



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
FACULDADE DE GEOLOGIA**

Trabalho de Conclusão de Curso

**CARACTERIZAÇÃO PETROGRÁFICA E
MINEROGRÁFICA DO GRANITO VELHO
GUILHERME, PROVÍNCIA ESTANÍFERA DO SUL DO
PARÁ**

Dissertação apresentada por:

NOME: RUBENS WERNER MATHEUS BRITO PINTO

**Orientador: Prof. Dr. JOEL BUENANO MACAMBIRA
(IG/UFPA)**

**BELÉM – PA
2022**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM OCEANOGRAFIA**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**CARACTERIZAÇÃO PETROGRÁFICA E
MINEROGRÁFICA DO GRANITO VELHO
GUILHERME, PROVÍNCIA ESTANÍFERA DO SUL DO
PARÁ**

Dissertação apresentada por:

NOME: RUBENS WERNER MATHEUS BRITO PINTO

**Orientador: Prof. Dr. JOEL BUENANO MACAMBIRA
(IG/UFPA)**

**BELÉM – PA
2022**

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)

P659c Pinto, Rubens Werner Matheus Brito.

Caracterização petrográfica e minerográfica do Granito Velho Guilherme, Província Estanífera do Sul do Pará. / Rubens Werner Matheus Brito Pinto. — 2022.

xv, 82 f.: il. color.

Orientador(a): Prof. Dr. Joel Buenano Macambira

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal do Pará, Instituto de Geociências, Faculdade de Geologia, Belém, 2021.

1. Petrografia. 2. Minerografia. 3. Cassiterita. 4. Granito estaníferos. 5. Granito Velho Guilherme. I. Título.

CDD 552.096625



Trabalho de conclusão de curso

Universidade Federal do Pará
Instituto de Geociências
Faculdade e Geologia

CARACTERIZAÇÃO PETROGRÁFICA E MINEROGRÁFICA DO GRANITO VELHO GUILHERME, PROVÍNCIA ESTANÍFERA DO SUL DO PARÁ

Trabalho de Conclusão de Curso apresentada por:
RUBENS WERNER MATHEUS BRITO PINTO

Como requisito à obtenção do Grau de Bacharel em
Geologia, Linha de pesquisa: Geologia Econômica.

Data da Aprovação: 21/12/2021

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Joel Buenano Macambira
(Orientador – UFPA)

Prof. Dr. Carlos Marcello Dias Fernandes
(Avaliador – UFPA)

Prof. Dr. Claudio Nery Lamarão
(Avaliador – UFPA)

*Dedico este trabalho primeiramente para minha
irmã, mulher batalhadora que não mediu esforços
para lutar pela minha educação e foi fonte de
inspiração. Não posso esquecer também da minha
mãe, que sem seu apoio e incentivo não teria
chegado até aqui.*

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a minha irmã por todo auxílio que me foi dado e a minha mãe por todo apoio prestado durante toda a graduação.

Ao Prof. Dr. Joel Buenano Macambira por me orientar e toda sua contribuição para realização deste trabalho, o Prof. Carlos Marcello por todas sugestões construtivas para melhoria do presente trabalho.

Ao Prof. Lamarão pelo empréstimo de lâminas, ao Prof. Ronaldo e Prof. Davis Carvalho pela cessão de amostras.

Ao meu amigo de turma Carlos Andrei, por toda ajuda e amizade nesses últimos anos.

A todos os colegas, Yury, Plácido, Kaleb e Isabela que, de alguma forma, contribuíram para com este trabalho.

Agradeço, também, à Universidade Federal do Pará (UFPA), ao Instituto de Geociências (IG) e à Faculdade de Geologia (FAGEO), pela infraestrutura e oportunidade de formação acadêmica.

Por fim, ao pessoal da oficina de laminação da UFPA que confeccionaram todas as lâminas utilizadas e ao Grupo de Pesquisa em Geologia Econômica (GGE-Fageo/UFPA) por ceder os laboratórios (LabMet) que utilizei durante as análises.

*“Embora ninguém possa voltar atrás e fazer um novo
começo, qualquer um pode começar agora e fazer um
novo fim.”*

Francisco Cândido Xavier

RESUMO

A cassiterita é o principal mineral de minério de estanho explorado no mundo. A área de ocorrência dos granitos estaníferos da Suíte Intrusiva Velho Guilherme, no contexto da Província Estanífera do Sudeste do Pará (PESP), se dá ao entorno da região sul-sudeste do Estado do Pará, entre os municípios de Tucumã e São Félix do Xingu. O Granito Velho Guilherme está estabelecido no contexto do Domínio Rio Maria a sul da cidade de Tucumã e dispõe de uma forma semicircular com uma área de exposição de aproximadamente 80km². Este trabalho tem como objetivo descrever, detalhadamente, as principais feições texturais dessas rochas e obter interpretações sobre processos genéticos do minério presente nas mesmas, além de caracterizar a composição mineralógica essencial e suas fases acessórias. Com a análise foi possível individualizar três fácies distintas, sendo elas: (I) micromonzogranito, (II) granito com anfibólio e (III) granito com biotita, onde a ocorrência do minério de estanho (cassiterita) ocorre apenas na fácies granito com biotita. A conclusão é baseada essencialmente em interpretações texturais juntamente com dados geoquímicos da literatura e indica que a evolução da cristalização do granito iniciou com a cristalização da fácies micromonzogranito e depois com a fácies granito com anfibólio e finalmente a formação da cassiterita ocorreu em condições de média a baixa temperatura na fácies granito com biotita. Também é apresentada uma avaliação do potencial da rede de drenagem para depósitos secundários de cassiterita.

Palavras-chave: petrografia; minerografia; cassiterita; granitos estaníferos; Granito Velho Guilherme.

ABSTRACT

Cassiterite is the main tin ore mineral explored in the world. The area of occurrence of tin granites of the Velho Guilherme Intrusive Suite, in the context of the Tin Province of Southeast of Pará (PESP), occurs around the south-southeast region of the State of Pará, between the municipalities of Tucumã and São Félix do Xingu. The Granito Velho Guilherme is established in the context of the Granito-Greenstone terrain of Rio Maria south of the city of Tucumã and has a semicircular shape with an outcrop area of approximately 80km². This work aims to describe, in detail, the main textural features of these rocks and to obtain interpretations about the genetic processes of the ore present in them, in addition to characterizing the essential mineralogical composition and its accessory phases. With the analysis it was possible to detail three distinct facies, namely: (I) micromonzogranite, (II) granite with amphibole and (III) granite with biotite, where the occurrence of tin ore (cassiterite) was reported only in the granite with biotite facies. The conclusion is essentially based on textural interpretations together with geochemical data from the literature and indicates that the evolution of granite crystallization started with the crystallization of the micromonzogranite facies and then with the granite facies with amphibole and finally the formation of cassiterite occurred under conditions of average to low temperature in the granite facies with biotite. In addition is showed an assessment of the potential of the drainage network for secondary cassiterite deposits.

Keywords: petrography; minerography; cassiterite; tin granites; Velho Guilherme Granite.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 01 - Mapa de Localização e Acesso da área de estudo, região de Tucumã. Com o mapa do Brasil com destaque para o estado do Pará e o mapa do estado do Pará com a localização da cidade de Belém e da região estudada no sudeste do Pará.....03
- Figura 02 - Cráton amazônico e suas delimitações das Províncias geocronológicas e suas referidas unidades geológicas, com delimitação aproximada da área de estudo. Modificado de Tassinari & Macambira (2004).....09
- Figura 03 - Mapa de localização dos corpos graníticos da Suíte Intrusiva Velho Guilherme, no contexto da Província Estanífera do Sudeste do Pará (PESP), Província Mineral de Carajás. Modificado de Lamarão *et al.* (2007).....12
- Figura 04 - Seção esquemática de modelo genético de depósitos associados a plutões graníticos cogenéticos (Nogueira 2019).....15
- Figura 05 - Prancha com as principais feições macroscópicas da fácies Granito com Biotita (GB). (A) Monzogranito equigranular fino; (B) Monzogranito inequigranular médio; (C) Veio de quartzo ametista com milimétricos cristais de sulfetos; (D) Porção pegmatítica com cristais de biotita, álcali-feldspato, plagioclásio e quartzo bem desenvolvidos, além de pequenos agregados de sulfetos dispostos aleatoriamente.....18
- Figura 06 – Prancha com principais feições macroscópicas da fácies Granito com Anfibólio (GA). (A – B) Principais composições da fácies GA. (A) Monzogranito equigranular médio; (B) Sienogranito equigranular médio; (C) Porção pegmatítica com cristais bem desenvolvidos de álcali-feldspato, plagioclásio e quartzo; (D) Porção pegmatítica com cristais de molibdenita milimétricos a centimétricos.....19
- Figura 07 - Diagrama modais QAP para as amostras da fácies Granito com Biotita (GB) do Granito Velho Guilherme, modificado de Streckeisen (1979).....21

Figura 08 – Principais feições microscópicas da fácies Granito com Biotita (GB). **(A – B)** aspectos texturais da fácies GB; textura granular subédrica típica; **(A)** Sienogranito equigranular médio; **(B)** Monzogranito inequigranular médio; **(C)** Cristais de álcali- feldspato (Kfs) em contato com cristais de plagioclásio (Pl) e quartzo (Qz); **(D)** Detalhe de cristais de biotita (Bt) intensamente alterados para clorita (Chl) e associado com pequenos agregados de fluorita (Fl); **(E)** finos agregados de cassiterita (Cst) associados à cristais de lepidolita (Lpd) a nicóis descruzado; **(F)** mesma feição **(E)** com nicóis cruzados; **(G)** cristal de cassiterita (Cst) com maclamento simples; **(H)** finos cristais de epidoto (Ep) anédricos. Fonte: abreviações segundo Whitney & Evans (2010).....23

Figura 09 - Diagrama modal QAP para as amostras da fácies Granito com Anfibólio (GA) do Granito Velho Guilherme, modificado de Streckeisen (1979).....24

Figura 10 – Principais feições microscópicas da fácies Granito com Anfibólio (GA). **(B)** aspectos texturais da fácies GA, textura granular subédrica (hipidiomórfica) típica e seus contatos entre os cristais de álcali-feldspato (Kfs), plagioclásio (Pl) e quartzo (Qz); Monzogranito equigranular médio; **(B)** Sienogranito equigranular médio; **(C)** aglomerado de cristais de anfibólio (Anf) imersos em matriz quartzo-feldspática; **(D)** aglomerado de cristais de biotita (Bt) alterado para opacos; **(E)** biotita (Bt) com hábito lamelar característico associada com finos agregados de fluorita (Fl). Fonte: abreviações segundo Whitney & Evans (2010).....26

Figura 11 - Diagrama modal QAP para as amostras da fácies Micromonzogranito (MG) do Granito Velho Guilherme, modificado de Streckeisen (1979).....27

Figura 12 – Diferença textural, onde se vê cristais bem desenvolvidos de quartzo subédricos (>1,5mm) e porções com finos cristais, menores que 0,1 mm (matriz).....28

Figura 13 - Características gerais da cassiterita (Cst) em análise microscópica de seções polidas. **(A)** Cassiterita (Cst) a nicóis paralelos, com uma tonalidade cinza médio típico Cassiterita (Cst) a nicóis cruzados com reflexões internas abundantes nas bordas.....29

Figura 14 - Características gerais da Magnetita (Mag) e da Hematita (Hem) em análise microscópica de seções polidas. (A) Magnetita (Mag) e Hematita (Hem) em nicóis paralelos, sendo possível observar processo de martitização. (B) mesma feição, ademais em nicóis cruzados.....	31
Figura 15 - Características gerais da Estannita (Est) em análise microscópica de seções polidas. (A) Estannita (Est) em nicóis paralelos, com cor cinza médio. (B) Estannita (Est) com nicóis cruzados, e apresentando cor verde-ardósia típica desse mineral.....	32
Figura 16 – Quadro com as diferentes fácies graníticas do Granito Velho Guilherme e suas respectivas características petrográficas e texturais.....	34
Figura 17 – Quadro com a ordem de cristalização dos minerais (essenciais e acessórios) das respectivas fácies do Granito Velho Guilherme.....	35
Figura 18- Mapa topográfico e de drenagem próximo a região de Tucumã/PA, área de estudo do Granito Velho Guilherme.....	37
Figura 19- Mapa topográfico e de drenagem próximo a região de Tucumã/PA, área de estudo do Granito Velho Guilherme com orientação do fluxo dendrítico (setas) e enfoque nos sítios de acumulação de cassiterita (amarelo).....	38

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 - Quantidade total de amostras, suas respectivas classificações e métodos descritivos empregados durante o trabalho.....	06
Tabela 02 - Amostras de mão (14), suas fácies e classificações segundo Streckeisen (1979).....	16
Tabela 03 - Lâminas petrográficas (26), suas respectivas fácies e classificações segundo Streckeisen (1979).....	20

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BSEM - biotita sienogranito equigranular médio

DNPM – Departamento Nacional de Produção Mineral

GA – granito com anfibólio

GB – granito com biotita

GVG – Granito Velho Guilherme

MG - micromonzogranito

MS - microsienogranito

PESP – Província Estanífera do Sudeste do Pará

SH - sienogranito heterogranular

SUMÁRIO

DEDICATÓRIA	iv
AGRADECIMENTOS	v
EPÍGRAFE	vi
RESUMO.....	vii
ABSTRACT	viii
LISTA DE ILUSTRAÇÕES	ix
LISTA DE TABELA.....	x
LISTA DE ABREVIATURA E SIGLA	xiii
1 INTRODUÇÃO	1
1.2 LOCALIZAÇÃO E ACESSO	2
1.3 JUSTIFICATIVA	3
1.4 OBJETIVOS	4
2 MATERIAIS E MÉTODOS	5
2.1 ORGANIZAÇÃO DO MATERIAL DISPONÍVEL	5
2.2 ANÁLISE MACROSCÓPICA.....	7
2.3 ANÁLISE MICROSCÓPICA	7
3 CONTEXTO GEOLÓGICO	8
3.1 INTRODUÇÃO.....	8
3.2 CONTEXTO GEOLÓGICO LOCAL	11
3.3 FACIES MINERALÓGICA.....	13
3.4 GÊNESE DA CASSITERITA.....	14
4 RESULTADOS	16
4.1 DESCRIÇÃO MACROSCÓPICA	16
4.1.1 Granito com Biotita	17
4.1.2 Granito com Anfibólio	18
4.2 DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA (luz transmitida)	20
4.2.1 Granito com Biotita	20
4.2.2 Granito com Anfibólio	24
4.2.3 Micromonzogranito	26
4.3 DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA (com luz refletida)	28
5 CONCLUSÕES.....	33
REFERÊNCIAS	39
ANEXO A- FICHAS PETROGRÁFICAS.....	43

1 INTRODUÇÃO

Os dados mais recentes sobre as reservas mundiais de estanho são de que há, aproximadamente, 4,4 milhões de toneladas de Sn-contido, associadas à cassiterita. A Ásia é o continente que possui as maiores reservas do mundo com 61% do total. A América vem em seguida com 21%, a Europa tem 7%, a Austrália possui 5,4% e o restante 4% distribuídos por outros continentes (DNPM 2014).

A indústria do estanho no Brasil teve sua ascensão nos anos de 1970 e 1980, onde fora alcançado o ápice da produção desse bem mineral, assumindo assim, um papel significativo no panorama nacional e internacional. Atualmente, ocupa condição muito mais modesta: possui aproximadamente 10% das reservas mundiais de estanho contido, sendo a terceira maior do mundo. É o quinto maior produtor mundial (7,1% do total), com 16.830 toneladas (metal contido no concentrado) produzidas em 2013 (Cuter 2005, DNPM 2014).

Em relação ao mercado setorial internacional, esse minério é de ampla utilização principalmente para a fabricação de soldas, ligas metálicas e folhas de flandres. Levando em conta o consumo nacional do estanho, sabe-se que a sua aplicação é majoritariamente à produção de folhas de flandres, revestimento interno de latas de alimentos e bebidas, seguido por ligas metálicas e soldas (Rodrigues 2001). A sua ampla aplicabilidade se dá pelas características físico-químicas do metal, por ser maleável, ter uma temperatura de fusão relativamente baixa (232°C), não tóxico, pouco dúctil e resistente a corrosão de agentes naturais (Nogueira 2016).

A cassiterita (SnO_2) é um dióxido de estanho, pertencente ao grupo do rutilo, com teores entre 60% a 78,9% de Sn-contido, a característica física diagnóstica do mineral é a dureza entre 6 e 7, densidade relativa elevada (6,8 a 7,1 g/cm^3) e brilho adamantino a submetálico (Deer *et al.* 1981, Rodrigues 2001, Nogueira 2016). Exibe uma coloração em tons marrom, castanho ou preto, mais raramente vermelho (estanho rubi) ou amarelo (estanho resina) e seu traço é de cor branca ou castanho claro (Nogueira 2016). É o principal minério de estanho.

A área de ocorrência dos granitos estaníferos da Suíte Intrusiva Velho Guilherme, no contexto da Província Estanífera do Sudeste do Pará (PESP), se dá ao entorno da região sul-sudeste do Estado do Pará, entre os municípios de Tucumã e São Félix do Xingu. Associam-se ao contexto do Cráton Amazônico (Biondi 2003, Vasquez *et al.* 2008), nos domínios da Província Geocronológica Amazônia Central (Tassinari & Macambira 1999). A área, geologicamente, abrange porções arqueanas, representadas por corpos graníticos

intrusivos em sequências metavulcanossedimentares do Grupo Tucumã, no Granodiorito Rio Maria, ambos pertencentes ao Terreno Granito-Greenstone do Sul do Pará, e no Cinturão de Cisalhamento Itacaiúnas (Medeiros *et al.* 1987, Araújo *et al.* 1988 *apud* Teixeira *et al.* 2005).

Segundo Teixeira (1999, 2002, 2005), Pinho (2009) e Lamarão (*et al.* 2012) a Suíte Intrusiva Velho Guilherme engloba os maciços graníticos Antônio Vicente, Bom Jardim, Mocambo, Velho Guilherme (em estudo), Benedita, Ubim-Norte, Serra da Queimada e Rio Xingu, e são frequentemente mineralizados com metais raros (Sn, Mo, W, Ta, Nb).

Os depósitos de Cassiterita são subdivididos em dois tipos, os primários e os secundários. Os primários, também conhecidos como de rocha dura, quando o mineral não está livre da ganga. Enquanto os secundários ou tipo placers são extraídos no garimpo (eluviação, coluviões), todavia são de decorrência das áreas de ação primária que se sedimentam a mercês, suas composições mineralógicas decorrentes da ação do intemperismo, no caso que é a erosão e sedimentação do material (Dallalba 2015).

1.2 LOCALIZAÇÃO E ACESSO

A área de estudo (Figura 01) está localizada próximo às cidades de Tucumã e Ourilândia do Norte, sudeste do estado do Pará e está inserida no extremo sudeste da Folha SB-22-Y-B (São Felix do Xingu). As principais vias de acesso que ligam até a região são as rodovias PA-150 até o município de Xinguara e em seguida a PA-279, até Tucumã. Outra opção seria pela rodovia PA-275, passando por Parauapebas e seguindo pela PA 160 até a PA-279 e até Tucumã. Há a possibilidade também de, no interior da área estudada, adentrar pequenas vicinais que servem como acesso até os pontos visitados em campo por meio de veículos (pick-ups) (**Figura 01**).

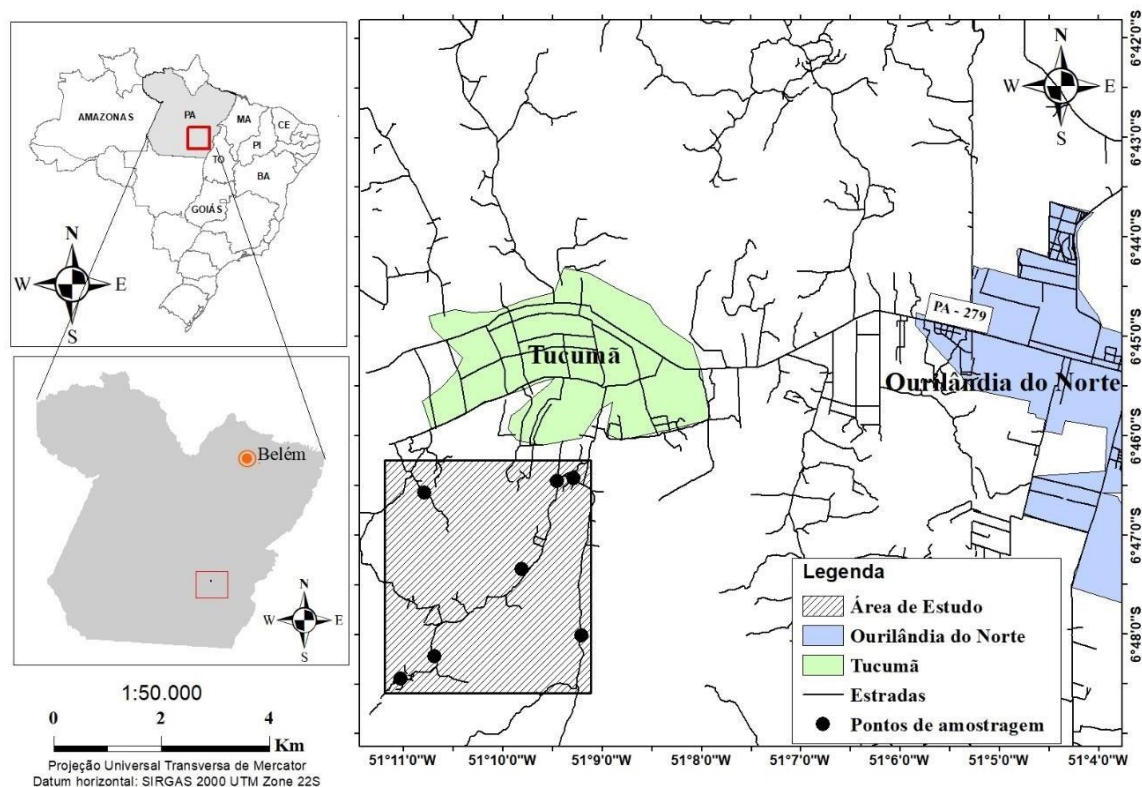


Figura 01- Mapa de Localização e Acesso da área de estudo, região de Tucumã. Com o mapa do Brasil com destaque para o estado do Pará e o mapa do estado do Pará com a localização da cidade de Belém e da região estudada no sudeste do Pará.

1.3 JUSTIFICATIVA

Poucos e antigos são os estudos que descrevem litologias pertencentes ao maciço intrusivo Velho Guilherme, bem como sua mineralogia acessória e sua gênese mineral. O grande número de granitoides conhecidos no Cráton Amazônico de características semelhantes à Suíte Intrusiva Velho Guilherme permite uma boa correlação quanto ao processo de formação dessa mineralização estanífera ainda não descrita em alguns corpos, bem como de seu potencial para depósitos minerais. Logo, o presente estudo pretende realizar análise petrográfica e textural refinada das amostras do corpo granítico. A finalidade deste trabalho é estudar a cassiterita que ocorre no Granito Velho Guilherme, a sul do município de Tucumã/PA, pertencente a Suíte Intrusiva Velho Guilherme, os minerais associados, estabelecer a principal fácies mineralizada e minerais associados ao minério, avançando assim, no conhecimento geológico, dentro do contexto da Província Estanífera do Sudeste do Pará (PESP). Além de que, deve-se mencionar a importância do presente trabalho desenvolvido como TCC na consolidação de fundamentos e conceitos básicos de geologia utilizados para o estudo de depósitos minerais.

1.4 OBJETIVOS

- 1) Caracterizar a composição mineralógica essencial e as fases acessórias que ocorrem nestas rochas, bem como os minerais secundários.
- 2) Descrever detalhadamente as principais feições texturais obtendo assim interpretações sobre os processos genéticos do minério e cristalização dos minerais.
- 3) Correlacionar os processos genéticos dos litotipos mineralizados estudados com os encontrados em estudos pretéritos na Província Estanífera do Sudeste do Pará.
- 4) A título de contribuição para a pesquisa mineral, será apresentada uma análise dos sítios mais favoráveis para acumulação de cassiterita secundária na rede de drenagem, no município de Tucumã/Pa.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização deste trabalho foram utilizadas amostras de campo provenientes da expedição da disciplina “Mapeamento Geológico 2” do Curso de Graduação em Geologia da UFPA, do ano de 2019. O corpo parcialmente mapeado é o Granito Velho Guilherme, localizado nas proximidades da cidade de Tucumã/PA, onde foram coletadas cerca de 14 amostras em 5 pontos diferentes dentro da área de estudo (Figura 02). Uma parte das amostras foram fornecidas pelo coordenador da disciplina Prof. Dr. Davis Carvalho, e pelo Prof. MSc. Ronaldo Lemos, ambos professores do curso de Geologia da UFPA. A outra porção das amostras foram cedidas pelo Prof. Dr. Claudio Nery Lamarão, o qual cedeu 12 lâminas e mais 6 lâminas polidas para elaboração deste trabalho. Num total de 32 amostras (considerando lâminas, seções polidas e amostras de mão).

A petrografia neste trabalho se alicerçará em descrições macroscópicas e microscópicas. São utilizados dois tipos básicos de microscopia óptica em Geologia, a de luz transmitida e luz refletida. A análise microscópica em luz transmitida observa os minerais da rocha transparentes, de forma que a luz atravessa a lâmina e atinge a objetiva, possibilitando fazer um estudo sobre as propriedades morfológicas e estruturais da rocha e seus minerais, como hábito, relevo, cor, forma, macla, pleocroísmo, clivagem a luz natural, cores de interferência, sinal de alongação, birrefringência e extinção a luz polarizada. Enquanto a microscopia a luz refletida analisa os minerais opacos da rocha, pois a luz incide na superfície do mineral e é refletida em direção a objetiva, iluminando os minerais que não recebiam luz na microscopia transmitida. Possibilitando, assim, a identificação de características como: cor, reflectância, birreflectância, anisotropia e reflexões internas.

2.1 ORGANIZAÇÃO DO MATERIAL DISPONÍVEL

Para a realização deste trabalho foi necessário uma seleção e compilação de todos os dados obtidos ao longo de pesquisa bibliográfica complementar sobre o assunto, confecção de mapa digital de localização e acesso, fotos macroscópicas e microscópicas, descrições mesoscópicas e análises petrográficas microscópicas de lâminas delgadas e seções polidas. As discussões sobre o assunto foram realizadas com o orientador, além de ponderações sobre os resultados. A partir desses produtos foi confeccionada a presente monografia. Os métodos de trabalho empregados que consistiram em análise mesoscópica e análises petrográficas convencionais estão organizados na **Tabela 01** abaixo.

Tabela 01 – Quantidade total de amostras, suas respectivas classificações e métodos descritivos empregados durante o trabalho.

(continua)

Rocha	Descrição macroscópica	Lâmina delgada	Seção polida	Amostra
Monzogranito equigranular fino	(√)	(√)	—	GVG - A
Monzogranito equigranular fino	—	(√)	—	NN-VG-34
Monzogranito porfirítico fino	—	(√)	—	NN-VG- 67A
Monzogranito equigranular médio	(√)	(√)	—	PTU19 - III
Monzogranito equigranular médio	(√)	(√)	—	GVG - C
Monzogranito equigranular médio	(√)	(√)	—	GVG - E
Monzogranito equigranular médio	(√)	(√)	—	GVG - I
Monzogranito equigranular médio	(√)	(√)	—	GVG - K
Monzogranito equigranular médio	—	(√)	—	NN-VG-33
Monzogranito equigranular médio	—	(√)	—	NN-VG-63
Monzogranito equigranular médio	—	(√)	—	NN-VG- 33A
Monzogranito equigranular médio	—	—	(√)	NN-VG- 17B
Monzogranito inequigranular	(√)	(√)	—	GVG - D
Monzogranito inequigranular	(√)	(√)	—	GVG - J
Monzogranito inequigranular	(√)	(√)	—	GVG - L
Monzogranito inequigranular	(√)	(√)	—	GVG - M
Monzogranito inequigranular	—	(√)	—	NN-VG- 77C
Sienogranito equigranular médio	(√)	(√)	—	GVG - B
Sienogranito equigranular médio	(√)	(√)	—	GVG - F
Sienogranito equigranular médio	(√)	(√)	—	GVG - G
Sienogranito equigranular médio	(√)	(√)	—	GVG - H
Sienogranito equigranular médio	—	(√)	(√)	NN-VG-36
Sienogranito equigranular médio	—	(√)	(√)	NN-VG-75

(conclusão)

Rocha	Descrição macroscópica	Lâmina delgada	Seção polida	Amostra
Sienogranito equigranular médio	—	(√)	—	NN-VG-71
Sienogranito equigranular médio	—	(√)	—	NN-VG- 77N
Sienogranito equigranular médio	—	—	2 (√)	NN-VG- 57A
Micromonzogranito	—	(√)	—	NN-VG-76
Micromonzogranito	—	(√)	—	NN-VG- 77B
Micromonzogranito	—	—	(√)	NN-VG- 77A
Totais	14	26	6	30

2.2 ANÁLISE MACROSCÓPICA

Nesse procedimento foram analisadas as 14 amostras coletadas em campo com o auxílio da lupa de bolso com aumento de 30x e lente com 20mm de diâmetro, além da lupa binocular do Laboratório de Metalogênese (LabMet) da Faculdade de Geologia. Foram descritas as características mesoscópicas das amostras, como: cor, mineralogia e tamanho dos cristais, assim como relações de ocorrência preferencial dos minerais metálicos, principalmente a cassiterita, para classificá-las e verificar se há tendência da mineralização ocorrer em determinado tipo.

2.3 ANÁLISE MICROSCÓPICA

Foram utilizadas nesta etapa, os microscópios petrográficos do Grupo de Geologia Econômica instalados no Laboratório de Metalogênese (LabMet) da Faculdade de Geologia, ou seja, o microscópio petrográfico de luz refletida e transmitida, marca Carl-Zeiss, modelo Axioplan-2 e o microscópio petrográfico de luz refletida e transmitida com computador e capturadora de imagens acoplados, marca Olympus, modelo BX51-P. Este, utilizado para analisar petrograficamente e fotografar as lâminas (26) e as seções polidas (6). Essas análises permitiram classificar as amostras segundo os diagramas Q-A-P e Q-A+P-M (Streckeisen 1979, Le Maitre 2002).

3 CONTEXTO GEOLÓGICO

3.1 INTRODUÇÃO

O Cráton Amazônico é uma das principais unidades tectônicas da Plataforma Sul-Americana, constituído pelos escudos das Guianas e Brasil Central, separados pela faixa sedimentar das bacias do Amazonas e Solimões. Localizado na porção norte da América do Sul, cobre uma área de aproximadamente 4.500.000 km², que inclui parte norte do Brasil, Guiana Francesa, Guiana, Suriname, Venezuela, Colômbia e Bolívia (Vasquez *et al.* 2008). É limitado a norte pela margem atlântica, e em suas bordas orientais e meridionais por faixas orogênicas neoproterozoicas marginais do Escudo Atlântico (cinturões Paraguai-Araguaia-Tocantins), geradas durante o Ciclo Brasileiro. O limite ocidental com a cadeia Andina é em grande parte convencional, visto que geralmente está encoberto por depósitos cenozoicos das bacias de antepaís subandinas (Vasquez *et al.* 2008).

Este cráton é uma entidade geotectônica que teve comportamento estável no Neoproterozoico e tem seu embasamento exposto nas Províncias Tapajós e Rio Branco, separadas pela Província Amazonas (que inclui a Bacia do Alto Tapajós). A continuidade do cráton sob esta última província fundamenta-se em semelhanças geológicas a norte e sul dela e em dados de sondagem realizados pela Petrobras que indicaram a continuidade de algumas unidades sob a Bacia do Amazonas (Hassui *et al.* 2012).

Atualmente a concepção de origem mais aceita é que no decorrer do Arqueano, Paleo e Mesoproterozoico, haveriam surgido diversos arcos magmáticos continentais que geraram um material juvenil advindo do manto superior, assim como processos subordinados de retrabalhamento crustal (Tassinari & Macambira 1999, Santos *et al.* 2006, Cordani & Teixeira 2007).

Com o avanço dos estudos, Tassinari & Macambira (2004), subdividiram o Cráton Amazônico em seis diferentes províncias geocronológicas: Amazônia Central (>2,2 Ga), Maroni-Itacaiúnas (2,2-1,95 Ga), Ventuari-Tapajós (1,95-1,88 Ga), Rio-Negro-Juruena (1,8-1,55 Ga), Rondoniana-San Ignacio (1,55-1,3 Ga) e Sunsás (1,3-1,0 Ga), sendo limitadas entre si principalmente com base em dados geocronológicos, com apoio de dados geológicos e geofísicos (**Figura 02**).

A área de estudo, situada aproximadamente dentro da área demarcada (**Figura 02**), está localizada dentro da província geocronológica Amazônia Central, onde há ocorrência de uma grande variedade composicional de rochas, mas no geral, verifica-se greenstone-belts, rochas vulcânicas com caráter ácido intermediário, além de granitoides.

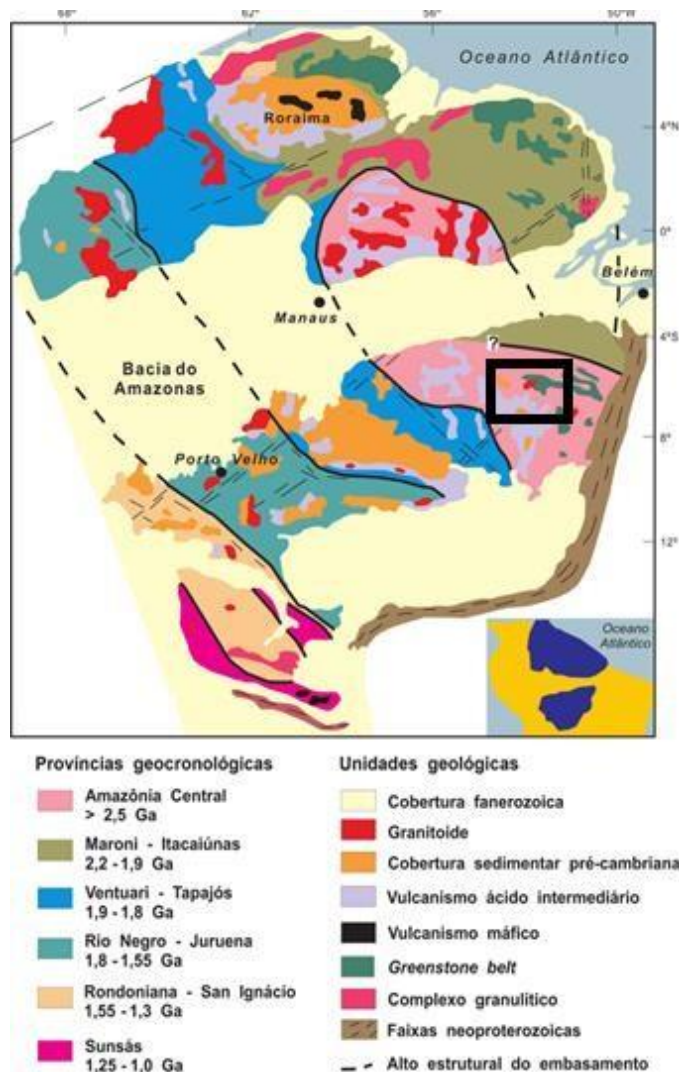


Figura 02- Cráton amazônico e suas delimitações das Províncias geocronológicas e suas referidas unidades geológicas, com delimitação aproximada da área de estudo. Modificado de Tassinari & Macambira (2004).

Segundo Dall'Agnol *et al.* (2006) e Vasquez *et al.* (2008), utilizando agrupamento de dados litológicos e geocronológicos, separaram a Província Carajás em dois segmentos crustais tectonicamente distintos: Domínio Rio Maria de idade mesoarqueana, ao sul, e Domínio Carajás formado por rochas meso- e neoarqueanas, ao norte, com diversos granitos anorogênicos paleoproterozoicos seccionando as unidades arqueanas em toda a Província Carajás (Dall'Agnol *et al.* 2006).

O Domínio Rio Maria é formado por greenstone belts (Supergrupo Andorinhas) e por granitoides arqueanos. Os granitoides arqueanos foram divididos em cinco grupos: (1) Série TTG mais antiga -Tonalito Arco Verde e Trondhjemitó Mogno, seguidos pelo Complexo Tonalítico Caracol, Tonalito Mariazinha ($2,96 - 2,93 \pm 0,02$ Ga); (2) granitoides com alto Mg - Granodiorito Rio Maria e rochas de afinidade sanukitoide associada ($\sim 2,87$ Ga); (3) leucomonzogranitos cálcico-alcálicos - Suíte Guarantã e granitos correlatos (2,87 Ga); (4) Trondhjemitó Água Fria (2,86 Ga), que corresponde aos TTGs mais jovens; (5) leucogranitos potássicos – granitos Xinguara e Mata Surrão (2,86 Ga); (Macambira & Lafon 1995, Leite *et al.* 2004, Dall'Agnol *et al.* 2006, Oliveira *et al.* 2009, Almeida *et al.* 2013). Além destes ocorrem granitos anorogênicos da Suíte Jamon (1,88 Ga) (Dall'Agnol *et al.* 2005).

O Domínio Carajás é composto pelo Supergrupo Itacaiúnas (Dall'Agnol *et al.* 2006), Complexo Luanga e granitos subalcalinos - Complexo Estrela, Serra do Rabo, Igarapé Gelado e Salobo – (Vasquez *et al.* 2008), sucedido por extensa sedimentação da Formação Águas Claras (Nogueira *et al.* 1995).

Em torno de 1,88 Ga, a Província Carajás foi palco de um evento magmático extenso, marcado por intrusões graníticas anorogênicas e diques associados formando três suítes distintas (Dall'Agnol *et al.* 2005). Essas suítes foram caracterizadas por Dall'Agnol *et al.* (2005) e Dall'Agnol & Oliveira (2007) com base em suas características petrográficas e geoquímicas, seu potencial metalogenético e nas condições de fugacidade do oxigênio reinantes durante a cristalização, em: (i) Suíte Jamon (granitos Musa, Redenção, Jamon, Bannach, Marajoara, Manda Saia); (ii) Suíte Serra dos Carajás (granitos Serra dos Carajás, Pojuca e Cigano); (iii) Suíte Velho Guilherme (granitos Antônio Vicente, Velho Guilherme, Mocambo, Bom Jardim, Serra da Queimada, Ubim-sul, Benedita e Rio Xingu).

No Domínio Rio Maria este magmatismo anorogênico é representado pela Suíte Jamon. Esses granitos são marcados por uma homogeneidade composicional essencialmente monzogranítica e sienogranítica, comumente com mineralogia acessória: zircão, apatita, magnetita, ilmenita, allanita, titanita e fluorita nas fácies mais evoluídas, formadas em condições oxidantes e de fugacidade de oxigênio (fO_2) relativamente elevada (Almeida *et al.* 2007).

Os granitos anorogênicos paleoproterozoicos do Domínio Carajás são representados por unidades da Suíte Serra dos Carajás (Dall'Agnol *et al.* 2005, Vasquez *et al.* 2008), composta pelos Granitos Serra dos Carajás, Cigano, Pojuca e Rio Branco

(Santos *et al.* 2013). Esses granitos são marcados por uma homogeneidade composicional essencialmente monzogranítica e subordinadamente sienogranítica, e com mineralogia acessória: zircão, apatita, allanita e titanita rara ou ausente, formados em zona de baixa fugacidade de oxigênio e sua assinatura geoquímica é própria de granitos Tipo A reduzidos (Santos *et al.* 2013).

A Suíte Velho Guilherme é composta por granitos com características subalcalinas e alcalinas, geralmente monzogranitos, sienogranitos e subordinadamente álcali-feldspato granitos, são mineralogicamente ricos em fluorita e com rara presença de titanita e magnetita, são portadores de mineralizações de estanho e outros metais raros, com assinatura geoquímica de granitos Tipo A reduzidos (Teixeira & Bettencourt 2000, Teixeira *et al.* 2002, 2005).

3.2 CONTEXTO GEOLÓGICO LOCAL

A Suíte Intrusiva Velho Guilherme, está situada na Província Mineral Carajás, no contexto da Província Amazônia Central, no sudeste do Pará. Os corpos conhecidos dessa suíte até o presente estudo são o Antônio Vicente e Velho Guilherme (**Figura 03**), Mocambo, Benedita, Ubim Norte, Ubim Sul, Serra da Queimada e Bom Jardim. São reconhecidos por possuírem um caráter peraluminoso a metaluminoso, composição variando de álcali-feldspato granítica, sienogranítica, mas por vezes monzogranítica. Os mesmos são correlacionáveis entre si por feições metalogenéticas, idade, quimismo, mineralogia e textura (Macambira & Vale 1997, Vasquez *et al.* 2008).

O maciço granítico Velho Guilherme está estabelecido no contexto do terreno Granito-Greenstone Rio Maria a sul da cidade de Tucumã. Dispõe de uma forma semicircular com uma área de exposição de aproximadamente 80km² (Teixeira 1999). É discordante as unidades do Grupo Tucumã e em granitoides do Granodiorito Rio Maria, de caráter anorogênico; foi datado por Lafon (*et al.* 1995) pelo método de Pb-Pb em rocha total com idade do proterozoico médio de 1,874±3 Ga. Os corpos da suíte intrusiva Velho Guilherme foram afetados por processos de alteração tardi a pós-magmáticas em diferentes gradientes e que estão habitualmente mineralizados com cassiterita (Teixeira 1999).

As informações petrográficas e mineralógicas existentes na bibliografia sobre o maciço em questão são restritas aos estudos realizados por Teixeira 1999, Avelar *et al.* 1999, Teixeira *et al.* 2002, 2005, Pinho 2006, Lamarão *et al.* 2014.

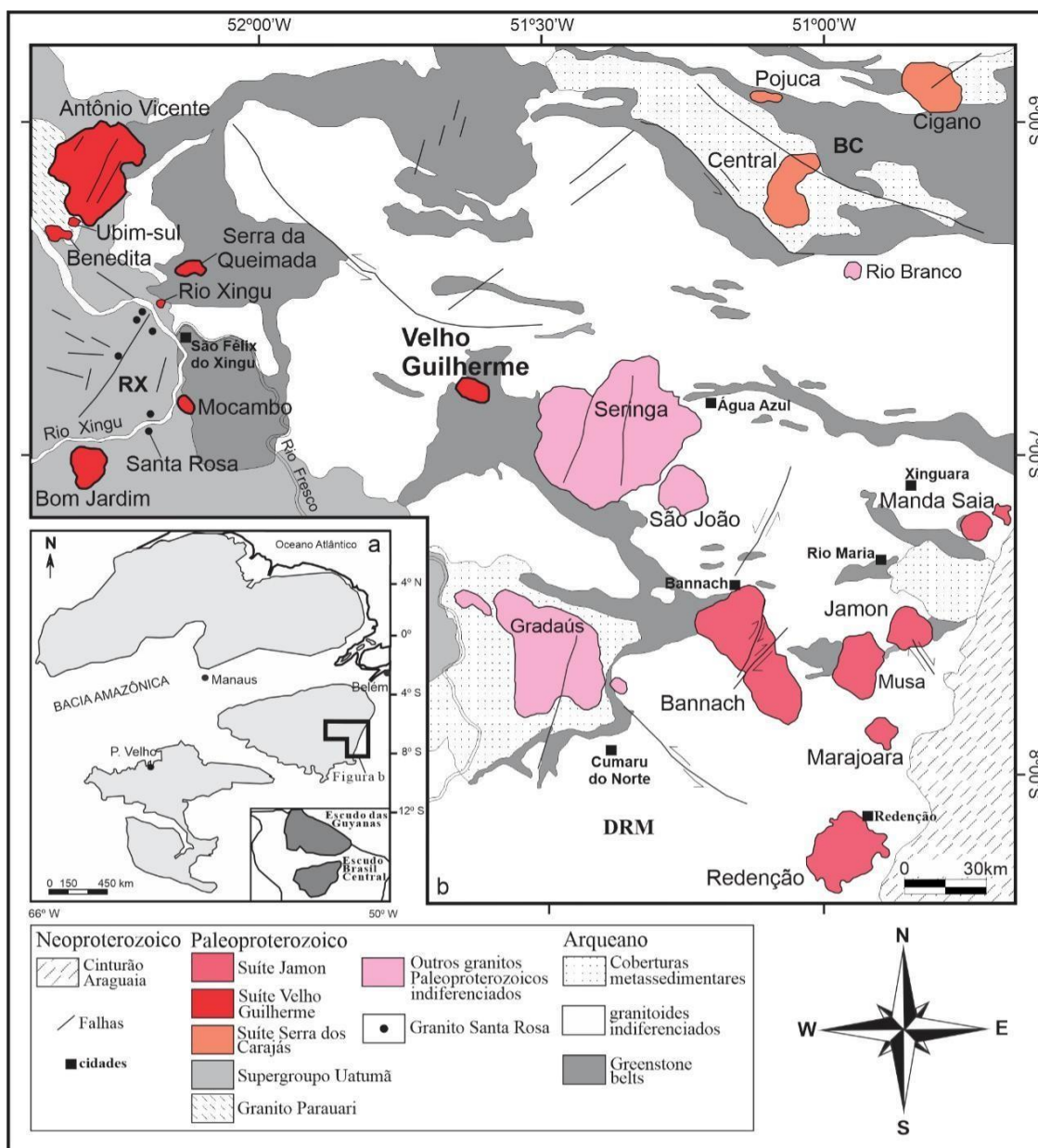


Figura 03- (a) Mapa Geológico e de localização dos corpos graníticos da Suíte Intrusiva Velho Guilherme, Cráton Amazônico, contexto da Província Estanífera do Sudeste do Pará (PESP), Província Mineral de Carajás. (b) Mapa geológico simplificado da Província Carajás com a distribuição das suítes graníticas do Cráton Amazônico (Dall'Agnol *et al.* 2005), com destaque para o Granito Velho Guilherme, objeto deste estudo (**em negrito**). DRM=Domínio Rio Maria. RX=Região do Xingu. BC=Bacia Carajás. Suíte Jamon: granitos oxidados; Suíte Velho Guilherme: granitos reduzidos; Suíte Serra dos Carajás: granitos moderadamente oxidados; outros granitos paleoproterozoicos: granitos moderadamente oxidados. Modificado de Lamarão *et al.* (2007).

3.3 FACIES MINERALÓGICA

O corpo em estudo, Granito Velho Guilherme (GVG), é constituído majoritariamente por uma composição sienogranítica a monzogranítica e é afetado por alterações pós ou tardi-magmáticas em intensidades distintas, propiciando assim, uma mineralização de cassiterita, fluorita, topázio e molibdenita (Teixeira *et al.* 2005, Fernandes 2009).

As rochas do GVG são essencialmente de coloração rosa e por vezes rosa-acinzentada, ocorrendo desde uma textura equigranular média rica em biotita, até uma heterogranular variando de média a grossa com uma menor quantidade de biotita, e ambos são cortados por microgranitos (Teixeira 1999).

Segundo Teixeira (1999), há a ocorrência de pelo menos 3 fácies nesse maciço, sendo elas impossibilitadas de serem definidas em mapa pois a escala adotada no trabalho extrapola a do corpo que fora analisado. Ademais, as 3 fácies descritas são (I) biotita sienogranito equigranular médio (BSEM), (II) sienogranito heterogranular (SH) e (III) microssienogranito (MS), distinção estabelecida a partir do máfico principal que é a biotita (Teixeira 1999).

A facies BSEM exprime uma textura equigranular hipidiomorfica média, tendo como minerais principais o plagioclásio, álcali-feldspato e o quartzo, os acessórios são o zircão e minerais opacos, enquanto as alterações, ocorrem a albita, sericita e clorita (Teixeira 1999). Considerando a facies SH, sendo essa fortemente alterada pelos processos tardi/pós magmáticos, é constituída por uma textura heterogranular hipidiomórfica média, os seus minerais principais são o plagioclásio, feldspato potássico e o quartzo, já como varietal encontra-se a biotita, enquanto os acessórios que ocorrem são o zircão, rutilo e minerais opacos, e em relação aos secundários há a albita, sericita e argilominerais (Teixeira 1999). Por último a facies MS, apresenta uma textura heterogranular hipidiomorfica fina e localmente porfirítica fina, os minerais principais são o plagioclásio, feldspato potássico e o quartzo, o único varietal é a biotita, já os acessórios são também o zircão, rutilo e minerais opacos, enquanto os secundários apresentam-se a albita, e sericita (Teixeira 1999).

3.4 GÊNESE DA CASSITERITA

A maioria dos depósitos primários de estanho do mundo ocorre associada a rochas graníticas altamente evoluídas, que se alojam na crosta terrestre na forma de intrusões (Nogueira 2019). O GVG apresenta características de granitos intraplaca do tipo A, e fonte crustal arqueana, com protólitos de crosta continental superior, alguns com mistura de material de crosta mais profunda e localmente com fontes magmáticas profundas (Teixeira *et al.* 2002, 2005). Esses granitos detêm mineralizações em stockwork e greisens, embora as concentrações econômicas sejam em aluviões (Biondi 2003).

Na fase final de processos orogênicos, pós-orogênicos e/ou anorogênicos há a ocorrência de intrusões de batólitos graníticos mais jovens com mineralizações polimetálicas, entre elas, o estanho. (Leite Júnior 2002). A gênese destes depósitos parte de um ambiente onde tem-se o alojamento de corpos ígneos graníticos tipo S, derivados da fusão de metassedimentos, ou tipo A, anorogênicos com profundidade maior que 2 km, que formam fluidos magmático-hidrotermais constituídos por água, voláteis, sais e metais dissolvidos (Leite Júnior 2002; Nogueira 2019). Ao longo do resfriamento, surge um sistema de convecção que propicia a diminuição dos gradientes de temperatura, fazendo que os fluidos existentes resfriem em direção a borda superior do corpo, acarretando em um enriquecimento em voláteis e metais dissolvidos, que são os precursores da mineralização – **Figura 04** (Biondi 2003; Nogueira 2019).

Como o resfriamento inicia-se da borda para o interior do corpo granítico, estabelece, assim, um tipo de carapaça selante que confina os fluidos, de modo que ocorra um aumento na pressão interna e consequentemente aumento da cristalização dos líquidos remanescentes. Posteriormente, os metais precipitam e formam os minérios e os corpos mineralizados associados às zonas de alteração hidrotermal, que correspondem às zonas de rochas alteradas pelos fluidos quentes (Biondi 2003; Leite Júnior 2002; Nogueira 2019).

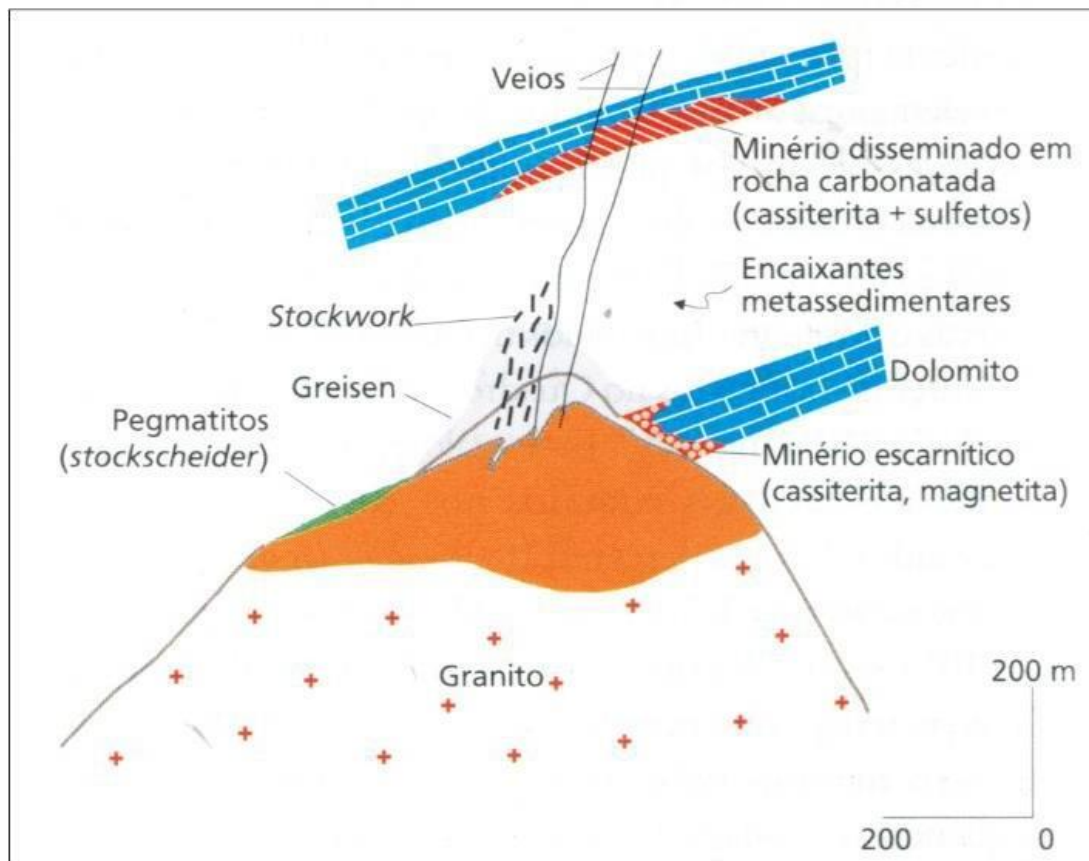


Figura 04- Seção esquemática de modelo genético de depósitos associados a plutões graníticos cogenéticos (Nogueira 2019).

Esses fluidos denotam uma grande diversidade de elementos maiores e de metais enriquecidos no magma (Sn, W, Ta, Nb, Li, Be, Cs, Zr, Hf, Y e ETR), em granitos que variam de composições monzogranítica, sienogranítica a álcali-feldspato granito (Stemprok 1990).

4 RESULTADOS

A cassiterita é o mineral de minério dos depósitos de estanho da Suíte Intrusiva Velho Guilherme, localizada na Província Estanífera do Sudeste do Pará (PESP). Então, neste capítulo serão apresentados os resultados obtidos a partir das análises macroscópicas e microscópicas das amostras do granito, correlaciona-las e, posteriormente, sugerir a fácies de ocorrência preferencial da cassiterita proveniente deste depósito. Isso será preparado a partir das descrições detalhadas das amostras utilizadas no trabalho, pois foram descritas suas feições como: texturas, mineralogia primária, varietal, acessória e secundária, além da granulação dos cristais e suas associações, propiciando, assim, a separação das amostras em fácies.

Este trabalho difere da classificação em fácies de Teixeira (1999), pelos seguintes motivos: (I) em sua tese, a porção amostrada se restringiu a parte centro-norte e noroeste do corpo, pois, na época o acesso era dificultoso, enquanto nesta atual pesquisa foram amostradas diferentes áreas do maciço, além daquelas estudadas em sua tese. (II) em relação às fácies, devido a uma maior quantidade de amostras, as características texturais e de classificação das rochas diversificaram um pouco mais em relação ao estudo de Teixeira (1999), propiciando que fossem agrupadas uma quantidade maior de informações a uma mesma fácies, facilitando, assim a elaboração desta monografia.

4.1 DESCRIÇÃO MACROSCÓPICA

Nesse tópico serão descritas, de forma integrada, todas as amostras que possuem suas respectivas amostras de mão, que totalizam 14 (quatorze), de modo que as classificamos de acordo com a descrição feita e adequamos a determinada fácies (**Tabela 02**).

Tabela 02- Amostras de mão (14), suas fácies e classificações

(continua)

Fácies	Rocha	Amostra
Granito com Biotita (GB)	Monzogranito equigranular fino	GVG - A
	Sienogranito equigranular médio	GVG - B
	Monzogranito inequigranular	GVG - D
	Sienogranito equigranular médio	GVG - F
	Sienogranito equigranular médio	GVG - G
	Monzogranito equigranular médio	GVG - I
	Monzogranito equigranular médio	GVG - K

(conclusão)

Facies	Rocha	Amostra
Granito com Anfíbólio (GA)	Monzogranito heterogranular	GVG - J
	Monzogranito heterogranular	GVG - L
	Monzogranito heterogranular	GVG - M
	Monzogranito equigranular médio	PTU19 - III
	Monzogranito equigranular médio	GVG - C
	Monzogranito equigranular médio	GVG - E
	Sienogranito equigranular médio	GVG - H

Fonte: Segundo Streckeisen (1979).

4.1.1 Granito com Biotita

Os granitos com biotita são rochas faneríticas, holocristalinas, hololeucocráticas (com índice de cor 3%), equigranular a inequigranular, de granulação média a fina, apresentando uma coloração creme, levemente esbranquiçada. A rocha é isótropa (maciça) e tem uma textura granular (**Figura 05**).

Sua composição é representada predominantemente por álcali-feldspato e plagioclásio, e em menor proporção de quartzo e biotita. O K-feldspato tem cor rosa creme, ocupando proporções elevadas na rocha (aproximadamente 40% - 46%), com seu tamanho variando entre 1mm e 4mm. O plagioclásio, subédrico, tem uma coloração acinzentada e encontra-se em 30% da rocha, com dimensões variando de 1 a 2,3mm. O quartzo é anédrico, ocupando proporção 20% a 25%, e seu tamanho médio é em torno de 2 mm. Em relação ao mineral máfico, aparentemente está em proporção de 2% a 5% de biotita, seu tamanho está na faixa de 1-2 mm.

Ocorrem, mais localmente, em um veio, pequenos agregados de cristais de pirita, além de agregados de fluorita dispõe ainda, em porções pegmatíticas, de pequenos agregados de molibdenita subédrica a anédrica com até 2mm de comprimento, e pirita, além de pequenos cristais de turmalina preta com até 0,4cm de comprimento (**Figura 05**).

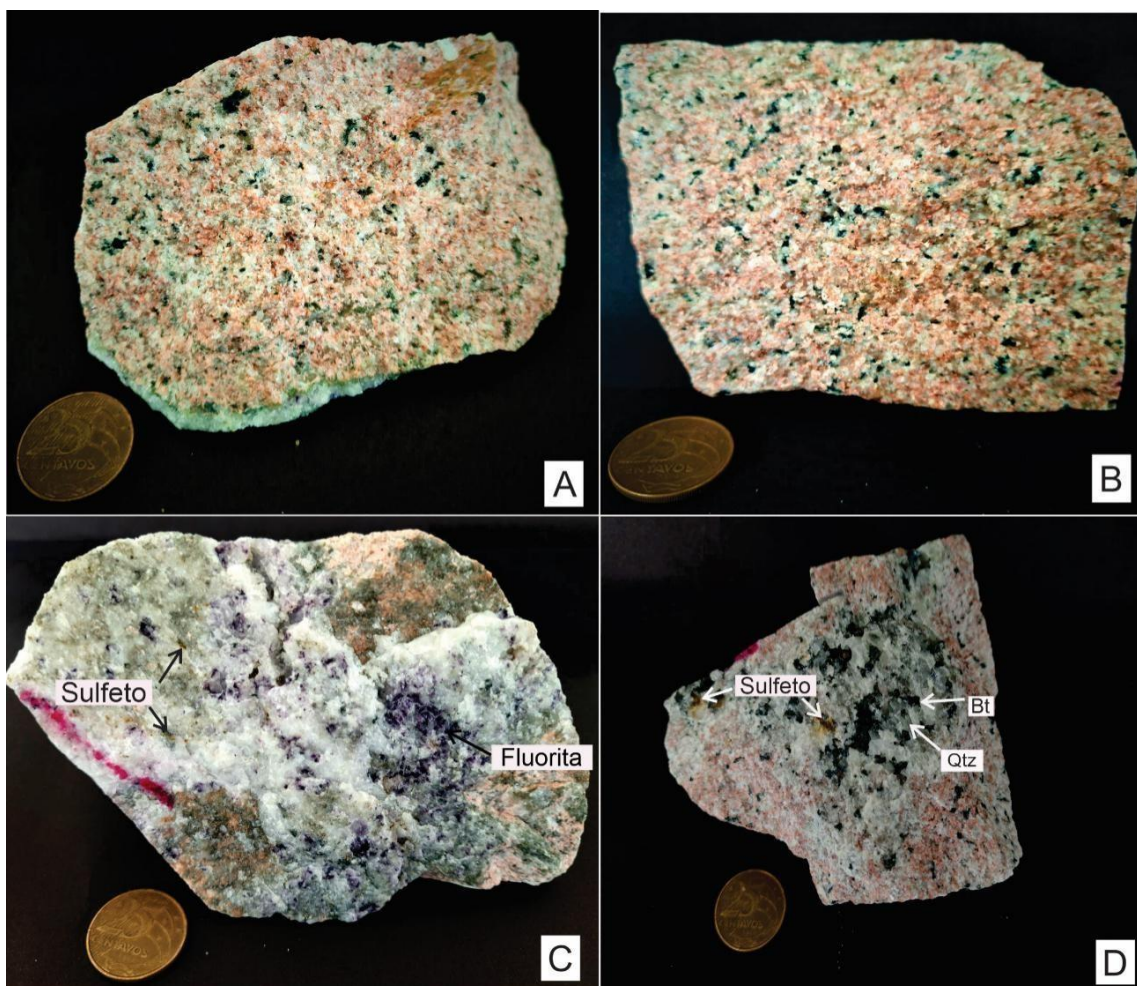


Figura 05- Prancha com as principais feições macroscópicas da fácies Granito com Biotita (GB). (A) Monzogranito equigranular fino; (B) Monzogranito inequigranular médio; (C) Veio de quartzo e fluorita com milimétricos cristais de sulfetos; (D) Porção pegmatítica com cristais de biotita, álcali-feldspato, plagioclásio e quartzo bem desenvolvidos, além de pequenos agregados de sulfetos dispostos aleatoriamente.

4.1.2 Granito com Anfibólio

As rochas que compõem essa fácies são faneríticas, holocristalinas, hololeucocráticas (com índice de cor 3% a 7%), equigranular a inequigranular, de granulação variando de média a grossa, apresentando uma coloração creme, levemente esbranquiçada. A rocha é isótropa (maciça) e tem uma textura granular (**Figura 06 – Fig. A e B**).

A composição é representada predominantemente por álcali-feldspato e plagioclásio, e em menor proporção de quartzo, biotita e anfibólio. O K-feldspato tem cor rosa creme, ocupando proporções elevadas na rocha (aproximadamente 40% a 45%), com seu tamanho variando entre 1mm e 5mm. O plagioclásio, subédrico, tem uma coloração acinzentada e encontra-se em 25% a 30% da rocha. O quartzo é anédrico, ocupando proporção de 25% a 27%, sua granulação média fica em torno de 2 mm. Em relação aos

minerais máficos, aparentemente estão em proporções equilibradas, tanto a biotita, quanto o anfibólio, e seus tamanhos estão na faixa de 1-2 mm, apresentando-se em cerca de 3% a 7%, ao total.

Intercorrem porções pegmatíticas (**Figura 06 - Fig. C**), onde cristais de álcali-feldspato, plagioclásio e quartzo encontram-se bem desenvolvidos. Os K-feldspatos, são geralmente subédricos nessa parte e chegam até 1cm de comprimento. Em relação ao plagioclásio, eles dispõem-se em forma de agregados de cristais subédricos. Já o quartzo, apresenta cristais anédricos que chegam até 0,8cm. Nessas porções pegmatíticas há incidência de agregados de molibdenita anédrica, com seus cristais entre 0,4 e 1,4cm de tamanho e sulfetos dispersos ao longo dos cristais (**Figura 06 - Fig. D**).

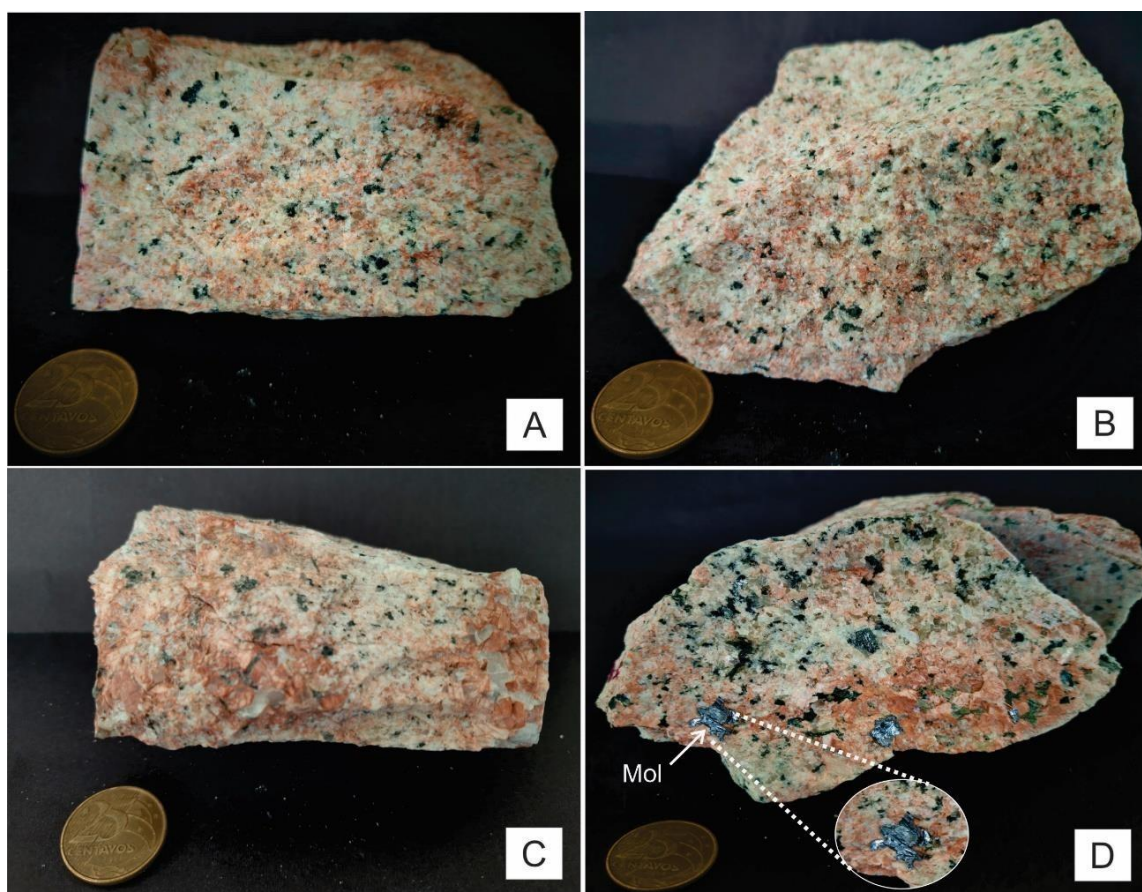


Figura 06- Principais feições macroscópicas da fácies Granito com Anfibólio (GA). (**A – B**) Principais composições da fácies GA. (**A**) Monzogranito equigranular médio; (**B**) Sienogranito equigranular médio; (**C**) Porção pegmatítica com cristais bem desenvolvidos de álcali-feldspato, plagioclásio e quartzo; (**D**) Porção pegmatítica com cristais de molibdenita milimétricos a centimétricos.

4.2 DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA (luz transmitida)

Nesse tópico serão descritas, de forma integrada, de acordo com a respectiva fácies, todas as amostras que possuem lâmina delgada, que totalizam 26 (vinte e seis) -

Tabela 03.

Tabela 03- Lâminas petrográficas (26), suas respectivas fácies e classificações segundo Streckeisen (1979).

Fácies	Rocha	Amostra
Granito com Biotita (GB)	Monzogranito equigranular fino	GVG - A
	Monzogranito equigranular fino	NN-VG-34
	Monzogranito porfirítico fino	NN-VG-67A
	Monzogranito equigranular médio	GVG - I
	Monzogranito equigranular médio	GVG - K
	Monzogranito equigranular médio	NN-VG-63
	Monzogranito equigranular médio	NN-VG-33
	Monzogranito equigranular médio	NN-VG-33A
	Monzogranito inequigranular	GVG - D
	Monzogranito inequigranular	GVG - J
	Monzogranito inequigranular	GVG - L
	Monzogranito inequigranular	GVG - M
	Monzogranito inequigranular	NN-VG-77C
	Sienogranito equigranular médio	GVG - B
	Sienogranito equigranular médio	GVG - F
	Sienogranito equigranular médio	GVG - G
	Sienogranito equigranular médio	NN-VG-36
	Sienogranito equigranular médio	NN-VG-75
	Sienogranito equigranular médio	NN-VG-71
	Sienogranito equigranular médio	NN-VG-77N
Granito com Anfibólio (GA)	Monzogranito equigranular médio	PTU19 - III
	Monzogranito equigranular médio	GVG - C
	Monzogranito equigranular médio	GVG - E
	Sienogranito equigranular médio	GVG - H
Micromonzogranito (MG)	Microgranito	NN-VG-76
	Microgranito	NN-VG-77B

4.2.1 Granito com Biotita

Nesta fácies foram descritas 20 lâminas delgadas, as quais serviram para identificar microscopicamente características como: mineralogia, textura, acessórios e alterações secundárias detalhadamente. A partir da descrição petrográfica e da contagem modal mineral, os valores de quartzo, plagioclásio e K-feldspatos foram somados e

recalculados para equivalerem a 100% da amostra, e desta forma, o resultado foi plotado no diagrama de Streckeisen (1979) (**Figura 07**).

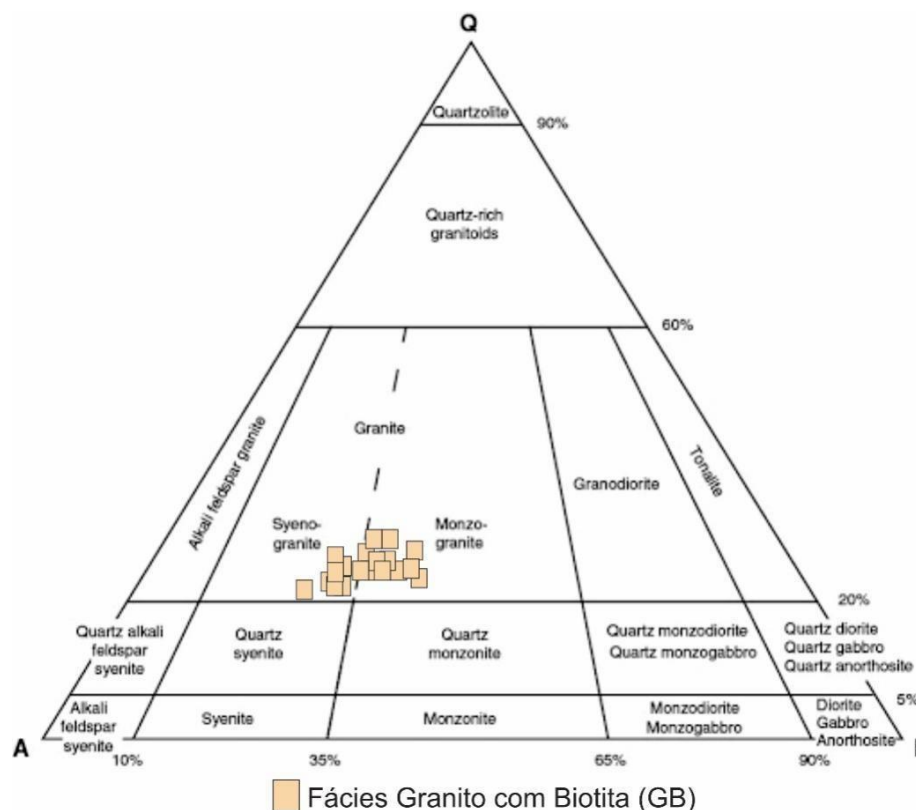


Figura 07- Diagrama modal QAP para as 20 amostras da fácies Granito com Biotita (GB) do Granito Velho Guilherme, modificado de Streckeisen (1979).

Rocha de textura granular subédrica, usualmente com granulação média a grossa, com menos frequência com granulação fina (<1mm), constituída principalmente por álcali-feldspato, plagioclásio e quartzo. O mineral varietal encontrado é a biotita. A fase acessória é constituída por lepidolita, fluorita, apatita, cassiterita, zircão e opacos. Em relação aos secundários são representados pela sericita, argilominerais, epidoto e clorita (**Figura 08-A e B**).

O álcali-feldspato micropertítico é a fase dominante, com proporção modal em 38% a 50%. Seus cristais são subédricos a anédricos e geralmente estão em dimensões de 1 a 5mm, mas também ocorrem, com menos frequência, cristais menores que 1mm de comprimento. Os contatos com outros cristais são em sua maioria irregulares (plagioclásio e biotita) e por vezes contatos retos com o quartzo (**Figura 08-C**). Alguns cristais estão fortemente alterados para argilominerais e outros apresentam exsolução pertítica. Por vezes, quando não alterado, exibe maclamento Carlsbad característico.

O plagioclásio com proporção modal de 24% a 30%, e composição variando de An₆ a An₁₁, exibe cristais subédricos a anédricos, com diâmetro majoritariamente de 1mm

a 5,2mm. Exibem maclamento albita característico e seus contatos ocorrem retos e irregulares em mesma frequência. As fases secundárias encontradas são para argilominerais, sericita e para epidoto, ademais estão fracamente fraturados e essas fraturas por vezes estão preenchidas com epidoto.

O quartzo (20% a 25%) ocorre como mineral intersticial, com granulação fina (0,4mm a 0,8mm) e, por vezes, média a grossa (1mm a 8mm), com extinção ondulante característica e moderadamente fraturados.

A biotita é o máfico dominante, com cerca de 1% a 5% de distribuição modal. Ocorre em cristais anédricos e chegam até 3,6mm. Estão fortemente corroídos e alterados para opacos e, por vezes, para clorita. Por estar fraturado, algumas estão preenchidas com opacos (**Figura 08-D**).

Em luz refletida a cassiterita é cinza clara, com cores anisotrópicas variáveis de fraco a forte em amarelo, castanho ou vermelho (Deer *et al.* 1981, Frank 2018). Enquanto que em luz transmitida possui cores em tons castanhos avermelhado tendendo ao preto, amarelado e podendo ser incolor, zoneamento cristalino pode ocorrer (regular ou irregular) em bandas alternadas ou sem ordenação (Deer *et al.* 1981, Nogueira 2016, Frank 2018).

A cassiterita (1%) é anédrica a subédrica, dispõe um hábito granular e por vezes um hábito prismático de granulação fina (<1mm). Geralmente apresentam-se em aglomerados anédricos finos e em cristais subédricos isolados (**Figura 08-E e F**). Os cristais não apresentam pleocroísmo e possuem uma coloração amarelada e por vezes marrom, com birrefringência em 1º ordem mascarada devido a sua cor de interferência. Demonstra maclamento simples. Exibe moderadamente fraturas, as quais estão preenchidas por minerais opacos. Associa-se com a lepidolita, fluorita, apatita e epidoto.

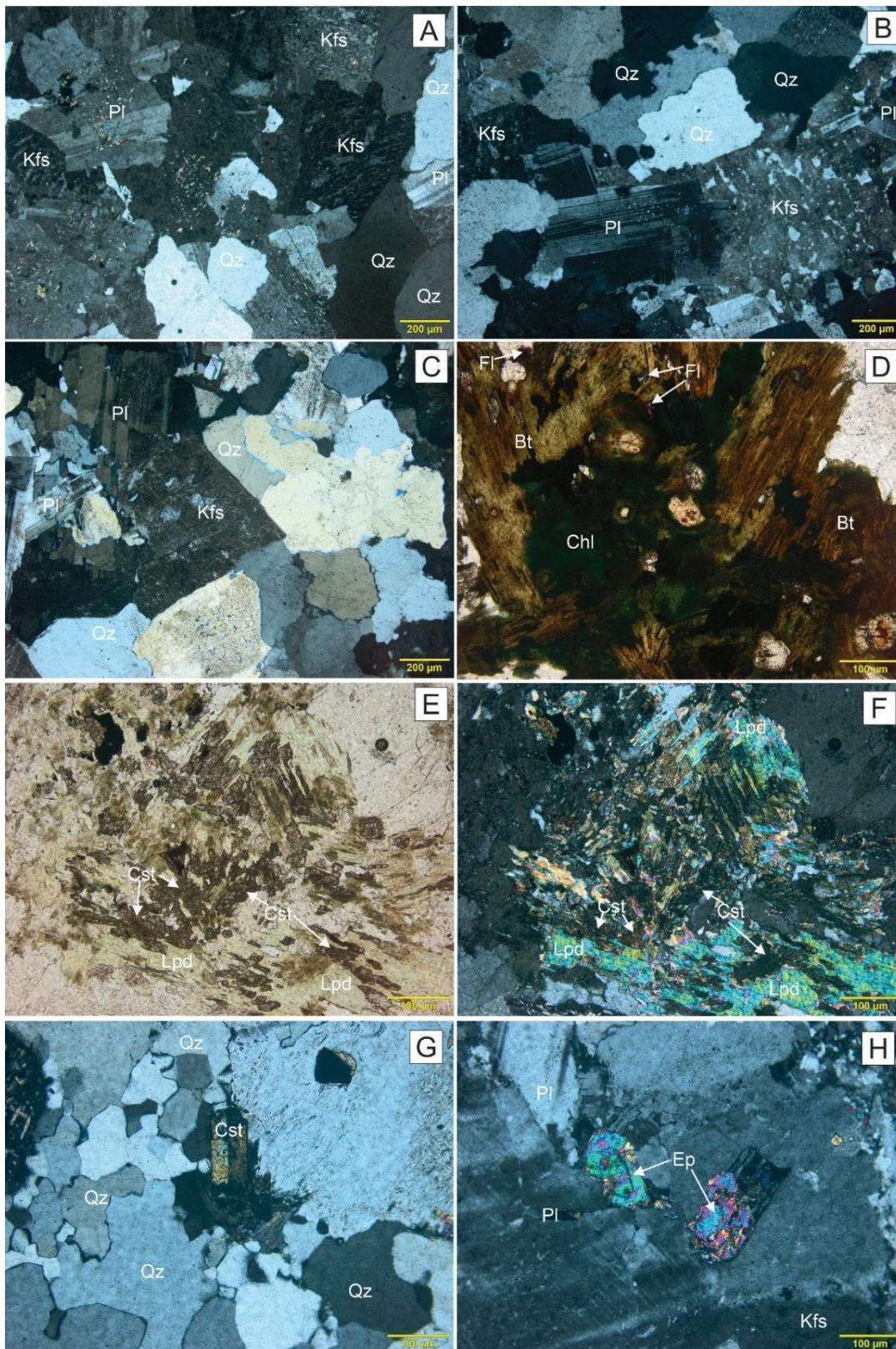


Figura 08- Principais feições microscópicas da fácies Granito com Biotita (GB). (A – B) aspectos texturais da fácies GB; textura granular subédrica típica; (A) Sienogranito equigranular médio; (B) Monzogranito inequigranular médio; (C) Cristais de álcali-feldspato (Kfs) em contato com cristais de plagioclásio (Pl) e quartzo (Qz); (D) Detalhe de cristais de biotita (Bt) intensamente alterados para clorita (Chl) e associado com pequenos agregados de fluorita (Fl); (E) pequenos agregados de cassiterita (Cst) associados à cristais de lepidolita (Lpd) a nicóis descruzados; (F) mesma feição (E) com nicóis cruzados; (G) cristal de cassiterita (Cst) com maclamento simples; (H) finos cristais de epidoto (Ep) anédricos, envoltos pelo plagioclásio. Fonte: abreviações segundo Whitney & Evans (2010).

4.2.2 Granito com Anfibólio

Nesta fácies foram descritas 04 lâminas delgadas, as quais serviram para identificar microscopicamente características como: mineralogia, textura, acessórios e alterações secundárias detalhadamente. A partir da descrição petrográfica e da contagem modal mineral, os valores de quartzo, plagioclásio e K-feldspatos foram somados e recalculados para equivalerem a 100% da amostra, e desta forma, o resultado foi plotado no diagrama de Streckeisen (1979) (**Figura 09**).

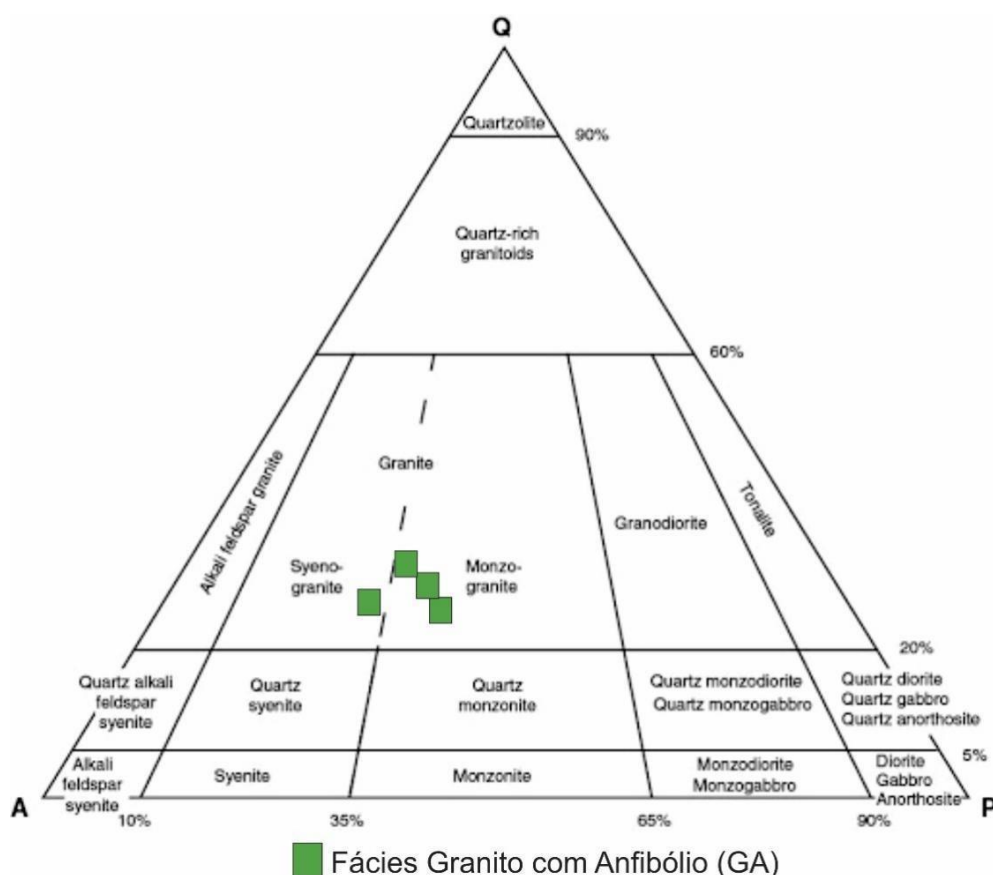


Figura 09- Diagrama modal QAP (Streckeisen 1979) para as amostras da fácies Granito com Anfibólio (GA) do Granito Velho Guilherme.

Essa fácies dispõe de rochas de textura equigranular subédrica (ou hipidiomórfica), média (1,4mm a 4,6mm), constituída essencialmente por álcali-feldspato, plagioclásio e quartzo. Tem como minerais varietais a biotita e o anfibólio. As fases acessórias identificadas são a apatita (1%), fluorita (1%) e opacos (1%). Em relação as fases secundárias, ocorre alteração para sericita, epidoto, argilominerais e clorita (**Figura 10**).

O álcali-feldspato micropertítico é a fase dominante com cerca de 36% a 43% em proporção modal. Os cristais são subédricos a anédricos (1mm a 4,6mm), possui contatos irregulares com quartzo, plagioclásio e o anfibólio. Encontra-se comumente com maclas

Carlsbad, geralmente os cristais estão fortemente alterados para argilominerais ou com exsolução pertítica.

O plagioclásio ocorre em equivalência modal de 25% a 30% e composição variando de An_4 a An_9 . Os cristais são subédricos e variam de 1mm a 4mm de diâmetro. Em sua maioria os contatos são irregulares, mas também ocorre contatos retos com os cristais de quartzo. Mostram, comumente, maclamento albita e estão alterados para sericita e argilominerais.

O quartzo, tem teores modais de 25%, seus cristais são anédricos a subédricos e de granulação média (1,3mm a 4mm). Apresenta extinção ondulante característica e seus contatos são irregulares com os demais cristais, exceto com plagioclásio que por vezes é reto. Dispõe cristais moderadamente fraturados.

O anfibólio (2%), ocorre em cristais anédricos a subédricos. Chega até 3,2mm de comprimento, apresenta um pleocroísmo creme-esverdeado. Altera-se para opacos, biotita e epidoto, e está moderadamente corroído em suas bordas, as quais são preenchidas por minerais opacos e biotita.

A biotita é o máfico dominante, com cerca de 3% de distribuição modal. Ocorre em cristais anédricos e chegam até 2,8mm, com pleocroísmo verde a marrom. Estão fortemente corroídos e alterados para clorita e opacos. Por estar moderadamente fraturado, algumas estão preenchidas com opacos e clorita.

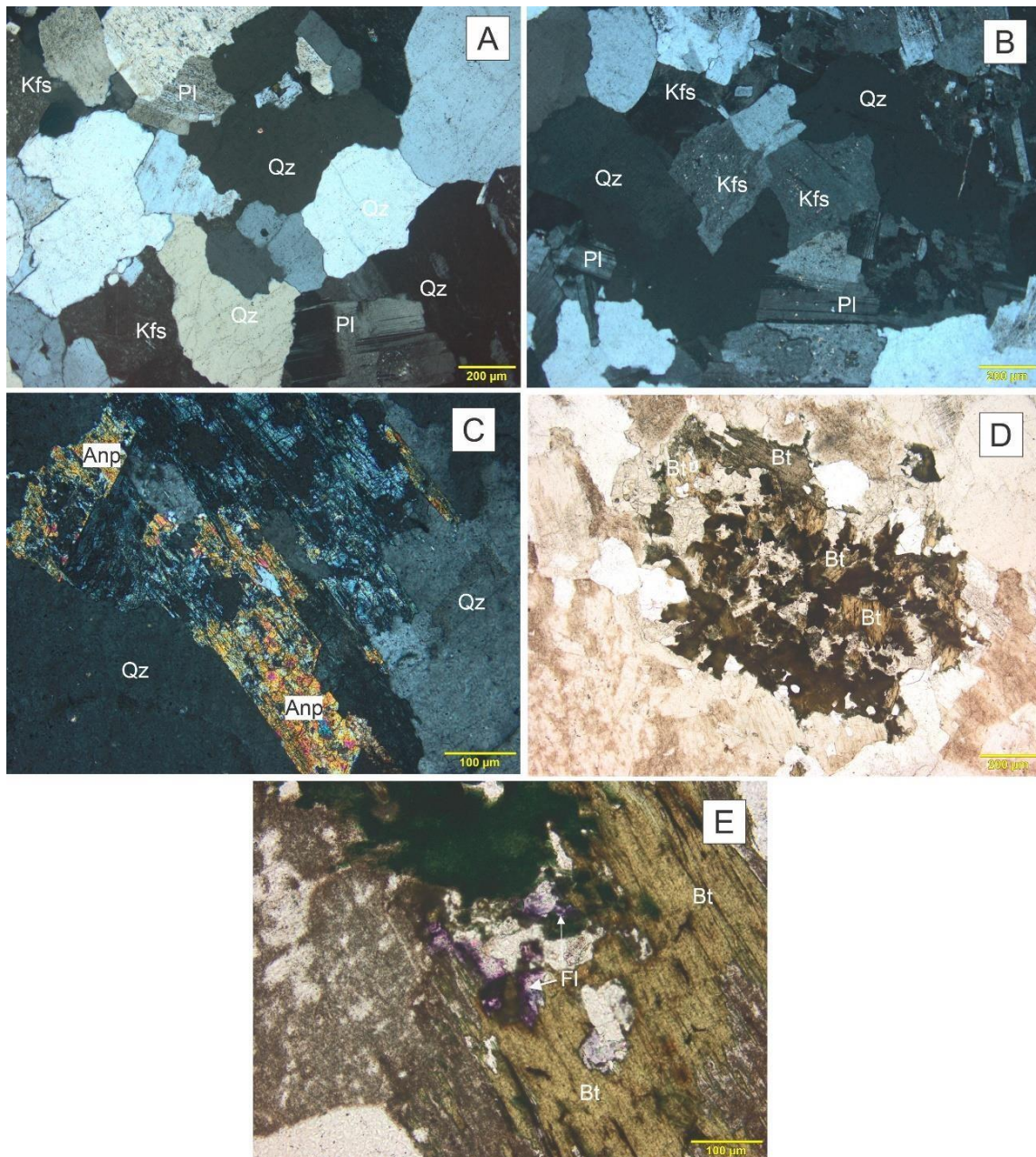


Figura 10- Principais feições microscópicas da fácies Granito com Anfibólio (GA). **(A-B)** aspectos texturais da fácies GA, textura granular subédrica (hipidiomórfica) típica e seus contatos entre os cristais de álcali-feldspato (Kfs), plagioclásio (Pl) e quartzo (Qz); **(A)** Monzogranito equigranular médio; **(B)** Sienogranito equigranular médio; **(C)** aglomerado de cristais de anfibólio (Anp) imersos em matriz quartzo-feldspática; **(D)** aglomerado de cristais de biotita (Bt) alterada para opacos; **(E)** biotita (Bt) com hábito lamelar característico associada com pequenos agregado de fluorita (Fl). Fonte: abreviações segundo Whitney & Evans (2010).

4.2.3 Micromonzogranito

Nesta fácies foram descritas 02 lâminas delgadas, as quais serviram para identificar microscopicamente características como: mineralogia, textura, acessórios e alterações secundárias detalhadamente. A partir da descrição petrográfica e da contagem modal mineral, os valores de quartzo, plagioclásio e K-feldspatos foram somados e

recalculados para equivalerem a 100% da amostra, e desta forma, o resultado foi plotado no diagrama de Streckeisen (1979) (**Figura 11**).

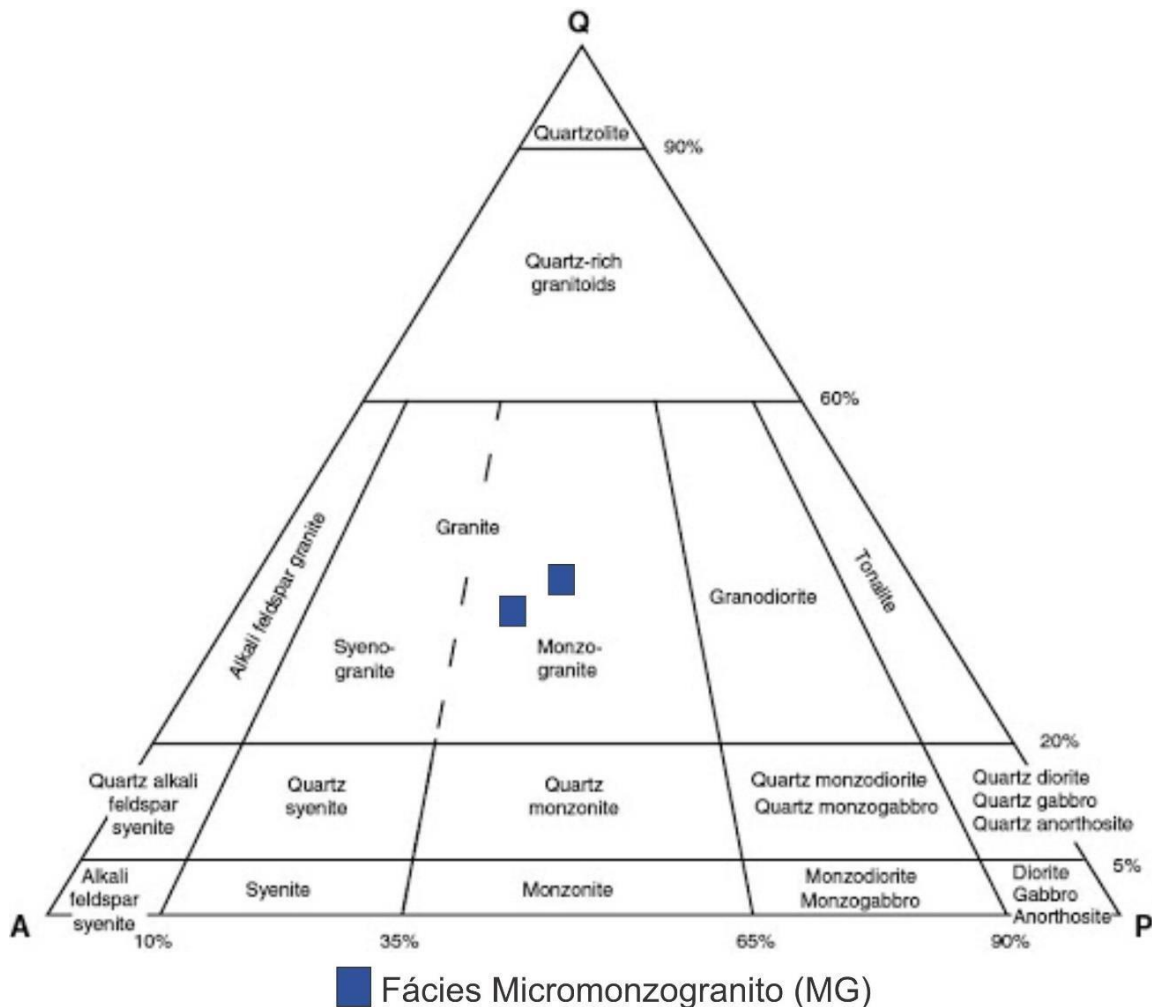


Figura 11- Diagrama modal QAP (Streckeisen 1979) para as amostras da fácies Micromonzogranito (MG) do Granito Velho Guilherme, modificado.

Essa fácies dispõe de rochas com textura criptocristalina porfirítica a granular subédrica, com granulação fina (<1mm), constituída principalmente por matriz (38%), além de fenocristais de plagioclásio (20%) e K-feldspato (20%). Além de cristais de quartzo (20%) de granulação fina. A fase acessória é constituída pela lepidolita (1%) e epidoto (1%). Com relação aos secundários são representados pela sericita e argilominerais presente em alguns fenocristais (**Figura 12**).

Na parcela criptocristalina é impossível identificar os cristais, pois os mesmos estão numa granulação muito fina, o que dificulta a descrição e serão descritos apenas como matriz.

Na porção onde a textura é subédrica é possível identificar somente o quartzo como mineral intersticial, com granulação média (0,3mm a 0,8mm), com extinção ondulante característica e moderadamente fraturados. Nessa área os cristais seguem uma direção, como se estivessem em um veio.

Os fenocristais (plagioclásio e álcali-feldspato), são anédricos a subédricos e medem entre 3,5mm a 7,8mm. Estão de moderado a fortemente alterados para sericita e argilominerais.

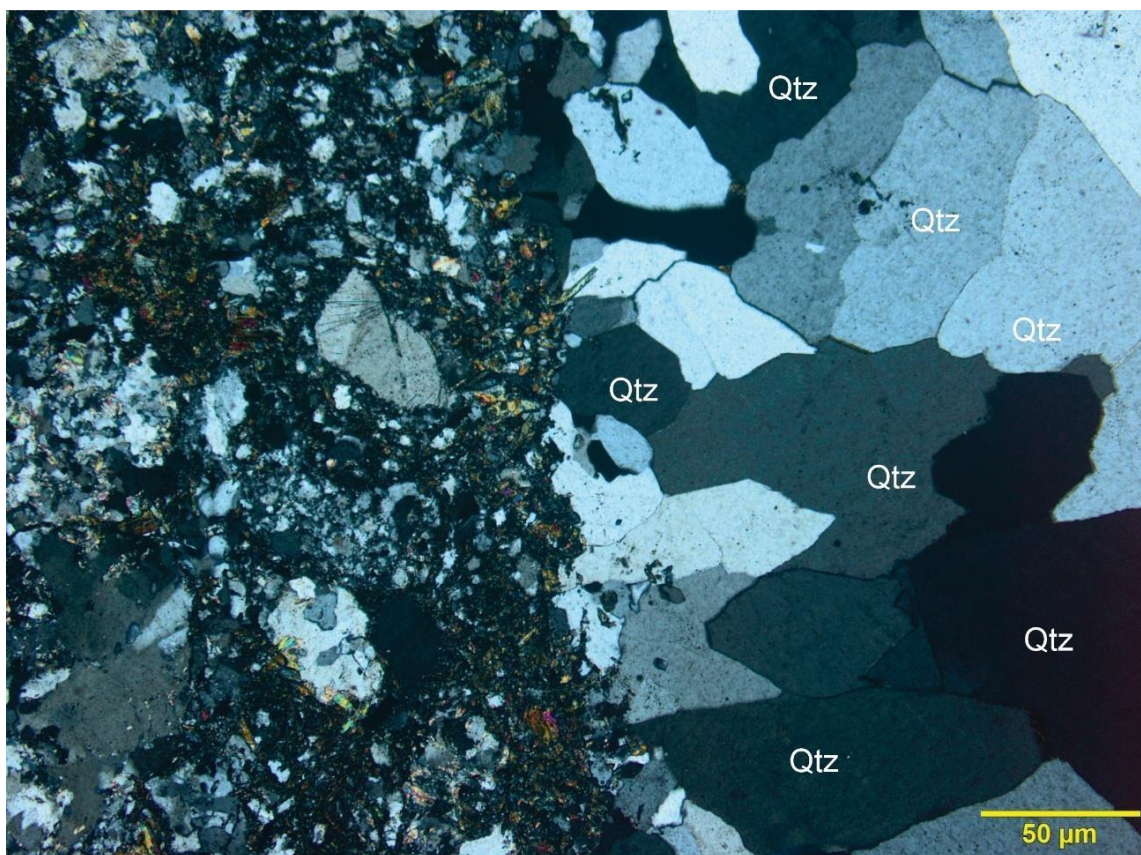


Figura 12- Diferença textural, onde se vê cristais bem desenvolvidos de quartzo subédricos(<1mm) e porções com finos cristais, menores que 0,1mm (matriz).

4.3 Descrição Microscópica (com luz refletida)

Nesta etapa foram descritas um total de 06 lâminas polidas, as quais serviram para identificar microscopicamente alguns minerais, visando suas características como: cor, reflectância, birreflectância, anisotropia e reflexões internas. A seguir serão descritos alguns minerais que foram possíveis visualizar a partir da análise microscópica.

Na amostra NN-VG-75, pertencente a fácies granito com biotita (GB), foi possível descrever a cassiterita (**Figura 13**), a qual foi observada com uma cor cinza médio, sua

reflectância é baixa em torno de aproximadamente 11%, enquanto sua birreflectância é moderada. A nicóis cruzados, a anisotropia é tida como indistinta variando de cinza ao cinza escuro, já suas reflexões internas são abundante e oscilam entre o amarelo claro ao cinza, e apresentam concentrações maiores dessas reflexões em suas bordas.

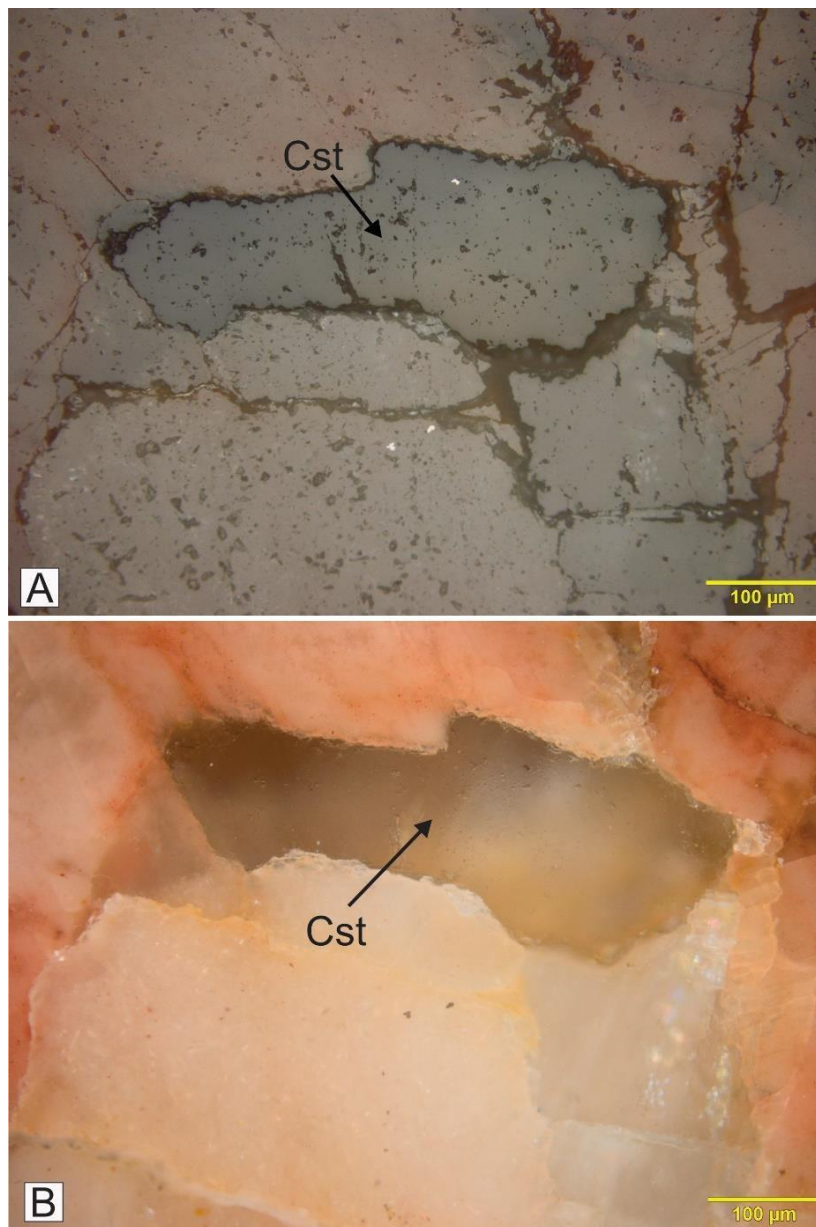


Figura 13- Características gerais da cassiterita (Cst) em análise de lâminas polidas microscopicamente. (A) Cassiterita (Cst) a nicóis paralelos, com uma tonalidade cinza médio típico. (B) Cassiterita (Cst) a nicóis cruzados com reflexões internas abundantes em sua borda.

Na amostra NN-VG-77^a, pertencente a fácies micromonzogranito, foi possível observar a magnetita e a hematita, cujas características serão descritas a seguir.

A magnetita (**Figura 14**) dispõe de uma cor cinza rosado, com reflectância intermediária na faixa de 20%, com pleocroísmo ou birreflectância ausentes. Em nicóis cruzado, é isótropa e com reflexões internas inexistentes.

A hematita (**Figura 14**) apresenta uma cor branco pura, com reflectância intermediária em torno de 30%, com pleocroísmo ausente e birreflectância distinta em relação a magnetita. A nicóis cruzados, a anisotropia é nítida em tons marrons, enquanto que a reflexão interna é ausente.

É possível observar um processo característico entre a magnetita e a hematita, o qual é denominado de martitização, onde nota-se a presença de pequenas lamelas paralelas ou aleatórias, as quais preteritamente eram de magnetita, mas por processo de substituição foram ocupadas por hematita (**Figura 14**).

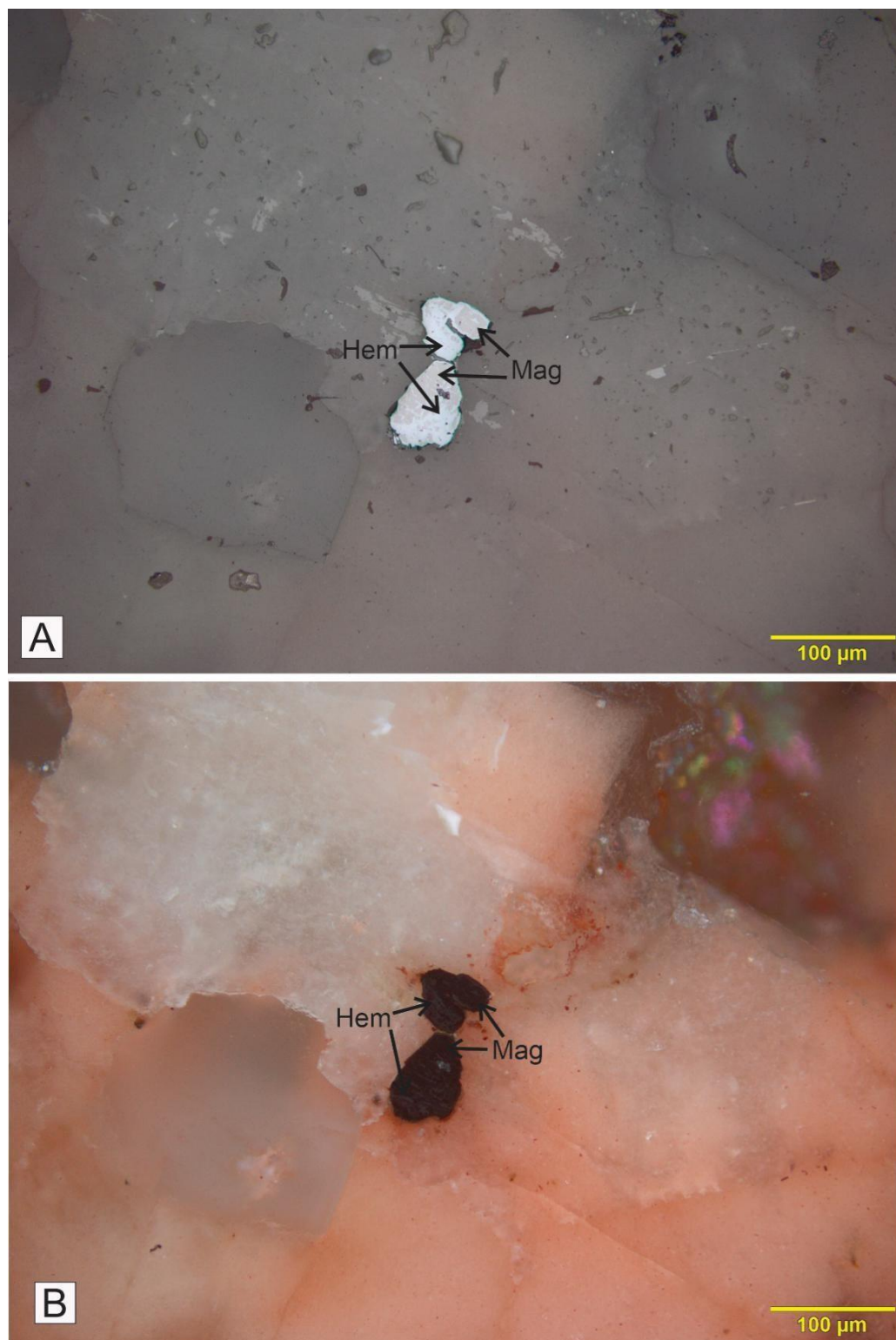


Figura 14- Características gerais da Magnetita (Mag) e da Hematita (Hem) em análise de lâminas polidas microscopicamente. (A) Magnetita (Mag) e Hematita (Hem) em nicóis paralelos, sendo possível observar processo de martitização. (B) mesma feição, ademais em nicóis cruzados.

A amostra NN-VG-36 é relacionada a fácies granito com biotita (GB), na qual foi possível descrever a estannita (**Figura 15**), que se encontra com uma cor cinza médio, com reflectância aproxima-se dos 30%, seu pleocroísmo é quase indistinto (fraco) e a birreflectância é ausente. A nicóis cruzados sua anisotropia é distinta até um verde-ardósia.

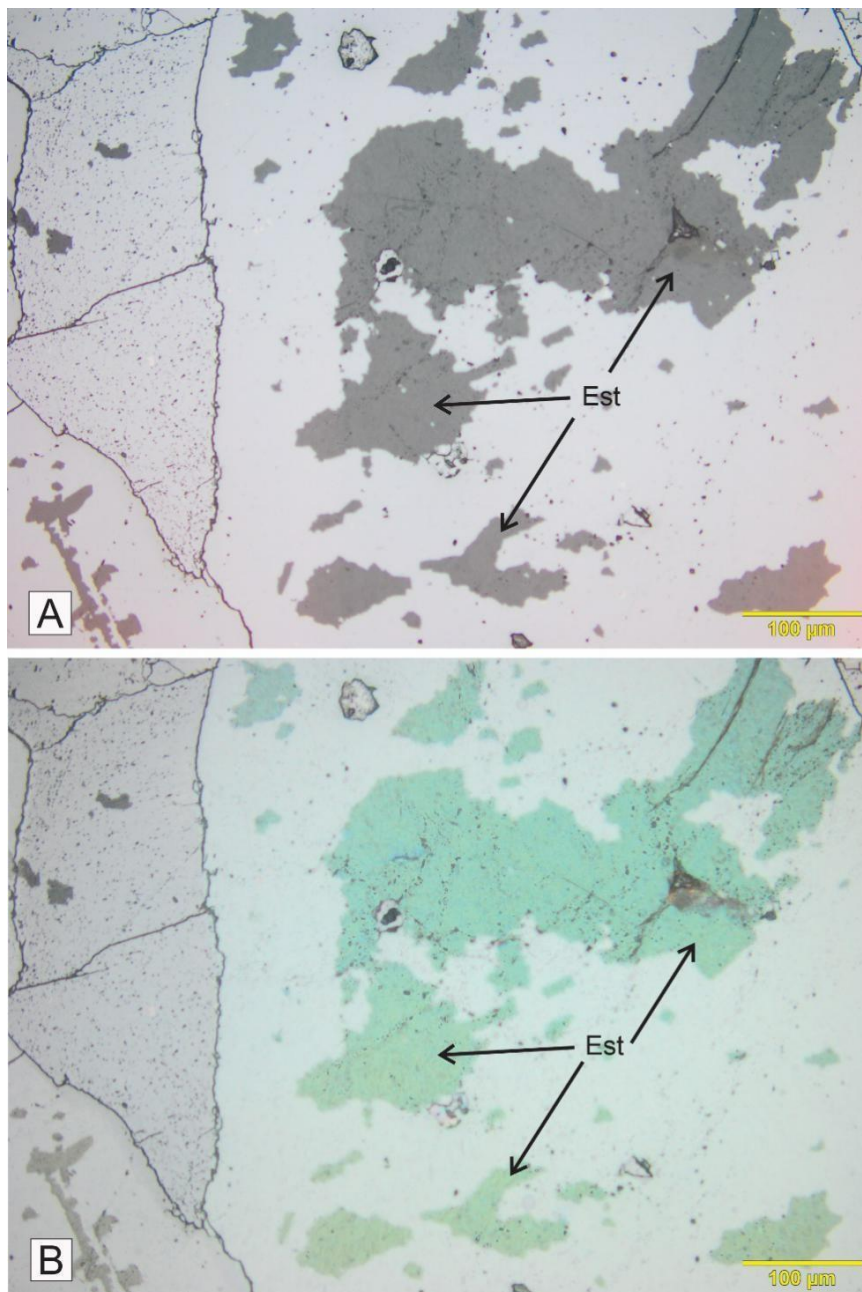


Figura 15- Características gerais da Estannita (Est) em análise de seções polidas microscopicamente. (A) Estannita (Est) em nicóis paralelos, com cor cinza médio. (B) Estannita (Est) com nicóis cruzados, e apresentando cor verde-ardósia típica desse mineral

5 CONCLUSÕES

A partir da integração dos resultados, obteve-se a caracterização litológica das unidades presentes na área de estudo e separá-las em fácies, além de interpretações a respeito da relação entre as fácies e a ocorrência da mineralização.

O Granito Velho Guilherme é de uma gênese complexa, em um sistema evolutivo magmático heterogêneo. A caracterização petrográfica deste maciço permite obter informações primordiais no estudo de sua cristalização magmática, bem como contribuir para o entendimento de outros plútons graníticos similares da Suíte Intrusiva Velho Guilherme, no estado do Pará.

Em termos petrográficos, as rochas descritas variam de sienogranitos a monzogranitos, com textura hipidiomorfica, granulação heterogênea e com índice de máfico <10%. Os minerais ferromagnesianos, biotita e anfibólio, são os que ocorrem nas amostras, e que corroboram a um caráter, dependendo de qual dos dois sucede, mais ou menos evoluído. A presença frequente de intercrescimento pertítico e fluorita denotam para colocação dos corpos em níveis crustais rasos com importante atividade de fluidos durante a fase final de cristalização e uma temperatura em cerca de 600°C.

Esse corpo ígneo, em estudo, é composto por três litofácies graníticas, que foram segregadas de acordo com seus minerais primários, fases acessórias e textura magmática, ocasionando assim: (I) micromonzogranito (MG), (II) granito com anfibólio (GA) e (III) granito com biotita (GB) – **Figura 16**.

Levando em consideração a ordem de cristalização, com base nas texturas descritas em cada fácies, sabe-se que o microgranito, com sua textura porfirítica, foi o primeiro a cristalizar, ainda na borda do corpo intrusivo, devido sua textura fina e ao rápido resfriamento, em contato com as encaixantes. O que também serviu para segregar os fluidos. Seguido pela fácies granito com anfibólio, com textura média e apresentando um caráter menos evoluído devido a presença de anfibólio. O qual sugere um resfriamento mais lento, segregando os fluidos e voláteis. Por fim, o granito com biotita, com textura inequigranular (fina a grossa) cristalizando de forma heterogênea muito provavelmente em função do teor de fluídos e dos voláteis que continham metais.

Esses fluidos ricos em voláteis são os precursores da mineralização, pois dispõem em sua composição de uma concentração de minerais metálicos. Principalmente de elementos de raio iônico pequeno e valência elevada. Pode-se considerar, de acordo com a fácies GB, que contém fluorita, lepidolita, molibdenita e estannita, os quais possuem uma cristalização em temperatura intermediária a baixa, entre 400°C a 600°C (Teixeira

1999), e há ocorrência de baixas concentrações de cassiterita (<1%), mineral-minério de Sn. Foi possível observar tanto a estannita ($\text{Cu}_2(\text{Fe},\text{Sn})\text{SnS}_4$), quanto a cassiterita (SnO_2) na mesma fácies, de modo que demonstra a formação inicial do dióxido de estanho, consumindo todo oxigênio do fluido, para posteriormente ter a geração do sulfeto de ferro e sulfeto de ferro+cobre+estanho.

São granitoides essencialmente peraluminoso de natureza subalcalina, com características de granitos intra-placa e se assemelham aos granitos Tipo-A (Teixeira 1999). Dados geoquímicos com teores significativos de F e/ou Cl são indicativos de granitos portadores de estanho, confirmando a semelhança do GVG aos granitos Antonio Vicente e Mocambo, pois no presente estudo fora possível identificar a ocorrência de cassiterita. Corroborando, assim, com o estudo pretérito do Teixeira 1999.

CARACTERÍSTICAS PETROGRÁFICAS DO GRANITO VELHO GUILHERME				
Litofácies	Minerais Primários	Fases Acessórias	Minerais Secundários	Textura Magmática
Micromonzogranito (MG)	Álcali-feldspato, Plagioclásio, Quartzo e matriz.	Magnetita e lepidolita.	Sericita, argilo-minerais, epidoto e hematita.	Textura Porfírica fina a criptocristalina
Granito com Anfibólio (GA)	Álcali-feldspato (Ortoclásio perítico), Quartzo, Plagioclásio (Albita), Biotita e Anfibólio.	Apatita, fluorita, molibdenita e opacos	Sericita, argilo-minerais, clorita, epidoto e biotita.	Granulação média, textura hipidiomórfica equigranular
Granito com Biotita (GB)	Álcali-feldspato (Ortoclásio perítico), Quartzo, Plagioclásio (Albita) e Biotita.	Apatita, ametista, cassiterita, estannita, fluorita, lepidolita, molibdenita, opacos e zircão.	Sericita, argilo-minerais, clorita e epidoto.	Granulação fina a média, por vezes grossa. Textura hipidiomórfica, equi- a inequigranular.

Figura 16- Diferentes fácies graníticas do Granito Velho Guilherme e suas respectivas características petrográficas e texturais.

Com base das descrições petrográficas, pode-se considerar uma ordem de cristalização dos minerais, separando-os em fases primárias e secundárias, possibilitando estabelecer que (**Figura 17**):

- 1) As porções pegmatíticas da fácies GB é a que possui uma maior concentração de mineralização;
- 2) As fases acessórias de baixa temperatura possuem uma faixa similar de cristalização, evidenciando sua cristalização mais tardia, ou seja, com

elementos restantes no líquido magmático. No caso da fácies MG seria o lítio, para formar a mica branca (lepidolita). Na fácies GA o fluido tinha mais fósforo, lítio e molibdênio. Enquanto na fácies GB fora enriquecido em lítio, flúor, estanho e molibdênio (Figura 17);

		Micromonzogranito	Granito com Anfibólio	Granito com Biotita
Ordem de cristalização	Precoce			Zircão
		Magnetita	Anfibólio Apatita Biotita	Apatita Biotita
		Plagioclásio K-feldspato Lepidolita	Plagioclásio K-feldspato	Plagioclásio K-feldspato Lepidolita Cassiterita Estannita
			Fluorita Molibdenita	Fluorita Molibdenita
Tardio		Quartzo	Quartzo	Quartzo
		Sericita e epidoto	Sericita, clorita e epidoto	Sericita, clorita e epidoto
		Alteração Hidrotermal		

Figura 17- Ordem de cristalização dos minerais (essenciais e acessórios) das respectivas fácies do Granito Velho Guilherme.

- 3) A ocorrência da cassiterita (<1%) foi visível apenas na fácies GB, não ocorrendo nas outras duas fácies. A mesma apresenta-se em forma de pequenos grãos agregados, com textura granular fina e por vezes subédrica;
- 4) Considerando-se o nível de erosão do maciço, provavelmente depósitos primários de Sn são inviáveis no Granito Velho Guilherme, uma vez que grande parte da sua cúpula (ou toda) já foi erodida. Seria mais favorável a sua ocorrência em depósitos residuais, devido a sua característica resistente ao

intemperismo, são transportados e podem ser encontrados em elúvios, colúvios ou alúvios.

- 5) Para o presente estudo foi possível mapear algumas regiões favoráveis para ocorrência destes depósitos dentro da área de estudo (Figura 18).

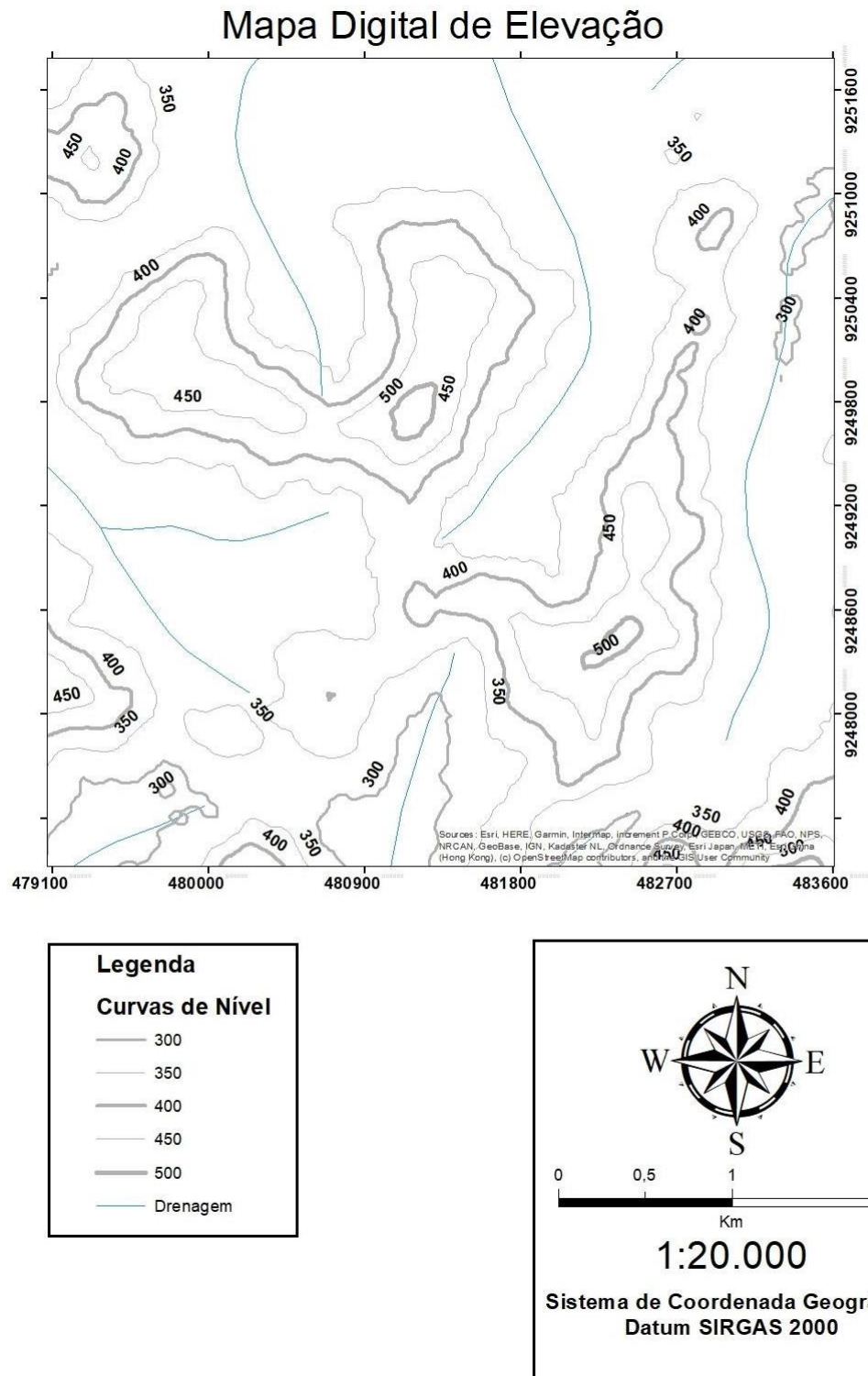


Figura 18- Mapa topográfico e de drenagem próximo a região de Tucumã/PA, área de estudo do Granito Velho Guilherme.

- 6) Com a confecção do mapa de topografia e drenagem, foi possível indicar prováveis sítios para a acumulação aluvionar de cassiterita ao longo das diferenças de cotas e escoamento de drenagem (Figura 19).

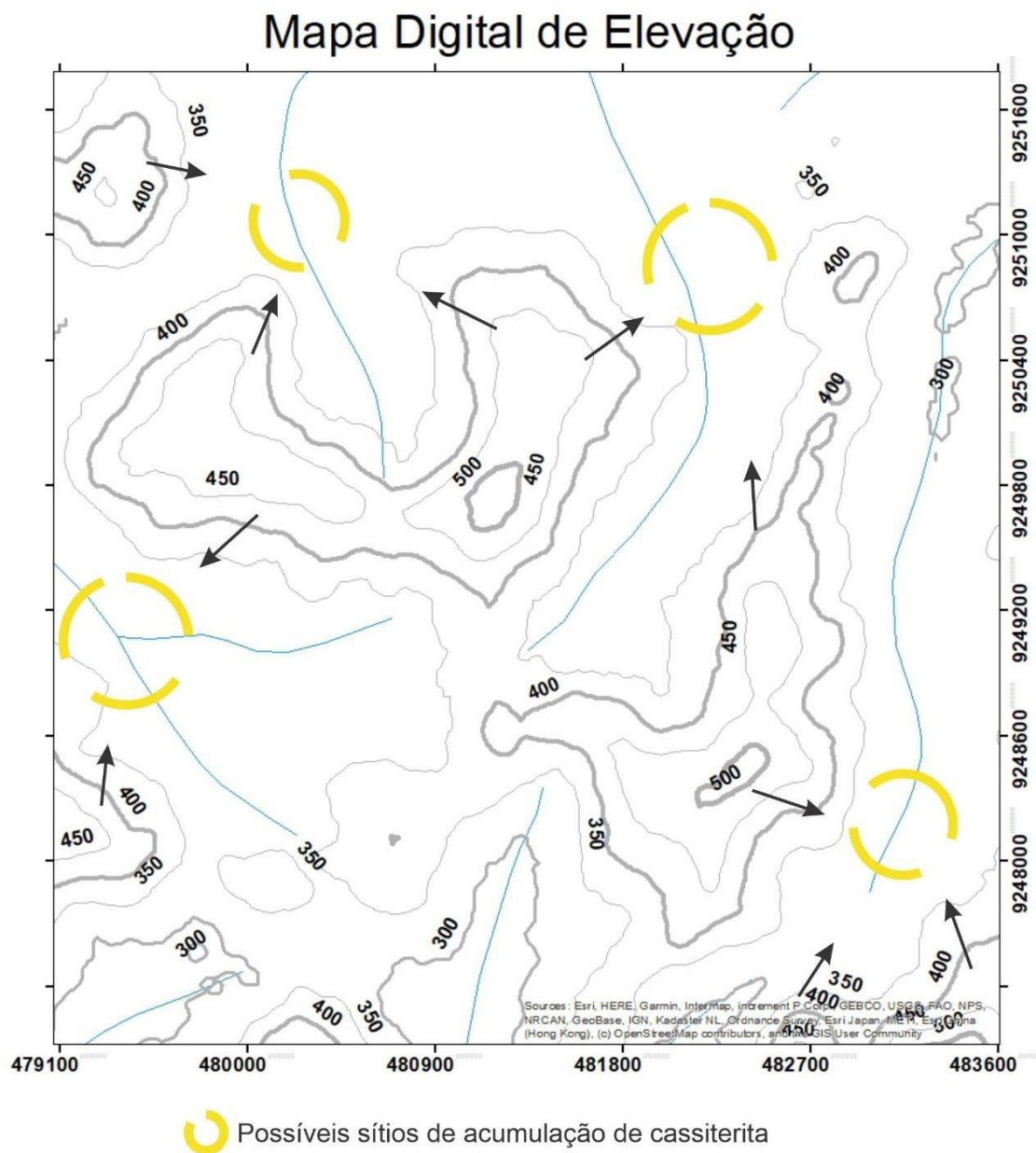


Figura 19- Mapa topográfico e de drenagem próximo a região de Tucumã/PA, área de estudo do Granito Velho Guilherme com orientação do fluxo detrítico (setas) e enfoque nos sítios de acumulação de cassiterita (amarelo).

A pesquisa desenvolvida teve amplo acréscimo ao estudo dos granitos da Suíte Intrusiva Velho Guilherme, em específico para o entendimento das características do Granito Velho Guilherme. Além de que salientou o aprendizado por parte do pesquisador, contribuindo para o crescimento profissional ao término da graduação em Geologia.

REFERÊNCIAS

- Almeida J.A.C., Guimarães F.V., Dall'Agnol R. 2007. Petrologia magnética do granito anorogênico Bannach, Terreno Granito-Greenstone de Rio Maria, Pará. *Revista Brasileira de Geociências*, **37**(1): 17-36.
- Almeida J.A.C., Dall'Agnol R., Leite A.A.S. 2013. Geochemistry and zircon geochronology of the Archean granite suites of the Rio Maria granite-greenstone terrane, Carajás Province, Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, **42**:103-126.
- Araújo O.J.B., Maia R.G.N., Jorge João X.S., Costa J.B.S. 1988. A megaestruturação da Serra dos Carajás. In: SBG, 7º Congr. Latinoamericana. Geol., Belém, *Anais* [...], v.1, p.324-338.
- Avelar V. G., Lafon J. M., Correa Jr, F. C., Macambira E. M. B. 1999. O magmatismo arqueano da região de Tucumã-Província mineral de Carajás: novos resultados. *Revista Brasileira de Geociências*, **29**(4): 453-460.
- Biondi J. C. 2003. *Processos metalogenéticos e os depósitos minerais brasileiros*. São Paulo, Oficina de Textos, 528 p.
- Cordani U. G. & Teixeira W. 2007. Proterozoic accretionary belts in the Amazonian Craton. *Geological Society of America Memoirs*, **200**: 297-320.
- Cuter J. 2005. Formação e evolução da indústria do estanho no Brasil. *Revista de Economia Mackenzie*, São Paulo, **6** (6):149-168.
- Dallalva, P. 2015. *Lavra e beneficiamento mineral de cassiterita em um garimpo no município de São Felix do Xingu-Pa*. CEULP/ULBRA, Trabalho de Conclusão de Curso, Tocantins, 60 p.
- 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** (1-4): 101-129.
- Dall'Agnol R., Oliveira M. A., Almeida J. A. C., Althoff F. J. A., Leite 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.), SBG, PRONEX-UFPA. Symposium on magmatism, crustal evolution, and metallogenesis of the amazonian craton, 2006, Belém, *Volume and Field Trip Guide*, p. 99–150.
- 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** (3-4): 215-233.
- Deer W., Howie R., Zussman J., Conde L. 1981. *Minerais constituintes das rochas*. Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian.

DNPM. 2014. *Sumário mineral: estanho*. Amazonas. Eduardo Pontes, p.1-2.

Fernandes C. 2009. *Estratigrafia e petrogênese das sequências vulcânicas paleoproterozoicas na região de São Felix do Xingu (PA), Província Mineral de Carajás*. PhD Theses, Universidade de São Paulo, xvii, 171p.

Frank H. 2018. *Guia de minerais transparente*. Tradução. 1. ed. Rio Grande do Sul. 215p.

Hassui Y., Carneiro C. D. R., Almeida F. F. M., Bartorellia A. (eds.). 2012. *Geologia do Brasil*. São Paulo, Beca.

Lafon J. M., Rodrigues E., Macambira E.M.B., Pereira E.D. 1995. Magmatisme anarogénique du Protérozoïque Inférieur dans la région de São Felix do Xingu-Tucumã (Amazonie Orientale, Brésil). Nouvelles données géochronologiques. *C. R. Acad. Sci. Paris*, **320**(10): 937-944.

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

Lamarão C., Pinho S. C. C., 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.

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

Leite Júnior W. B. 2002. *A Suíte Intrusiva Santa Clara (RO) e a mineralização primária polimetálica (Sn, W, Nb, Ta, Zn, Cu e Pb) associada*. PhD Theses, Universidade de São Paulo, xvii, 306p.

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

Le Maitre R. W., Streckeisen A., Zanettin B., Le Bas, M. J. B. 2010. *Igneous rocks: a classification and glossary of terms*. 2 ed. Cambridge, University of Tasmania. Cambridge University Press.

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. Série Ciências da Terra*, **7**: 263-287.

Macambira E.M.B. & Vale A.G. 1997. *São Félix do Xingu*: folha SB.22-Y-B, Estado do Pará, escala 1:250.000. Texto Explicativo. Brasília, DF, CPRM. 344 p. (Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil-PLGB).

Medeiros H., Gastal M.C.P., Dall'Agnol R., Souza Z.S. 1987. Geology of the Rio Maria area (Eastern Amazonian region – Brazil): an example of Archean granite-greenstone terrane intruded by anorogenic granites of Middle Proterozoic age. *In: IUGS-Unesco, Final Meeting of 204- IGCP Project, Carajás, Extended Abstract*, p.97-109.

Nogueira H. E. 2016. *Caracterização mineralógica da cassiterita da Província Estanífera de Rondônia*. Trabalho de Conclusão de Curso, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, 47p.

Nogueira E. H. 2019. *Gênese do depósito polimetálico Sn (W, Zn, Cu, Pb) Morro Potosi, Rondônia*. MS Dissertation, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro SP, 103p.

Nogueira A.C.R., Truckenbrodt W., Pinheiro R.V.L. 1995. Formação Águas Claras, Pré-Cambriano da Serra dos Carajás: redescrição e redefinição litoestratigráfica. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Série Ciências da Terra*, 7: 177-277.

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.

Pinho S., Fernandes C., Teixeira N., Paiva J A., Cruz V., Lamarão C., Moura C. 2006. O Magmatismo paleoproterozoico da região de São Felix do Xingú, Província Estanífera do Sul do Pará: petrografia e geocronologia. *Revista Brasileira de Geociências*, 36(4):724-732.

Pinho S. C. C. 2009. *Geologia, petrografia e geoquímica do Granito Bom Jardim, região de São Félix do Xingu, Província Mineral de Carajás*. Universidade Federal do Pará, Instituto de Geociências, Belém. MS Dissertation, 121p.

Rodrigues A.F.da S. 2001. Estanho. p .236-257. Disponível em: <https://www.gov.br/anm/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/serie-estatisticas-e-economia-mineral/outras-publicacoes-1/4-4-estanho>. Acesso em: 17/08/2021.

Santos J. O. S. *et al.* 2006. Compartimentação do Cráton Amazonas em províncias: avanços ocorridos no período 2000-2006. *In: SBG, 9º Simpósio de geologia da Amazônia, Anais[...]*, p. 156-159.

Santos P. A., Feio G. R. L., Dall'Agnol R., Costi H. T., Lamarão C. N., Galarza Toro M. A. 2013. Petrography, magnetic susceptibility and geochemistry of the Rio Branco Granite, Carajás Province, southeast of Pará, Brazil. *Revista Brasileira de Geociências*, 43 (1): 2–15.

Stemprok M. 1990. Intrusion sequences within ore-bearing granitoid plutons. *Geological Journal*, 25(3-4): 413–417.

Streckeisen A. 1979. Classification and nomenclature of volcanic rocks, lamprophyres, carbonatites, and melilitic rocks: Recommendations and suggestions of the IUGS Subcommission on the Systematics of Igneous Rocks. *Geology*, 7 (7): 331-335.

Tassinari C. C. G. & Macambira M. J.B. 1999. Geochronological provinces of the Amazonian Craton. *Episodes-Newsmagazine of the International Union of Geological Sciences*, 22(3): 174-182.

Tassinari C.C.G. & Macambira M.J.B. 2004. A evolução tectônica do Cráton Amazônico. In: Mantesso-Neto. (ed.). *Geologia do continente Sul-americano: evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida*. São Paulo, Beca. p. 471-485.

Teixeira N. P. 1999. *Contribuição ao estudo das rochas granitóides e mineralizações associadas da Suíte Intrusiva Velho Guilherme, Província Estanífera do Sul do Pará*. PhD Theses, Universidade de São Paulo – USP. xxxiv, 508p.

Teixeira N.P. & Bettencourt J.S. 2000. Velho Guilherme intrusive suite. Pará, Brazil: petrogenetic aspects and associated mineralization. In: SBG; CPRM; IGCP-426, IAGC/IMA, 31° Intern. Geol. Congr., Rio de Janeiro. *Abstracts volume*. Rio de Janeiro, 1 CD-ROM.

Teixeira N. P. & Bello R. Bettencourt J. 2002. Inclusões fluidas do maciço granítico Antonio Vicente, suíte intrusiva Velho Guilherme, província estanífera do sul do Pará. *Revista Brasileira de Geociência*, 32(1): 135-146.

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. *Prec. Res.*, 119:257-275.

Teixeira N., Bettencourt J., Dall'Agnol R., Moura C., Fernandes C., Pinho S. 2005. Geoquímica dos granitos paleoproterozoicos da suíte granítica Velho Guilherme, Província Estanífera do Sul do Pará. *Revista Brasileira de Geociências*, 35(2):217-226.

Vasquez M.L., Carvalho J.M.A., Sousa C.S., Ricci P.S.F., Macambira E.M.B., Costa L.T.R. 2008. *Mapa Geológico do Pará em SIG*. CPRM

Whitney D. L. & Evans B. W. 2009. Abbreviations for names of rock-forming minerals. *American Mineralogist*, 95(1): 185–187. doi:10.2138/am.2010.3371.

ANEXO A

FICHAS PETROGRÁFICAS

FICHA PETROGRÁFICA	
Sigla da Amostra	PTU19-III

Imagem da amostra



Descrição Macroscópica

Rocha fanerítica, holocristalina, hololeucocrática (com índice de cor 6'), equigranular, de granulação variando de média a grossa, apresentando uma coloração creme, levemente esbranquiçada. A rocha é isótropa (maciça) e tem uma textura granular.

Sua composição é representada predominantemente por álcali-feldspato e plagioclásio, e em menor proporção de quartzo, biotita e anfibólio. Ocorrem ainda, mais localmente, pequenos agregados de molibdenita. O k-feldspato tem cor rosa creme, ocupando proporções elevadas na rocha (aproximadamente 40%), com seu tamanho variando entre 1mm e 4mm. O plagioclásio, subédrico, tem uma coloração acinzentada e encontra-se em 30% da rocha. O quartzo é anédrico, ocupando proporção de 27%, sua granulação média fica em torno de 2 mm. Em relação aos minerais máficos, aparentemente estão em proporções equilibradas, tanto a biotita, quanto o anfibólio, e seus tamanhos estão na faixa de 1-2 mm, apresentando-se em cerca de 3%, ao total. Intercore porções pegmatíticas, onde cristais de álcali-feldspato, plagioclásio e quartzo encontram-se bem desenvolvidos. Os k-feldspatos, são geralmente subédricos nessa parte e chegam até 1cm de comprimento. Em relação ao plagioclásio, eles dispõem-se em forma de agregados de cristais subédricos. Já o quartzo, seus cristais anédricos e chegam até 0,8cm. Nessas porções pegmatíticas há incidência de molibdenita anédrica, com seus cristais entre 0,4 e 1,4cm de tamanho.

Descrição Microscópica

Rocha de textura equigranular subédrica (ou hipidiomórfica), média (1,5mm – 3,5mm), constituída essencialmente por álcali-feldspato, plagioclásio e quartzo. Tem como minerais varietais a biotita e o anfibólio. As fases acessórias identificadas são a apatita (1%) e o epidoto (1%). Em relação as fases secundárias, ocorre alteração para sericita, argilominerais, clorita e opacos.

O álcali-feldspato micropertítico é a fase dominante com cerca de 40% em proporção modal. Os cristais são subédricos a anédricos (1mm a 3mm), possui contatos irregulares com quartzo, plagioclásio e o anfibólio. Encontra-se comumente com maclas carlsbad, geralmente os cristais estão fortemente alterados para argilominerais ou com exsolução pertítica.

O plagioclásio ocorre em equivalência modal de 30%, os cristais são subédricos e variam de 1mm a 3,5mm de diâmetro. Em sua maioria os contatos são irregulares, mas também ocorre contatos retos com os cristais de quartzo não alterados. Mostram, comumente, maclamento albita e estão alterados para sericita e argilominerais.

O quartzo, com teores modais de 25%, seus cristais são anédricos a subédricos e de granulação média (1,3mm a 2mm). Apresenta extinção ondulante característica e seus contatos são irregulares com os demais cristais, exceto com plagioclásio que por vezes é reto. Dispõe cristais moderadamente fraturados.

O anfibólio (2%), ocorre em cristais anédricos a subédricos. Chega até 3mm de comprimento, apresenta um pleocroísmo creme-esverdeado, está moderadamente corroído em suas bordas e centro, as quais são preenchidas por minerais opacos, em vezes.

A biotita (1%), possui hábito lamelar característico e encontra-se anédrica (2,1mm), seu pleocroísmo varia de verde-musgo a creme e está sendo alterada para clorita e minerais opacos.

Rocha: Monzogranito equigranular com anfibólio

FICHA PETROGRÁFICA	
Sigla da Amostra	GVG-A

Imagem da amostra



Descrição Macroscópica

Rocha fanerítica, holocristalina, hololeucocrática (com índice de cor 3%), equigranular, de granulação média a fina, apresentando uma coloração creme, levemente esbranquiçada. A rocha é isótropa (maciça) e tem uma textura granular.

Sua composição é representada predominantemente por álcali-feldspato e plagioclásio, e em menor proporção de quartzo e biotita. O k-feldspato tem cor rosa creme, ocupando proporções elevadas na rocha (aproximadamente 45%), com seu tamanho variando entre 1mm e 4mm. O plagioclásio, subédrico, tem uma coloração acinzentada e encontra-se em 30% da rocha. O quartzo é anédrico, ocupando proporção a 23%, e seu tamanho médio é em torno de 1,5 mm. Em relação ao mineral máfico, aparentemente está em proporção de 2% a biotita, seu tamanho está na faixa de 1-2 mm. Ocorrem ainda, mais localmente, em um veio, pequenos agregados de cristais de minerais metálicos (pirita), além de agregados de quartzo ametista.

Descrição Microscópica

Rocha de textura granular subédrica, com granulação fina (<1mm), constituída principalmente por álcali-feldspato, plagioclásio e quartzo. O mineral varietal encontrado é a biotita. A fase acessória é constituída por epidoto (1%) e opacos (1%). Em relação aos secundários são representados pela sericita, argilo-minerais e clorita.

O álcali-feldspato micropertítico é a fase dominante, com proporção modal em 40%. Seus cristais são subédricos a anédricos e geralmente são menores que 1mm, mas também ocorre, com menos frequência, cristais de 3mm de comprimento. Os contatos com outros cristais são em sua maioria irregulares e por vezes contatos retos com o quartzo. Alguns cristais estão fortemente alterados para argilo-minerais e outros apresentam exsolução pertítica.

O plagioclásio (30%), exibe cristais subédricos a anédricos, com diâmetro até 2mm. Exibem maclamento albita característico e seus contatos ocorrem retos e irregulares em mesma frequência. As fases secundárias encontradas são para argilo-minerais e para epidoto, ademais estão fracamente fraturados e essas fraturas por vezes estão preenchidas com epidoto.

O quartzo (25%) ocorre como mineral intersticial, com granulação fina (0,4mm a 0,8mm), com extinção ondulante característica e moderadamente fraturados.

A biotita é o máfico dominante, com cerca de 2% distribuição modal. Ocorre em cristais anédricos e chegam até 2mm. Estão fortemente corroídos e alterados para opacos e, por vezes, para clorita. Por estar fraturado, algumas estão preenchidas com opacos.

Rocha: Monzogranito equigranular com biotita

FICHA PETROGRÁFICA	
Sigla da Amostra	GVG-B

Imagem da Amostra



Descrição Macroscópica

Rocha fanerítica, holocristalina, hololeucocrática (com índice de cor 3'), equigranular, de granulação média, apresentando uma coloração creme, levemente esbranquiçada. A rocha é isótropa (maciça) e tem uma textura granular.

Sua composição é representada predominantemente por álcali-feldspato e plagioclásio, e em menor proporção de quartzo, biotita e anfibólio. O k-feldspato tem cor rosa creme, ocupando proporções elevadas na rocha (aproximadamente 46%), com seu tamanho variando entre 1mm e 3mm. O plagioclásio, subédrico, tem uma coloração acinzentada e encontra-se em 30% da rocha e seu tamanho médio é de 1,8mm. O quartzo é anédrico, ocupando proporção a 20%, seu tamanho médio fica em torno de 2mm. Em relação aos minerais máficos, a biotita aparentemente está em proporção de 4%, seus cristais estão em tamanhos na faixa de 1-2 mm.

Descrição Microscópica

Rocha de textura granular subédrica, com granulação média (1-5mm), constituída principalmente por álcali-feldspato, plagioclásio e quartzo. O mineral varietal encontrado é a biotita. A fase acessória é constituída por lepidolita (1%), fluorita (1%), apatita (1%), epidoto (1%) e cassiterita (1%). Em relação aos secundários são representados pela sericita, argilo-minerais, epidoto e opacos.

O álcali-feldspato micropertítico é a fase dominante, com proporção modal em 47%. Seus cristais são subédricos a anédricos e geralmente estão com tamanho até 4mm. Os contatos com outros cristais são em sua maioria irregulares e por vezes contatos retos com o quartzo. Alguns cristais estão fortemente alterados para argilo-minerais e outros apresentam exsolução pertítica.

O plagioclásio (25%), exibe cristais subédricos a anédricos, com diâmetro entre 1,3mm a 4,3mm. Exibem maclamento albita característico e seus contatos ocorrem retos e irregulares em mesma frequência. As fases secundárias encontradas são para argilo-minerais e para sericita.

O quartzo (22%) ocorre como mineral intersticial, com granulação fina (0,4mm a 0,8mm), com extinção ondulante característica e moderadamente fraturados.

A biotita, com conteúdo modal de 2%, apresenta-se em com hábito lamelar anédrico (2 a 2,6mm). Seu pleocroísmo varia de verde-musgo a verde-oliva. A borda dos cristais estão moderadamente corroídas e encontram-se alteradas para epidoto e opacos.

A cassiterita (1%) é anédrica a subédrica, dispõe um hábito granular e por vezes um hábito prismático de granulação fina (<1mm). Os cristais não apresentam pleocroísmo e possuem uma coloração amarelada, com birrefringência em 1º ordem mascarada devido a sua cor. Associa-se com a lepidolita, fluorita, apatita e epidoto.

Rocha: Sienogranito equigranular com biotita

FICHA PETROGRÁFICA	
Sigla da Amostra	GVG-C

Amostra de mão



Descrição Macroscópica

Rocha fanerítica, holocristalina, hololeucocrática (com índice de cor 7'), equigranular, de granulação variando de média a grossa, apresentando uma coloração creme, levemente esbranquiçada. A rocha é isótropa (maciça) e tem uma textura granular.

Sua composição é representada predominantemente por álcali-feldspato e plagioclásio, e em menor proporção de quartzo, biotita e anfibólio. O k-feldspato tem cor rosa creme, ocupando proporções elevadas na rocha (aproximadamente 45%), com seu tamanho variando entre 1mm e por vezes passando de 5mm. O plagioclásio, subédrico, tem uma coloração acinzentada e encontra-se em 27% da rocha. O quartzo é anédrico, ocupando proporção a 23%, seu tamanho médio fica em torno de 1 a 2mm. Em relação aos minerais máficos, aparentemente estão em proporções equilibradas entre a biotita e o anfibólio, e seus tamanhos estão na faixa de 1-2 mm, apresentam-se em cerca de 7%, na rocha. Ocorre porções pegmatíticas com, principalmente, cristais de álcali-feldspato subédricos de até 0,6cm, enquanto que os de quartzo subédricos chegam até 1cm.

Descrição Microscópica

Rocha de textura granular subédrica, com granulação média (1,4mm a 4,6mm), constituída principalmente por álcali-feldspato, plagioclásio e quartzo. O mineral varietal encontrado é a biotita e o anfibólio. A fase acessória é constituída por epidoto (1%) e opacos (1%). Em relação aos secundários são representados pela sericita, argilo-minerais, epidoto e clorita.

O álcali-feldspato microperítico é a fase dominante, com proporção modal em 36%. Seus cristais são subédricos a anédricos e geralmente são menores que 4,6mm. Os contatos com outros cristais são em sua maioria irregulares e por vezes contatos retos. Alguns cristais estão fortemente alterados para argilo-minerais e outros apresentam exsolução perítica.

O plagioclásio (30%), exibe cristais subédricos a anédricos, com diâmetro até 2,6mm. Exibem maclamento albita característico e seus contatos ocorrem retos e irregulares em mesma frequência. As fases secundárias encontradas são para sericita, argilo-minerais e para epidoto, ademais estão fracamente fraturados e essas fraturas por vezes estão preenchidas com epidoto.

O quartzo (25%) ocorre como mineral intersticial, com granulação média (1,3mm a 2,2mm), com extinção ondulante característica e moderadamente fraturados.

A biotita é o máfico dominante, com cerca de 5% distribuição modal. Ocorre em cristais anédricos e chegam até 2mm. Estão fortemente corroídos e alterados para clorita. Por estar moderadamente fraturado, algumas estão preenchidas com opacos.

O anfibólio (2%), ocorre em cristais anédricos a subédricos. Chegam até 3,2mm de comprimento, apresentam um pleocroísmo creme a verde, está moderadamente corroído em suas bordas e centro, as quais são preenchidas por minerais opacos.

Rocha: Monzogranito equigranular com anfibólio

FICHA PETROGRÁFICA	
Sigla da Amostra	GVG-D

Amostra de mão



Descrição Macroscópica

Rocha fanerítica, holocristalina, hololeucocrática (com índice de cor 5'), equigranular, de granulação variando de média a grossa, apresentando uma coloração creme, levemente esbranquiçada. A rocha é isótropa (maciça) e tem uma textura granular.

Sua composição é representada predominantemente por álcali-feldspato e plagioclásio, e em menor proporção de quartzo e biotita. Ocorrem ainda, em porções pegmatíticas, pequenos agregados de molibdenita e minerais metálicos (pirita), além de pequenos cristais de turmalina preta com até 0,4cm de comprimento. O k-feldspato tem cor rosa creme, ocupando proporções elevadas na rocha (aproximadamente 40%), com seu tamanho variando entre 1mm a 3mm. O plagioclásio, subédrico, tem uma coloração acinzentada e encontra-se em 30% da rocha, com sua granulação entre 1 a 2,3mm. O quartzo é anédrico, ocupando proporção a 25%. Seu tamanho médio fica em torno de 2 mm. Em relação aos minerais máficos, a biotita aparentemente está em proporções modal de 5% e seus tamanhos estão na faixa de 2 a 5mm, com alguns cristais com até 7mm.

Descrição Microscópica

Rocha de textura granular subédrica, com granulação média a grossa (1,3 a 8mm), constituída principalmente por álcali-feldspato, plagioclásio e quartzo. O mineral varietal encontrado é a biotita. A fase acessória é constituída pelo epidoto (1%) e cassiterita (1%). Em relação aos secundários são representados pela sericita, argilo-minerais, clorita e opacos.

O álcali-feldspato micropertítico é a fase dominante, com proporção modal em 42%. Seus cristais são subédricos a anédricos e geralmente estão com tamanho até 3,7mm. Os contatos com outros cristais são em sua maioria irregulares e por vezes contatos retos. Alguns cristais estão fortemente alterados para argilo-minerais e outros apresentam exsolução pertítica.

O plagioclásio (26%), exhibe cristais subédricos a anédricos, com diâmetro entre 1,3mm a 4mm. Exhibem maclamento albita característico e seus contatos ocorrem retos e irregulares em mesma frequência. As fases secundárias encontradas são para argilo-minerais e para sericita.

O quartzo (25%) ocorre como mineral intersticial, com granulação fina (2mm a 8mm), com extinção ondulante característica e moderadamente fraturados.

A biotita é o máfico dominante, com cerca de 5% distribuição modal. Ocorre em cristais anédricos e chegam até 6,5mm, com pleocroísmo creme a verde-oliva. Estão fortemente corroídos e alterados para clorita e opacos. Por estar moderadamente fraturado, algumas estão preenchidas com opacos.

A cassiterita (1%) é anédrica a subédrica, dispõe um hábito granular, de granulação fina (0,7mm). Os cristais não apresentam pleocroísmo e possuem uma coloração amarelada, com birrefringência em 1º ordem mascarada devido a sua cor. Exhibe moderadamente fraturas, as quais estão preenchidas por minerais opacos.

Rocha: Monzogranito heterogranular com biotita

FICHA PETROGRÁFICA	
Sigla da Amostra	GVG-E

Amostra de mão



Descrição (Amostra de mão)

Rocha fanerítica, holocristalina, hololeucocrática (com índice de cor 4'), equigranular, de granulação média, apresentando uma coloração creme, levemente esbranquiçada. A rocha é isótropa (maciça) e tem uma textura granular.

Sua composição é representada predominantemente por álcali-feldspato e plagioclásio, e em menor proporção de quartzo, biotita e anfibólio. Ocorrem ainda, mais localmente, pequenos agregados de sulfeto metálico (pirita). O k-feldspato tem cor rosa creme, ocupando proporções elevadas na rocha (aproximadamente 45%), com seu tamanho variando entre 1mm a 3mm. O plagioclásio, subédrico, tem uma coloração acinzentada e encontra-se em 25% da rocha. O quartzo é anédrico, ocupando proporção a 25%, seu tamanho médio fica em torno de 2 mm. Em relação aos minerais máficos, biotita e o anfibólio, aparentemente estão em proporções equilibradas e seus tamanhos estão na faixa de 1-2 mm, apresentam-se em cerca de 5% da amostra.

Descrição Microscópica

Rocha de textura granular subédrica, com granulação média (1, a 2,4mm), constituída principalmente por álcali-feldspato, plagioclásio e quartzo. O mineral varietal encontrado é o anfibólio e a biotita. A fase acessória é constituída pela apatita (1%), epidoto (1%) e clorita (1%). Em relação aos secundários são representados pela sericita, argilo-minerais, clorita e opacos.

O álcali-feldspato micropertítico é a fase dominante, com proporção modal em 42%. Seus cristais são subédricos a anédricos e geralmente estão com tamanho de 1,7mm a 2,4mm. Os contatos com outros cristais são em sua maioria irregulares e por vezes contatos retos. Alguns cristais estão fortemente alterados para argilo-minerais e outros apresentam exsolução pertítica.

O plagioclásio (25%), exhibe cristais subédricos a anédricos, com diâmetro entre 1,2mm a 2,5mm. Exibem maclamento albita característico e seus contatos ocorrem retos e irregulares em mesma frequência. As fases secundárias encontradas são para argilo-minerais e para sericita.

O quartzo (25%) ocorre como mineral intersticial, com granulação fina (1,8mm a 2,4mm), com extinção ondulante característica e moderadamente fraturados.

A biotita possui 3% de distribuição modal. Ocorre em cristais anédricos e chegam até 2,1mm, com pleocroísmo creme a verde-oliva. Estão fortemente corroídos e alterados para clorita e opacos. Por estar moderadamente fraturado, algumas estão preenchidas com opacos.

O anfibólio (2%), ocorre em cristais anédricos a subédricos. Chegam até 2mm de comprimento, apresentam um pleocroísmo creme-esverdeado, está moderadamente corroído em suas bordas, as quais são preenchidas por minerais opacos.

Rocha: Monzogranito equigranular com anfibólio

FICHA PETROGRÁFICA	
Sigla da Amostra	GVG-F

Amostra de mão



Descrição (Amostra de mão)

Rocha fanerítica, holocristalina, hololeucocrática (com índice de cor 3'), equigranular, com granulação variando de fina a média, apresentando uma coloração creme, levemente esbranquiçada. A rocha é isótropa (maciça) e tem uma textura granular.

Sua composição é representada predominantemente por álcali-feldspato e plagioclásio, e em menor proporção de quartzo, biotita e anfibólio. O k-feldspato, varia de euédrico a subédrico, tem cor rosa creme, ocupando proporções elevadas na rocha com aproximadamente 45%, com seu tamanho variando entre 1mm a 2mm. O plagioclásio, subédrico a anédrico, com uma coloração acinzentada e encontra-se em 29% da rocha. O quartzo é anédrico, ocupando proporção a 23%, seu tamanho médio fica em torno de 2 mm. Em relação ao mineral máfico, a biotita, aparentemente está em proporção modal de 3% e seus cristais possuem tamanhos na faixa de 1 a 1,8 mm. Encontra-se, também, pequeno veio preenchido por quartzo e clorita.

Descrição Microscópica

Rocha de textura granular subédrica, com granulação média (1,3 a 4,3mm), constituída principalmente por álcali-feldspato, plagioclásio e quartzo. O mineral varietal encontrado é a biotita. A fase acessória é constituída pelo epidoto (1%) e fluorita (1%). Em relação aos secundários são representados pela sericita, argilo-minerais, clorita e opacos.

O álcali-feldspato micropertítico é a fase dominante, com proporção modal em 47%. Seus cristais são subédricos a anédricos e geralmente estão com tamanho até 3,6mm. Os contatos com outros cristais são em sua maioria irregulares e por vezes contatos retos. Alguns cristais estão fortemente alterados para argilo-minerais e outros apresentam exsolução pertítica.

O plagioclásio (25%), exhibe cristais subédricos a anédricos, com diâmetro entre 1,3mm a 4mm. Exibem maclamento albita característico e seus contatos ocorrem retos e irregulares em mesma frequência. As fases secundárias encontradas são para argilo-minerais e para sericita.

O quartzo (23%) ocorre como mineral intersticial, com granulação fina (1,8mm a 4,3mm), com extinção ondulante característica e moderadamente fraturados.

A biotita é o máfico dominante, com cerca de 3% de distribuição modal. Ocorre em cristais anédricos e chegam até 3mm, com pleocroísmo verde a marrom e também creme a marrom. Estão fortemente corroídos e alterados para clorita e opacos. Por estar moderadamente fraturado, algumas estão preenchidas com opacos e clorita.

Rocha: Sienogranito equigranular com biotita

FICHA PETROGRÁFICA	
Sigla da Amostra	GVG-G

Imagem da amostra



Descrição Macroscópica

Rocha fanerítica, holocristalina, hololeucocrática (com índice de cor 3'), equigranular, com granulação média, apresentando uma coloração creme, levemente esbranquiçada. A rocha é isótropa (maciça) e tem uma textura granular.

Sua composição é representada predominantemente por álcali-feldspato e plagioclásio, e em menor proporção de quartzo, biotita e anfibólio. O k-feldspato tem cor rosa creme, geralmente subédrico, ocupando proporções elevadas na rocha com aproximadamente 47%, com seu tamanho variando entre 1mm a 2,1mm. O plagioclásio, subédrico a anédrico, com uma coloração acinzentada e encontra-se em 25% da rocha e seu tamanho entre 1 a 1,5mm. O quartzo é anédrico, ocupando proporção a 25%, seu tamanho médio fica em torno de 1 a 2 mm. Em relação aos minerais máficos, a biotita é o principal, aparentemente está em proporção modal de 3% e seus tamanhos estão na faixa de 1 a 1,8 mm.

Descrição Microscópica

Rocha de textura granular subédrica, com granulação média (>1mm a 4mm), constituída principalmente por álcali-feldspato, plagioclásio e quartzo. O mineral varietal encontrado é a biotita. A fase acessória é constituída pelo epidoto (1%), apatita (1%) e fluorita (1%). Em relação aos secundários são representados pela sericita, argilo-minerais, clorita e opacos.

O álcali-feldspato micropertítico é a fase dominante, com proporção modal em 46%. Seus cristais são subédricos a anédricos e geralmente estão com tamanho até 3,6mm. Os contatos com outros cristais são em sua maioria irregulares e por vezes contatos retos. Alguns cristais estão fortemente alterados para argilo-minerais e outros apresentam exsolução pertítica.

O plagioclásio (25%), exhibe cristais subédricos a anédricos, com diâmetro entre 1,3mm a 4mm. Exibem maclamento albita característico e seus contatos ocorrem retos e irregulares em mesma frequência. As fases secundárias encontradas são para argilo-minerais e para sericita.

O quartzo (22%) ocorre como mineral intersticial, com granulação fina (1,8mm a 4,3mm), com extinção ondulante característica e moderadamente fraturados.

A biotita é o máfico dominante, com cerca de 4% de distribuição modal. Ocorre em cristais anédricos e chegam até 2,8mm, com pleocroísmo verde a marrom e também creme a marrom. Estão fortemente corroídos e alterados para clorita e opacos. Por estar moderadamente fraturado, algumas estão preenchidas com opacos e clorita.

Rocha: Sienogranito equigranular com biotita

FICHA PETROGRÁFICA	
Sigla da Amostra	GVG-H

Imagem da amostra



Descrição Macroscópica

Rocha fanerítica, holocristalina, hololeucocrática (com índice de cor 5'), equigranular, com granulação média, apresentando uma coloração creme, levemente esbranquiçada. A rocha é isótropa (maciça) e tem uma textura granular.

Sua composição é representada predominantemente por álcali-feldspato e plagioclásio, e em menor proporção de quartzo, biotita e anfibólio. O k-feldspato tem cor rosa creme, geralmente subédrico, ocupando proporções elevadas na rocha com aproximadamente 45%, com seu tamanho variando entre 1mm a 2,1mm. O plagioclásio, subédrico a anédrico, com uma coloração acinzentada e encontra-se em 25% da rocha e seu tamanho entre 1 a 1,5mm. O quartzo é anédrico, ocupando proporção a 25%, seu tamanho médio fica em torno de 1 a 2 mm. Em relação aos minerais máficos, biotita e o anfibólio, aparentemente estão em proporções equilibradas e seus tamanhos estão na faixa de 1 a 2 mm, apresentam-se em cerca de 5% do total da amostra.

Descrição Microscópica

Rocha de textura granular subédrica, com granulação média (1,4 a 4mm), constituída principalmente por álcali-feldspato, plagioclásio e quartzo. O mineral varietal encontrado é a biotita. A fase acessória é constituída pela fluorita (1%), apatita (1%) e epidoto (1%). Em relação aos secundários são representados pela sericita, argilo-minerais, clorita e opacos.

O álcali-feldspato micropertítico é a fase dominante, com proporção modal em 42%. Seus cristais são subédricos a anédricos e geralmente estão com tamanho até 3,4mm. Os contatos com outros cristais são em sua maioria irregulares e por vezes contatos retos. Alguns cristais estão fortemente alterados para argilo-minerais e outros apresentam exsolução pertítica.

O plagioclásio (25%), exhibe cristais subédricos a anédricos, com diâmetro entre 1,3mm a 4mm. Exibem maclamento albita característico e seus contatos ocorrem retos e irregulares em mesma frequência. As fases secundárias encontradas são para argilo-minerais e para sericita.

O quartzo (25%) ocorre como mineral intersticial, com granulação média (1,8mm a 4mm), com extinção ondulante característica e moderadamente fraturados.

A biotita é o máfico dominante, com cerca de 3% de distribuição modal. Ocorre em cristais anédricos e chegam até 2,8mm, com pleocroísmo verde a marrom. Estão fortemente corroídos e alterados para clorita e opacos. Por estar moderadamente fraturado, algumas estão preenchidas com opacos e clorita.

O anfibólio (2%), ocorre em cristais anédricos a subédricos. Chegam até 2,2mm de comprimento, apresentam um pleocroísmo creme-esverdeado. Altera-se para opacos, biotita e epidoto, e está moderadamente corroído em suas bordas, as quais são preenchidas por minerais opacos e biotita.

Rocha: Sienogranito equigranular com anfibólio

FICHA PETROGRÁFICA	
Sigla da Amostra	GVG-I

Imagem da amostra



Descrição Macroscópica

Rocha fanerítica, holocristalina, hololeucocrática (com índice de cor 5'), equigranular, com granulação entre fina a média, apresentando uma coloração creme, levemente esbranquiçada. A rocha é isótropa (maciça) e tem uma textura granular.

Sua composição é representada predominantemente por álcali-feldspato e plagioclásio, e em menor proporção de quartzo, biotita e anfibólio. O k-feldspato tem cor rosa creme, geralmente subédrico, ocupando proporções elevadas na rocha com aproximadamente 40%, com seu tamanho variando entre 1mm a 2,1mm. O plagioclásio, subédrico a anédrico, com uma coloração acinzentada e encontra-se em 30% da rocha e seu tamanho entre 1 a 1,5mm. O quartzo é anédrico, ocupando proporção a 25%, seu tamanho médio fica em torno de 1 a 2 mm. Em relação ao mineral máfico, a biotita, aparentemente está em proporção modal de 5% e seus cristais possuem tamanhos na faixa de 1 a 3 mm.

Descrição Microscópica

Rocha de textura granular subédrica, com granulação média (1,2 a 4,2mm), constituída principalmente por álcali-feldspato, plagioclásio e quartzo. O mineral varietal encontrado é a biotita. A fase acessória é constituída pela fluorita (1%), clorita (1%) e epidoto (1%). Em relação aos secundários são representados pela sericita, argilo-minerais, clorita e opacos.

O álcali-feldspato micropertítico é a fase dominante, com proporção modal em 40%. Seus cristais são subédricos a anédricos e geralmente estão com tamanho até 3,4mm. Os contatos com outros cristais são em sua maioria irregulares e por vezes contatos retos. Alguns cristais estão fortemente alterados para argilo-minerais e outros apresentam exsolução pertítica.

O plagioclásio (30%), exhibe cristais subédricos a anédricos, com diâmetro entre 1,3mm a 3,8mm. Exibem maclamento albita característico e seus contatos ocorrem retos e irregulares em mesma frequência. As fases secundárias encontradas são para argilo-minerais e para sericita.

O quartzo (22%) ocorre como mineral intersticial, com granulação média (1,8mm a 4,2mm), com extinção ondulante característica e moderadamente fraturados.

A biotita é o máfico dominante, com cerca de 5% de distribuição modal. Ocorre em cristais anédricos e chegam até 2,5mm, com pleocroísmo verde a creme-marrom. Estão fortemente corroídos e alterados para clorita e opacos. Por estar moderadamente fraturado, algumas estão preenchidas com opacos e clorita.

Rocha: Monzogranito equigranular com biotita

FICHA PETROGRÁFICA	
Sigla da Amostra	GVG-J

Imagem da amostra



Descrição Macroscópica

Rocha fanerítica, holocristalina, hololeucocrática (com índice de cor 5'), equigranular, com granulação entre fina a média, apresentando uma coloração creme, levemente esbranquiçada. A rocha é isótropa (maciça) e tem uma textura granular.

Sua composição é representada predominantemente por álcali-feldspato e plagioclásio, e em menor proporção de quartzo, biotita e anfibólio. O k-feldspato tem cor rosa creme, geralmente subédrico, ocupando proporções elevadas na rocha com aproximadamente 45%, com seu tamanho variando entre 1mm a 2,1mm. O plagioclásio, subédrico, com uma coloração acinzentada e encontra-se em 30% da rocha e seu tamanho entre 1 a 1,5mm. O quartzo é anédrico, ocupando proporção a 20%, seu tamanho médio fica em torno de 1 a 2 mm. Em relação ao mineral máfico, a biotita é a fase dominante, aparentemente está em proporção modal de 5% e seus tamanhos estão na faixa de 1 a 3 mm, apresentam-se em cerca de 5% do total da amostra.

Descrição Microscópica

Rocha de textura granular subédrica, com granulação média a grossa (1,2 a 6,2mm), constituída principalmente por álcali-feldspato, plagioclásio e quartzo. O mineral varietal encontrado é a biotita. A fase acessória é constituída por epidoto (1%). Em relação aos secundários são representados pela sericita, argilo-minerais, clorita e opacos.

O álcali-feldspato micropertítico é a fase dominante, com proporção modal em 44%. Seus cristais são subédricos a anédricos e geralmente estão com tamanho até 3,4mm. Os contatos com outros cristais são em sua maioria irregulares e por vezes contatos retos. Alguns cristais estão fortemente alterados para argilo-minerais e outros apresentam exsolução pertítica.

O plagioclásio (30%), exhibe cristais subédricos a anédricos, com diâmetro entre 1,3mm a 5,2mm. Exibem maclamento albita característico e seus contatos ocorrem retos e irregulares em mesma frequência. As fases secundárias encontradas são para argilo-minerais e para sericita.

O quartzo (20%) ocorre como mineral intersticial, com granulação média (1,8mm a 6,2mm), com extinção ondulante característica e moderadamente fraturados.

A biotita é o máfico dominante, com cerca de 5% de distribuição modal. Ocorre em cristais anédricos e chegam até 3,3mm, com pleocroísmo verde a creme-marrom. Estão fortemente corroídos e alterados para clorita e opacos. Por estar moderadamente fraturado, algumas estão preenchidas com opacos e clorita.

Rocha: Monzogranito heterogranular com biotita

FICHA PETROGRÁFICA	
Sigla da Amostra	GVG-K

Imagem da amostra



Descrição Macroscópica

Rocha fanerítica, holocristalina, hololeucocrática (com índice de cor 5'), equigranular, com granulação entre fina a média, apresentando uma coloração creme, levemente esbranquiçada. A rocha é isotropa (maciça) e tem uma textura granular.

Sua composição é representada predominantemente por álcali-feldspato e plagioclásio, e em menor proporção de quartzo e biotita. O k-feldspato tem cor rosa creme, geralmente subédrico, ocupando proporções elevadas na rocha com aproximadamente 40%, com seu tamanho variando entre 1mm a 2,2mm. O plagioclásio, subédrico, com uma coloração acinzentada e encontra-se em 30% da rocha e seu tamanho entre 1 a 1,8mm. O quartzo é anédrico, ocupando proporção a 25%, seu tamanho médio fica em torno de 1 a 2 mm. Em relação ao mineral máfico, a biotita é a fase dominante, aparentemente está em proporção modal de 5% e seus tamanhos estão na faixa de 1 a 3 mm.

Descrição Microscópica

Rocha de textura granular subédrica, com granulação média (1,2 a 3,6mm), constituída principalmente por álcali-feldspato, plagioclásio e quartzo. O mineral varietal encontrado é a biotita. A fase acessória é constituída pela apatita (1%) e epidoto (1%). Em relação aos secundários são representados pela sericita, argilo-minerais, clorita e opacos.

O álcali-feldspato micropertítico é a fase dominante, com proporção modal em 38%. Seus cristais são subédricos a anédricos e geralmente estão com tamanho até 3mm. Os contatos com outros cristais são em sua maioria irregulares e por vezes contatos retos. Alguns cristais estão fortemente alterados para argilo-minerais e outros apresentam exsolução pertítica.

O plagioclásio (30%), exhibe cristais subédricos a anédricos, com diâmetro entre 1,3mm a 3,6mm. Exibem maclamento albita característico e seus contatos ocorrem retos e irregulares em mesma frequência. As fases secundárias encontradas são para argilo-minerais e para sericita.

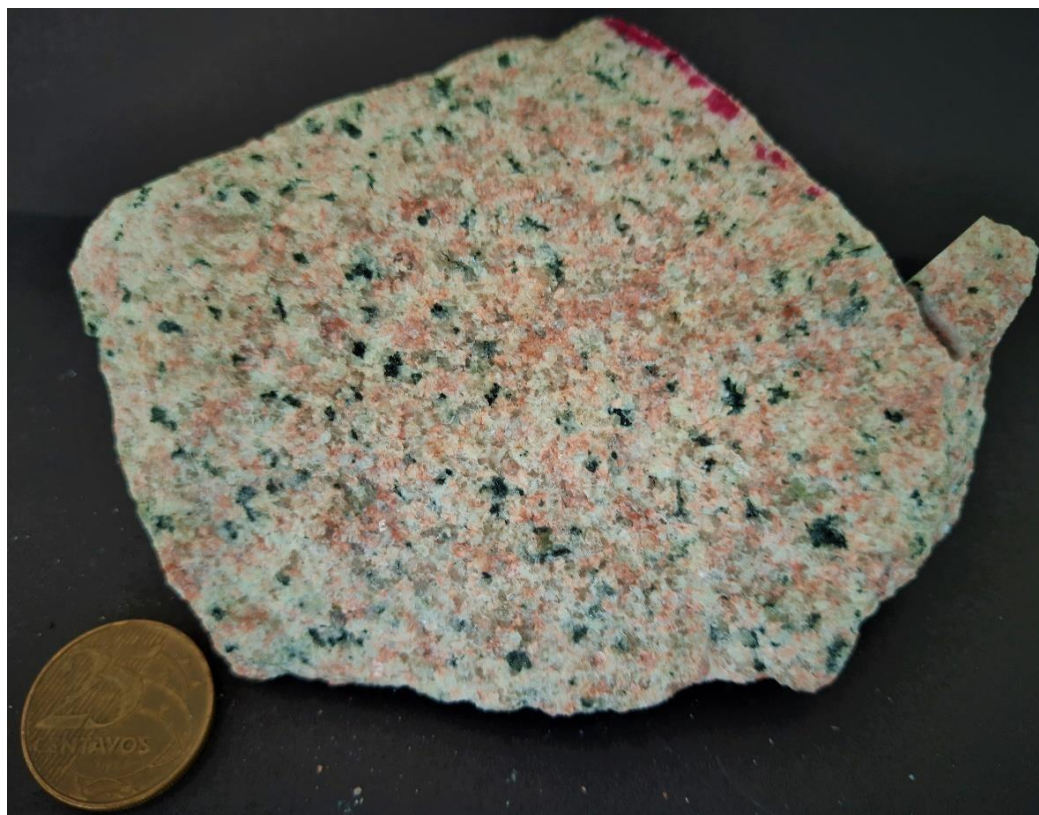
O quartzo (25%) ocorre como mineral intersticial, com granulação média (1,8mm a 2,8mm), com extinção ondulante característica e moderadamente fraturados.

A biotita é o máfico dominante, com cerca de 5% de distribuição modal. Ocorre em cristais anédricos e chegam até 3mm, com pleocroísmo verde a creme-marrom. Estão fortemente corroídos e alterados para clorita e opacos. Por estar moderadamente fraturado, algumas estão preenchidas com opacos e clorita.

Rocha: Monzogranito equigranular com biotita

FICHA PETROGRÁFICA	
Sigla da Amostra	GVG-L

Imagem da amostra



Descrição Macroscópica

Rocha fanerítica, holocristalina, hololeucocrática (com índice de cor 3'), equigranular, com granulação entre fina a média, apresentando uma coloração creme, levemente esbranquiçada. A rocha é isotrópica (maciça) e tem uma textura granular.

Sua composição é representada predominantemente por álcali-feldspato e plagioclásio, e em menor proporção de quartzo, biotita e anfibólio. O k-feldspato tem cor rosa creme, geralmente subédrico, ocupando proporções elevadas na rocha com aproximadamente 42%, com seu tamanho variando entre 0,5mm a 2mm. O plagioclásio, subédrico, com uma coloração acinzentada e encontra-se em 30% da rocha e seu tamanho entre 1 a 2mm. O quartzo é anédrico, ocupando proporção a 25%, seu tamanho médio fica em torno de 0,5 a 2,1mm. Em relação ao mineral máfico, a biotita é a fase dominante, aparentemente está em proporção modal de 3% e seus tamanhos estão na faixa de 1 a 2 mm.

Descrição Microscópica

Rocha de textura granular subédrica, com granulação fina a média (<1mm a 3mm), constituída principalmente por álcali-feldspato, plagioclásio e quartzo. O mineral varietal encontrado é a biotita. A fase acessória é constituída pela fluorita (1%) e epidoto (1%). Em relação aos secundários são representados pela sericita, argilo-minerais, clorita e opacos.

O álcali-feldspato micropertítico é a fase dominante, com proporção modal em 41%. Seus cristais são subédricos a anédricos e geralmente estão com tamanho até 3,4mm. Os contatos com outros cristais são em sua maioria irregulares e por vezes contatos retos. Alguns cristais estão fortemente alterados para argilo-minerais e outros apresentam exsolução pertítica.

O plagioclásio (30%), exhibe cristais subédricos a anédricos, com diâmetro entre 1,3mm a 3,8mm. Exibem maclamento albita característico e seus contatos ocorrem retos e irregulares em mesma frequência. As fases secundárias encontradas são para argilo-minerais e para sericita.

O quartzo (24%) ocorre como mineral intersticial, com granulação média (1,5mm a 4,2mm), com extinção ondulante característica e moderadamente fraturados.

A biotita é o máfico dominante, com cerca de 3% de distribuição modal. Ocorre em cristais anédricos e chegam até 2,5mm, com pleocroísmo verde a creme-marrom. Estão fortemente corroídos e alterados para clorita e opacos. Por estar moderadamente fraturado, algumas estão preenchidas com opacos e clorita.

Rocha: Monzogranito heterogranular com biotita

FICHA PETROGRÁFICA	
Sigla da Amostra	GVG-M

Imagem da amostra



Descrição Macroscópica

Rocha fanerítica, holocristalina, hololeucocrática (com índice de cor 3'), equigranular, com granulação média, apresentando uma coloração creme, levemente esbranquiçada. A rocha é isótropa (maciça) e tem uma textura granular.

Sua composição é representada predominantemente por álcali-feldspato e plagioclásio, e em menor proporção de quartzo, biotita e anfibólio. O k-feldspato tem cor rosa creme, geralmente subédrico, ocupando proporções elevadas na rocha com aproximadamente 41%, com seu tamanho variando entre 1mm a 2,3mm. O plagioclásio, subédrico, com uma coloração acinzentada e encontra-se em 30% da rocha e seu tamanho entre 1 a 1,8mm. O quartzo é anédrico, ocupando proporção a 26%, seu tamanho médio fica em torno de 1 a 2mm. Em relação ao mineral máfico, a biotita é o varietal dominante, aparentemente está em proporção modal de 3% e seus tamanhos estão na faixa de 1 a 2 mm.

Descrição Microscópica

Rocha de textura granular subédrica, com granulação fina a média (<1mm a 3,5mm), constituída principalmente por álcali-feldspato, plagioclásio e quartzo. O mineral varietal encontrado é a biotita. A fase acessória é constituída pelo epidoto (1%). Em relação aos secundários são representados pela sericita, argilo-minerais e opacos.

O álcali-feldspato micropertítico é a fase dominante, com proporção modal em 41%. Seus cristais são subédricos a anédricos e geralmente estão com tamanho até 2,8mm. Os contatos com outros cristais são em sua maioria irregulares e por vezes contatos retos. Alguns cristais estão fortemente alterados para argilo-minerais e outros apresentam exsolução pertítica.

O plagioclásio (30%), exhibe cristais subédricos a anédricos, com diâmetro entre 0,7mm a 2,3mm. Exibem maclamento albita característico e seus contatos ocorrem retos e irregulares em mesma frequência. As fases secundárias encontradas são para argilo-minerais e para sericita.

O quartzo (25%) ocorre como mineral intersticial, com granulação fina a média (0,6mm a 3,5mm), com extinção ondulante característica e moderadamente fraturados.

A biotita é o máfico dominante, com cerca de 3% de distribuição modal. Ocorre em cristais anédricos e chegam até 3mm, com pleocroísmo verde a creme-marrom. Estão fortemente corroídos e alterados para clorita e opacos. Por estar moderadamente fraturado, algumas estão preenchidas com opacos.

Rocha: Monzogranito heterogranular com biotita

FICHA PETROGRÁFICA	
Sigla da Amostra	NN-VG-77C

Descrição Microscópica

Rocha de textura granular subédrica, com granulação média a grossa (2mm a 8mm), constituída principalmente por álcali-feldspato, plagioclásio e quartzo. A fase acessória é constituída pelo epidoto (1%), apatita (1%), fluorita (1%) e cassiterita (1%). Em relação aos secundários são representados pela sericita, argilo-minerais e opacos.

O álcali-feldspato micropertítico é a fase dominante, com proporção modal em 45%. Seus cristais são subédricos a anédricos e geralmente estão com tamanho variando de 1,6mm a 4mm. Os contatos com outros cristais são em sua maioria irregulares com plagioclásio e por vezes contatos retos com quartzo. Alguns cristais estão fortemente alterados para argilo-minerais e outros apresentam exsolução pertítica.

O plagioclásio (25%), exhibe cristais subédricos a anédricos, com diâmetro entre 1mm a 3mm. Exibem maclamento albita característico e seus contatos ocorrem retos e irregulares em mesma frequência. As fases secundárias encontradas são para argilo-minerais e para sericita.

O quartzo (25%) ocorre como mineral intersticial, com granulação fina a média (2,1mm a 7mm), com extinção ondulante característica e moderadamente fraturados.

A biotita é o máfico dominante, com cerca de 1% de distribuição modal. Ocorre em cristais anédricos e chegam até 3,6mm, com pleocroísmo verde a creme-marrom. Por estar moderadamente fraturado, algumas estão preenchidas com opacos.

A cassiterita (1%) está presente na forma de cristais anédricos a subédricos e por vezes em agregados, ademais com até 1mm de diâmetro. Possui pleocroísmo ausente e com coloração de alguns cristais em marrom e outros em amarelo. Apresenta majoritariamente contatos irregulares. Normalmente está associada com a fluorita, lepidolita, apatita e opacos.

Rocha: Monzogranito heterogranular com biotita

FICHA PETROGRÁFICA	
Sigla da Amostra	NN-VG-33

Descrição Microscópica

Rocha de textura granular subédrica, com granulação média (1mm a 5mm), constituída principalmente por álcali-feldspato, plagioclásio e quartzo. O mineral varietal encontrado é a biotita. A fase acessória é constituída pelo epidoto (1%), lepidolita (1%), apatita (1%) e clorita (1%). Em relação aos secundários são representados pela sericita, argilo-minerais, clorita e opacos.

O álcali-feldspato micropertítico é a fase dominante, com proporção modal em 42%. Seus cristais são subédricos a anédricos e geralmente estão com tamanho de 2,8mm a 5mm. Os contatos com outros cristais são em sua maioria irregulares (plagioclásio e biotita) e por vezes contatos retos (quartzo). Alguns cristais estão fortemente alterados para argilo-minerais e outros apresentam exsolução pertítica.

O plagioclásio (25%), exhibe cristais subédricos a anédricos, com diâmetro entre 0,7mm a 2,3mm. Exibem maclamento albita característico e seus contatos ocorrem retos e irregulares em mesma frequência. As fases secundárias encontradas são para argilo-minerais e para sericita.

O quartzo (25%) ocorre como mineral intersticial, com granulação média (1,3mm a 4,1mm), com extinção ondulante característica e moderadamente fraturados.

A biotita é o máfico dominante, com cerca de 4% de distribuição modal. Ocorre em cristais anédricos e chegam até 3mm, com pleocroísmo verde a creme/marrom. Estão fortemente corroídos e alterados para clorita e opacos. Por estar moderadamente fraturado, algumas estão preenchidas com opacos.

Rocha: Monzogranito equigranular com biotita

FICHA PETROGRÁFICA	
Sigla da Amostra	NN-VG-67A

Descrição Microscópica

Rocha de textura porfirítica, com granulação fina (<1mm), constituída principalmente por álcali-feldspato, plagioclásio e quartzo. O mineral varietal encontrado é a biotita. A fase acessória é constituída pelo epidoto (1%), apatita (1%), lepidolita (1%) e cassiterita (1%). Em relação aos secundários são representados pela sericita, argilo-minerais e opacos.

Os fenocristais (plagioclásio e k-feldspato), são subédricos a anédricos e medem entre 3,8mm a 8mm. Estão de moderado a fortemente alterados para sericita e argilo-minerais.

O álcali-feldspato micropertítico é a fase dominante, com proporção modal em 40%. Seus cristais são subédricos a anédricos e geralmente estão com tamanho até 1mm. Os contatos com outros cristais são em sua maioria irregulares e por vezes contatos retos. Alguns cristais estão fortemente alterados para argilo-minerais e outros apresentam exsolução pertítica.

O plagioclásio (30%), exhibe cristais subédricos a anédricos, com diâmetro entre 0,3mm a 0,8mm. Exibem maclamento albita característico e seus contatos ocorrem retos e irregulares em mesma frequência. As fases secundárias encontradas são para argilo-minerais e para sericita.

O quartzo (24%) ocorre como mineral intersticial, com granulação fina a media (0,4mm a 0,7mm), com extinção ondulante característica e moderadamente fraturados.

A biotita é o máfico dominante, com cerca de 2% de distribuição modal. Ocorre em cristais anédricos e chegam até 1,2mm, com pleocroísmo verde a creme-marrom. Estão fortemente corroídos e alterados para opacos. Por estar moderadamente fraturado, algumas estão preenchidas com opacos.

A cassiterita (1%) está presente na forma de cristais subédricos prismáticos com até 1mm de diâmetro. Possui pleocroísmo ausente e com coloração de alguns cristais em marrom e outros em amarelo. Exibe maclamento simples. Apresenta majoritariamente contatos irregulares. Normalmente está associada com a epidoto, lepidolita, apatita.

Rocha: Monzogranito porfirítico com biotita

FICHA PETROGRÁFICA	
Sigla da Amostra	NN-VG-36

Descrição Microscópica

Rocha de textura granular subédrica, com granulação média (1mm a 5mm), constituída principalmente por álcali-feldspato, plagioclásio e quartzo. O mineral varietal encontrado é a biotita. A fase acessória é constituída pelo epidoto (1%), lepidolita (1%) e apatita (1%). Em relação aos secundários são representados pela sericita, argilo-minerais, clorita e opacos.

O álcali-feldspato micropertítico é a fase dominante, com proporção modal em 50%. Seus cristais são subédricos a anédricos e geralmente estão com tamanho de 2mm a 4,6mm. Os contatos com outros cristais são em sua maioria irregulares (plagioclásio e biotita) e por vezes contatos retos (quartzo). Alguns cristais estão fortemente alterados para argilo-minerais e outros apresentam exsolução pertítica.

O plagioclásio (24%), exhibe cristais subédricos a anédricos, com diâmetro entre 1,6mm a 3mm. Exibem maclamento albita característico e seus contatos ocorrem retos e irregulares em mesma frequência. As fases secundárias encontradas são para argilo-minerais e para sericita.

O quartzo (20%) ocorre como mineral intersticial, com granulação média (1,3mm a 4,1mm), com extinção ondulante característica e moderadamente fraturados.

A biotita é o máfico dominante, com cerca de 3% de distribuição modal. Ocorre em cristais anédricos e chegam até 3,4mm, com pleocroísmo verde a creme/marrom. Estão fortemente corroídos e alterados para clorita e opacos. Por estar moderadamente fraturado, algumas estão preenchidas com opacos e clorita.

Rocha: Sienogranito equigranular com biotita

FICHA PETROGRÁFICA	
Sigla da Amostra	NN-VG-75

Descrição Microscópica

Rocha de textura granular subédrica, com granulação média (1mm a 5mm), constituída principalmente por álcali-feldspato, plagioclásio e quartzo. O mineral varietal encontrado é a biotita. A fase acessória é constituída pelo epidoto fluorita (1%) e apatita (1%). Em relação aos secundários são representados pela sericita, argilo-minerais, clorita e opacos.

O álcali-feldspato micropertítico é a fase dominante, com proporção modal em 55%. Seus cristais são subédricos a anédricos e geralmente estão com tamanho de 1,7mm a 3,5mm. Os contatos com outros cristais são em sua maioria irregulares (plagioclásio e biotita) e por vezes contatos retos (quartzo). Alguns cristais estão fortemente alterados para argilo-minerais e outros apresentam exsolução pertítica.

O plagioclásio (20%), exibe cristais subédricos a anédricos, com diâmetro entre 1,4mm a 3,1mm. Exibem maclamento albita característico e seus contatos ocorrem retos e irregulares em mesma frequência. As fases secundárias encontradas são para argilo-minerais e para sericita.

O quartzo (20%) ocorre como mineral intersticial, com granulação média (1,4mm a 3,2mm), com extinção ondulante característica e moderadamente fraturados.

A biotita é o máfico dominante, com cerca de 3% de distribuição modal. Ocorre em cristais anédricos e chegam até 3,2mm, com pleocroísmo verde a creme/marrom. Estão fortemente corroídos e alterados para clorita e opacos. Por estar moderadamente fraturado, algumas estão preenchidas com opacos.

Rocha: Sienogranito equigranular com biotita

FICHA PETROGRÁFICA	
Sigla da Amostra	NN-VG-71

Descrição Microscópica

Rocha de textura granular subédrica, com granulação média (1mm a 5mm), constituída principalmente por álcali-feldspato, plagioclásio e quartzo. O mineral varietal encontrado é a biotita. A fase acessória é constituída pelo epidoto (1%) e lepidolita (1%). Em relação aos secundários são representados pela sericita, argilo-minerais, clorita e opacos.

O álcali-feldspato micropertítico é a fase dominante, com proporção modal em 50%. Seus cristais são subédricos a anédricos e geralmente estão com tamanho até 4,5mm. Os contatos com outros cristais são em sua maioria irregulares (plagioclásio e biotita) e por vezes contatos retos (quartzo). Alguns cristais estão fortemente alterados para argilo-minerais e outros apresentam exsolução pertítica.

O plagioclásio (25%), exhibe cristais subédricos a anédricos, com diâmetro entre 1,4mm a 2,9mm. Exibem maclamento albita característico e seus contatos ocorrem retos e irregulares em mesma frequência. As fases secundárias encontradas são para argilo-minerais e para sericita.

O quartzo (21%) ocorre como mineral intersticial, com granulação média (1,5mm a 3mm), com extinção ondulante característica e moderadamente fraturados.

A biotita é o máfico dominante, com cerca de 2% de distribuição modal. Ocorre em cristais anédricos e chegam até 3mm, com pleocroísmo verde a creme/marrom. Estão fortemente corroídos e alterados para clorita e opacos. Por estar moderadamente fraturado, algumas estão preenchidas com opacos e clorita.

Rocha: Sienogranito equigranular com biotita

FICHA PETROGRÁFICA	
Sigla da Amostra	NN-VG-63

Descrição Microscópica

Rocha de textura granular subédrica, com granulação média (1mm a 5mm), constituída principalmente por álcali-feldspato, plagioclásio e quartzo. O mineral varietal encontrado é a biotita. A fase acessória é constituída pelo epidoto (1%), apatita (1%) e cassiterita (1%). Em relação aos secundários são representados pela sericita, argilo-minerais, clorita e opacos.

O álcali-feldspato micropertítico é a fase dominante, com proporção modal em 45%. Seus cristais são subédricos a anédricos e geralmente estão com tamanho de 1,8mm a 3,5mm. Os contatos com outros cristais são em sua maioria irregulares (plagioclásio e biotita) e por vezes contatos retos (quartzo). Alguns cristais estão fortemente alterados para argilo-minerais e outros apresentam exsolução pertítica.

O plagioclásio (25%), exhibe cristais subédricos a anédricos, com diâmetro entre 1,6mm a 3mm. Exibem maclamento albita característico e seus contatos ocorrem retos e irregulares em mesma frequência. As fases secundárias encontradas são para argilo-minerais e para sericita.

O quartzo (24%) ocorre como mineral intersticial, com granulação média (1mm a 3,4mm), com extinção ondulante característica e moderadamente fraturados.

A biotita é o máfico dominante, com cerca de 3% de distribuição modal. Ocorre em cristais anédricos e chegam até 2,8mm, com pleocroísmo verde a creme/marrom. Estão fortemente corroídos e alterados para clorita e opacos. Por estar moderadamente fraturado, algumas estão preenchidas com opacos e clorita.

A cassiterita (1%) está presente na forma de cristais subédricos prismáticos com até 1mm de diâmetro. Possui pleocroísmo ausente e com coloração de alguns cristais em marrom e outros em amarelo. Apresenta majoritariamente contatos irregulares. Normalmente está associada com a apatita.

Rocha: Monzogranito equigranular com biotita

FICHA PETROGRÁFICA	
Sigla da Amostra	NN-VG-33A

Descrição Microscópica

Rocha de textura granular subédrica, com granulação média (1mm a 5mm), constituída principalmente por álcali-feldspato, plagioclásio e quartzo. O mineral varietal encontrado é a biotita. A fase acessória é constituída pelo epidoto (1%). Em relação aos secundários são representados pela sericita, argilo-minerais, clorita e opacos.

O álcali-feldspato micropertítico é a fase dominante, com proporção modal em 41%. Seus cristais são subédricos a anédricos e geralmente estão com tamanhos até 3,5mm. Os contatos com outros cristais são em sua maioria irregulares (plagioclásio e biotita) e por vezes contatos retos (quartzo). Alguns cristais estão fortemente alterados para argilo-minerais e outros apresentam exsolução pertítica. Por vezes, quando não alterado, exibe maclamento carls-bad característico.

O plagioclásio (30%), exibe cristais subédricos a anédricos, com diâmetro entre 1,4mm a 3,1mm. Exibem maclamento albita característico e seus contatos ocorrem retos e irregulares em mesma frequência. As fases secundárias encontradas são para argilo-minerais e para sericita.

O quartzo (25%) ocorre como mineral intersticial, com granulação média (1,4mm a 3mm), com extinção ondulante característica e moderadamente fraturados.

A biotita é o máfico dominante, com cerca de 3% de distribuição modal. Ocorre em cristais anédricos e chegam até 2,6mm, com pleocroísmo verde a creme/marrom. Estão fortemente corroídos e alterados para clorita e opacos. Por estar moderadamente fraturado, algumas estão preenchidas com opacos e clorita.

Rocha: Monzogranito equigranular com biotita

FICHA PETROGRÁFICA	
Sigla da Amostra	NN-VG-77N

Descrição Microscópica

Rocha de textura granular subédrica, com granulação média (1mm a 5mm), constituída principalmente por álcali-feldspato, plagioclásio e quartzo. O mineral varietal encontrado é a biotita. A fase acessória é constituída pelo epidoto (1%), lepidolita (1%) e cassiterita (1%). Em relação aos secundários são representados pela sericita, argilo-minerais e opacos.

O álcali-feldspato micropertítico é a fase dominante, com proporção modal em 48%. Seus cristais são subédricos a anédricos e geralmente estão com tamanho de 1,5mm a 3,3mm. Os contatos com outros cristais são em sua maioria irregulares (plagioclásio e biotita) e por vezes contatos retos (quartzo). Alguns cristais estão fortemente alterados para argilo-minerais e outros apresentam exsolução pertítica.

O plagioclásio (25%), exhibe cristais subédricos a anédricos, com diâmetro entre 1,2mm a 3,2mm. Exibem maclamento albita característico e seus contatos ocorrem retos e irregulares em mesma frequência. As fases secundárias encontradas são para argilo-minerais e para sericita.

O quartzo (21%) ocorre como mineral intersticial, com granulação média (1,4mm a 3,8mm), com extinção ondulante característica e moderadamente fraturados.

A biotita é o máfico dominante, com cerca de 3% de distribuição modal. Ocorre em cristais anédricos e chegam até 3,2mm, com pleocroísmo verde a creme/marrom. Estão fortemente corroídos e alterados para clorita e opacos. Por estar moderadamente fraturado, algumas estão preenchidas com opacos e clorita.

A cassiterita (1%) está presente na forma de cristais subédricos prismáticos com até 1mm de diâmetro. Possui pleocroísmo ausente e com coloração de alguns cristais em marrom e outros em amarelo. Apresenta majoritariamente contatos irregulares. Normalmente está associada com a lepidolita.

Rocha: Sienogranito equigranular com biotita

FICHA PETROGRÁFICA	
Sigla da Amostra	NN-VG-76

Descrição Microscópica

Rocha de textura porfirítica, com granulação fina (<1mm), constituída principalmente por álcali-feldspato, plagioclásio e quartzo. O mineral varietal encontrado é a biotita. A fase acessória é constituída pelo epidoto (1%), apatita (1%) e lepidolita (1%). Em relação aos secundários são representados pela sericita, argilo-minerais e opacos.

Os fenocristais (plagioclásio e k-feldspato), são anédricos a subédricos e medem entre 3,5mm a 7,8mm. Estão de moderado a fortemente alterados para sericita e argilo-minerais.

A matriz é constituída por microlito, o que dificulta a descrição da mesma.

Rocha: Micromonzogranito

1

FICHA PETROGRÁFICA	
Sigla da Amostra	NN-VG-77B

Descrição Microscópica

Rocha com textura criptocristalina e granular subédrica, com granulação fina (<1mm), constituída principalmente por microlito (matriz) e quartzo.

Na parcela criptocristalina é impossível identificar os cristais, pois os mesmos estão numa granulação muito fina, o que se vê são apenas microlitos.

Na porção onde a textura é subédrica é possível identificar o quartzo como mineral intersticial, com granulação média (0,3mm a 0,8mm), com extinção ondulante característica e moderadamente fraturados. Nessa área os cristais seguem uma direção, como se estivessem em um veio.

Rocha: Micromonzogranito

FICHA PETROGRÁFICA	
Sigla da Amostra	NN-VG-34

Descrição Microscópica

Rocha de textura granular subédrica, com granulação fina (<1mm), constituída principalmente por álcali-feldspato, plagioclásio e quartzo. O mineral varietal encontrado é a biotita. A fase acessória é constituída pelo lepidolita (1%) e epidoto (1%). Em relação aos secundários são representados pela sericita, argilo-minerais e opacos.

O álcali-feldspato micropertítico é a fase dominante, com proporção modal em 45%. Seus cristais são subédricos a anédricos e geralmente estão com tamanho de 0,4mm a 1,1mm. Os contatos com outros cristais são em sua maioria irregulares (plagioclásio e biotita) e por vezes contatos retos (quartzo). Alguns cristais estão fortemente alterados para argilo-minerais e outros apresentam exsolução pertítica.

O plagioclásio (25%), exhibe cristais subédricos a anédricos, com diâmetro entre 0,2mm a 0,7mm. Exibem maclamento albita característico e seus contatos ocorrem retos e irregulares em mesma frequência. As fases secundárias encontradas são para argilo-minerais e para sericita.

O quartzo (25%) ocorre como mineral intersticial, com granulação média (0,2mm a 1mm), com extinção ondulante característica e moderadamente fraturados.

A biotita é o máfico dominante, com cerca de 3% de distribuição modal. Ocorre em cristais anédricos e chegam até 1,4mm, com pleocroísmo verde a creme/marrom. Estão fortemente corroídos e alterados para opacos. Por estar moderadamente fraturado, algumas estão preenchidas com opacos.

Rocha: Monzogranito equigranular com biotita