0	0	0.168	0	0	0	0	0	0.016	0.051	0	100.871
		18	2.261	8.907	30.641	29.451	0.827	25.962	0.242	0	0.083	0.2	0	0	0	0	0	0.034	0.094	0	98.702
		19	2.058	7.470	30.479	28.116	1.233	29.107	0.373	0	0.109	0.182	0	0	0	0	0.021	0.025	0.139	0	99.312
		20	1.301	4.079	30.764	29.313	0.721	35.094	0.324	0	0.036	0.174	0	0	0	0	0.043	0	0.053	0	101.902
		21	1.603	8.555	32.212	25.497	4.803	26.405	0.169	0	0	0.167	0	0	0	0	0.028	0	0.086	0	99.525
		22	0.649	3.886	28.05	23.55	6.37	36.191	0.127	0	0.026	0.164	0	0	0	0	0.015	0.032	0.012	0	99.072
		23	1.313	4.661	30.821	29.273	0.987	33.787	0.236	0	0	0.184	0	0	0	0	0.01	0.001	0.017	0	101.290
		24	1.463	5.282	31.837	28.919	0.911	32.337	0.1	0	0	0.168	0	0	0	0	0.05	0.016	0.077	0	101.160
		25	1.165	6.607	31.743	28.802	0.837	31.334	0.273	0	0.152	0.172	0	0	0	0	0.034	0	0.11	0	101.229
		26	0.663	5.584	28.44	16.690	8.344	37.127	0	0	0	0.194	0	0	0	0	0.035	0.054	0	0.159	97.290
		27	0.61	3.093	31.163	29.755	0.486	36.708	0	0	0.191	0.186	0	0	0	0	0.024	0.027	0	0	102.243
		28	1.143	3.612	31.146	29.598	0.471	35.822	0	0	0.186	0.215	0	0	0	0	0.034	0.009	0.034	0	102.270
		29	0.944	3.804	30.942	29.869	0.626	34.642	0	0	0.077	0.182	0	0	0	0	0.034	0.022	0.036	0	101.178
		30	0.702	4.059	30.553	19.868	10.421	29.038	0	0	0.295	0.175	0	0	0	0	0.011	0	0.06	2.226	97.408
		31	0.68	5.737	33.659	18.110	11.324	23.743	0	0	0.191	0.156	0	0	0	0	0.027	0.025	0.032	3.092	96.776
		32	1.929	8.983	38.91	22.539	2.994	23.731	0	0	0	0.17	0	0	0	0	0.054	0	0	0	99.310
		33	2.533	8.607	31.367	30.144	0.791	28.045	0	0	0	0.135	0	0	0	0	0.015	0.065	0	0	101.702
		34	1.631	6.17	30.855	29.574	0.974	30.376	0.06	0	0.194	0.307	0	0	0	0	0	0.032	0	0	100.173
		35	1.274	4.729	30.508	26.692	2.634	32.024	0	0.02	0.134	0.182	0	0	0	0	0.03	0.041	0.047	0	98.315
		36	2.102	7.777	31.683	30.315	0.888	29.645	0	0	0.057	0.148	0	0	0	0	0.016	0.049	0	0	102.680
		37	1.919	5.769	31.383	30.13	0.71	33.267	0	0	0	0.154	0	0	0	0	0	0.043	0	0	103.375
		38	1.898	6.622	31.553	29.554	1.391	30.600	0	0.239	0	0.194	0	0	0	0	0	0	0	0	102.051
		39	2.599	10.712	31.74	30.138	0.533	25.864	0	0	0	0.162	0	0	0	0	0	0	0.051	0	101.799

(continuação)

GRANITO	AMOSTRA	ANÁLISE	F	Al2O3	SiO2	CaO	FeO	TiO2	Y2O3	WO3	SnO2	Ta2O5	La2O3	Ce2O3	Pr2O3	Sm2O3	Gd2O3	Yb2O3	(OH)	Total
GBJ Mineralizado	SAL-27 (BMG) - continuação	40	0.936	4.184	31.174	28.513	2.01	34.426	0	0	0.067	0.225	0	0	0	0.032	0.034	0.023	0	101.624
		41	1.288	5.226	31.479	28.996	1.265	33.643	0	0	0	0.211	0	0	0	0.006	0.053	0.002	0	102.169
		42	0.722	4.038	31.387	29.955	0.796	35.829	0	0	0	0.136	0	0	0	0.033	0.004	0.041	0	102.941
		43	2.274	6.729	31.066	29.905	1.321	31.752	0	0	0.03	0.137	0	0	0	0	0	0.002	0	103.216
		44	0.596	3.491	30.948	29.628	0.678	35.20	0	0	0.121	0.188	0	0	0	0.014	0	0.044	0	100.908
		45	1.572	7.271	31.356	29.99	0.775	30.741	0	0.089	0.147	0.203	0	0	0	0.002	0	0.001	0	102.147
		46	1.681	8.3	31.673	30.344	0.884	29.398	0	0	0.072	0.098	0	0	0	0.015	0	0.101	0	102.566
		47	2.001	9.713	31.749	30.46	0.627	26.018	0	0.012	0.096	0.149	0	0	0	0.003	0.023	0	0	100.851
		48	0.583	3.493	31.321	29.875	0.496	35.794	0	0	0	0.241	0	0	0	0	0.023	0	0	101.826
		49	2.712	8.363	31.796	29.802	1.947	27.32	0	0.026	0.138	0.136	0	0	0	0	0.027	0	0	102.267
		50	1.114	3.709	30.62	28.914	1.004	36.244	0	0	0	0.178	0	0	0	0.011	0	0	0	101.794
		51	2.801	11.883	30.639	25.734	5.778	21.842	0	0	0.05	0.149	0	0	0	0.018	0	0	0.218	99.112
		52	1.406	4.735	30.719	29.819	0.67	33.74	0	0	0.189	0.146	0	0	0	0.011	0.008	0.008	0	101.451
		53	1.255	4.283	30.996	30.168	0.699	34.626	0	0	0.018	0.212	0	0	0	0	0.008	0.048	0	102.313
		54	2.158	7.033	31.204	29.996	0.948	31.192	0	0	0	0.164	0	0	0	0.045	0	0.009	0	102.749
		55	0.656	1.599	29.702	28.408	1.283	41.467	0	0.02	0.202	0.141	0	0	0	0.001	0.035	0.002	0	103.516
		56	0.613	5.38	29.213	24.469	2.887	35.898	0	0.041	0.326	0.174	0	0	0	0.038	0.007	0.069	0	99.115
		57	1.481	5.932	30.445	29.441	0.83	32.403	0.029	0.072	0.255	0.226	0	0	0	0.008	0.044	0.054	0	101.220
		58	0.692	2.872	27.942	26.208	1.504	42.796	0	0	0.122	0.195	0	0	0	0	0.011	0	0	102.342
		59	2.219	8.98	31.65	29.777	1.36	28.169	0	0	0.067	0.214	0	0	0	0.019	0.011	0	0	102.466
		60	2.16	8.78	31.737	30.209	1.078	27.689	0	0	0	0.29	0	0	0	0	0.047	0.036	0	102.026
		61	2.755	10.286	31.78	30.595	0.702	26.013	0	0	0.007	0.199	0	0	0	0.016	0	0.035	0	102.388
		62	2.726	9.881	33.038	28.497	1.051	24.489	0	0.357	0	0.199	0	0	0	0.006	0.033	0.063	0	100.340
		63	0.775	4.153	31.596	29.589	0.656	36.061	0	0	0.115	0.166	0	0	0	0.03	0	0.024	0	103.165
64	0.993	4.814	31.742	26.794	2.147	32.273	0	0	0.097	0.191	0	0	0	0.006	0	0.04	0	99.097		
65	0.727	3.57	31.136	29.527	0.458	36.917	0	0	0.157	0.175	0	0	0	0	0.027	0.02	0	102.714		
66	0.891	3.3	30.957	29.68	0.577	36.638	0	0	0	0.136	0	0	0	0.024	0.013	0.067	0	102.283		
67	1.535	6.406	31.282	29.926	1.032	30.937	0	0	0.022	0.179	0	0	0	0.035	0	0.023	0	101.377		
68	0.895	3.499	30.855	29.777	0.499	36.84	0	0	0	0.16	0	0	0	0.013	0.02	0.008	0	102.566		
69	1.156	4.438	30.653	28.11	1.372	34.665	0	0	0	0.132	0	0	0	0.016	0.074	0.063	0	100.679		
70	1.688	8.496	31.219	29.569	0.967	25.648	0.006	0	0.449	0.248	0	0	0	0	0.017	0.051	0	98.358		
71	1.939	7.548	30.935	29.867	1.26	26.628	0.175	0	1.187	0.219	0	0	0	0.008	0.076	0	0	99.842		
72	1.781	7.458	30.927	29.479	1.03	28.63	0.117	0.155	0.984	0.246	0	0	0	0	0.013	0.074	0	100.894		
73	0.92	3.542	31.211	29.734	0.489	36.183	0	0	0.021	0.15	0	0	0	0.041	0	0	0	102.291		
74	1.99	6.705	31.602	29.782	0.655	31.391	0	0	0.034	0.128	0	0	0	0.044	0	0.046	0	102.377		

(continuação)

GRANITO	AMOSTRA	ANÁLISE	F	Al2O3	SiO2	CaO	FeO	TiO2	Y2O3	WO3	SnO2	Ta2O5	La2O3	Ce2O3	Pr2O3	Sm2O3	Gd2O3	Yb2O3	(OH)	Total	
GBJ Mineralizado	SAL-28 (BMG)	1	1.334	4.268	30.781	29.022	1.386	32.821	0	0	0.233	0.107	0	0	0	0.024	0.028	0	0	100.004	
		2	1.107	3.755	29.47	27.171	1.283	33.906	0	0	0.216	0.127	0	0	0	0.01	0	0.063	2.018	99.126	
		3	0.698	3.425	29.41	27.691	1.185	34.679	0	0	0.193	0.095	0	0	0	0.042	0	0.033	2.429	99.880	
		4	1.168	3.763	29.962	27.922	1.282	33.716	0	0	0	0.105	0	0	0	0	0.069	0	1.936	99.923	
		5	0.498	2.923	29.97	27.814	1.235	34.905	0	0	0.088	0.119	0	0	0	0.002	0	0.046	1.878	99.478	
		6	0.772	2.701	29.48	27.918	1.231	35.873	0	0	0.108	0.163	0	0	0	0.057	0.01	0	1.422	99.735	
		7	1.348	4.573	30.471	28.029	2.097	31.586	0	0	0.081	0.103	0	0	0	0.033	0	0.068	1.691	100.080	
		8	1.223	4.965	30.652	27.855	2.054	30.343	0	0	0.069	0.118	0	0	0	0.021	0.055	0	2.432	99.787	
		9	1.361	4.49	29.882	28.173	0.944	32.673	0	0	0.031	0.11	0	0	0	0.037	0.043	0.027	2.191	99.962	
		10	1.234	5.208	30.912	29.717	2.343	30.764	0	0	0.188	0.121	0	0	0	0	0.011	0.059	0	100.557	
		11	1.485	4.976	30.229	27.951	2.193	31.48	0	0	0.023	0.11	0	0	0	0.012	0	0.003	1.281	99.743	
		12	1.352	5.003	30.567	28.197	1.714	30.972	0	0	0	0.137	0	0	0	0	0	0.026	1.660	99.628	
		13	0.764	2.662	27.991	24.112	5.02	34.780	0	0	0.088	0.2	0	0	0	0.003	0	0	3.643	99.263	
		14	0.307	2.11	30.449	28.914	1.327	37.474	0	0	0.062	0.095	0	0	0	0.043	0	0	0	100.781	
		15	0.622	2.743	29.566	28.18	1.135	35.298	0	0	0.1	0.164	0	0	0	0	0	0.032	1.791	99.631	
		16	0.784	3.444	29.345	28.112	1.1	34.592	0	0	0	0.095	0	0	0	0.005	0.005	0	2.25	99.732	
		17	0.323	2.27	29.898	27.856	1.471	35.324	0	0	0.329	0.106	0	0	0	0.045	0	0.033	1.130	98.785	
		18	0.756	2.947	29.174	28.003	0.907	35.605	0	0	0.096	0.138	0	0	0	0.037	0	0.016	1.313	98.992	
		19	0.743	3.409	29.962	28.564	1.754	33.854	0	0	0.07	0.125	0	0	0	0.034	0.014	0	1.075	99.604	
		20	0.923	4.198	30.092	28.579	1.114	33.426	0	0	0.12	0.154	0	0	0	0	0.008	0	1.032	99.646	
		21	0.507	3.054	30.534	28.186	1.109	35.916	0	0	0.067	0.105	0	0	0	0	0	0.054	0	99.532	
		22	0.842	4.277	30.566	28.559	1.259	33.152	0.009	0	0.204	0.103	0	0	0	0	0	0.035	0	0.305	99.311
		23	1.098	4.772	30.788	28.444	2.192	30.455	0	0	0.117	0.097	0	0	0	0.006	0.025	0.031	1.366	99.391	

(continuação)

GRANITO	AMOSTRA	ANÁLISE	F	Al2O3	SiO2	CaO	FeO	TiO2	Y2O3	WO3	SnO2	Ta2O5	La2O3	Ce2O3	Pr2O3	Sm2O3	Gd2O3	Yb2O3	(OH)	Total	
GBJ Mineralizado	SAL-81 (BMG)	1	0.657	2.499	29.837	28.14	1.767	35.617	0	0	0.164	0.152	0	0	0	0	0	0	0.835	99.668	
		2	0.713	3.352	30.201	28.763	1.34	34.761	0	0	0.103	0.148	0.401	0	0	0	0	0.025	0.038	0	99.845
		3	0.563	2.901	30.072	28.908	1.301	35.791	0	0	0.028	0.088	0	0	0	0	0	0	0.009	0.069	99.730
		4	1.056	3.01	30.003	28.924	4.556	30.635	0	0.183	0.179	0.19	0	0	0	0	0.012	0.067	0	0.272	99.087
		5	1.168	3.056	29.803	28.569	4.697	30.489	0	0.454	0.191	0.226	0	0	0	0	0	0.031	0.074	0.379	99.137
		6	1.17	3.195	30.105	28.674	3.795	32.268	0	0	0.137	0.128	0	0	0	0	0.003	0.006	0	0.292	99.773
		7	1.104	3.052	30.08	28.714	4.472	30.167	0	0	0.361	0.226	0	0	0	0	0.028	0	0	0.89	99.094
		8	1.029	3.056	30.198	28.551	3.796	30.871	0	0	0.17	0.134	0	0	0	0	0.01	0.01	0	1.531	99.356
		9	0.918	2.843	30.576	28.745	3.827	31.126	0	0.271	0.043	0.233	0	0	0	0	0	0.014	0.072	0.489	99.157
		10	0.605	3.395	30.415	29.091	2.015	33.607	0	0	0	0.148	0	0	0	0	0.007	0.021	0.021	0.148	99.473
		11	0.863	4.169	30.47	29.233	1.262	33.494	0	0	0	0.147	0	0	0	0	0.019	0	0	0	99.657
		12	0.981	3.172	30.463	29.11	2.499	33.697	0	0	0.079	0.116	0	0	0	0	0	0	0	0	100.117
		13	0.415	2.17	30.437	29.32	1.141	36.656	0	0.283	0	0.082	0	0	0	0	0.017	0	0	0	100.521
		14	1.101	3.012	30.573	29.152	2.587	33.177	0	0	0	0.158	0	0	0	0	0.011	0	0.027	0	99.798
		15	1.295	3.106	30.265	28.375	4.358	30.734	0	0.317	0.263	0.224	0	0	0	0	0.04	0.026	0.025	0.040	99.068
		16	1.434	2.75	30.225	28.833	4.566	30.823	0	0.02	0.383	0.151	0	0	0	0	0.047	0.059	0.035	0.058	99.384
		17	1.37	2.881	30.701	29.462	1.369	36.257	0	0.012	0.169	0.101	0	0	0	0	0	0.028	0	0	102.350
		18	0.633	2.994	30.686	29.446	1.498	35.374	0	0	0	0.13	0	0	0	0	0	0	0.028	0	100.789
		19	1.657	5.998	30.666	29.302	0.847	32.680	0	0	0	0.153	0	0	0	0	0	0.017	0	0	101.320
		20	0.997	5.236	30.727	29.495	2.553	30.492	0	0	0.098	0.087	0	0	0	0	0.011	0	0.029	0	99.725
		21	1.394	5.699	30.959	29.413	2.548	30.899	0	0	0	0.121	0	0	0	0	0	0.017	0.06	0	101.110
		22	1.265	5.251	31.142	29.301	2.774	30.091	0	0	0.143	0.081	0	0	0	0	0.027	0.012	0.058	0	100.145
		23	1.326	6.146	31.068	29.892	1.978	30.173	0	0	0.258	0.123	0	0	0	0	0.005	0.03	0	0	100.999
		24	1.233	5.537	30.98	29.636	2.125	30.974	0	0	0	0.167	0	0	0	0	0	0.02	0	0	100.672
		25	1.234	5.532	30.981	29.394	2.499	30.267	0	0	0.148	0.154	0	0	0	0	0.017	0	0	0	100.226
		26	1.747	5.994	30.934	29.72	2.399	29.983	0	0	0	0.169	0	0	0	0	0	0	0	0	100.946
		27	1.267	5.588	30.955	29.328	1.233	31.924	0	0	0.051	0.121	0	0	0	0	0.027	0.018	0	0	100.512
		28	1.261	5.628	30.997	29.852	2.68	31.047	0	0	0.179	0.146	0	0	0	0	0	0.030	0	0	101.820
		29	1.351	5.999	31.086	29.706	2.348	30.715	0	0	0.023	0.11	0	0	0	0	0	0.013	0.005	0	101.356
		30	1.235	5.217	31.03	29.386	1.982	31.744	0	0	0.082	0.13	0	0	0	0	0	0	0.009	0	100.815
		31	1.048	4.749	30.62	29.287	1.78	32.197	0	0	0.157	0.117	0	0	0	0	0	0	0	0	99.955
		32	1.203	8.085	31.285	29.466	0.792	29.503	0	0	0.116	0.131	0	0	0	0	0	0.015	0	0	100.596
		33	1.573	7.136	31.507	29.481	0.759	30.666	0	0.087	0.089	0.155	0	0	0	0	0.027	0.047	0.059	0	101.586
		34	1.413	7.34	31.451	29.625	0.79	29.888	0	0	0.094	0.151	0	0	0	0	0.031	0.033	0.044	0	100.860
		35	1.517	7.848	31.527	29.882	0.951	29.404	0	0.054	0.083	0.188	0	0	0	0	0.02	0.058	0	0	101.532

(continuação)

GRANITO	AMOSTRA	ANÁLISE	F	Al2O3	SiO2	CaO	FeO	TiO2	Y2O3	WO3	SnO2	Ta2O5	La2O3	Ce2O3	Pr2O3	Sm2O3	Gd2O3	Yb2O3	(OH)	Total	
GBJ Mineralizado	SAL-81 (BMG) - continuação	36	1.366	7.342	31.507	29.585	0.795	30.529	0	0	0.061	0.133	0	0	0	0	0.008	0.034	0	101.360	
		37	1.414	7.177	31.123	29.825	0.936	30.208	0	0	0.005	0.112	0	0	0	0	0	0	0.021	0	100.821
		38	1.508	7.004	31.173	29.492	1.007	30.559	0	0	0	0.126	0	0	0	0	0	0.002	0	0	100.871
		39	1.608	7.073	30.893	29.397	0.888	30.073	0	0	0.053	0.177	0	0	0	0	0.011	0.05	0	0	100.223
		40	1.734	7.024	31.433	29.882	0.918	31.195	0	0	0	0.12	0	0	0	0	0.011	0.006	0	0	102.323
		41	1.64	7.55	31.157	29.982	0.884	29.776	0	0	0.098	0.124	0	0	0	0	0	0.033	0.018	0	101.262
		42	2.016	6.787	30.977	29.598	0.565	31.763	0	0	0.058	0.157	0	0	0	0	0	0.059	0.042	0	102.022
		43	1.734	6.9	30.985	30.116	0.601	31.359	0	0	0.12	0.149	0	0	0	0	0.023	0.035	0	0	102.022
		44	1.381	6.538	31.083	29.501	0.685	31.364	0	0	0	0.145	0	0	0	0	0	0.018	0.016	0	100.731
		45	1.766	6.989	30.912	30.019	2.649	27.864	0	0	0.05	0.187	0	0	0	0	0	0.022	0.044	0	100.502
		46	1.997	7.902	31.089	30.063	2.01	27.554	0	0	0.189	0.22	0	0	0	0	0	0.004	0	0	101.028
		47	1.728	7.889	31.904	27.434	2.469	27.458	0	0	0.046	0.12	0	0	0	0	0	0	0.014	0	99.062
		48	1.791	5.903	30.713	29.524	2.564	30.048	0	0	0	0.158	0	0	0	0	0.031	0.012	0.041	0	100.785
		49	1.508	6.028	30.751	29.81	2.103	30.475	0	0	0.047	0.16	0	0	0	0	0.034	0.02	0	0	100.936
		50	1.878	6.987	30.69	29.945	2.392	28.047	0	0	0.174	0.201	0	0	0	0	0	0	0	0	100.314
		51	1.572	6.307	30.766	29.657	2.533	29.336	0	0	0	0.179	0	0	0	0	0	0	0	0	100.350
		52	1.37	4.691	29.305	28.097	0.678	37.198	0	0	0	0.378	0	0	0	0	0.004	0	0.048	0	101.769
		53	1.455	5.219	27.059	25.914	0.777	39.992	0.147	0	0.065	0.412	0	0	0	0	0.014	0.038	0.042	0	101.134
		54	1.197	3.744	31.086	29.063	0.442	36.426	0.555	0	0.063	0.332	0	0	0	0	0.043	0.117	0.087	0	103.155
		55	0.981	4.137	30.929	29.214	0.745	35.157	0.357	0	0	0.418	0	0	0	0	0.029	0.111	0.129	0	102.207
56	0.568	0.386	30.344	29.19	2.232	39.052	0	0	0	0.414	0	0	0	0	0	0.033	0.069	0	102.288		
57	1.415	4.796	29.44	27.651	0.606	37.628	0.156	0.067	0.123	0.438	0	0	0	0	0.022	0.047	0.079	0	102.468		
58	0.958	3.663	29.545	28.103	0.475	37.939	0.333	0	0.001	0.536	0	0	0	0	0.042	0.028	0.115	0	101.738		
59	0.963	3.87	29.781	28.42	0.546	37.007	0.517	0	0.114	0.388	0	0	0	0	0.049	0.046	0.045	0	101.746		
60	0.699	2.526	30.669	28.973	2.169	35.311	0	0	0.502	0.234	0	0	0	0	0.046	0.029	0.022	0	101.180		
61	0.513	2.659	30.725	29.394	1.552	36.597	0	0	0.52	0.208	0	0	0	0	0.007	0.021	0.032	0	102.228		
62	0.474	1.958	30.164	29.07	2.189	35.768	0	0	0.224	0.266	0	0	0	0	0.073	0.067	0	0	100.253		
63	1.074	3.75	30.49	26.69	4.508	32.409	0	0	0.209	0.224	0	0	0	0	0.082	0.061	0.043	0	99.540		
64	1.005	3.036	31.053	28.763	1.676	34.675	0.342	0	0.432	0.265	0	0	0	0	0.027	0.047	0.018	0	101.339		
65	0.722	2.499	30.935	29.591	1.784	36.065	0	0	0.336	0.176	0	0	0	0	0.053	0.021	0	0	102.182		
66	0.607	2.521	30.84	28.73	1.652	36.77	0	0.129	0.435	0.165	0	0	0	0	0	0.044	0.034	0	101.927		
67	0.587	1.801	30.886	29.153	1.816	37.336	0	0	0.399	0.163	0	0	0	0	0.005	0.038	0.025	0	102.209		
68	0.831	2.791	30.74	29.025	2.231	34.539	0.148	0	0.882	0.177	0	0	0	0	0.059	0.106	0.038	0	101.567		
69	0.837	3.083	30.89	29.21	1.408	34.819	0	0	0.742	0.224	0	0	0	0	0.015	0.018	0	0	101.246		
70	0.643	2.207	30.769	28.971	2.085	35.795	0	0	0.414	0.157	0	0	0	0	0	0.041	0	0	101.082		

(continuação)

GRANITO	AMOSTRA	ANÁLISE	F	Al2O3	SiO2	CaO	FeO	TiO2	Y2O3	WO3	SnO2	Ta2O5	La2O3	Ce2O3	Pr2O3	Sm2O3	Gd2O3	Yb2O3	(OH)	Total	
GBJ Mineralizado	SAL-S1 (BMG) - continuação	71	1.279	4.29	30.857	29.468	4.394	29.868	0	0.007	0.107	0.231	0	0	0	0.037	0.041	0	0	100.579	
		72	1.135	4.089	31.453	29.053	3.805	30.87	0	0	0.383	0.234	0	0	0	0	0	0	0	0	101.022
		73	1.218	3.815	31.404	29.267	3.484	31.818	0	0.031	0.258	0.153	0	0	0	0	0	0	0.015	0	101.463
		74	0.773	5.081	30.866	26.927	5.119	31.151	0	0	0	0.132	0	0	0	0	0	0	0.015	0	100.064
		75	1.392	3.651	30.466	29.275	3.689	30.618	0.015	0	0.3	0.213	0	0	0	0	0.069	0.021	0.01	0	99.719
		76	0.858	3.446	30.439	29.035	1.898	33.24	0	0	0.738	0.229	0	0	0	0	0.038	0.087	0.064	0	100.072
		77	0.967	4.115	31.052	29.664	1.138	34.87	0.085	0	0.075	0.192	0	0	0	0	0.006	0.013	0.11	0	102.287
		78	0.939	2.901	30.569	28.738	1.986	34.482	0	0	0.288	0.185	0	0	0	0	0.042	0.076	0.013	0	100.219
		79	0.664	2.452	30.773	29.345	1.54	35.898	0	0	0.496	0.155	0	0	0	0	0	0.061	0.001	0	101.385
		80	1.109	3.036	30.187	28.28	3.257	31.923	0.028	0.219	0.808	0.334	0	0	0.017	0.045	0.128	0.006	0	99.377	
		81	1.264	3.172	30.175	28.708	3.664	31.55	0.047	0	0.484	0.312	0	0	0	0.094	0.069	0	0	99.539	
		82	0.793	2.965	30.878	29.268	1.897	35.832	0	0	0.092	0.139	0	0	0	0.055	0.029	0.029	0	101.977	
		83	1.196	2.8	30.491	28.601	3.215	33.55	0	0	0.204	0.274	0	0	0	0.024	0.136	0.049	0	100.540	
		84	0.321	1.39	30.701	29.298	1.363	38.314	0	0	0.56	0.186	0	0	0	0	0	0	0.042	0	102.175
		85	0.508	2.116	25.939	21.597	5.866	39.561	0.041	0	0.315	0.188	0	0	0	0	0.048	0.064	0	96.243	
		86	1.769	5.574	31.194	30.101	2.37	30.857	0	0	0.027	0.222	0	0	0	0	0.002	0	0	0	102.116
		87	0.844	3.892	30.535	29.289	1.058	35.382	0.036	0	0	0.431	0	0	0	0.052	0	0	0	101.519	
		88	1.421	4.126	30.998	29.792	2.618	33.413	0	0	0.052	0.169	0	0	0	0.01	0.027	0	0	102.626	
		89	1.67	4.724	31.047	29.697	1.313	33.218	0	0	0.074	0.181	0	0	0	0.036	0.003	0	0	101.963	
		90	1.535	5.463	30.9	29.581	1.991	31.802	0	0	0.003	0.205	0.219	0	0	0	0.033	0	0	101.732	
91	1.077	3.652	30.918	29.587	1.707	34.217	0	0	0	0.206	0	0	0	0.012	0.039	0.001	0	101.416			
92	1.109	3.733	30.728	29.24	3.724	30.803	0	0	0.099	0.27	0	0	0	0.022	0	0	0	99.728			
93	1.17	5.963	28.879	25.799	4.033	31.688	0.33	0	0.281	0.145	0	0	0	0.047	0.074	0.069	0.568	99.046			
94	1.261	4.407	30.147	29.129	1.864	33.906	0.157	0	0.311	0.13	0	0	0	0.016	0.062	0	0	101.390			
95	2.201	7.43	30.631	29.485	0.734	30.597	0.151	0	0	0.15	0	0	0	0.014	0	0.073	0	101.466			
96	2.114	7.826	30.551	30.28	1.19	28.931	0	0	0.22	0.116	0	0	0	0	0.037	0.019	0	101.284			
97	2.119	6.537	30.583	29.14	1.113	31.096	0	0	0.098	0.159	0	0	0	0.012	0.067	0.041	0	100.965			
98	1.67	6.448	29.005	27.53	1.66	33.092	0	0	0	0.149	0	0	0	0.007	0.015	0.044	0.169	99.789			
99	1.481	6.07	30.958	29.275	1.399	31.029	0	0	0.031	0.162	0	0	0	0.004	0.007	0.007	0	100.423			
100	1.4	5.377	30.418	29.368	1.135	32.969	0	0	0.117	0.121	0	0	0	0.066	0.049	0	0	101.020			
101	1.386	5.784	29.474	28.09	2.413	32.206	0.029	0	0.144	0.162	0	0	0	0.059	0.044	0.018	0	99.809			
102	0.296	10.622	28.732	18.278	17.466	19.454	0	0	0	0.11	0	0	0	0.023	0.023	0.009	1.935	96.948			
103	1.235	5.522	30.637	28.591	2.033	32.077	0	0	0.053	0.139	0	0	0	0	0.005	0.026	0	100.318			
104	0.641	4.657	29.608	27.979	3.787	33.795	0	0	0.081	0.117	0	0	0	0	0.034	0.024	0	100.723			

(continuação)

GRANITO	AMOSTRA	ANÁLISE	F	Al2O3	SiO2	CaO	FeO	TiO2	Y2O3	WO3	SnO2	Ta2O5	La2O3	Ce2O3	Pr2O3	Sm2O3	Gd2O3	Yb2O3	(OH)	Total			
GBJ Mineralizado	SAL-87 (BMG)	1	1.216	4.976	29.785	29.561	1.834	32.12	0	0	0.097	0.164	0	0	0	0	0	0	0	0	99.753		
		2	1.259	4.507	30.5	29.884	1.014	33.034	0	0	0	0.167	0	0	0	0	0	0	0.029	0	0	100.394	
		3	1.35	4.633	30.671	29.315	1.538	32.496	0	0	0	0.211	0	0	0	0	0	0.009	0	0	0	100.223	
		4	1.225	4.548	30.248	29.768	1.705	33.015	0	0	0.029	0.14	0	0	0	0	0	0	0	0.006	0	0	100.684
		5	0.922	3.41	30.096	29.768	1.213	35.464	0	0	0	0.129	0	0	0	0	0	0.037	0	0	0	0	101.039
		6	1.428	4.004	30.286	29.916	2.365	32.115	0	0	0	0.22	0	0	0	0	0	0	0	0.016	0	0	100.350
		7	0.909	3.349	30.548	29.15	1.461	34.513	0.069	0	0	0.228	0	0	0	0	0	0.027	0.027	0.013	0	0	100.294
		8	1.124	3.125	29.765	29.56	3.983	31.207	0	0	0	0.188	0	0	0	0	0	0	0.026	0.02	0.573	0	99.571
		9	1.194	4.866	31.121	29.594	1.121	33.028	0	0	0	0.141	0.874	0	0	0	0	0.009	0	0.019	0	0	101.967
		10	2.101	7.683	31.087	30.104	1.641	28.992	0	0	0	0.217	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	101.825
		11	1.486	3.194	29.512	29.333	4.831	30.151	0	0.145	0.124	0.175	0	0	0	0	0.008	0.017	0.068	0.48	0	0	99.524
		12	0.439	2.266	22.212	16.071	9.485	41.024	0.236	0.01	0.036	0.12	0.059	0	0.199	0.114	0.249	0.005	4.739	0.005	4.739	0	97.264
		13	0.102	0.464	29.444	28.991	1.059	40.716	0	0	0.113	0.172	0	0	0	0	0.006	0.021	0.006	0	0	0	101.094
		14	0.354	2.229	30.001	29.525	0.657	38.757	0	0.167	0	0.149	0	0	0	0	0	0	0	0.004	0	0	101.843
		15	0.936	4.918	30.08	29.44	1.258	33.117	0	0	0.087	0.16	0.682	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100.678
		16	0.337	1.446	29.708	29.474	0.846	39.764	0	0	0.079	0.142	0	0	0	0	0	0	0	0.046	0	0	101.842
		17	0.913	3.593	29.362	28.964	2.24	32.366	0	0	0.19	0.225	0	0	0	0	0.022	0	0	1.16	0	0	99.035
		18	0.483	1.623	29.307	29.271	0.543	38.749	0	0	0	0.198	0	0	0	0	0.023	0	0.007	0	0	0	100.204
		19	0.845	3.067	29.826	30.192	0.281	37.355	0	0	0.012	0.214	0	0	0	0	0.014	0.016	0.01	0	0	0	101.832
		20	0.245	0.519	29.188	29.254	1.249	40.887	0	0	0	0.147	0	0	0	0	0	0.005	0	0	0	0	101.494
		21	0.711	3.393	30.082	29.32	0.92	36.183	0	0.008	0.102	0.063	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100.782
		22	0.932	5.455	30.015	29.123	1.415	32.58	0	0	0	0.114	0	0	0	0	0	0	0.061	0.034	0.061	0	99.790
		23	0.935	4.871	30.392	29.597	1.34	33.875	0	0	0	0.114	0	0	0	0	0.044	0	0	0	0	0	101.168
		24	1.129	4.94	29.744	29.173	1.865	32.413	0	0	0	0.138	0	0	0	0	0	0	0	0	0.384	0	99.786
		25	1.283	5.024	30.204	28.955	3.57	29.304	0	0.336	0	0.148	0	0	0	0	0	0	0	0	0.78	0	99.604
		26	0.698	2.921	30.106	28.934	1.423	34.956	0	0	0.593	0.194	0	0	0	0	0.04	0	0	0	0	0	99.865
		27	0.89	3.544	29.92	29.199	1.539	34.065	0	0	0.812	0.121	0	0	0	0	0	0	0	0.013	0	0	100.103
		28	0.856	4.433	29.862	29.409	0.928	34.24	0	0	0	0.151	0	0	0	0	0	0	0.001	0	0	0	99.880
		29	0.796	3.79	29.707	29.487	1.414	34.603	0	0	0.136	0.197	0	0	0	0	0.011	0	0	0	0	0	100.141
		30	1.706	4.855	29.938	29.176	2.736	31.473	0	0	0.1	0.157	0	0	0	0	0.016	0.007	0	0	0	0	100.164

(continuação)

GRANITO	AMOSTRA	ANÁLISE	F	Al2O3	SiO2	CaO	FeO	TiO2	Y2O3	WO3	SnO2	Ta2O5	La2O3	Ce2O3	Pr2O3	Sm2O3	Gd2O3	Yb2O3	(OH)	Total	
GBJ Mineralizado	SAL-87 (BMG) - continuação	31	2.067	7.177	30.606	29.412	1.14	30.155	0	0	0	0.135	0.885	0	0	0.018	0	0	0	101.595	
		32	1.553	6.371	30.114	29.651	0.921	31.142	0	0	0	0.168	0	0	0	0	0.001	0.014	0.261	100.196	
		33	1.255	4.393	29.773	29.711	2.146	32.676	0	0	0	0.171	0.203	0	0	0	0.006	0	0	0	100.334
		34	0.882	4.437	30.013	29.433	1.102	33.933	0	0	0.271	0.189	0	0	0	0	0.003	0	0	0	100.263
		35	0.836	4.111	29.813	29.559	0.909	33.651	0	0	0	0.16	0	0	0	0	0	0.002	0	0.454	99.495
		36	0.665	2.651	30.261	29.336	1.3	36.554	0	0	0	0.125	0	0	0	0	0	0.041	0.036	0	100.969
		37	0.712	2.431	30.31	29.649	1.395	36.836	0	0	0	0.15	0	0	0	0	0.027	0	0.011	0	101.521
		38	1.959	6.279	31.046	29.189	1.825	29.976	0	0	0	0.132	0	0	0	0	0.015	0.027	0.021	0	100.469
		39	1.59	5.625	31.33	28.753	1.895	30.927	0	0	0.022	0.225	0	0	0	0	0	0	0	0	100.367
		40	2.417	7.206	30.26	29.266	1.816	29.867	0	0	0.227	0.151	0	0	0	0	0	0	0.035	0	101.245
		41	1.445	5.697	29.552	25.416	4.597	30.342	0	0	0	0.2	0.327	0	0	0	0	0.026	0	1.866	99.468
		42	1.634	6.465	30.616	29.146	1.957	30.048	0	0.099	0.096	0.158	0.129	0	0	0	0.042	0.049	0	0	100.439
		43	0.709	3.953	30	28.591	1.538	34.567	0.064	0	0.188	0.2	0	0	0	0	0.02	0	0.084	0	99.914
		44	2.068	6.158	30.118	29.429	1.548	30.75	0	0.021	0.077	0.159	0	0	0	0	0.039	0.001	0	0	100.368
		45	1.936	6.233	29.754	29.512	1.781	29.512	0	0.184	0.176	0.137	0	0	0	0	0.022	0.034	0.03	0.513	99.824
		46	1.646	5.996	30.07	29.184	1.824	30.87	0	0	0.179	0.13	0	0	0	0	0.001	0	0.006	0	99.906
		47	2.013	6.618	29.992	29.172	1.346	29.978	0.099	0	0.133	0.146	0	0	0	0	0.026	0	0	0.478	100.001
		48	1.836	5.193	30.676	29.186	2.463	31.303	0	0	0.194	0.181	0	0	0	0	0.021	0	0.018	0	101.071
		49	1.16	4.228	27.345	24.756	4.939	35.88	0.008	0	0	0.178	0.127	0	0	0	0.024	0.08	0	0.339	99.064

(continuação)

GRANITO	AMOSTRA	ANÁLISE	F	Al2O3	SiO2	CaO	FeO	TiO2	Y2O3	WO3	SnO2	Ta2O5	La2O3	Ce2O3	Pr2O3	Sm2O3	Gd2O3	Yb2O3	(OH)	Total	
GBJ Mineralizado	NCBJ-121 (BSG)	1	2.132	6.768	30.526	28.783	3.073	28.775	0	0	0	0.165	0	0	0	0.029	0.001	0	0	100.252	
		2	0.89	3.442	29.965	29.413	1.829	35.514	0	0	0.085	0.113	0	0	0	0	0.021	0.035	0.061	0	101.368
		3	1.05	4.463	29.668	29.321	1.71	33.575	0	0	0	0.109	0	0	0	0	0.012	0.023	0	0	99.931
		4	1.179	3.5	30.037	29.268	1.854	34.222	0.34	0	0.041	0.118	0	0	0	0	0	0.066	0.078	0	100.703
		5	0.956	2.911	29.845	29.023	1.437	35.329	0.081	0	0	0.184	0	0	0	0	0.024	0.051	0.03	0	99.871
		6	1.557	5.47	30.557	29.18	2.253	31.219	0	0	0	0.108	0	0	0	0	0	0.008	0.028	0	100.380
		7	1.148	3.384	30.218	29.256	1.953	34.198	0	0	0.009	0.167	0	0	0	0	0.011	0.041	0.018	0	100.403
		8	0.906	2.556	30.367	29.444	1.795	35.71	0.025	0	0	0.09	0	0	0	0	0	0	0.008	0	100.901
		9	1.113	3.471	30.235	30.083	1.973	34.518	0	0	0	0.153	0	0	0	0	0.002	0.01	0.038	0	101.596
		10	1.218	3.72	30.341	29.573	2.807	33.015	0.138	0	0.191	0.104	0	0	0	0	0	0.002	0.054	0	101.163
		11	1.412	5.023	29.263	28.715	2.315	31.668	0	0	0.143	0.131	0	0	0	0	0.002	0	0.004	1.327	100.003
		12	1.047	3.276	30.029	29.076	2.095	34.741	0	0	0	0.138	0	0	0	0	0.067	0.037	0	0	100.506
		13	1.664	5.288	29.933	29.233	2.635	31.262	0	0	0	0.164	0	0	0	0	0.012	0.03	0.035	0	100.256
		14	0.85	2.675	29.96	29.304	1.64	36.822	0	0	0	0.113	0	0	0	0	0.002	0.01	0.082	0	101.458
		15	1.709	4.336	30.193	29.548	4.312	29.586	0	0.279	0	0.126	0	0	0	0	0.005	0	0.003	0	100.097
		16	0.812	2.821	30.423	29.002	1.926	35.957	0	0	0.038	0.116	0	0	0	0	0	0	0.015	0	101.110
		17	1.188	4.748	30.383	29.167	1.743	33.279	0.006	0	0	0.106	0	0	0	0	0.002	0	0.025	0	100.647
		18	1.472	4.258	31.081	29.1	3.432	31.891	0	0	0.008	0.145	0	0	0	0	0	0.036	0	0	101.423
		19	1.391	4.645	30.957	29.895	2.29	32.016	0	0	0.063	0.166	0	0	0	0	0.023	0.026	0.03	0	101.502
		20	0.99	3.055	30.343	29.605	1.793	36.132	0	0	0	0.079	0	0	0	0	0	0.021	0.035	0	102.053
		21	1.445	4.844	30.135	29.327	2.041	31.633	0	0.072	0.036	0.196	0	0	0	0	0	0.006	0	0.007	99.742
		22	1.943	6.538	30.168	27.787	1.665	29.658	0.706	0	0.166	0.154	0	0	0	0	0.057	0.108	0.04	0.602	99.592
		23	1.205	3.413	30.142	29.386	5.832	29.985	0	0	0	0.111	0	0	0	0	0.012	0	0.019	0	100.105
		24	1.511	4.715	30.615	29.23	3.704	30.784	0	0	0	0.142	0	0	0	0	0.01	0	0	0	100.711
		25	0.831	2.516	29.289	28.402	2.341	34.915	0.257	0	0.086	0.174	0	0	0	0	0	0.041	0.055	0.304	99.211
		26	1.438	3.801	30.069	29.155	3.988	31.574	0	0	0	0.137	0	0	0	0	0	0.007	0	0	100.169
		27	1.451	4.393	30.409	29.824	2.978	31.747	0	0	0	0.17	0	0	0	0	0	0	0.013	0	100.985
		28	1.688	4.331	30.725	30.094	3.073	32.327	0	0	0	0.111	0	0	0	0	0	0.004	0	0	102.353
		29	1.981	6.907	31.578	30.023	1.426	30.894	0	0	0.176	0.134	0	0	0	0	0.002	0	0.009	0	103.130
		30	1.318	3.803	31.708	29.848	3.783	31.315	0	0	0	0.18	0	0	0	0	0.009	0.003	0.006	0	101.973
		31	1.074	3.56	31.409	29.304	3.515	32.308	0	0	0.031	0.146	0	0	0	0	0.026	0	0.034	0	101.407
		32	1.316	5.614	30.854	29.141	1.595	31.658	0.055	0	0	0.152	0	0	0	0	0.022	0.024	0.058	0	100.489
		33	1.079	4.642	30.126	29.929	2.057	32.843	0.033	0	0	0.131	0	0	0	0	0.023	0.014	0.052	0	100.929
		34	0.765	3.184	30.554	29.579	1.995	35.263	0	0	0.02	0.147	0	0	0	0	0.03	0.005	0	0	101.542
		35	1.355	4.778	30.074	29.123	3.13	29.276	0.189	0.036	0.202	0.135	0	0	0	0	0.032	0.071	0	0.682	99.083

(continuação)

GRANITO	AMOSTRA	ANÁLISE	F	Al2O3	SiO2	CaO	FeO	TiO2	Y2O3	WO3	SnO2	Ta2O5	La2O3	Ce2O3	Pr2O3	Sm2O3	Gd2O3	Yb2O3	(OH)	Total
GBJ Mineralizado	NCBJ-121 (BSG) - continuação	36	1.218	4.739	30.427	29.889	1.389	33.276	0	0	0	0.143	0	0	0	0.008	0	0.047	0	101.136
		37	1.047	4.218	30.77	29.618	1.759	33.441	0	0	0.188	0.118	0	0	0	0.023	0.039	0.06	0	101.281
		38	1.04	3.989	31.206	29.834	1.729	34.375	0	0	0	0.119	0	0	0	0.015	0	0.05	0	102.357
		39	1.019	3.483	30.317	29.515	1.809	33.515	0	0	0	0.165	0	0	0	0	0	0.005	0	99.828
		40	1.104	6.006	29.936	27.452	3.496	29.239	1.527	0	0.068	0.189	0	0	0	0	0	0.185	0	99.202
		41	0.312	2.243	30.134	28.602	1.557	35.017	0.5	0.21	1.355	0.146	1.369	0	0	0.005	0.01	0.125	0	101.585
		42	0.29	1.999	30.239	28.912	1.763	37.205	0.573	0.051	0.367	0.144	1.679	0	0	0.005	0.123	0.032	0	103.382
		43	0.712	2.636	30.17	27.078	2.263	35.048	0.183	0.472	0.078	0.132	0.268	0	0	0.037	0.019	0.058	0.38	99.534
		44	1.597	6.311	30.481	29.649	1.725	30.913	0	0.441	0.025	0.106	0.818	0	0	0.016	0.019	0	0	102.101
		45	1.376	5.813	30.761	29.763	2.166	30.983	0	0.602	0.239	0.142	0	0	0	0.043	0.016	0.025	0	101.929
		46	1.202	5.527	31.026	29.319	2.002	31.129	0.038	0	0.221	0.143	0	0	0	0.008	0.054	0	0	100.669
		47	1.983	5.817	32.26	29.284	1.993	31.375	0	0	0.084	0.145	0	0	0	0	0.011	0	0	102.952
		48	2.298	9.098	29.292	25.555	1.936	30.995	0.089	0	0.146	0.101	0	0	0	0	0.058	0.062	0	99.630
		49	1.373	4.097	30.589	29.296	2.955	32.182	0	0	0	0.108	0	0	0	0	0.006	0.016	0	100.622
		50	1.032	4.476	30.965	29.759	2.088	31.793	0	0.081	0.067	0.115	0	0	0	0.013	0.008	0	0	100.397
		51	1.007	4.041	30.722	29.127	2.145	31.92	0	0	0.164	0.145	0	0	0	0	0	0.05	0.295	99.616
		52	1.14	4.641	30.574	29.993	2.428	32.431	0	0.028	0	0.08	0	0	0	0	0.025	0.027	0	101.367
		53	1.019	3.992	30.103	29.243	3.472	32.043	0	0	0.122	0.153	0	0	0	0	0.032	0.02	0	100.199
		54	0.984	4.056	30.145	29.325	1.197	33.93	0	0	0.114	0.1	0	0	0	0	0.002	0	0	99.853
		55	1.111	4.074	30.425	29.45	2.552	32.36	0	0.098	0	0.139	0	0	0	0.014	0.01	0	0	100.233
		56	1.076	5.121	30.974	29.405	1.456	31.637	0	0	0.032	0.128	0	0	0	0	0	0.015	0.029	99.873
		57	1.292	3.486	30.486	29.651	3.348	32.705	0	0	0.037	0.145	0	0	0	0	0	0	0	101.150
		58	1.192	3.293	30.077	28.779	3.56	32.658	0	0	0	0.147	0	0	0	0.008	0	0.009	0.108	99.831
		59	0.861	3.301	30.888	29.546	1.318	36.032	0	0	0	0.151	0	0	0	0.008	0.008	0	0	102.113
		60	0.703	3.364	30.678	29.629	1.892	34.14	0	0	0.023	0.116	0	0	0	0.017	0	0	0	100.562
		61	0.861	4.903	30.637	29.598	1.651	32.618	0	0	0.081	0.118	0	0	0	0.006	0	0.09	0	100.563
		62	0.796	3.222	30.481	29.673	1.387	35.226	0	0	0.016	0.148	0	0	0	0	0	0.001	0	100.950
		63	1.623	5.133	30.383	29.747	1.418	32.33	0	0	0.147	0.095	0	0	0	0.001	0	0	0	100.877
		64	1.056	4.46	30.62	29.367	1.249	33.089	0	0	0.173	0.119	0	0	0	0.002	0.037	0.051	0	100.223
		65	0.746	2.705	30.802	29.848	1.595	36.083	0	0	0	0.153	0	0	0	0	0.01	0	0	101.942

(continuação)

GRANITO	AMOSTRA	ANÁLISE	F	Al2O3	SiO2	CaO	FeO	TiO2	Y2O3	WO3	SnO2	Ta2O5	La2O3	Ce2O3	Pr2O3	Sm2O3	Gd2O3	Yb2O3	(OH)	Total	
GSQ Mineralizado	GSQ-02 (BSG)	1	1.005	4.815	29.817	27.501	0.971	31.261	0.141	0.082	0	0.36	0	0	0	0	0	0.06	1.848	97.861	
		2	0.762	4.01	29.412	28.055	0.512	34.535	0	0	0.011	0.138	0	0	0	0.038	0	0.041	1.906	99.420	
		3	0.688	3.211	29.959	27.001	0.97	33.897	0	0	0.18	0.277	0	0	0	0.026	0	0	2.392	98.601	
		4	0.339	3.876	29.065	27.671	1.685	28.21	0	0	0	0.366	0	0	0	0	0	0	0.003	1.226	92.441
		5	0.541	4.585	29.341	28.302	0.811	32.374	0.067	0	0	0	0.246	0	0	0	0.008	0.005	0.008	2.068	98.356
		6	1.142	4.7	42.393	21.877	0.626	23.825	0	0	0	0	0.309	0	0	0	0	0.032	0	3.388	98.292
		7	0.861	5.221	29.6	25.573	4.615	30.801	0	0	0	0	0.221	0	0	0	0.013	0.025	0	1.897	98.827
		8	2.327	8.708	30.187	28.586	1.105	26.717	0.295	0	0	0	0.119	0	0	0	0.012	0	0.031	1.871	99.958
		9	1.762	6.394	29.697	28.153	1.08	30.041	0.135	0.028	0	0	0.159	0	0	0	0.014	0.064	0.027	1.797	99.351
		10	1.088	5.028	28.312	25.943	2.607	34.878	0.169	0	0	0	0.162	0	0	0	0.036	0.007	0	0.369	98.599
		11	1.451	5.512	29.365	26.914	1.937	32.920	0.21	0	0	0.035	0.14	0	0	0	0.044	0.023	0.013	0.073	98.637
		12	0.854	3.908	30.086	28.167	1.337	33.150	0.015	0	0	0	0.132	0	0	0	0.03	0	0.05	1.25	98.979
		13	1.786	6.239	30.344	28.697	0.996	29.819	0	0	0	0.049	0.179	0	0	0	0	0.005	0.039	0.824	98.977
		14	0.94	7.769	32.313	24.187	2.802	28.866	0	0	0	0.021	0.136	0	0	0	0.015	0	0	1.905	98.954
		15	1.006	4.346	29.312	27.806	0.653	32.852	0.067	0	0	0	0.158	0	0	0	0.019	0	0.038	2.147	98.404
		16	1.06	5.269	28.084	25.184	4.186	33.028	0	0	0	0.164	0.103	0	0	0	0	0.073	0.049	1.53	98.730
		17	1.179	5.584	30.412	26.179	1.338	32.18	0	0	0	0	0.137	0	0	0	0	0.007	0.04	1.874	98.930
		18	0.976	5.607	30.739	25.742	1.963	32.979	0	0	0	0.137	0.126	0.035	0	0	0.024	0	0	0.669	98.997
		19	0.777	3.277	29.588	28.089	0.857	35.842	0	0	0	0	0.09	0	0	0	0.043	0.007	0	1.148	99.718
		20	1.102	4.691	29.512	26.726	2.747	31.429	0	0	0	0.005	0.137	0	0	0	0.029	0.013	0.021	2.711	99.123
		21	1.017	5.757	29.415	24.872	4.941	29.892	0	0	0	0	0.149	0	0	0	0	0.024	0.028	3.021	99.116
		22	1.12	6.738	29.815	24.098	5.609	27.762	0.033	0	0	0	0.123	0	0	0	0.001	0.018	0.089	3.29	98.696
		23	1.1	4.761	30.455	26.912	2.141	32.784	0	0	0	0.009	0.152	0	0	0	0.024	0.027	0	1.043	99.408
		24	1.042	4.795	28.805	26.001	1.229	36.432	0	0	0	0	0.131	0	0	0	0.051	0.013	0.036	0.404	98.939
		25	0.965	4.416	30.107	28.202	0.65	34.819	0.014	0	0	0	0.296	0	0	0	0.019	0.051	0.068	0	99.607
		26	1.263	4.799	27.09	25.334	1.681	37.811	0.13	0	0	0	0.5	0	0	0	0.003	0.024	0.101	0.361	99.097
		27	0.778	7.158	29.094	21.354	3.876	33.147	0.056	0	0	0	0.315	0	0	0	0.006	0.056	0	1.516	97.356
		28	1.113	4.623	29.183	26.087	1.239	35.39	0.764	0	0	0	0.56	0	0	0	0.089	0.101	0.098	0	99.247
		29	0.485	5.084	20.08	13.523	8.417	42.261	1.042	0	0	0.259	0.72	0	0	0.008	0.18	0.323	0.138	2.688	95.208
		30	0.553	5.564	24.347	19.557	5.554	36.249	0.295	0	0	0	0.48	0	0	0	0.078	0.074	0.073	3.945	96.769
		31	1.195	5.986	30.117	28.424	0.403	30.184	0.606	0	0	0.031	0.536	0	0	0	0	0.045	0.05	0.371	97.948
		32	1.13	4.543	30.202	27.857	0.757	33.296	0.45	0	0	0	0.393	0	0	0	0.079	0.056	0	0.362	99.125
		33	1.662	5.327	30.301	28.559	0.664	31.805	0.122	0	0	0.002	0.366	0	0	0	0	0.073	0.035	0.784	99.700
		34	1.233	4.189	30.113	28.186	0.622	34.021	0.441	0	0	0	0.307	0	0	0	0.044	0.043	0.079	0.092	99.370
		35	0.707	5.127	31.728	25.730	1.185	31.197	0	0	0	0.271	1.229	0	0	0	0	0	0	0.889	98.063
		36	1.05	5.63	30.694	28.010	0.537	32.212	0.425	0	0	0.063	0.414	0	0	0	0.017	0.027	0.046	0	99.125

(continuação)

GRANITO	AMOSTRA	ANÁLISE	F	Al2O3	SiO2	CaO	FeO	TiO2	Y2O3	WO3	SnO2	Ta2O5	La2O3	Ce2O3	Pr2O3	Sm2O3	Gd2O3	Yb2O3	(OH)	Total		
Mineralizado	GSQ-11 (BMG)	1	1.164	6.853	29.723	26.699	3.631	29.024	0	0	0.038	0.132	0	0	0	0	0.021	0.03	1.453	98.768		
		2	1.635	8.595	29.798	26.821	3.904	25.989	0	0	0.038	0.125	0	0	0	0	0.027	0	0	2.134	99.066	
		3	0.825	5.554	31.598	27.484	2.003	31.225	0	0	0.151	0.119	0	0	0	0	0.005	0	0	0	98.964	
		4	1.224	6.778	30.478	28.657	1.688	30.261	0	0	0.376	0.141	0	0	0	0	0.007	0.058	0	0	99.668	
		5	1.542	8.914	33.042	25.265	2.763	26.055	0	0	0	0.181	0	0	0	0	0	0.024	0	1.555	99.341	
		6	1.236	7.796	30.2	25.761	4.895	27.011	0	0	0.156	0.151	0	0	0	0	0.004	0.001	0.046	1.14	98.397	
		7	0.796	11.595	28.718	17.862	15.692	17.155	0	0	0	0.107	0	0	0	0	0.012	0.008	0	3.489	95.434	
		8	1.097	5.901	30.479	28.929	2.85	29.908	0	0	0.143	0.161	0	0	0	0	0.025	0	0	0	99.493	
		9	1.282	6.684	30.871	28.749	2.614	28.915	0	0	0.159	0.126	0	0	0	0	0.018	0.012	0.056	0	99.486	
		10	1.194	6.67	30.995	27.944	3.09	29.302	0	0	0	0.164	0	0	0	0	0.033	0.002	0.007	0	99.401	
		11	1.638	6.667	30.885	27.826	2.911	29.231	0	0	0	0.15	0	0	0	0	0	0	0.008	0.139	99.455	
		12	1.281	6.842	31.164	28.871	2.003	28.89	0	0.056	0	0.124	0	0	0	0	0	0.023	0	0.167	99.421	
		13	1.377	6.901	31.128	29.343	2.402	28.578	0	0.034	0	0.16	0	0	0	0	0.005	0.043	0.033	0	100.004	
		14	1.257	5.854	30.767	29.740	2.745	29.681	0	0	0.017	0.148	0	0	0	0	0.001	0.015	0	0	100.225	
		15	1.3	9.986	29.217	20.743	12.859	20.082	0.1	0	0.095	0.139	0	0	0	0	0	0.006	0	2	96.527	
		16	0.826	11.516	30.36	18.849	15.598	17.201	0	0	0	0.147	0	0	0	0	0.018	0	0.016	1.405	95.936	
		17	0.313	14.53	30.351	10.957	23.452	10.664	0	0	0.062	0.149	0	0	0	0	0	0	0	2.346	92.824	
		18	1.654	9.329	31.279	25.885	6.38	24.226	0	0	0	0.139	0	0	0	0	0	0	0	0.011	0	98.903
		19	0.721	11.833	30.3	16.638	17.107	15.366	0	0	0.047	0.133	0	0	0	0	0.001	0.034	0	2.889	95.069	
		20	0.846	5.095	31.873	28.110	2.136	33.331	0	0	0.143	0.144	0	0	0	0	0	0.025	0	0	101.703	
		21	1.981	8.572	31.803	29.209	2.928	25.456	0	0	0.08	0.125	0	0	0	0	0	0.061	0.004	0	100.219	
		22	1.713	8.455	31.732	28.635	3.321	25.59	0	0.184	0	0.129	0	0	0	0	0	0.054	0	0	99.813	
		23	1.766	9.087	31.745	29.904	2.682	25.198	0	0	0	0.08	0	0	0	0	0	0.003	0	0	100.465	
		24	1.065	7.831	31.166	28.077	3.447	27.207	0	0	0.266	0.153	0	0	0	0	0.005	0	0	0	99.217	
		25	1.796	9.378	31.734	28.476	3.011	24.695	0	0	0	0.101	0	0	0	0	0.014	0.013	0	0.298	99.516	
		26	0.892	4.356	31.011	28.829	1.489	34.585	0.197	0.068	0.131	0.107	0	0	0	0	0.013	0	0	0	101.678	
		27	1.327	7.719	31.509	29.367	2.522	27.292	0	0	0	0.136	0	0	0	0	0	0	0.004	0	99.876	
		28	0.569	3.266	30.546	29.054	1.753	34.436	0.375	0	0.286	0.132	0	0	0	0	0	0.027	0.007	0	100.451	
		29	0.967	6.407	31.056	27.193	5.069	29.627	0	0	0.052	0.118	0	0	0	0	0.024	0	0	0	100.513	
		30	1.822	7.54	31.332	29.024	2.823	28.195	0	0	0.217	0.123	0	0	0	0	0	0	0.001	0	101.077	

(continuação)

GRANITO	AMOSTRA	ANÁLISE	F	Al2O3	SiO2	CaO	FeO	TiO2	Y2O3	WO3	SnO2	Ta2O5	La2O3	Ce2O3	Pr2O3	Sm2O3	Gd2O3	Yb2O3	(OH)	Total		
GSQ Mineralizado	GSQ-11 (BMG) - continuação	31	0.411	10.044	28.807	17.087	15.248	19.467	0	0	0	0.129	0	0	0	0.02	0	0.006	3.321	94.540		
		32	1.043	8.336	29.922	22.898	8.283	24.601	0	0	0.064	0.12	0	0	0	0	0	0.039	0.052	2.571	97.929	
		33	1.506	8.624	31.39	29.539	3.125	25.494	0	0.038	0.198	0.121	0	0	0	0	0	0	0	0	100.035	
		34	1.402	7.775	31.491	29.290	2.994	26.72	0	0	0.136	0.101	0	0	0	0	0.003	0.002	0.068	0	99.982	
		35	1.557	7.702	30.98	25.827	4.685	27.089	0	0	0	0.083	0	0	0	0	0.015	0.027	0	0.732	98.697	
		36	1.203	8.103	30.689	27.179	4.183	26.789	0	0	0	0.122	0	0	0	0	0	0	0	0	0.539	98.807
		37	1.857	8.685	31.632	29.409	2.812	25.064	0	0	0.127	0.105	0	0	0	0	0	0	0.079	0	0.137	99.907
		38	1.609	7.651	31.061	29.225	2.66	27.247	0	0	0.118	0.099	0	0	0	0	0	0	0	0	0.291	99.961
		39	0.991	5.135	31.372	29.519	3.794	28.962	0	0	0	0.1	0	0	0	0	0	0	0.004	0	0	99.877
		40	0.561	9.704	29.301	18.366	14.187	19.378	0	0	0	0.085	0	0	0	0	0	0	0	0	3.81	95.392
		41	1.397	8.365	31.371	27.569	4.292	25.826	0	0	0	0.157	0	0	0	0	0.013	0.031	0.002	0.109	99.132	
		42	1.418	7.479	31.497	28.932	2.74	28.225	0	0	0.076	0.132	0	0	0	0	0	0	0	0.016	0	100.515
		43	1.669	8.678	31.777	30.039	3.231	25.054	0	0	0	0.153	0	0	0	0	0.045	0	0.024	0	100.670	
		44	0.805	3.502	30.638	28.809	1.753	35.165	0.067	0	0	0.089	0	0	0	0	0	0	0.019	0.001	0	100.848
		45	0.978	4.288	30.955	29.176	1.908	33.405	0	0.036	0	0.154	0	0	0	0	0.019	0.009	0.042	0	100.970	

(continuação)

GRANITO	AMOSTRA	ANÁLISE	F	Al2O3	SiO2	CaO	FeO	TiO2	Y2O3	WO3	SnO2	Ta2O5	La2O3	Ce2O3	Pr2O3	Sm2O3	Gd2O3	Yb2O3	(OH)	Total	
Mineralizado	GSQ-35 (BMG)	1	0.262	1.556	29.152	28.702	1.159	37.948	0	0	0.251	0.129	0	0	0	0.02	0.018	0.017	0.272	99.486	
		2	0.265	1.191	28.479	28.097	1.157	38.645	0.176	0	0	0.149	0	0	0	0.074	0.209	0.084	0.651	99.177	
		3	0.351	1.232	28.841	27.665	1.236	37.441	0.246	0	0.177	0.158	0	0	0	0.04	0.144	0.02	1.407	98.958	
		4	0.184	1.128	28.724	27.984	1.22	37.988	0.173	0	0.067	0.157	0.95	0	0	0.069	0.138	0	0.23	99.012	
		5	0.336	1.127	28.522	28.153	1.146	38.55	0.119	0	0.136	0.154	0	0	0	0.035	0.08	0	0.852	99.210	
		6	0.351	1.554	29.427	28.576	0.952	38.002	0	0	0.041	0.11	0	0	0	0	0.032	0.039	0.366	99.450	
		7	0.406	1.322	29.231	28.529	1.203	37.833	0	0	0.119	0.132	0	0	0	0	0.024	0.058	0	0.366	99.223
		8	0.28	1.373	29.409	28.713	0.971	38.383	0	0	0	0.131	0	0	0	0	0	0	0	0.202	99.462
		9	0.517	1.865	29.075	28.919	0.893	37.716	0	0	0	0.121	0	0	0	0	0	0.01	0.003	0.495	99.614
		10	0.352	1.557	29.375	28.494	0.974	38.321	0.057	0	0	0.163	0	0	0	0	0.021	0.074	0.033	0.143	99.564
		11	0.307	1.352	29.328	27.926	1.133	38.164	0.024	0	0.217	0.099	0	0	0	0	0.037	0.087	0	0.691	99.365
		12	0.306	1.252	29.021	27.823	1.129	37.369	0.297	0	0.046	0.238	0	0	0	0	0.068	0.119	0.07	1.689	99.427
		13	0.58	1.729	29.182	28.257	0.848	37.636	0.048	0	0	0.148	0	0	0	0	0.045	0.019	0.037	1.002	99.531
		14	0.606	1.426	29.204	27.974	1.065	37.837	0.03	0	0.152	0.102	0	0	0	0	0.048	0.073	0.002	0.949	99.468
		15	0.581	2.046	29.798	28.620	1.051	37.257	0	0	0	0.099	0	0	0	0	0	0.02	0	0.237	99.709
		16	0.317	2.283	29.136	28.725	1.21	37.143	0	0	0	0.083	0	0	0	0	0	0	0.047	0.546	99.490
		17	0.424	2.058	29.846	29.363	0.998	37.962	0	0	0.014	0.129	0	0	0	0	0.012	0.007	0	0	100.813
		18	0.664	2.577	29.475	29.316	0.928	36.607	0	0	0	0.113	0	0	0	0	0	0	0	0	99.680
		19	0.44	2.287	29.622	28.815	1.185	37.025	0	0	0.103	0.102	0	0	0	0	0.011	0.035	0	0	99.625
		20	0.431	1.993	29.141	29.031	1.23	37.367	0	0	0	0.076	0	0	0	0	0.01	0.019	0.075	0.215	99.588
		21	0.241	1.946	29.124	29.189	1.036	37.827	0	0	0	0.126	0	0	0	0	0.002	0.005	0	0.113	99.609
		22	1.027	4.515	30.213	29.308	2.166	32.927	0	0	0	0.096	0	0	0	0	0.008	0.025	0.021	0	100.306
		23	1.034	4.058	30.664	29.186	2.433	32.621	0	0	0	0.125	0	0	0	0	0	0	0	0	100.121
		24	1.987	6.495	31.088	28.718	2.751	28.238	0	0	0.06	0.098	0	0	0	0	0	0	0.01	0.434	99.879
		25	0.423	2.048	29.65	28.518	0.92	38.011	0	0	0.03	0.11	0	0	0	0	0.028	0	0.043	0	99.781
		26	0.402	1.377	29.918	28.656	1.327	38.319	0.03	0	0	0.158	0	0	0	0	0.046	0.086	0.021	0	100.340
		27	0.477	1.624	29.951	28.667	1.581	37.407	0.084	0	0	0.166	0	0	0	0	0.052	0.073	0.021	0	100.103
		28	0.301	1.291	29.79	28.044	1.221	38.276	0.189	0	0	0.172	0	0	0	0.053	0.035	0.146	0.068	0	99.586
		29	0.287	1.286	29.967	28.336	1.295	38.243	0.22	0	0	0.146	0	0	0	0.03	0.064	0.153	0.037	0	100.064
		30	0.291	1.304	29.915	28.523	1.308	37.919	0.215	0	0.058	0.133	0	0	0	0	0.006	0.136	0	0	99.808
		31	0.237	1.328	29.756	28.417	1.275	37.869	0.204	0	0.213	0.169	0	0	0	0.038	0.048	0.127	0	0	99.681
		32	0.429	1.392	29.89	28.445	1.283	38.459	0.132	0	0	0.143	0	0	0	0.006	0.046	0.1	0	0	100.325
		33	0.419	1.734	30.429	29.295	1.085	38.84	0	0	0	0.112	0	0	0	0	0.021	0.046	0	0	101.981
		34	0.399	1.549	30.588	29.538	0.835	39.143	0	0	0.035	0.135	0	0	0	0	0	0.011	0.06	0	102.293
		35	0.138	1.257	29.75	27.798	1.294	37.864	0.31	0	0.039	0.167	0	0	0	0.04	0.078	0.2	0.032	0	98.967

(continuação)

GRANITO	AMOSTRA	ANÁLISE	F	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	CaO	FeO	TiO <sub>2</sub>	Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	WO <sub>3</sub>	SnO <sub>2</sub>	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Ce <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Pr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Sm <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Yb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	(OH)	Total		
GSQ Mineralizado	GSQ-35 (BMG) - continuação	36	0.073	1.162	29.876	28.190	1.214	39.285	0.242	0	0	0.142	0	0	0.026	0.052	0.165	0.049	0	100.476		
		37	0.548	1.455	30.402	29.127	1.068	38.442	0.043	0	0.003	0.155	0	0	0	0.079	0.083	0.018	0	101.423		
		38	0.221	1.416	30.199	28.540	1.268	38.176	0.28	0	0	0.189	0	0	0	0.044	0.097	0.01	0	100.440		
		39	0.352	1.271	30.07	28.596	1.261	37.622	0.173	0.036	0	0.18	0	0	0.014	0.065	0.129	0.032	0	99.801		
		40	0.358	1.686	30.7	29.535	0.903	38.465	0	0	0	0.122	0	0	0	0.049	0	0	0	101.818		
		41	0.778	3.564	30.65	29.335	2.047	33.817	0	0	0	0.145	0	0	0	0.024	0	0.062	0	100.422		
		42	1.193	3.971	30.888	29.936	1.97	33.654	0	0	0.098	0.139	0	0	0	0	0	0	0.003	0	101.852	
		43	0.959	3.756	30.995	30.014	2.083	33.75	0	0.082	0.116	0.122	0	0	0	0.046	0.013	0	0	0	101.936	
		44	0.471	1.478	30.455	29.150	1.36	38.348	0.066	0	0.028	0.087	0	0	0	0.006	0.086	0.014	0	0	101.549	
		45	0.259	1.55	29.581	28.092	1.801	36.936	0.508	0	0	0.305	0	0	0	0.065	0.183	0.093	0	0	99.373	
		46	0.488	1.504	29.759	27.983	1.625	37.473	0.656	0	0.063	0.157	0	0	0.034	0.138	0.262	0.084	0	0	100.226	
		47	0.435	1.278	30.31	28.615	1.118	38.777	0.158	0	0	0.179	0	0	0	0.074	0.13	0.048	0	0	101.122	
		48	0.199	1.512	29.872	28.682	1.71	37.707	0.128	0	0.004	0.14	0	0	0	0.033	0.084	0.061	0	0	100.132	
		49	0.403	1.447	30.501	29.627	0.869	39.445	0	0	0.135	0.169	0	0	0	0.032	0.06	0.007	0	0	102.695	
		50	0.191	1.455	29.59	27.208	1.712	37.195	0.905	0	0.057	0.216	0	0	0.089	0.183	0.303	0.045	0	0	99.149	
		51	0.179	1.479	29.274	27.337	1.726	35.985	0.928	0	0.039	0.2	0	0	0.11	0.143	0.353	0.119	0.626	0	98.498	
		52	0.353	1.383	30.427	29.316	0.917	39.356	0	0	0	0.124	0	0	0	0	0	0.06	0.019	0	101.955	
		53	0.472	1.626	30.208	29.007	1.466	38.604	0.152	0	0	0.146	0	0	0.008	0.057	0.17	0.048	0	0	101.964	
		54	0.393	1.535	30.454	29.213	1.251	38.041	0.033	0	0.283	0.159	0	0	0	0.058	0.102	0	0	0	101.522	
		55	0.471	1.747	30.709	29.448	1.052	38.447	0	0	0	0.1	0	0	0	0	0.031	0.083	0	0	102.088	
		56	0.314	1.318	29.871	27.837	1.549	38.042	0.727	0	0.175	0.156	0	0	0.068	0.144	0.294	0.024	0	0	100.519	
		57	0.221	1.278	30.088	28.719	1.299	38.156	0.207	0	0.047	0.107	0	0	0.007	0.038	0.121	0	0	0	100.288	
		58	0.483	1.679	30.717	29.564	1.052	38.697	0	0	0	0.107	0	0	0	0	0.035	0.042	0	0	102.376	
		59	2.474	6.963	31.023	30.014	2.317	29.642	0	0	0	0.089	0	0	0	0	0	0	0.033	0	0	102.555
		60	0.336	1.745	30.305	29.805	0.783	39.248	0	0	0	0.114	0	0	0	0.002	0.003	0.034	0	0	102.375	
		61	0.482	1.904	30.451	29.462	0.804	39.275	0	0	0.135	0.083	0	0	0	0.036	0.007	0	0	0	102.639	
		62	0.578	2.058	30.37	29.551	0.916	38.079	0	0	0.019	0.107	0	0	0	0.012	0.03	0	0	0	101.720	
		63	0.476	1.973	30.338	29.317	0.908	38.646	0	0	0.011	0.144	0	0	0	0	0.036	0.041	0	0	101.890	
		64	0.528	1.904	30.094	29.493	0.905	37.904	0	0	0	0.115	0	0	0	0	0	0	0	0	100.943	
		65	0.355	1.877	30.097	29.593	0.859	38.948	0	0.004	0	0.073	0	0	0	0	0.01	0	0	0	101.816	
		66	0.352	1.823	30.209	29.500	0.839	39.073	0	0	0	0.068	0	0	0	0.017	0	0	0	0	101.881	

(continuação)

GRANITO	AMOSTRA	ANÁLISE	F	Al2O3	SiO2	CaO	FeO	TiO2	Y2O3	WO3	SnO2	Ta2O5	La2O3	Ce2O3	Pr2O3	Sm2O3	Gd2O3	Yb2O3	(OH)	Total	
GRED Estéril	AR-10 (BMG)	1	1.114	3.408	29.527	27.523	2.485	32.729	0.582	0	0	0.158	0	0	0.023	0.121	0.145	0.024	1.304	99.143	
		2	1.32	3.605	29.525	26.930	2.678	31.309	0.583	0	0	0.182	0	0	0	0.081	0.178	0.025	2.914	99.330	
		3	1.24	3.59	28.847	27.36	2.645	31.83	0.514	0	0.016	0.128	0	0	0	0.095	0.14	0.081	2.73	99.216	
		4	0.981	3.283	29.467	27.382	2.463	32.446	0.583	0	0.09	0.156	3.681	0	0	0	0.075	0.172	0.035	0	100.814
		5	0.166	1.989	29.64	27.237	1.057	36.634	1.47	0	0	0.14	0	0	0	0	0.178	0.257	0.099	0.567	99.434
		6	1.024	3.445	29.467	27.476	2.491	32.527	0.543	0	0	0.16	0	0	0	0	0.106	0.166	0.049	1.672	99.126
		7	1.177	3.156	29.419	27.287	2.372	34.188	0.715	0	0.175	0.136	0	0	0	0.039	0.056	0.165	0.043	0.197	99.125
		8	1.05	3.222	29.679	27.213	2.351	32.56	0.709	0.136	0.29	0.16	0	0	0	0.032	0.076	0.176	0.071	1.381	99.106
		9	1.045	3.177	29.606	27.452	2.444	32.626	0.67	0	0	0.133	0	0	0	0.016	0.086	0.158	0.045	1.661	99.119
		10	0.868	3.164	29.337	27.543	2.436	32.892	0.639	0	0.101	0.188	0	0	0	0	0.062	0.128	0.096	1.489	98.943
		11	0.861	3.159	28.836	26.689	2.830	31.549	1.214	0	0.255	0.181	0	0	0	0.135	0.164	0.4	0.088	2.819	99.180
		12	0.834	3.190	28.67	26.075	2.986	31.995	1.403	0	0	0.15	0	0	0	0.134	0.158	0.375	0.047	3.171	99.188
		13	0.606	2.985	28.768	26.005	2.915	32.257	1.255	0.158	0.013	0.16	0.015	0	0	0.149	0.18	0.362	0.123	2.917	98.868
		14	0.96	3.066	28.767	26.241	2.799	31.823	1.29	0	0	0.182	0	0	0	0.163	0.182	0.355	0.048	3.198	99.074
		15	0.746	2.896	28.608	26.028	2.794	32.079	1.473	0	0	0.195	0	0	0	0.231	0.237	0.482	0.113	3.023	98.905
		16	0.877	3.246	28.862	26.179	3.014	31.893	1.429	0.054	0	0.131	0	0	0	0.147	0.229	0.44	0.093	2.625	99.219
		17	0.29	1.944	29.23	26.779	0.69	36.918	1.146	0	0.126	0.16	0	0	0	0	0.502	0.607	0.038	0.854	99.284
		18	0.991	3.170	28.841	26.578	2.389	32.014	0.613	0	0.322	0.133	0	0	0	0	0.105	0.149	0.107	3.752	99.164
		19	0.844	3.069	28.6	27.337	2.398	33.311	0.664	0	0.051	0.155	0	0	0	0.05	0.093	0.163	0.049	2.321	99.105
		20	1.318	3.423	29.117	27.362	2.49	32.742	0.547	0	0	0.147	0	0	0	0	0.067	0.129	0.116	2.038	99.496
		21	1.053	3.126	29.061	27.176	2.335	32.381	0.823	0	0	0.149	0	0	0	0.036	0.109	0.188	0.055	2.583	99.075
		22	1.036	4.249	28.98	27.109	0.854	33.765	1.202	0	0.021	0.146	1.506	0	0	0	0.162	0.254	0.13	0.24	99.654
		23	0.847	3.055	28.639	26.202	2.835	32.014	1.378	0	0	0.092	0.824	0	0	0.004	0.197	0.396	0.09	2.578	99.151
		24	1.062	2.994	28.214	25.781	2.779	32.012	1.403	0	0.078	0.157	0	0	0	0.14	0.229	0.421	0.095	3.835	99.200
		25	1.19	3.498	28.259	25.395	2.933	30.967	2.072	0	0.016	0.134	0	0	0	0.11	0.262	0.443	0.118	3.481	98.878
		26	0.549	2.79	27.899	25.638	2.771	32.394	1.658	0	0.161	0.184	0	0	0	0.262	0.282	0.531	0.077	3.705	98.901
		27	1.14	3.166	27.958	25.908	3.049	31.578	1.557	0	0.05	0.141	0	0	0	0.156	0.267	0.433	0.084	3.726	99.213
		28	0.986	3.170	28.86	26.052	2.973	31.26	1.443	0	0	0.154	0	0	0	0.157	0.269	0.462	0.103	3.363	99.252
		29	0.92	2.692	28.585	25.644	2.766	32.561	1.65	0	0	0.102	0	0	0	0.15	0.206	0.441	0.134	3.023	98.874

(continuação)

GRANITO	AMOSTRA	ANÁLISE	F	Al2O3	SiO2	CaO	FeO	TiO2	Y2O3	WO3	SnO2	Ta2O5	La2O3	Ce2O3	Pr2O3	Sm2O3	Gd2O3	Yb2O3	(OH)	Total	
GRED Estéril	DCR-33-B(ABMG)	1	1.045	2.564	30.16	28.361	2.064	35.064	0.392	0	0.219	0.127	0	0	0	0.044	0.14	0.068	0	100.248	
		2	0.872	2.911	29.877	27.404	2.528	33.507	0.848	0	0.075	0.157	0	0	0.028	0.073	0.198	0.094	0.242	98.814	
		3	0.884	2.993	29.958	27.954	2.622	33.96	0.708	0	0.068	0.136	0	0	0	0.076	0.163	0.05	0	99.572	
		4	1.067	3.04	30.07	28.132	2.619	33.463	0.624	0	0.117	0.112	0	0	0	0	0.06	0.155	0.031	0	99.490
		5	1.421	3.814	30.59	29.341	2.02	33.837	0.298	0	0.152	0.118	0	0	0	0	0.094	0	0.094	0	101.779
		6	0.886	2.862	30.093	28.396	2.429	33.988	0.456	0	0.163	0.104	0	0	0.008	0.089	0.1	0.113	0	0	99.687
		7	1.129	2.887	30.095	28.563	2.419	34.388	0.258	0	0.129	0.145	0	0	0	0	0.051	0.113	0	0	100.177
		8	1.052	3.473	30.161	28.691	2.63	33.603	0.651	0	0.045	0.13	0	0	0	0	0.09	0.154	0.158	0	100.838
		9	1.038	2.962	30.53	28.459	2.5	34.448	0.246	0	0	0.119	0	0	0	0	0	0.082	0.026	0	100.410
		10	0.807	2.667	30.287	28.773	2.106	34.97	0.315	0	0	0.111	0	0	0	0	0.101	0.116	0.077	0	100.330
		11	1.135	3.133	30.231	28.717	2.34	33.494	0.216	0	0.198	0.124	0	0	0	0	0.042	0.096	0	0	99.726
		12	1.379	3.113	30.292	28.574	2.485	33.833	0.401	0	0.167	0.152	0	0	0	0	0.056	0.117	0.059	0	100.628
		13	1.093	3.013	29.996	28.658	2.47	34.594	0.368	0	0	0.135	0	0	0	0	0.056	0.09	0.153	0	100.626
		14	0.983	2.996	30.457	28.834	2.208	34.655	0.25	0.005	0	0.146	0	0	0.019	0	0.076	0.014	0	0	100.643
		15	1.304	2.960	30.602	28.911	2.374	34.641	0.237	0.185	0.054	0.122	0	0	0	0	0.097	0.06	0.062	0	101.609
		16	1.342	3.074	30.535	28.493	2.43	34.118	0.534	0.216	0	0.139	0	0	0	0	0.023	0.168	0.033	0	101.105
		17	1.271	3.183	30.307	28.591	2.425	33.884	0.204	0	0	0.123	0	0	0	0	0.035	0.124	0.016	0	100.163
		18	1.246	2.961	30.599	28.825	2.482	34.915	0.238	0	0	0.115	0	0	0	0.011	0.06	0.074	0.041	0	101.567
		19	1.194	2.942	30.357	28.879	2.475	34.204	0.26	0	0.047	0.15	0	0	0	0	0.034	0.091	0.021	0	100.654
		20	1.157	3.19	30.353	28.243	2.486	34.347	0.47	0	0	0.141	0	0	0	0	0.061	0.057	0.071	0	100.576
		21	1.207	3.077	30.163	28.58	2.612	33.432	0.535	0	0.034	0.086	0	0	0.036	0.056	0.108	0.065	0	0	99.991
		22	1.403	3.329	30.16	28.025	2.579	33.866	0.302	0	0	0.141	0	0	0	0	0.078	0.121	0.061	0	100.065
		23	1.306	2.856	30.151	27.868	2.456	34.665	0.464	0	0	0.109	0	0	0	0	0.038	0.078	0.06	0	100.051
		24	1.385	3.105	30.321	28.461	2.587	33.715	0.389	0	0	0.105	0	0	0.023	0.034	0.091	0.124	0	0	100.340
		25	0.999	3.086	30.464	28.909	2.422	33.825	0.316	0	0.117	0.142	0	0	0	0	0.04	0.142	0.067	0	100.529
		26	1.038	3.185	30.483	28.548	2.535	33.24	0.28	0	0.049	0.153	0	0	0.026	0.009	0.096	0.096	0.018	0	99.660
		27	0.957	2.921	30.284	28.570	2.545	34.328	0.233	0	0.011	0.091	0	0	0	0	0.006	0.088	0.116	0	100.150
		28	0.75	2.613	30.235	28.161	2.242	34.893	0.329	0	0.124	0.133	0	0	0.035	0.048	0.089	0.089	0.039	0	99.691
		29	0.865	2.740	30.225	28.379	2.182	35.025	0.256	0	0	0.157	0	0	0	0	0.028	0.169	0.119	0	100.145
		30	1.359	3.317	30.527	28.666	2.427	33.127	0.157	0	0.088	0.139	0	0	0	0	0.033	0.131	0.036	0	100.007

(continuação)

GRANITO	AMOSTRA	ANÁLISE	F	Al2O3	SiO2	CaO	FeO	TiO2	Y2O3	WO3	SnO2	Ta2O5	La2O3	Ce2O3	Pr2O3	Sm2O3	Gd2O3	Yb2O3	(OH)	Total
GRED Estéril	DCR-33-B (ABMG) - continuação	31	0.845	2.904	30.077	28.561	2.339	34.356	0.199	0	0.02	0.145	0	0	0	0.01	0.089	0.131	0	99.676
		32	0.842	3.085	29.714	28.440	2.499	34.045	0.138	0	0.077	0.114	0	0	0	0.023	0.061	0.03	0.165	99.233
		33	1.483	3.218	30.223	27.445	2.951	32.63	0.694	0	0	0.131	0	0	0.124	0.091	0.278	0.041	0.128	99.437
		34	1.861	3.315	30.642	28.275	2.806	33.373	0	0	0.066	0.11	0	0	0.014	0.028	0.117	0	0	100.607
		35	1.467	3.12	30.407	28.637	2.881	34.296	0	0	0	0.102	0.368	0	0	0.02	0.094	0	0	101.392
		36	1.615	3.397	29.985	27.348	2.875	32.868	0	0	0.006	0.095	0.027	0	0.25	0.012	0.263	0.066	0.727	99.534
		37	1.559	3.231	30.498	28.686	2.542	33.917	0.145	0	0.009	0.14	0	0	0	0.046	0.143	0.033	0	100.949
		38	1.386	4.190	30.102	28.126	3.095	30.958	0.604	0	0.032	0.096	0	0	0.094	0.153	0.283	0.008	0.44	99.567
		39	1.775	4.545	29.753	27.927	3.167	30.679	0.412	0	0	0.133	0.043	0	0.056	0.058	0.193	0.013	0.81	99.564
		40	1.618	4.024	30.014	28.666	2.852	31.943	0.015	0	0	0.143	0	0	0.074	0.063	0.137	0.031	0.015	99.595
		41	1.116	3.587	30.46	29.219	2.157	33.997	0.41	0	0	0.105	0	0	0	0.109	0.133	0.051	0	101.344
		42	1.923	3.869	30.481	28.409	2.884	32.03	0	0	0	0.129	0	0	0.097	0.038	0.1	0.004	0	99.964
		43	1.047	2.915	30.376	28.805	1.986	35.268	0.206	0	0	0.126	1.086	0	0	0	0.108	0.053	0	101.976
		44	1.178	2.936	30.111	28.302	2.446	33.919	0.468	0	0	0.101	0	0	0.029	0.063	0.125	0.092	0	99.770
		45	0.954	3.003	29.913	28.549	2.658	33.086	0.642	0	0	0.116	0	0	0.012	0.031	0.116	0.051	0.326	99.457
		46	1.027	2.971	30.063	28.508	2.422	34.095	0.353	0	0	0.142	0	0	0	0.031	0.161	0.04	0	99.813
		47	0.814	2.822	29.955	28.409	2.336	34.148	0.369	0	0.059	0.13	0	0	0	0.027	0.143	0.045	0.044	99.301
		48	1.048	3.202	30.075	28.420	2.535	33.366	0.217	0	0	0.135	0	0	0	0.063	0.097	0	0.31	99.468
		49	1.011	2.912	29.568	27.864	2.407	34.233	0.681	0	0	0.162	0	0	0.053	0.081	0.149	0.059	0.101	99.281
		50	1.046	2.962	29.938	28.742	2.418	32.977	0.443	0.085	0	0.118	0	0	0	0.039	0.107	0.09	0.391	99.356

(continuação)

GRANITO	AMOSTRA	ANÁLISE	F	Al2O3	SiO2	CaO	FeO	TiO2	Y2O3	WO3	SnO2	Ta2O5	La2O3	Ce2O3	Pr2O3	Sm2O3	Gd2O3	Yb2O3	(OH)	Total
GRED Estéril	DCR-63-B(BMG)	1	0.784	2.118	30.079	29.292	1.824	37.117	0.004	0	0.037	0.149	0	0	0	0.037	0.081	0	0	101.522
		2	0.777	2.063	30.334	28.831	1.875	36.556	0.023	0	0.031	0.122	0	0	0	0.062	0.121	0.04	0	100.835
		3	0.505	1.136	29.654	24.849	2.699	34.608	0.055	0.457	0	0.127	0	0.862	0.533	0.104	0.541	0	2.462	98.592
		4	1.037	2.423	30.218	28.306	2.352	34.698	0.041	0	0	0.154	0	0	0.038	0.046	0.11	0.03	0	99.453
		5	0.816	2.582	30.311	28.596	2.289	34.719	0.047	0	0	0.122	0	0	0	0.037	0.111	0	0	99.630
		6	0.743	2.028	30.362	29.345	1.863	36.896	0.01	0	0	0.081	0	0	0	0.048	0.074	0.003	0	101.453
		7	0.714	2.100	30.4	29.446	1.891	36.962	0.001	0	0	0.093	0	0	0	0.037	0.091	0.069	0	101.804
		8	1.037	2.765	30.203	28.702	2.467	35.202	0.028	0	0.012	0.095	0	0	0	0	0.076	0.056	0	100.643
		9	1.131	2.978	30.665	28.944	2.395	34.274	0	0	0	0.075	0	0	0	0.012	0.121	0	0	100.595
		10	0.33	1.007	28.222	24.032	2.513	34.756	0.134	0	0	0.123	0.734	1.571	0.559	0.096	0.622	0.046	3.702	98.447
		11	0.902	2.604	30.344	29.138	2.374	35.621	0	0	0.026	0.118	0	0	0	0.063	0.068	0	0	101.258
		12	0.738	2.596	30.17	28.874	1.791	35.218	0.003	0	0.14	0.122	0	0	0	0.018	0.039	0	0	99.709
		13	0.929	2.284	30.308	28.590	2.019	35.807	0.074	0.019	0.014	0.149	0	0	0	0.101	0.159	0.012	0	100.465
		14	0.949	2.400	30.492	29.136	2.123	36.086	0	0	0	0.101	0	0	0	0	0.037	0	0	101.324
		15	0.981	2.457	30.296	29.094	2.285	35.719	0	0	0	0.143	0	0	0	0.046	0.089	0.033	0	101.143
		16	0.847	2.309	30.018	28.633	2.148	35.902	0.094	0	0.039	0.115	0	0	0	0.026	0.104	0.085	0	100.320
		17	0.802	2.279	30.31	28.585	1.948	35.653	0.073	0	0.121	0.097	0	0	0.011	0.091	0.077	0.052	0	100.099
		18	0.527	2.158	30.092	29.32	1.929	36.059	0.068	0	0	0.127	0	0	0	0.047	0.066	0.006	0	100.399
		19	0.749	2.075	30.374	29.146	1.959	37.126	0.009	0	0.231	0.125	0	0	0	0.019	0.101	0	0	101.914
		20	0.793	1.988	30.404	29.141	1.687	36.875	0.004	0	0	0.133	0	0	0	0.003	0.06	0.026	0	101.114
		21	0.988	2.395	30.353	28.886	2.212	35.495	0.082	0	0.139	0.135	0	0	0	0.09	0.085	0.04	0	100.900
		22	0.917	2.479	30.256	29.129	2.325	36.115	0	0	0	0.099	0	0	0	0	0.128	0	0	101.448
		23	0.884	2.310	30.481	29.218	2.081	36.367	0	0	0.142	0.105	0	0	0	0.047	0.069	0	0	101.704
		24	0.984	2.269	30.646	29.466	2.115	36.367	0	0	0	0.123	0	0	0	0.031	0.06	0.012	0	102.073
		25	0.65	2.165	30.355	28.735	1.92	36.419	0.017	0	0	0.16	0	0	0	0	0.093	0.086	0	100.600
		26	0.768	2.555	30.323	29.475	1.825	36.569	0	0	0	0.085	0	0	0.007	0	0.047	0	0	101.654
		27	1.092	2.372	30.455	29.247	1.729	36.04	0	0	0	0.147	0	0	0	0.038	0.067	0.012	0	101.199
		28	0.833	2.329	30.573	29.511	2.083	36.791	0	0	0	0.121	0	0	0	0.004	0.028	0.047	0	102.320
		29	0.734	2.101	30.205	29.172	1.921	35.896	0.092	0	0	0.135	0	0	0	0.056	0.072	0.025	0	100.409
		30	0.796	2.176	30.251	29.233	1.950	36.223	0.021	0.117	0.098	0.146	0	0	0	0.04	0.046	0	0	101.097

(continuação)

GRANITO	AMOSTRA	ANÁLISE	F	Al2O3	SiO2	CaO	FeO	TiO2	Y2O3	WO3	SnO2	Ta2O5	La2O3	Ce2O3	Pr2O3	Sm2O3	Gd2O3	Yb2O3	(OH)	Total
GJ Estéril	AU-390 (BMG)	1	0.644	2.594	30.357	29.501	1.853	35.559	0	0	0.022	0.101	0	0	0	0.01	0.012	0	0	100.653
		2	0.587	3.117	30.275	29.445	1.761	34.668	0	0	0	0.098	0	0	0	0	0.036	0	0	99.987
		3	0.743	2.317	30.486	29.191	1.711	36.407	0	0	0.118	0.118	0	0	0	0	0.045	0.022	0	101.158
		4	0.665	2.433	30.249	29.07	1.682	35.939	0	0	0.004	0.148	0	0	0	0.018	0.083	0	0	100.291
		5	0.707	2.617	30.483	29.513	1.913	35.416	0	0	0.012	0.165	0	0	0	0.012	0	0.033	0	100.871
		6	0.664	2.603	30.491	29.332	1.839	35.647	0	0	0	0.088	0	0	0	0	0	0.049	0	100.713
		7	0.825	3.096	30.464	29.246	1.477	35.382	0	0	0	0.144	0	0	0	0.023	0	0.002	0	100.659
		8	0.523	2.195	30.291	29.087	1.748	36.199	0	0	0.027	0.151	0	0	0	0.021	0.045	0.07	0	100.357
		9	0.592	2.605	30.209	29.659	1.998	35.265	0	0	0	0.141	0	0	0	0.003	0	0	0	100.472
		10	1.127	4.571	30.383	29.777	1.569	32.528	0	0	0	0.135	0	0	0	0	0.02	0	0	100.110
		11	1.436	4.012	30.561	29.933	1.663	33.817	0	0	0	0.117	0	0	0	0.009	0.022	0.076	0	101.646
		12	0.853	2.028	30.346	29.503	1.687	36.916	0	0	0	0.151	0	0	0	0	0.015	0.068	0	101.567
		13	0.755	2.573	30.593	29.538	1.658	35.685	0	0	0	0.151	0	0	0	0.031	0.014	0.001	0	100.999
		14	1.14	4.305	30.813	29.65	1.972	33.363	0	0	0	0.096	0	0	0	0.018	0.046	0	0	101.403
		15	0.988	2.831	30.563	29.492	1.702	35.802	0	0.039	0.026	0.099	0	0	0	0	0.002	0	0	101.544
		16	1.166	4.060	30.698	29.771	2.096	33.122	0	0	0	0.087	1.274	0	0	0	0	0	0	102.274
		17	1.254	3.693	30.608	29.405	2.071	34.726	0	0	0	0.143	0	0	0	0	0	0	0	101.900
		18	0.897	2.399	30.083	29.369	2.139	36.173	0.049	0	0	0.121	0	0	0	0.012	0.081	0.001	0	101.324
		19	1.013	2.537	30.24	29.053	2.219	35.516	0.09	0	0	0.102	0	0	0	0.017	0.115	0.047	0	100.949
		20	1.4	3.417	30.489	29.855	2.519	34.757	0	0	0	0.102	0	0	0	0	0	0.059	0	102.598
		21	1.276	3.920	30.574	29.67	1.432	33.808	0.138	0	0	0.1	0	0	0	0.05	0.007	0.024	0	100.999
		22	1.242	3.849	30.622	29.992	1.434	34.593	0.023	0	0	0.157	0	0	0	0	0.012	0	0	101.924
		23	1.219	3.707	29.56	30.016	1.818	33.991	0.143	0	0	0.118	0	0	0	0	0.044	0	0	100.616
		24	0.736	2.520	22.013	27.733	2.561	36.432	0	0	0	0.079	0	0	0	0.026	0.021	0.096	7.174	99.391
		25	1.204	4.506	26.449	25.87	3.028	36.692	0.162	0	0.165	0.108	0	0	0	0.03	0.086	0.017	0.199	98.516
		26	1.078	3.003	30.489	29.002	1.458	35.966	0	0	0.206	0.132	0	0	0	0.019	0.032	0	0	101.385
		27	1.075	2.896	30.009	28.594	1.668	36.543	0.003	0	0	0.121	0	0	0	0.016	0.064	0.032	0	101.021
		28	0.863	3.603	30.509	29.32	2.009	34.162	0.096	0	0	0.081	0	0	0	0.043	0.125	0.01	0	100.821
		29	1.078	3.326	30.425	29.073	1.41	35.539	0.029	0	0.011	0.126	0	0	0	0.029	0.034	0	0	101.080
		30	1.407	4.655	31.15	29.972	1.699	33.898	0	0	0.055	0.086	0	0	0	0	0.031	0.051	0	103.004

(continuação)

GRANITO	AMOSTRA	ANÁLISE	F	Al2O3	SiO2	CaO	FeO	TiO2	Y2O3	WO3	SnO2	Ta2O5	La2O3	Ce2O3	Pr2O3	Sm2O3	Gd2O3	Yb2O3	(OH)	Total	
GJ Estéril	AU-390 (BMG) - continuação	31	1.581	4.461	30.938	30.315	1.564	33.956	0	0	0	0.094	0	0	0	0.016	0.03	0.015	0	102.970	
		32	1.117	3.533	30.689	29.264	1.762	34.297	0.031	0	0.006	0.104	0	0	0	0	0.03	0	0	0	100.833
		33	1.217	5.052	31.531	30.044	0.971	33.304	0	0	0	0.141	0	0	0	0	0.016	0	0	0	102.276
		34	1.49	5.057	30.982	29.361	1.168	33.306	0	0	0.051	0.102	0	0	0	0	0.013	0	0	0	101.530
		35	0.987	2.488	29.545	28.05	2.132	34.961	0.092	0	0	0.117	0	0	0	0	0.004	0.076	0.023	1.178	99.653
		36	1.153	3.255	29.824	28.619	1.33	34.76	0.003	0	0	0.111	0	0	0	0	0.054	0.002	0	0.805	99.916
		37	0.921	2.815	29.6	28.006	1.471	34.887	0.299	0.181	0	0.114	0	0	0	0	0.001	0.111	0.039	1.444	99.889
		38	1.739	4.518	30.888	28.658	1.079	33.027	0.251	0	0	0.082	0	0	0	0	0.04	0.058	0.071	0	100.411
		39	1.476	3.934	30.147	28.757	1.291	33.548	0.077	0	0.068	0.08	0	0	0	0	0.005	0.044	0.021	0.543	99.991
		40	1.479	3.457	29.726	28.568	1.344	34.824	0.222	0	0.017	0.073	0	0	0	0	0.033	0.068	0	0.224	100.035
		41	1.079	3.130	29.976	28.826	1.732	34.285	0.011	0	0.03	0.093	0	0	0	0	0.015	0.042	0	0.342	99.561
		42	1.31	3.444	30.065	28.464	1.295	34.566	0.04	0	0	0.083	0	0	0	0	0.029	0	0.031	0.689	100.016
		43	1.005	2.428	29.74	27.593	1.964	35.776	0	0.061	0.112	0.136	0	0	0	0	0.017	0.061	0	0.821	99.714
		44	0.928	2.719	29.745	28.589	1.811	35.161	0	0.261	0	0.099	0	0	0	0	0.01	0.039	0.029	0.337	99.728
		45	1.143	3.291	29.903	28.917	1.246	34.433	0	0	0	0.097	0	0	0	0	0.004	0	0.006	0.922	99.962
		46	0.754	2.239	29.018	27.731	1.846	35.807	0.581	0	0.002	0.084	0	0	0	0	0.078	0.164	0.041	0.902	99.247
		47	0.781	2.311	29.042	27.807	2.147	35.774	0.51	0	0.123	0.103	0	0	0	0.026	0.105	0.169	0.029	0.574	99.501
		48	0.77	2.355	28.999	27.781	2.23	34.941	0.528	0	0.114	0.078	0	0	0	0.024	0.073	0.174	0.045	1.444	99.556
		49	1.04	2.36	29.473	27.974	2.427	35.179	0.133	0	0	0.131	0	0	0	0	0.035	0.069	0.005	0.691	99.517
		50	0.955	2.312	29.342	28.267	2.243	34.972	0.166	0	0	0.11	0	0	0	0	0.094	0.136	0.009	0.905	99.511
		51	1.063	2.410	28.986	27.843	2.37	34.976	0.327	0	0	0.124	0	0	0.025	0.071	0.159	0.019	1.124	99.497	
		52	0.812	2.367	29.586	28.485	2.237	34.770	0.167	0.02	0	0.134	0	0	0	0	0.063	0.107	0.078	0.636	99.462
		53	0.704	2.220	29.123	28.360	1.815	36.090	0.318	0	0	0.107	0	0	0	0	0.012	0.077	0.099	0.72	99.645
		54	0.676	2.134	28.513	27.710	1.918	35.443	0.342	0	0.03	0.135	0	0	0	0	0.012	0.136	0.016	2.553	99.618
		55	0.779	2.114	29.02	27.922	1.878	36.273	0.277	0	0	0.124	0	0	0	0	0.024	0.135	0.048	0.937	99.531

(continuação)

GRANITO	AMOSTRA	ANÁLISE	F	Al2O3	SiO2	CaO	FeO	TiO2	Y2O3	WO3	SnO2	Ta2O5	La2O3	Ce2O3	Pr2O3	Sm2O3	Gd2O3	Yb2O3	(OH)	Total		
GJ Estéril	AU-336 (BMG)	1	1.015	2.193	28.63	27.929	2.039	35.263	0.094	0	0	0.105	0	0	0	0	0.084	0.028	2.175	99.555		
		2	0.892	2.255	29.638	27.891	2.093	35.02	0.187	0	0.109	0.096	0	0	0	0	0	0.115	0.046	0.377	98.719	
		3	1.056	2.444	29.34	27.888	2.137	35.251	0.371	0	0.14	0.097	0	0	0	0	0.035	0.135	0.004	0.453	99.351	
		4	1.089	2.19	29.184	28.377	1.934	35.679	0.288	0	0.073	0.15	0	0	0	0	0.037	0.128	0.052	0.242	99.423	
		5	0.788	2.36	29.104	27.257	2.254	35.002	0.308	0	0.037	0.131	0	0	0	0.048	0.068	0.155	0.079	1.489	99.080	
		6	0.801	2.143	29.578	29.006	2.024	36.016	0.174	0	0	0.095	0	0	0	0	0	0.07	0.133	0.101	0	100.141
		7	0.826	2.219	29.77	28.797	1.688	35.965	0.07	0	0.08	0.008	0	0	0	0	0	0.071	0.072	0.032	0	99.598
		8	1.286	2.712	29.676	28.422	2.418	34.902	0.172	0	0	0.113	0	0	0	0	0	0	0.151	0.057	0	99.909
		9	1.255	2.800	29.353	27.991	2.528	34.287	0.279	0	0	0.13	0	0	0	0.017	0.049	0.138	0.029	0.676	99.532	
		10	0.969	2.418	29.882	29.167	2.299	35.475	0.016	0	0.152	0.106	0	0	0	0	0	0.007	0.045	0.086	0	100.622
		11	0.862	2.151	29.748	28.994	1.918	35.984	0.217	0	0	0.12	0	0	0	0	0	0.044	0.126	0	0	100.164
		12	1.181	2.745	29.896	28.253	2.524	34.449	0.223	0	0	0.151	0	0	0	0	0	0.002	0.067	0	0.114	99.605
		13	1.041	2.758	30.225	29.007	2.396	34.214	0.222	0	0.233	0.09	0	0	0	0.016	0.021	0.121	0.007	0	0	100.351
		14	1.185	2.641	29.906	28.575	2.480	34.775	0.192	0	0.048	0.146	0	0	0	0	0	0.051	0.103	0	0	100.102
		15	0.847	2.777	29.926	28.413	2.472	34.831	0.289	0	0.191	0.107	0	0	0	0	0	0.102	0.141	0.022	0	100.118
		16	0.932	2.473	30.124	28.655	2.019	36.12	0.09	0	0	0.095	0	0	0	0	0	0.054	0.065	0.045	0	100.672
		17	0.998	2.516	30.346	28.88	2.367	34.527	0.226	0	0.139	0.107	0	0	0	0	0	0.09	0.152	0.021	0	100.369
		18	0.957	2.527	29.896	28.616	1.927	35.65	0.234	0	0	0.133	0	0	0	0	0	0.017	0.068	0.075	0	100.100
		19	0.89	2.278	30.112	28.333	2.115	35.484	0.319	0	0.053	0.098	0	0	0	0	0	0.046	0.156	0.051	0	99.935
		20	1.081	2.692	30.344	29.036	2.108	35.105	0.169	0	0.022	0.16	0	0	0	0	0	0.041	0.142	0.031	0	100.931
		21	1.04	2.297	30.069	29.175	2.006	35.685	0.374	0	0	0.143	0	0	0	0	0	0.049	0.094	0.019	0	100.951
		22	0.851	2.154	29.064	24.644	2.126	35.197	0.182	0	0	0.168	0	0	0	0.202	0.093	0.315	0	3.312	98.308	
		23	1.053	2.411	30.287	29.002	2.025	35.718	0.261	0	0.017	0.145	0	0	0	0	0	0.069	0.104	0.007	0	101.099
		24	0.89	2.284	30.382	28.920	2.088	36.49	0.223	0	0	0.149	0	0	0	0	0	0.042	0.102	0.022	0	101.592
		25	0.871	2.309	30.661	28.982	1.733	37.015	0.227	0	0.094	0.152	0	0	0	0	0	0.056	0.086	0.045	0	102.231
		26	0.768	2.455	30.485	29.505	2.222	35.382	0.097	0	0.07	0.1	0	0	0	0	0	0.048	0.082	0.041	0	101.255
		27	1.166	2.428	29.78	27.248	1.807	33.685	0.244	0	0	0.13	0	0	0	0	0	0.078	0.076	0.043	2.957	99.642
		28	0.678	2.413	30.275	28.305	2.161	35.341	0.357	0	0.013	0.12	0	0	0	0	0	0.061	0.131	0.027	0	99.882
		29	0.627	2.194	30.224	29.149	2.025	35.765	0.011	0	0	0.112	0	0	0	0	0	0	0.08	0	0	100.187
		30	0.815	2.183	30.013	28.053	2.054	34.969	0.695	0	0.145	0.205	0	0	0	0.059	0.029	0.177	0.127	0	99.524	

(conclusão)

GRANITO	AMOSTRA	ANÁLISE	F	Al2O3	SiO2	CaO	FeO	TiO2	Y2O3	WO3	SnO2	Ta2O5	La2O3	Ce2O3	Pr2O3	Sm2O3	Gd2O3	Yb2O3	(OH)	Total
<b>GJ</b> <b>Estéril</b>	<b>AU-336 (BMG) -</b> <b>continuação</b>	31	0.697	2.430	29.374	26.787	2.505	34.104	1.719	0	0.125	0.302	0	0	0.047	0.175	0.371	0.112	0	98.748
		32	0.706	2.604	29.546	26.693	2.567	33.444	1.85	0	0.131	0.184	0	0	0.126	0.136	0.386	0.195	0.367	98.935
		33	0.715	2.646	29.407	26.699	2.843	33.567	1.672	0	0.136	0.208	0	0	0.002	0.123	0.32	0.12	0.68	99.138
		34	0.774	2.598	29.223	26.754	2.603	32.661	2.116	0	0.098	0.272	0	0	0.095	0.166	0.407	0.146	1.063	98.976
		35	1.241	3.870	30.534	29.737	1.362	34.281	0.276	0	0.024	0.208	0	0	0	0.032	0.109	0.032	0	101.706
		36	0.826	2.180	30.016	28.040	2.102	35.436	0.866	0	0	0.186	0	0	0.04	0.071	0.176	0.096	0	100.035
		37	0.913	2.271	29.79	27.124	2.309	34.224	1.321	0	0	0.198	0	0	0.074	0.113	0.279	0.035	0.192	98.843
		38	1.029	2.613	30.211	28.163	2.881	33.995	0.52	0	0	0.091	0	0	0.018	0.046	0.128	0.04	0	99.735
		39	0.785	2.222	30.346	28.755	2.087	35.965	0.261	0	0	0.114	0	0	0	0.081	0.136	0.046	0	100.798
		40	0.611	2.258	30.099	28.175	2.095	36.056	0.576	0	0	0.134	0	0	0	0.062	0.2	0.105	0	100.371
		41	0.935	2.367	30.108	28.530	2.125	36.106	0.305	0	0	0.125	0	0	0	0.034	0.09	0.032	0	100.757
		42	0.843	2.243	30.191	28.863	2.114	35.963	0.385	0	0	0.159	0	0	0	0.058	0.155	0.102	0	101.076
		43	0.904	2.417	30.502	29.234	2.289	36.045	0	0	0	0.13	0	0	0	0	0.021	0.043	0	101.585
		44	0.759	2.686	30.673	29.302	2.199	34.842	0	0	0	0.114	0	0	0	0.056	0.07	0.057	0	100.758
		45	1.019	2.627	30.36	29.295	2.394	35.297	0.041	0	0.097	0.132	0	0	0	0.004	0.025	0	0	101.291
		46	0.986	2.370	30.508	28.798	2.303	36.367	0.102	0	0	0.112	0	0	0	0.003	0.096	0.012	0	101.657
		47	1.074	2.606	30.586	28.728	2.569	35.693	0.136	0	0	0.126	0	0	0	0.055	0.048	0	0	101.621
		48	0.763	2.313	30.468	29.298	2.103	35.801	0	0	0	0.081	0	0	0	0.037	0.055	0.043	0	100.962
		49	1.002	2.597	30.632	29.089	2.366	35.928	0	0	0.043	0.121	0	0	0	0	0.037	0.056	0	101.871
		50	0.650	1.934	30.333	29.309	1.931	36.941	0	0	0	0.149	0	0	0	0.031	0.037	0.007	0	101.322
		51	1.028	2.712	30.14	28.887	2.447	35.28	0.165	0	0.092	0.154	0	0	0	0.032	0.086	0.076	0	101.099
		52	0.784	2.449	30.432	29.045	2.945	34.566	0.033	0	0.138	0.124	0	0	0	0.009	0.05	0.038	0	100.613
		53	1.115	2.405	30.391	28.820	2.838	35.668	0	0	0.006	0.083	0	0	0	0.049	0.019	0	0	101.394
		54	0.966	2.410	30.336	28.638	2.296	35.330	0.057	0	0.01	0.178	0	0	0	0.022	0.049	0.022	0	100.314