

UNESP - UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Campus de Rio Claro (SP)

**CARACTERIZAÇÃO PETROGRÁFICA DAS ZONAS DE ALTERAÇÃO
HIDROTHERMAL ASSOCIADAS AOS PEGMATITOS DA MINA BOM
FUTURO, RONDÔNIA**

PEDRO LUIZ LUPPI FOSTER

Orientador: Washington Barbosa Leite Júnior

*Monografia apresentada à Comissão do Trabalho de
Conclusão do Curso de Geologia do Instituto de
Geociências e Ciências Exatas – UNESP, campus de
Rio Claro, como parte das exigências para o
cumprimento da disciplina Trabalho de Conclusão de
Curso no ano letivo de 2012”*

Rio Claro – SP
2012

AGRADECIMENTOS

À toda a minha família, em especial minha mãe (Ana Valéria) e meus irmãos (Gabriel e Mariana) por estarem sempre ao meu lado durante toda a minha vida e a me proporcionar um ambiente familiar feliz e agradável. Agradeço também aos meus tios Edinho e Gianella, por todo o apoio durante a minha estadia na cidade de Rio Claro e a todas as “pizzadas” que tive oportunidade de participar.

À todas as amizades que fiz durante a faculdade, principalmente aquelas que me ensinaram lições valiosas sobre convivência e trabalho em equipe. Muito obrigado Bruno Venâncio da Silva (Kiko), Felipe Seguin (Merda), Julio Cesar da Silva (Julião), Antonio Ferreira de Mello Junior (Estopa), Caio Sérgio Socchor (Boca) e Rafael Caixeta (Buraco) por me mostrarem o valor de uma boa amizade. Agradeço também aos meus colegas de classe (Geovárzea) pela companhia durante esses cinco anos de faculdade.

Ao Prof. Dr. Washington Barbosa Leite Jr., por me orientar durante meu trabalho de graduação e pela oportunidade de estudar a geologia do morro Bom Futuro. Também aos professores Antenor Zanardo e José Eduardo Zaine por sempre me apoiarem.

À COOPERSANTA Ltda., por ter dado toda a infra-estrutura durante os trabalhos de campo realizados. Em especial ao Ronaldo, pelo seu bom humor, e aos funcionários do alojamento por me receberem tão bem, em especial Agenor Aparício e suas incríveis histórias de vida.

“Jab life ho out of control honthon ko kar ke gol
Honthon ko kar ke gol seeti baja ke bol
(...)
Aal izz well!

Murgi kya jaane ande ka kya hoga
Arrey life milegi ya tawe pe fry hoga
Koi na jaane apna future kya hoga
Honthon ghuma seeti baja seeti baja ke bol
Bhaiya aal izz well
Arrey bhaiya aal izz well
(...)

Confusion hi confusion hai solution kuch pata nahi
Solution jo mila to saala question kya tha pata nahi
Dil jo tera baat baat pe ghabraye
Dil pe rakh le haath usse tu fusla le
Dil idiot hai pyaar se usko samjha le
Honthon ghuma seeti baja seeti baja ke bol
Bhaiya aal izz well
(...)

Scholarship ki pee gaya daaru ghum to phir bhi mitaa nahi
Agar battiyan raakh ho gayi God to phir bhi dikha nahin
Bakra kya jaane uski jaan ka kya hoga
Seekh ghusegi ya saala keema hoga
Koi na jaane apna future kya hoga
To honthon ghuma seeti baja seeti baja ke bol
Bhaiya aal izz well
Arrey bhaiya aal izz well
(...)”

Música: Aal iss well

Letra: Swanand Kirkire

Índice

1. INTRODUÇÃO	1
1.1 Mina Bom Futuro.....	2
2. ASPECTOS GERAIS DA ÁREA DE ESTUDO	4
2.1 Localização e vias de acesso da Mina Bom Futuro	4
2.2 Aspectos Socioeconômicos.....	6
2.3 Aspectos fisiográficos	6
3. OBJETIVO E JUSTIFICATIVA	11
4. METODOLOGIA E ETAPAS DE TRABALHO	12
4.1 Pesquisa bibliográfica	12
4.2 Trabalhos de campo.....	12
4.3 Projeto de Pesquisa	13
4.4 Trabalhos de Laboratório	13
4.5 Trabalhos de Escritório e Relatório Final.....	14
5. GEOLOGIA REGIONAL	14
5.1 Cráton Amazônico.....	14
5.2 Província Estanífera de Rondônia (PER)	15
5.2.1 COMPLEXO JAMARI.....	17
5.2.2 INTRUSÕES GRANÍTICAS MESOPROTEROZÓICAS.....	18
5.2.3 FORMAÇÃO NOVA FLORESTA.....	19

5.2.4	<i>SEQÜÊNCIAS METASSEDIMENTARES</i>	19
5.2.5	<i>UNIDADES FANEROZÓICAS</i>	20
6.	GEOLOGIA LOCAL	20
6.1	Complexo Jamari	20
6.2	Suíte Intrusiva Granitos Últimos de Rondônia	21
6.2.1	<i>SISTEMA SUBVULCÂNICO BOM FUTURO</i>	22
6.2.2	<i>SISTEMA PLUTÔNICO PALANQUETA</i>	28
6.3	Coberturas Sedimentares	29
6.4	Depósito de Estanho	29
7.	CARACTERIZAÇÃO PETROGRÁFICA DAS ZONAS DE ALTERAÇÃO HIDROTHERMAL	30
7.1	Biotita Gnaiss (B.F.P-01)	33
7.1.1	<i>LITOTIPO E VEIOS PEGMATÍTICOS</i>	33
7.1.2	<i>ANALISE MICROSCÓPICA</i>	35
7.2	Brecha Subvulcânica (B.F.P-02)	39
7.2.1	<i>LITOTIPO E VEIOS PEGMATÍTICOS</i>	39
7.2.2	<i>ANALISE MICROSCÓPICA</i>	44
7.3	Topázio Leucorolito (B.F.P-03)	47
7.3.1	<i>LITOTIPO E VEIOS PEGMATÍTICOS</i>	47
7.3.2	<i>ANALISE MICROSCÓPICA</i>	50
7.4	Micro Melassienito Pórfiro (B.F.P-04)	54
7.4.1	<i>LITOTIPO E VEIOS PEGMATÍTICOS</i>	54

7.4.2 <i>ANÁLISE MICROSCÓPICA</i>	59
7.5 Topázio Leucogranito Pórfiro (B.F.P-05)	62
7.5.1 <i>LITOTIPO E VEIOS PEGMATÍTICOS</i>	62
7.5.2 <i>ANÁLISE MICROSCÓPICA</i>	65
7.6 Biotita Anfibolito (B.F.P-06 e B.F.P-07)	68
7.6.1 <i>LITOTIPO E VEIOS PEGMATÍTICOS</i>	68
7.6.2 <i>ANÁLISE MICROSCÓPICA</i>	71
8. CONCLUSÃO	766
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS	79

Listas de Ilustrações

Figura 1: Imagem de localização da vila e mina Bom Futuro no estado de Rondônia. 5

Figura 2: Mapa climático brasileiro segundo as zonas de Köppen. Destaque na área do estado de Rondônia. 9

Figura 3: Bacias hidrográficas do estado de Rondônia. Em destaque a localização da mina Bom Futuro. 10

Figura 4: Mapa pedológico do estado de Rondônia segundo classificação WRB (World Soil Resource Report 84). Em destaque a localização da mina Bom Futuro. 11

Figura 5: Cronograma de trabalhos executados. 12

Figura 6: Mapa das províncias geocronológicas do Cráton Amazônico e localização da Província Estanífera de Rondônia. Extraído de Tassinari e Macambira, 1999. 15

Figura 7: Mapa geológico da Província Estanífera de Rondônia e localização da mina Bom Futuro. Modificado de Bettencourt et al., 1999. 16

Figura 8: Mapa geológico simplificado do morro Bom Futuro e delimitação da área onde foram feitas as amostragens. 31

Figura 9: Mapa de localização dos pontos onde foram realizadas as amostragens para análise. 32

Figura 10: Representação esquemática das principais características comuns encontradas nos contatos entre veios pegmatíticos e as encaixantes. 78

Mosaico 1: Mina Bom Futuro e instalações da COOPERSANTA. (A) Vista da porção Oeste do Morro Bom Futuro; (B) Britador instalado em 2012 para início da exploração do minério primário; (C) Laboratório de análise química da cooperativa; (D) Fundição da COOPERMETAL e processo de sangria, onde o minério fundido é separado das impurezas e levado para concentração do estanho. _____ 3

Mosaico 2: Exemplos da cobertura vegetal encontrada na Mina Bom Futuro, em A, exemplo de árvore de pequeno porte e em B gramíneas espaçadas pós desmatamento. Foto 2: Exemplos da cobertura vegetal encontrada na Mina Bom Futuro, em A, exemplo de árvore de pequeno porte e em B gramíneas espaçadas pós desmatamento. _____ 8

Mosaico 3: Rochas do Complexo Jamari encontradas no Morro Bom Futuro. (A) Biotita-gnaiss fino; (B) Contato entre lente de anfibolito e biotita-gnaiss fino; (C) gnaiss rico em quartzo; (D) gnaiss alterado com foliação preservada. _____ 21

Mosaico 4: Micro melassienito pórfiro maciço com matriz fina a afanítica e pórfiros de agregados de biotita. 22

Mosaico 5: Alguns tipos de brechas subvulcânicas encontradas no morro Bom Futuro. (A) Fragmentos tabulares aparentemente orientados; (B) Grande fragmento anguloso de microssienito em matriz vítrea; (C) Arranjo do tipo fragmento suportado polimítico; (D) Fragmentos de biotita gnaiss do embasamento. _____ 23

Mosaico 6: Diferentes fácies do topázio leucoriólito. (A) Fácies mais comum com matriz fina; (B) Textura localizada afanítica com aspecto vítreo. _____ 24

Mosaico 7: Exemplos de corpos pegmatíticos encontrados no morro Bom Futuro. (A) Corpo de espessura métrica já sendo explorado; (B) Veio com separação de porção feldspática e quartzosa; (C) Cristais de biotita próximos ao contato com a encaixante; (D) Cristais de quartzo bem desenvolvidos. _____ 25

Mosaico 8: Topázio leucogranito pórfiro. (A) Grande dique tabular em brecha vulcânica; (B) Pequenos veios em rochas do embasamento; (C) Detalhe da estrutura maciça e matriz fina a média do litotipo; (D) Cristais facetados de quartzo destacados em amarelo. _____ 26

Mosaico 9: Diferentes tipos de veios de quartzo encontrados no morro Bom Futuro. (A) Megaveio encaixado em biotita-gnaiss; (B) Megaveio e leucogranito alterados; (C) e (D) Detalhe de cristais de cassiterita próximos as bordas dos veios de quartzo. _____ 27

Mosaico 10: Biotita gnaiss analisado. Em (A) visão geral do local em que a rocha é aflorante; (B) e (D) foliação do litotipo e sua granulação fina a média; (C) bandamento composicional dobrado. _____ 34

Mosaico 11: Principais tipos de zoneamentos encontrados nos veios pegmatíticos encaixados no litotipo. Em (A) veio de médio porte com intercalação de bandas máficas e quartzosas e sua zona de alteração; (B) grandes cristais de quartzo no interior do veio e massas de topázio concentrado no contato; (C) concentração de topázio e biotita no contato. _____ 35

<i>Mosaico 12: Visão geral do litotipo e da relação dos fragmentos polimíticos. Em (A) litotipo muito fraturado e cortado por diversos veios; (B) fragmentos dispostos desordenadamente na matriz afanítica; (C) fragmentos orientados; (D) contatos ondulados a difusos em raros fragmentos.</i>	<i>41</i>
<i>Mosaico 13: Zoneamentos encontrados nos veios pegmatíticos. Em (A) microclínio concentrado nas bordas com quartzo e biotita no núcleo do veio; (B) zona de alteração milimétrica em veio com microclínio nas bordas; (C) vênula irregular constituída por quartzo e topázio.</i>	<i>44</i>
<i>Mosaico 14: Topázio leucoriolito analisado e suas diferentes texturas. Em (A) textura porfirítica maciça; (B) aspecto fluidal encontrado próximo com a encaixante; (C) enclave de microclínio em textura porfirítica; (D) enclave em matriz afanítica cinza azulada.</i>	<i>48</i>
<i>Mosaico 15: Tipos de zoneamentos dos veios pegmatíticos no leucoriolito. Em (A) veio composto predominantemente por microclínio com cristais de quartzo no núcleo; (B) veio com composição semelhante e zona de alteração mais espessa; (C) separação das zonas longitudinais feldspáticas e quartzosas.</i>	<i>50</i>
<i>Mosaico 16: Micro melassienito pórfiro e seus diferentes tipos texturais. Em (A) visão geral do corpo bastante fraturado; (B) fácies porfirítica com pórfiros de plagioclásio subarredondados; (C) fácies de transição com menor quantidade de pórfiros; (D) fácies equigranular com granulação homogênea.</i>	<i>55</i>
<i>Mosaico 17: Tipos de zoneamentos encontrados nos veios pegmatíticos do litotipo. Em (A) veio rico em quartzo em topázio com o ultimo concentrado nas bordas, principalmente na superior; (B) veio com quartzo concentrado nas bordas e microclínio no núcleo; (C) porção do veio constituída predominantemente por microclínio.</i>	<i>57</i>
<i>Mosaico 18: Veio pegmatítico com truncamento gerando separação composicional. A porção superior encontra-se rica em quartzo com microclínio restrito as bordas do corpo e a porção inferior apresenta composição predominantemente feldspática.</i>	<i>58</i>
<i>Mosaico 19: Leucogranito pórfiro analisado e suas principais características petrográficas. Em (A) litotipo parcialmente alterado com formação de material argiloso marrom avermelhado; (B) e (C) litotipo pouco intemperizado mostrando granulação média a fina e estrutura maciça; (D) formato subedral dos pórfiros de quartzo, alguns com formação de arestas.</i>	<i>63</i>
<i>Mosaico 20: Principais tipos de zoneamento dos veios pegmatíticos no litotipo. Em (A) veio de quartzo, zinnwaldita e topázio com acúmulo de micas da encaixante próximo do corpo; (B) aglomerados de zinnwaldita dispostos perpendicularmente ao contato e entre os cristais anedrais de quartzo; (C) zoneamento com delgada banda de quartzo no núcleo do veio, envolta por banda de zinnwaldita e com quartzo e topázio acumulados nas bordas, além da zona de alteração irregular do corpo.</i>	<i>64</i>

*Mosaico 21: Biotita anfibolito analisado. Em (A) visão geral do corpo do litotipo com poucos veios pegmatíticos associados; (B) estrutura foliada cortada por veio rico em plagioclásio; (C) e (D) cristais de biotita e anfibólio orientados.*_____ 69

*Mosaico 22: Veios pegmatíticos ricos em plagioclásio cortando o biotita anfibolito. Em (A) veio zonado com micas e quartzo nas bordas e feldspato no núcleo; (B) e (C) veio irregular com zoneamento interno difuso e zona de alteração milimétrica afetando a encaixante.*_____ 70

<i>Fotomicrografia 1: Estrutura, textura e mineralogia principais encontradas no biotita gnaiss. Biotita orientada segregada do quartzo e feldspato.</i>	36
<i>Fotomicrografia 2: Zona interna do veio pegmatítico mostrando grandes cristais de quartzo e zinnwaldita além de cristais subedrais de fluorita associados ao topázio. Contatos em geral retos a ondulados.</i>	37
<i>Fotomicrografia 3: Zona intermediária mostrando contato abrupto entre o veio e a encaixante, com diminuição da granulação e acúmulo de topázio. Contato separa zona de alteração (esquerda) e veio (direita).</i>	37
<i>Fotomicrografia 4: Zona de alteração típica do contato entre veio pegmatítico e o biotita gnaiss. Aglomerados de cristais de quartzo envoltos por zinnwaldita, essa percolando na zona de alteração em direção a encaixante.</i>	38
<i>Fotomicrografia 5: Exemplo de fragmento da brecha subvulcânica. Rocha granítica maciça com flúor e zinnwaldita associados. Grande maioria dos fragmentos e a matriz possuem composição ácida.</i>	45
<i>Fotomicrografia 6: Zona interna característica dos veios pegmatíticos na brecha subvulcânica. Grandes cristais de microclínio próximos do núcleo do veio.</i>	46
<i>Fotomicrografia 7: Contato brusco entre o veio pegmatítico e a brecha subvulcânica. Diminuição brusca da granulação com geração de agregados microcristalinos de zinnwaldita e topázio.</i>	46
<i>Fotomicrografia 8: Zona de alteração rica em zinnwaldita microcristalina, topázio e quartzo. Minerais opacos geram manchas de alteração na zinnwaldita.</i>	46
<i>Fotomicrografia 9: Veio pegmatítico com grandes cristais anedrais a subedrais de microclínio e fragmentos de fluorita e zinnwaldita.</i>	51
<i>Fotomicrografia 10: Zona intermediária mostrando o contato entre o veio pegmatítico e a encaixante. Contato macroscopicamente brusco, mostrando microscopicamente pequenas reentrâncias de zinnwaldita no veio.</i>	52
<i>Fotomicrografia 11: Zona de alteração interna com grande quantidade de zinnwaldita e quartzo.</i>	52
<i>Fotomicrografia 12: Cristal fragmentado de esfalerita na zona de alteração interna.</i>	53
<i>Fotomicrografia 13: Zona de alteração externa com melhor preservação das características estruturais, texturais e mineralógicas da encaixante (topázio leucorilito).</i>	53
<i>Fotomicrografia 14: Micro melassienito apresentando estrutura maciça e granulação muito fina.</i>	59
<i>Fotomicrografia 15: Veio pegmatítico rico em microclínio e cristais com bordas onduladas a retas.</i>	60

<i>Fotomicrografia 16: Zona intermediária mostrando contato brusco entre o veio e a encaixante, com formação de agregados microcristalinos de zinnwaldita. Ocorre segregação mineral em bandas, com acúmulo de quartzo, topázio e zinnwaldita.</i>	61
<i>Fotomicrografia 17: Zona de alteração com cristais corroídos de quartzo e albita envoltos por agregados policristalinos de zinnwaldita.</i>	61
<i>Fotomicrografia 18: Estrutura do leucogranito pórfiro, com granulação fina e pórfiro de albita.</i>	66
<i>Fotomicrografia 19: Veio pegmatítico rico em quartzo com cristais anedrais de zinnwaldita.</i>	66
<i>Fotomicrografia 20: Zona intermediária com contato entre veio (esquerda) e encaixante (direita). O contato marca uma mudança brusca na mineralogia.</i>	67
<i>Fotomicrografia 21: Zona de alteração com grandes cristais de zinnwaldita, provavelmente da própria encaixante, com feições de dissolução junto com a albita.</i>	68
<i>Fotomicrografia 22: Micro melassienito pórfiro com anfibólio principal a hornblenda e possuindo plagioclásio fortemente sericitizado.</i>	72
<i>Fotomicrografia 23: Veio pegmatítico rico em albita com grande parte dos cristais apresentando hábitos tabulares anedrais.</i>	73
<i>Fotomicrografia 24: Zona intermediária com contato brusco entre veio e encaixante. É possível identificar agregados de zinnwaldita percolando o veio, englobando e corroendo cristais de quartzo.</i>	74
<i>Fotomicrografia 25: Zona de alteração interna com agregados microcristalinos de zinnwaldita.</i>	75
<i>Fotomicrografia 26: Zona de alteração externa rica em topázio e zinnwaldita. Os cristais de biotita (marrom escuro) estão sendo alterados para zinnwaldita.</i>	75

<i>Tabela 1: Média modal encontrada nos veios e nas zonas intermediárias e de alteração no litotipo analisado.</i>	36
<i>Tabela 2: Litotipos principais encontrados nos fragmentos da brecha subvulcanica analisada.</i>	39
<i>Tabela 3: Descrição das famílias de veios encontradas no litotipo analisado.</i>	42
<i>Tabela 4: Zoneamento interno das zonas longitudinais encontradas nos veios pegmatíticos principais encontrados no litotipo.</i>	43
<i>Tabela 5: Média modal encontrada nos veios pegmatíticos analisados no litotipo.</i>	45
<i>Tabela 6: Fácies principais encontradas no Leucoriólito pórfiro.</i>	47
<i>Tabela 7: Média modal encontrada nos veios pegmatíticos e respectivas zona intermediária e de alteração.</i>	51
<i>Tabela 8: Fácies texturais encontradas no micro melassienito.</i>	54
<i>Tabela 9: Média modal dos veios pegmatíticos e respectivas zona intermediária e de alteração.</i>	59
<i>Tabela 10: Média modal dos veios pegmatíticos e respectivas zonas intermediárias e de alteração.</i>	65
<i>Tabela 11: Média modal dos veios pegmatíticos e respectivas zonas intermediárias e de alteração.</i>	71

ANEXOS

(DESCRIÇÃO PETROGRÁFICA - LITOTIPOS E VEIOS PEGMATÍTICOS)

I - BIOTITA GNAISSE

II - BRECHA SUBVULCÂNICA

III - TOPÁZIO LEUCORIÓLITO

IV - MICRO MELASSIENTO PÓRFIRO

V - TOPÁZIO LEUCOGRANITO

VI - BIOTITA ANFIBOLITO

RESUMO

O depósito de estanho do Bom Futuro localiza-se no município de Ariquemes, região centro-norte do estado de Rondônia. Desde sua descoberta no final da década de 80, o depósito de estanho de Bom Futuro vem sendo explorado e é considerado um dos principais produtores brasileiros de cassiterita, principalmente nos depósitos secundários (placers) nas adjacências do morro Bom Futuro. A mineralização primária ocorre nos contatos entre veios de quartzo e pegmatitos com as rochas do morro e sua exploração vem sendo o objetivo de novos estudos realizados na área. Esses corpos ocorrem em todos os litotipos do morro, gerando bordas de alteração hidrotermal com cada encaixante. O foco do estudo é a caracterização dessas alterações hidrotermais através da análise das bordas de veios pegmatíticos intrudidos em cada um dos litotipos principais encontrados no morro Bom Futuro, sendo estes: biotita gnaisse, biotita anfibolito, brecha subvulcânica, topázio leucogranito, topázio leucoriolito e micro melassienito pórfiro. A análise e comparação mostraram familiaridades entre as bordas de alteração encontradas, sendo possível sua subdivisão em três zonas principais: zona interna ou do veio propriamente dito, zona intermediária ou de transição e a zona de alteração, onde ocorre a passagem gradual das feições hidrotermais até a rocha encaixante. A cassiterita e esfalerita foram encontradas dispersas nas três zonas, porém em maior quantidade na zona intermediária, próximo do contato.

Palavras-chave: mina Bom Futuro, cassiterita, pegmatito, hidrotermalismo

ABSTRACT

The Bom Futuro tin deposit is located in Ariquemes, north-central state of Rondônia. Since its discovery in the late 80s, the tin deposit of Bom Futuro has been explored and considered one of the leading Brazilian producers of cassiterite, exploring it mainly in secondary deposits (placers) in the vicinity of the hill Bom Futuro. The primary mineralization occurs in the contacts between quartz veins and pegmatites with the rocks of the hill and its exploitation has been the goal of new studies in the area. These bodies occur in all rock types of the hill, leading edges of hydrothermal alteration with each rock. The focus of the study is the characterization of hydrothermal alteration through the analysis of the edges of pegmatitic veins intruded on each of the main rock types found on the hill Bom Futuro, which are: biotite gneiss, biotite amphibolite, subvolcanic breccia, topaz leucogranite, topaz leucoriolito and micro melassienito porphyry. The analysis and comparison showed familiarities between the edges of alteration encountered, and possible subdivision into three main zones: the inner zone or the vein itself, intermediate zone or transition zone and the change zone where the passage of hydrothermal features to rocks features is gradual. The cassiterite and sphalerite were found scattered in three zones, however in larger quantities in the intermediate zone, near the contact.

Keywords: Bom Futuro tin deposit, cassiterite, pegmatite, vein, hydrothermalism

1. INTRODUÇÃO

O estanho (Sn) foi um dos primeiros metais a ser manipulado pelo homem, sendo aplicado em ligas para melhorar suas características físicas. Uma das ligas mais conhecidas de estanho é o bronze (estanho e cobre) sendo comprovada sua utilização já 3.500 anos a.C e devido a sua ampla aplicação na construção de armas e ferramentas tornou-se um marco da evolução tecnológica das civilizações, ficando seu valor histórico registrado na denominada Idade do Bronze.

Foram as características físicas peculiares do estanho que atraíram a atenção dos povos antigos, como seu baixo ponto de fusão (231,9°), resistência à corrosão e oxidação, não tóxico e boa aparência externa. Outra liga de grande importância, principalmente nas últimas décadas, é a solda (estanho e chumbo), utilizada para unir componentes eletrônicos a placas de circuitos impresso ou fios.

O primeiro registro da descoberta de estanho no Brasil data do século XVIII, em uma Carta Régia conferindo a Domingos Ferreira o direito de pesquisar cassiterita na Comarca de São Paulo, embora as atividades extrativistas conhecidas só venham ocorrer em 1903, em atividades garimpeiras rudimentares nos aluviões estaníferos do rio Camaquã, no município de Encruzilhada do Sul (RS). A lavra mecanizada só consolidou-se no país na década de 70 e somente na segunda metade da década de 80 é que foram descobertas as jazidas de classe internacional do Pitinga, no Amazonas, e Bom Futuro, em Rondônia, que tornaram o Brasil o maior produtor mundial de estanho entre 1988-1990 (GRÁFICO 1) e ainda hoje fazem do país um dos principais exportadores de estanho metálico no mercado internacional.

O atual preço do estanho no mercado internacional, com média no primeiro semestre de 2012 de \$20.000,00/ton., vem estimulando a pesquisa de novos depósitos e a reavaliação das reservas remanescentes nos distritos mineiros na Província Estanífera de Rondônia. Dentre as minas conhecidas que permanecem em operação, encontra-se a mina Bom Futuro com uma produção histórica estimada em mais de 200.000 t de estanho, mas poucos trabalhos de pesquisa mineral realizados.

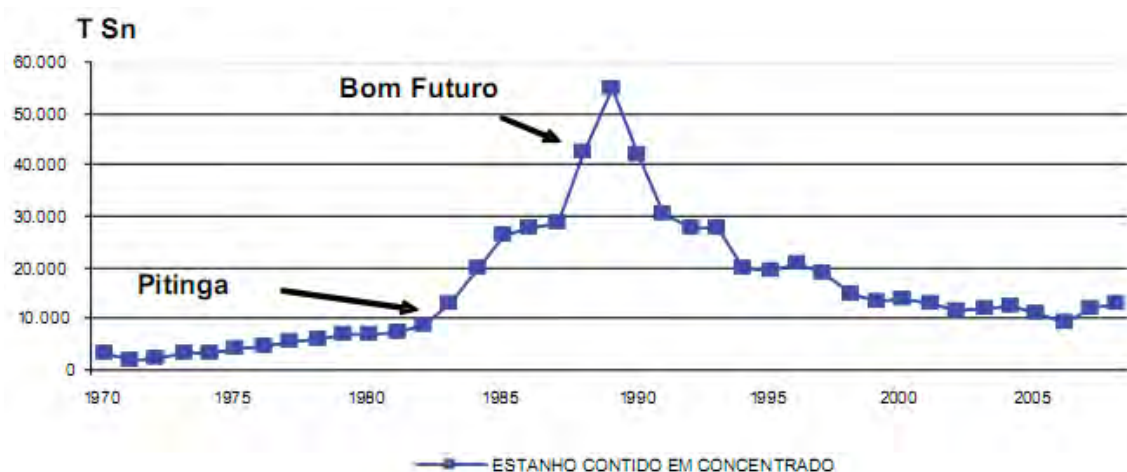


Gráfico 1: Influência de Pitinga (AM) e Bom Futuro (RO) na produção brasileira de estanho contido.

Fonte: DNPM.

1.1 Mina Bom Futuro

Segundo Prandi (1990) a cassiterita de Bom Futuro foi descoberta em 1987 durante a ocupação da linha C-75 do INCRA, referente a um dos projetos de assentamento agrário promovidos por aquela instituição. A área foi requerida ao DNPM para a pesquisa mineral no dia 31 de Agosto do mesmo ano, pela MS Mineração Ltda., empresa do Grupo Paranapanema.

Em Outubro de 1987 a área foi ocupada por grandes contingentes de garimpeiros, que iniciaram a produção em pequenos aluviões e leques coluviais, valendo-se da pouca água no local. A partir daí desencadearam-se graves problemas de ordem social e econômica, com enorme incremento da população garimpeira e o acirramento dos interesses em torno das grandes quantidades de cassiterita produzidas de forma descontroladas, com reflexos imediatos no preço do estanho no mercado internacional. Em Maio de 1990 os direitos minerários da MS Mineração Ltda. foram incorporados à Empresa Brasileira de Estanho Ltda., constituída também do Grupo Paranapanema.

Desde 2001 a mina é operada pela COOPERSANTA - Cooperativa dos Garimpeiros de Santa Cruz Ltda., com uma produção média anual da ordem de 1.300 t de estanho. No ano de 2009 foi instalada, em Bom Futuro, uma unidade metalúrgica com capacidade de produção para 140 toneladas de estanho, tipo Grau A. Para manter atendida esta capacidade instalada de produção metalúrgica, novos investimentos estão sendo realizados na pesquisa e avaliação da jazida, bem como na lavra e beneficiamento do minério primário.



Mosaico 1: Mina Bom Futuro e instalações da COOPERSANTA. (A) Vista da porção Oeste do Morro Bom Futuro; (B) Britador instalado em 2012 para início da exploração do minério primário; (C) Laboratório de análise química da cooperativa; (D) Fundição da COOPERMETAL e processo de sangria, onde o minério fundido é separado das impurezas e levado para concentração do estanho.

As atividades industriais de extração de cassiterita na mina se concentram no morro Bom Futuro e adjacências, em depósitos primários e secundários, respectivamente. Geologicamente, no morro Bom Futuro, são reconhecidos diferentes tipos de brechas alojadas em gnaisses e anfibolitos cortados por diques radiais e anelares de pórfiros graníticos com topázio, incluídos na Suíte Granitos Últimos de Rondônia. Pelo menos duas fases distintas de mineralização primária de estanho são identificadas, ambas representadas por diques, veios e vênulas de pegmatito.

2. ASPECTOS GERAIS DA ÁREA DE ESTUDO

2.1 Localização e vias de acesso da Mina Bom Futuro

A área de estudo localiza-se na porção centro-norte do estado de Rondônia, fazendo parte da Amazônia Legal Brasileira, na região norte do país, ao sul do estado do Amazonas, noroeste de Mato Grosso e a leste da Bolívia. A Mina Bom futuro esta situada no município de Ariquemes, distando 75 km a NW da cidade de Ariquemes e esta a cerca de 250 km a sul da capital Porto Velho. O acesso principal ao município, partindo-se de Porto Velho, se da pela rodovia BR-364 ate a cidade de Ariquemes. O trajeto descrito leva em consideração uma viagem realizada de ônibus interurbano.

De Ariquemes segue-se pela rodovia BR-364, direção Porto Velho, até a estrada não pavimentada B-40 e desta seguindo para sul ate chegar à estrada secundaria C-80 e desta, seguindo para oeste, ate estrada B-20. Da estrada B-20 segue-se para sul ate a estrada secundaria C-75 e seguindo esta, sentido oeste, até a vila de Bom Futuro. Entre o alojamento da COOPERSANTA, localizado na vila, e a mina propriamente dita são cerca de 4 km em uma estrada vicinal não pavimentada.

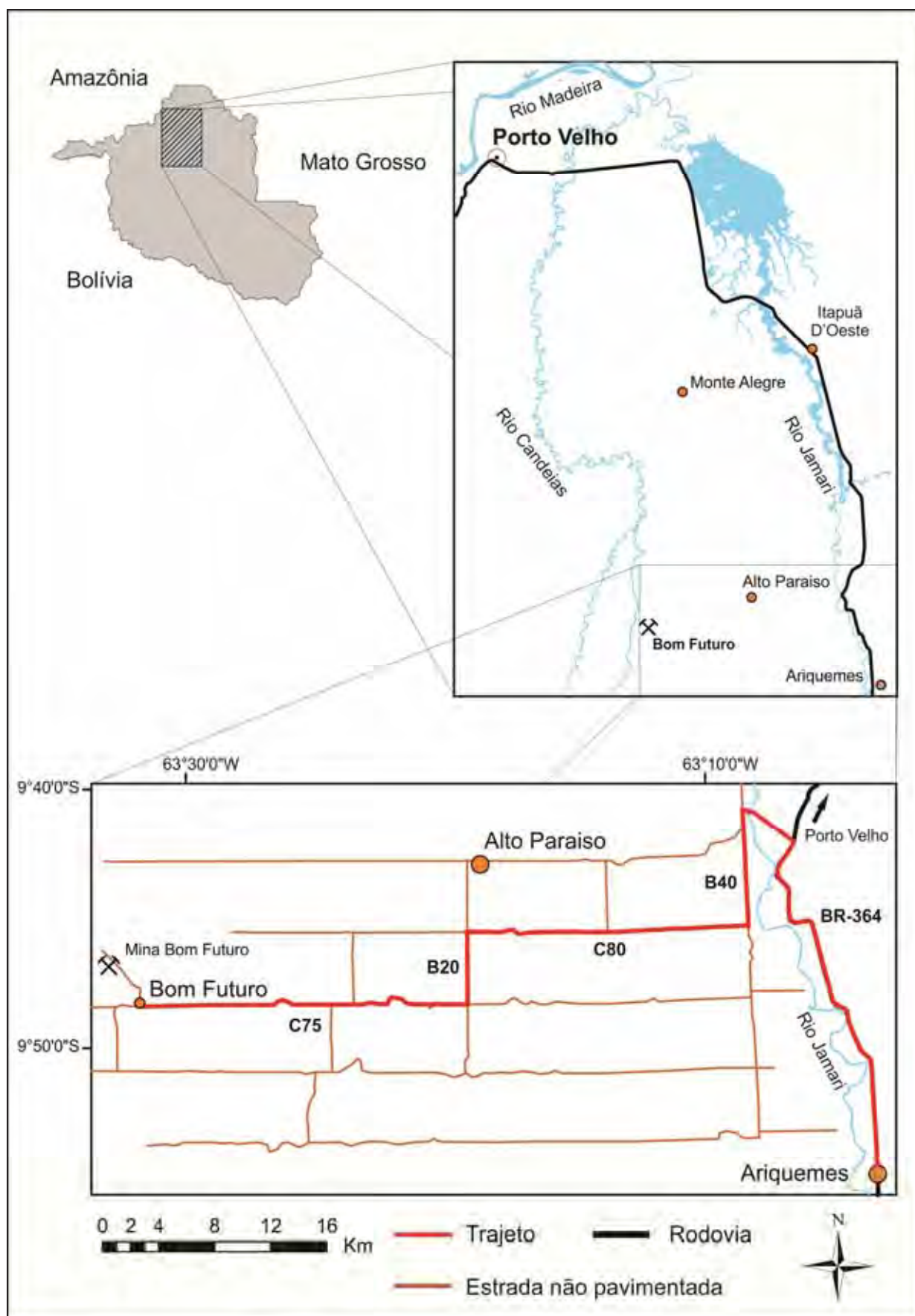


Figura 1: Imagem de localização da vila e mina Bom Futuro no estado de Rondônia.

2.2 Aspectos Socioeconômicos

O estado de Rondônia possui uma área de 237.590,00 Km² dividida em 52 municípios, sendo o de Ariquemes correspondente a 4.426,00 Km² (IBGE, 2011). A população estimada para 2011 do estado era de 1.576.455 habitantes, possuindo uma densidade demográfica de 6,58 hab./Km². Os setores responsáveis pelas principais fontes de renda são a agropecuária (produção de grãos) e pecuária (bovinos).

O município de Ariquemes possui cerca de 90.353 habitantes e corresponde a 5,78% do PIB do estado, sendo a principal atividade local o setor de serviços (610.301 R\$), seguido da indústria (171.813 R\$) e da agropecuária (160.936 R\$). A agropecuária tem como principais atividades a pecuária e as lavouras de cacau, café, frutas cítricas e cupuaçu. A indústria é representada nas atividades de indústria de transformação (madeireira, moveleiro e metalúrgico). O setor de serviços se resume as atividades de comércio, imobiliárias, alugueis, serviços de informação e serviços prestados a empresas.

2.3 Aspectos fisiográficos

2.3.1 RELEVO

O estado de Rondônia pode ser compartimentado em cinco grandes sistemas geomorfológicos (Rondônia, 2002), sendo eles os domínios: (i) das superfícies regionais de aplainamento, (ii) de serras constituídas por rochas sedimentares antigas na forma de superfícies tabulares, (iii) de áreas de denudação em rochas terciárias, (iv) de colinas e morros associados a rochas resistentes a erosão e (v) do sistema fluvial do rio Madeira.

A área de estudo está localizada no domínio das Superfícies Regionais de Aplainamento (i), esta de grande distribuição no Estado e que tem como características principais a formação de áreas de arrasamento em rochas antigas e cobertas parcialmente por sedimentos indiferenciadas (Rondônia, 2002). Nessas superfícies há ocorrência de *inselbergs* e *tors* (elevações isoladas sobre um planalto), que juntamente com um forte intemperismo químico, formação de lateritas e depósitos sedimentares, indicam um relevo poligenético complexo formado em extensos períodos de tempo.



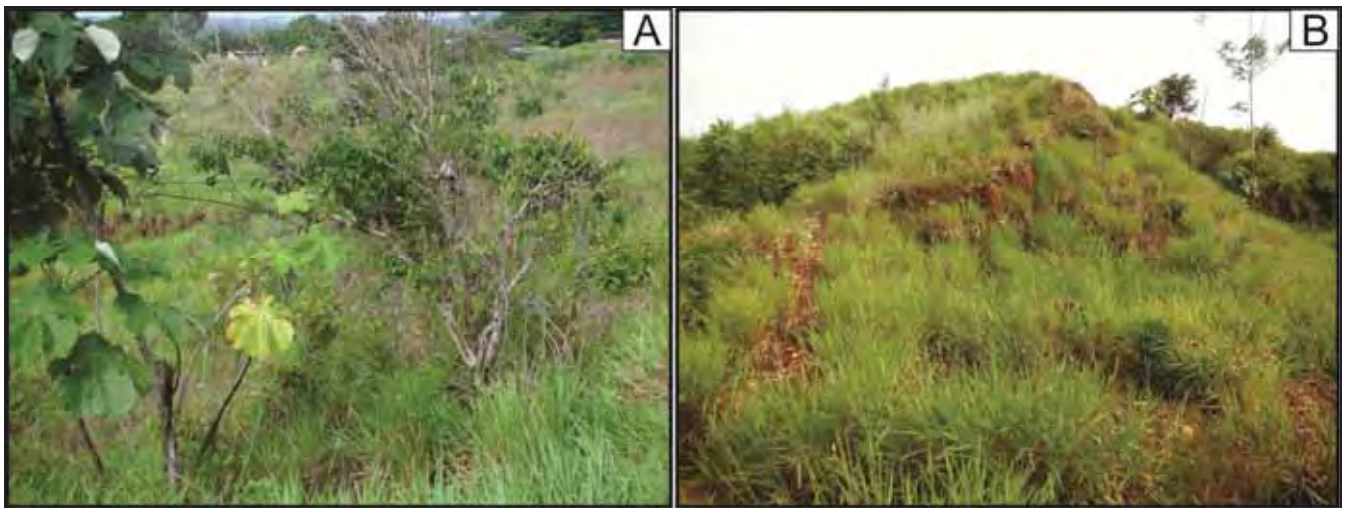
Foto 1: Vista aérea do morro Bom Futuro e áreas adjacentes. Foto cedida por Jaime Valentim Morgan.

A região do morro Bom Futuro possui baixa dissecação e nenhum (ou esporádico) *inselbergs* ou *tors* e esse tipo de relevo ocorre sobre rochas do embasamento, se elevando nos intervalos de cotas 100 a 300 metros. O morro Bom Futuro atualmente possui cerca de 100 metros de altura e um perfil anelar, embora antes das atividades garimpeiras sua altura fosse maior, apresentando agora um relevo bem acidentado devido às ações antrópicas na área.

2.3.2 VEGETAÇÃO

Por se tratar de uma zona de transição entre os domínios geomorfológicos do Brasil Central e Amazônico, o estado de Rondônia possui três importantes biomas: Floresta Amazônica, Pantanal e Cerrado. Segundo RONDÔNIA (2002) a composição vegetal do Estado esta agrupada em oito tipologias: (i) Floresta Ombrófila Aberta, (ii) Floresta Ombrófila Densa, (iii) Floresta Estacional Semidecidual, (iv) Floresta de Transição ou Contato, (v) Cerrado, (vi) Formação Pioneira, (vii) Campinarana e (viii) Umirizal.

O morro Bom Futuro localiza-se no domínio da Floresta Ombrófila Aberta, esta ocupando cerca de 55% da cobertura vegetal do Estado e apresentando comumente cipós, palmeiras, bambus e sororocas. A vegetação no local do morro encontra-se totalmente desmatada, restando apenas algumas espécies arbustivas e gramíneas, além árvores de pequeno porte nas proximidades da mina.



Mosaico 2: Exemplos da cobertura vegetal encontrada na Mina Bom Futuro, em A, exemplo de árvore de pequeno porte e em B gramíneas espaçadas pós desmatamento.

2.3.3 CLIMA

O tipo de clima predominante na região do estado de Rondônia é o tropical úmido e quente, com insignificante amplitude térmica anual e notável amplitude térmica diurna, sendo a média anual da temperatura do ar entre 24 e 26 °C, com temperaturas máximas entre 30 a 34 °C e mínimas entre 17 e 23 °C (RONDÔNIA, 2002). Essa relativa estabilidade se deve a fatores geográficos, não sendo influenciado diretamente pelo mar e não possuir altas altitudes, e de vegetação, com grandes quantidades de florestas, principalmente a norte do Estado.

Segundo a classificação de Köppen, o Estado encontra-se em regime de clima tipo Aw ou Clima Tropical Chuvoso. Esse clima é caracterizado por dois períodos bem definidos, um chuvoso durante o verão (Outubro a Abril) e outro seco no inverno (Junho, Julho e Agosto), ficando os outros meses com climas transicionais. A precipitação média anual varia entre 1.400 a 2.500mm, sendo mais de 90% dessa precipitação no verão, ocorrendo no inverno com índices pluviométricos inferiores a 50 mm/mês.



Figura 2: Mapa climático brasileiro segundo as zonas de Köppen. Destaque na área do estado de Rondônia.

Os trabalhos de campo foram realizados em ambos os períodos climáticos de Rondônia, chuvoso (Janeiro e Fevereiro) e seco (Julho). No período chuvoso os afloramentos mostram melhores condições de análise pela constante lavagem pela água das chuvas, mas o acesso fica dificultado e o campo prejudicado por chuvas torrenciais repentinas. O período seco gera mais facilidade no transporte e maior estabilidade climática no campo, embora os afloramentos encontrem-se constantemente empoeirados o que dificulta sua visualização.

2.3.4 HIDROGRAFIA

A hidrografia do estado de Rondônia possui uma bacia principal, a do rio Madeira, sendo esta composta por cinco bacias tributárias principais: Mamoré, Guaporé, Abunã, Jamari e Machado, além da bacia do rio Roosevelt, no sudeste do estado (RONDÔNIA, 2002). Esta hidrografia é parte da bacia Amazônica, a maior bacia hidrográfica do planeta.



Figura 3: Bacias hidrográficas do estado de Rondônia. Em destaque a localização da mina Bom Futuro.

A área de estudo encontrasse na bacia do rio Jamari, sendo os principais rios da região o rio Candeias, Massangana, igarapé Santa Cruz e o próprio Jamari. O principal curso d'água nas proximidades da mina Bom Futuro é o igarapé Santa Cruz, com extensão aproximada de 10 km e direção N-S, este tributário da margem direita do rio Candeias. Este corpo d'água foi bastante afetado por ações antrópicas, principalmente na área da mina, com desvio de curso, construção de barragens de terra e colocação de grande quantidade de rejeito das varias frentes de lavra. Segundo Rondônia (2002), devido ao clima da região os rios possuem períodos de cheia entre Fevereiro e Abril e vazante entre Setembro e Novembro.

2.3.5 SOLOS

A região de Rondônia possui como principais tipos de solo os Latossolos, Argissolos, Neossolos, Gleissolos, Acrissolos, Arenossolos e Cambissolos (RONDÔNIA, 2002). Esses solos ocorrem predominantemente em condições de terra firme em relevo suave ondulado.

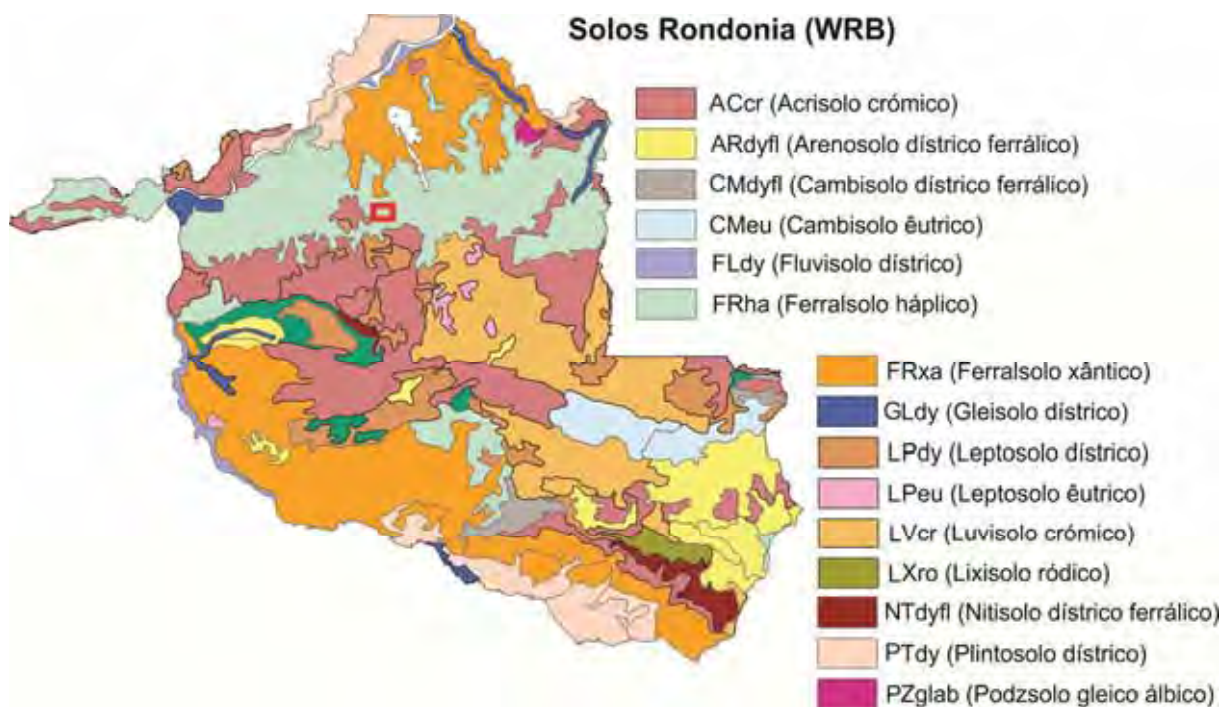


Figura 4: Mapa pedológico do estado de Rondônia segundo classificação WRB (*World Soil Resource Report 84*). Em destaque a localização da mina Bom Futuro.

A área da mina Bom Futuro possui como cobertura pedológica solos do tipo Latossolos do tipo Latossolo Vermelho – Amarelo relacionados na classificação WRB com ferralsolos háplicos. Esse tipo de solo é caracterizado como bem intemperizado e de grande profundidade, além de bem drenados e com pouca diferenciação de cor, textura em suas camadas superficiais e subsuperficiais. Esses solos apresentam maiores resistências a processos erosivos e são em geral solos ácidos.

3. OBJETIVO E JUSTIFICATIVA

O objetivo da pesquisa é estudar os aspectos mineralógicos e texturais das zonas de alteração hidrotermal, que ocorrem nos exocontatos dos corpos de pegmatito que cortam os tipos litológicos principais encontrados no morro Bom Futuro.

A pesquisa contribuirá para o melhor entendimento sobre a gênese dos pegmatitos estaníferos da mina Bom Futuro, bem como para a construção de modelos exploratórios que são indispensáveis para a orientação dos trabalhos de desenvolvimento da mina e para a descoberta de novos depósitos na província estanífera de Rondônia. Deve-se mencionar ainda a importância do presente trabalho desenvolvido como TCC na consolidação de fundamentos e conceitos básicos de geologia utilizados para o estudo de depósitos minerais.

4. METODOLOGIA E ETAPAS DE TRABALHO

Para atingir o objetivo proposto o presente trabalho de conclusão de curso foi elaborado a partir da organização das atividades em etapas, sendo essas: (1) Pesquisa Bibliográfica, (2) Trabalhos de Campo, (3) Projeto de Pesquisa, (4) Trabalhos de Laboratório, (5) Trabalhos de Escritório e (6) Relatório Final, conforme mostrado no cronograma abaixo.

	Meses										
Etapas	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov
Pesquisa Bibliográfica											
Fase Inicial de Campo											
Projeto de Pesquisa											
Fase Complementar de Campo											
Trabalhos de Laboratório											
Relatório Final											

Figura 5: Cronograma de trabalhos executados.

4.1 Pesquisa bibliográfica

Nessa etapa fez-se a pesquisa dos principais materiais bibliográficos de interesse para o trabalho, sendo consultados desde livros, teses de mestrado e doutorado, trabalhos de conclusão de curso, textos em sítios eletrônicos e artigos científicos, a até relatórios da própria empresa responsável pela mineração. Além do material reunido antes do começo das atividades, para situar o aluno no contexto geológico e fisiográficos da região, foi realizado o acompanhamento e revisão da bibliográfica ao longo de toda a pesquisa, auxiliando nos diversos assuntos por ela abordados.

4.2 Trabalhos de campo

Essa etapa foi dividida em duas fases: uma inicial e outra complementar. Ambas foram realizadas em escala local, na mina Bom Futuro, com saídas de campo diárias, procurando-se coletar a maior e melhor quantidade de dados possível.

A primeira etapa foi realizada no período de Janeiro e Fevereiro de 2012, aproveitando-se a época de chuvas da região para melhor visualizar os afloramentos existentes. Nessa etapa foi realizado um reconhecimento inicial da área, com atualização dos

novos afloramentos existentes bem como a coleta de dados referentes aos pegmatitos, no caso direção, mergulho, espessura, densidade, composição macroscópica e encaixante.

Após a contextualização inicial foram selecionados 7 afloramentos base para descrição e coleta de amostras para análises posteriores, esses afloramentos foram escolhidos devido ao seu menor grau de intemperismo e melhores condições de coleta de amostras do contato entre pegmatitos e encaixantes. Esses afloramentos são representativos de cada litotipo principal encontrado no morro Bom Futuro, sendo eles: Biotita Gnaiss, Anfibolito, Brecha Subvulcânica, Leucoriolito, Micro Melassienito e Leucogranito. Em cada afloramento foram descritos macroscopicamente o litotipo, os veios pegmatíticos e suas interações.

A fase complementar de campo foi realizada em Julho de 2012 e teve como objetivo o análise de novos locais de amostragem bem como a coleta de novos dados para o adensamento de informações ao trabalho. Nessa etapa também foram realizados estudos referentes ao modelamento da jazida, auxiliando no entendimento da disposição das mineralizações e suas proporções.

4.3 Projeto de Pesquisa

Com intuito de organizar os dados iniciais e como parte dos deveres do trabalho de conclusão de curso, foi realizado um projeto de pesquisa, que incluía, de forma inicial, os seguintes capítulos: introdução, objetivo, justificativa, métodos e etapas de trabalho, cronograma de atividades, exequibilidade do projeto e referências bibliográficas.

4.4 Trabalhos de Laboratório

A partir das amostras de rochas coletadas em campo foram confeccionadas 23 lâminas delgadas para análise do contato entre os litotipos e os veios pegmatíticos. Nesta etapa buscou-se o entendimento das alterações hidrotermais existentes nesses contatos, sua variação dependendo do litotipo encaixante, o grau que essa alteração alcançou e suas características texturais e mineralógicas. Foram analisadas lâminas de rochas não alteradas e fora da zona de hidrotermalismo para uma melhor comparação com as respectivas mudanças presentes nas mesmas. Os litotipos escolhidos, devido a sua abrangência no morro Bom Futuro, foram: biotita-gnaiss fino, hornblenda anfibolito, brecha vulcânica, topázio leucogranito pórfiro, topázio leucoriólito e micro melassienito pórfiro.

4.5 Trabalhos de Escritório e Relatório Final

Nessas etapas realizou-se a compilação de todos os dados obtidos ao longo dos trabalhos, como fotos, descrições de lâminas, dados de campo, pesquisa bibliográfica complementar e mapas digitais. As últimas considerações acerca do assunto e discussões com o orientador sobre os resultados também foram tratadas nessas etapas. A partir desses produtos foi confeccionado o presente relatório.

5. GEOLOGIA REGIONAL

5.1 Cráton Amazônico

O Cráton Amazônico (CA) é considerado o núcleo mais antigo da América do Sul e esta situado na porção norte do Brasil, além de ser uma das maiores áreas cratônicas do mundo. Segundo Bettencourt (1999), os trabalhos geológicos na região iniciaram-se nos anos 60, na borda SW do CA, onde estudos sistemáticos foram patrocinados por companhias de mineração particulares e pelo governo federal, procurando pesquisar o já conhecido potencial em estanho dos granitos anorogênicos. De acordo com o mesmo autor nessa época foi gerada uma malha geológico muito abrangente, sendo ao longo dos anos realizados diversos estudos complementares geológicos, geofísicos e geocronológicos (Rb-Sr e K-Ar), que refinaram gradualmente sua compartimentação geológica. Essa cratonização teria dado início no começo do Neoproterozóico (Scandolara et al., 1999).

O CA é separado em dois núcleos cristalinos pela Bacia Sedimentar Amazônica, sendo estes sua principal fonte de sedimentos. Inicialmente acreditava-se que eram crátons distintos, mas os contínuos estudos geológicos e geocronológicos mostraram sua correlação, tornando um único grande núcleo compartimentado em conjuntos menores. Fundamentados por estes estudos foi definido um modelo para o CA, subdividindo este em províncias geocronológicas (Cordani et al., 1979; Teixeira et al., 1989; Tassinari & Macambira, 1999), e estas em subProvíncias e terraços (Tassinari et al., 2000). As Províncias geocronológicas do CA são: i) Amazônica Central, com eventos datados anteriores a 2,3 Ga; ii) Maroni - Itacaiúnas, com idades entre 2,2-1,9 Ga; iii) Ventuari - Tapajós, 1,9-1,8 Ga; iv) Rio Negro - Juruena, 1,8-1,55 Ga; v) Rondoniana - San Ignacio, 1,55-1,3 Ga; vi) Sunsás, 1,25-1,0 Ga.

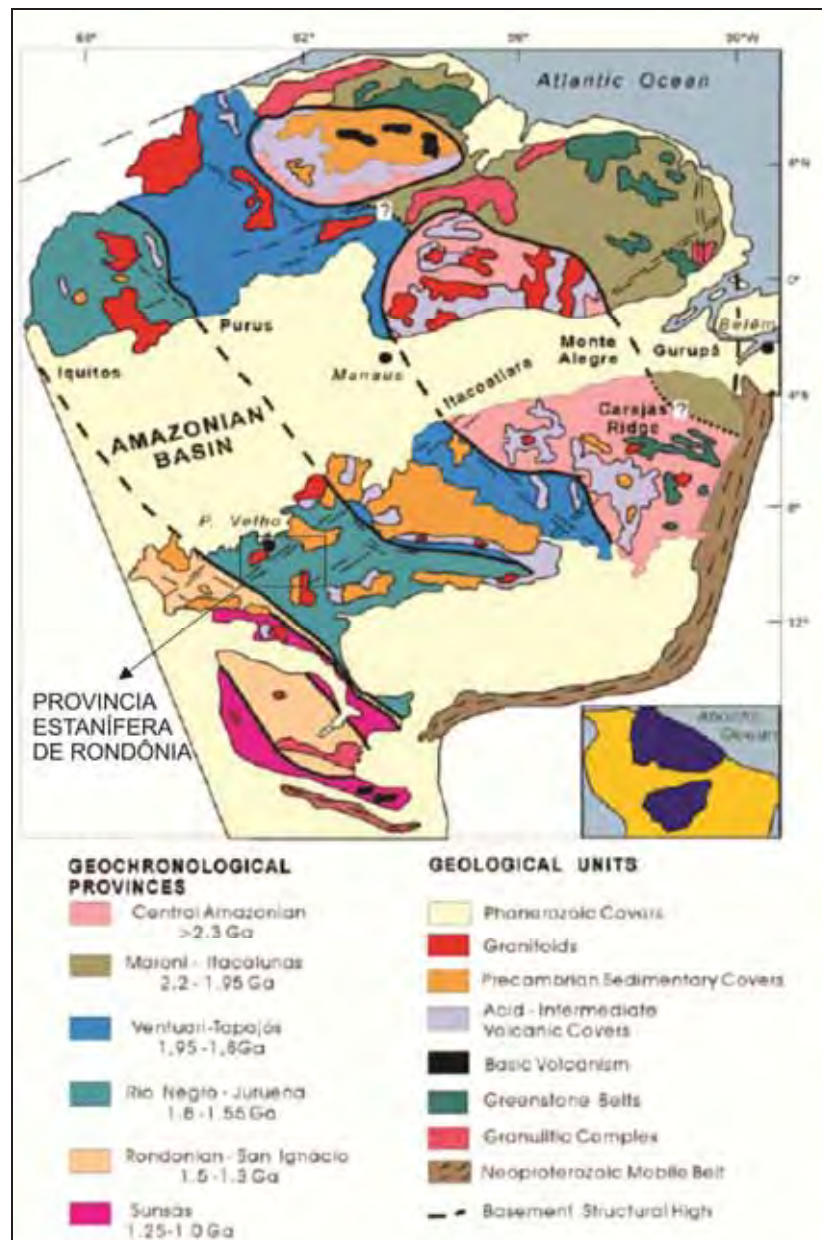


Figura 6: Mapa das províncias geocronológicas do Cráton Amazônico e localização da Província Estanífera de Rondônia. Extraído de Tassinari e Macambira, 1999.

5.2 Província Estanífera de Rondônia (PER)

A PER é considerada uma das regiões de maior produção de estanho do mundo, responsável por mais de 250.000 t de Sn (Bettencourt et al., 2005) e devido a isso é também uma das regiões mais estudadas do Cráton Amazônico. Suas unidades litológicas e seus sistemas estruturais estão inseridos nas províncias Rio Negro – Juruena, Rondoniana – San Ignacio e Sunsás. As mineralizações primárias de Sn são relacionadas com três suítes graníticas: São Lourenço – Caripunas (1,31-1,30 Ga), Santa Clara (1,08-1,07 Ga) e Granitos Últimos de Rondônia (1,0-0,97 Ga) (Bettencourt et al., 1999).

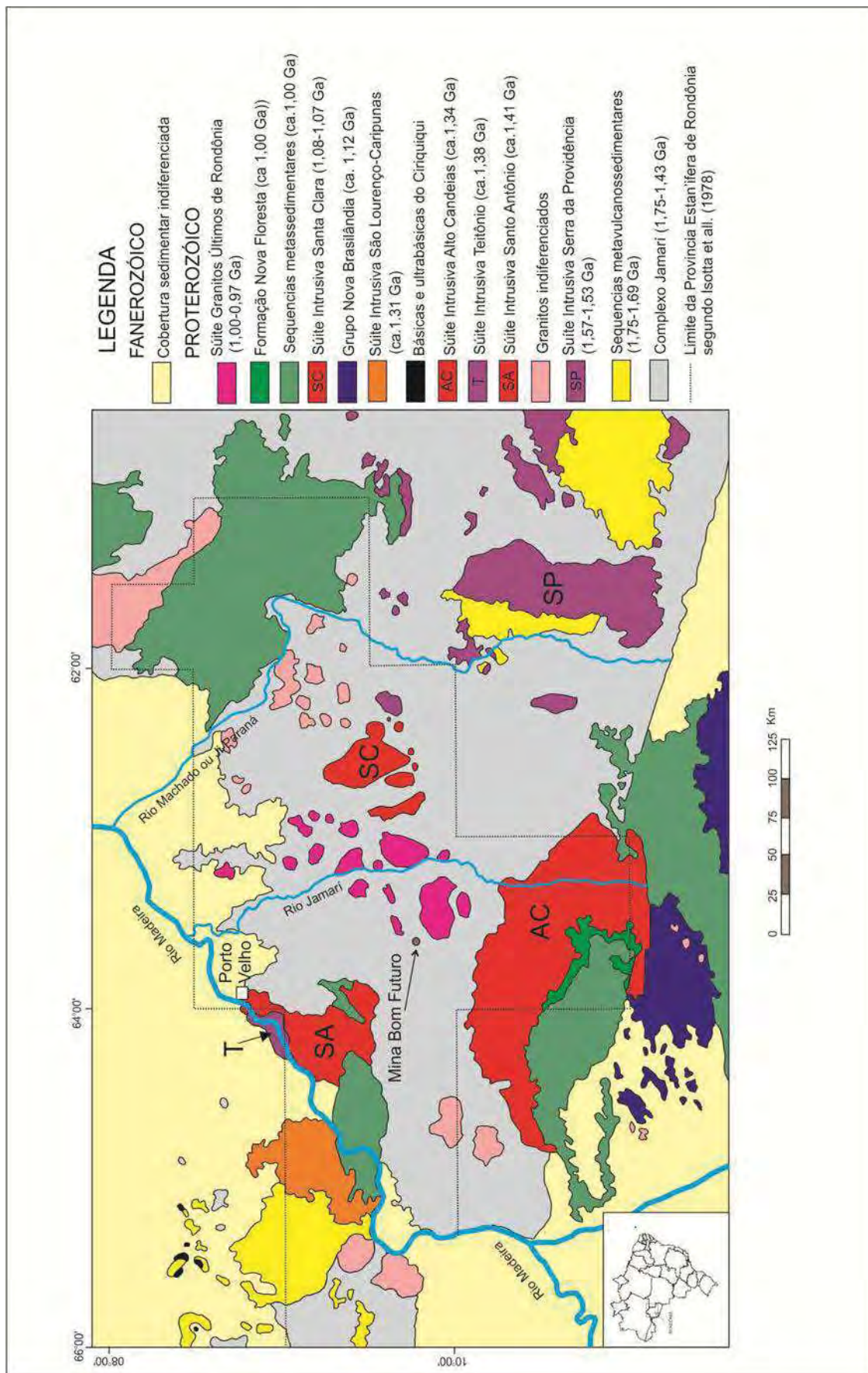


Figura 7: Mapa geológico da Província Estanífera de Rondônia e localização da mina Bom Futuro. Modificado de Bettencourt *et al.*, 1999.

Geologicamente a PER possui como principais unidades litoestratigráficas o Complexo Jamari (embasamento) e as suítes granitóides rapakivi, ambas de idades Proterozóicas, além de seqüências metassedimentares, metavulcano-sedimentares e derrames basálticos. As coberturas sedimentares Cenozóicas são as principais unidades Fanerozóicas da PER.

5.2.1 COMPLEXO JAMARI

Inicialmente denominada de Complexo Xingu por Leal *et al.* (1978), o Complexo Jamari teve seu nome definido por Isotta *et al.* (1978), devido à bacia hidrográfica de nome homônimo. É a unidade litoestratigráfica mais antiga da PER, composta por migmatitos e gnaisses ortoderivados de composição granítica, granodiorítica, tonalítica e diorítica, além de anfibolitos e granulitos. Os litotipos do Complexo Jamari foram metamorfizados em condições de fácies anfibolito a granulito, possuindo grande variação na granulometria e nas taxas de deformação. Essas rochas estão amplamente distribuídas na porção centro-oriental de Rondônia e no extremo oeste do estado, divisa com o Acre (CPRM, 2007).

Isotta *et al.* (1978) definiram as rochas do complexo como sendo uma associação de rochas heterogêneas e polideformadas, e Scandolara *et al.* (1999) restringiram ao complexo somente as rochas ortoderivadas, ficando as paraderivadas agrupadas na unidade estratigráfica Suíte Metamórfica Quatro Cachoeiras, embora alguns litotipos paraderivados ainda pertençam ao complexo devido à falta de dados geológicos conclusivos. Os ortognaisses possuem bandamento composicional centimétrico e mobilizados de quartzo-feldspato, estes apresentando texturas miloníticas caracterizadas por porfiroclastos de plagioclásio envoltos em faixas estreitas e irregulares de minerais máficos e agregados de quartzo-feldspato. Subordinadamente ocorrem xenólitos e enclaves de formas e dimensões variadas com diferentes graus de assimilação com relação às encaixantes (Scandolara *et al.*, 1999, *apud* Oliveira, 2002).

As rochas do complexo, datadas pelo método Rb-Sr, mostram idades de 1.522 ± 54 Ma (Teixeira & Tassinari, 1984, *apud* Bettencourt *et al.*, 1999) e a deformação e o metamorfismo seriam de idades entre 1,75 a 1,43 Ga (Santos *et al.*, 2003, *apud* CPRM, 2007). Durante o Mesoproterozóico e Neoproterozóico houve a intrusão dos granitos rapakivi nas unidades do Complexo Jamari.

5.2.2 INTRUSÕES GRANÍTICAS MESOPROTEROZÓICAS

Os granitos de textura rapakivi da PER foram agrupados em sete suítes intrusivas distintas, com base em critérios geológicos, geoquímicos (elementos maiores e traços), geocronológicos (Rb-Sr e U-Pb) e petrográficos (Bettencourt et al., 1999). Essas suítes foram denominadas: i) Suíte Intrusiva Serra da Providencia (1,606 a 1,532 Ga); ii) Suíte Intrusiva Santo Antonio (1,406 Ga); iii) Suíte Intrusiva Teotônio (1,387 Ga); iv) Suíte Intrusiva Alto Candeias (1,346 a 1,338 Ga); v) Suíte Intrusiva São Lourenço – Caripunas (1,314 a 1,309 Ga); vi) Suíte Intrusiva Santa Clara (1,082 a 1,074 Ga) e; vii) Suíte Granitos Últimos de Rondônia (0,998 a 0,974 Ga).

Os granitos rapakivi da PER são representados por sienogranitos e monzonitos, embora alkali-feldspato granitos sejam também comuns na Suíte Granitos Últimos de Rondônia, sendo as variedades equigranulares e porfiríticas as dominantes (Bettencourt et al. 1999). Os granitos rapakivi são subalcalinos e metaluminosos a fracamente peraluminosos, mostrando características de granitos tipo A com diferentes fontes magmáticas. Também estão associadas a algumas suítes, rochas com menor percentual em sílica, incluindo gabros, sienitos, charnockitos e raros anortositos. Rochas subvulcânicas a vulcânicas como microgranitos, microssienitos, riólitos, traquitos e raros diabásio ocorrem em algumas suítes. Importantes mineralizações em Sn estão associadas as três suítes graníticas mais jovens: São Lourenço – Caripunas, Santa Clara e Granitos Últimos de Rondônia (Bettencourt et al. 1999).

A Suíte Intrusiva São Lourenço – Caripunas possui rochas intrusivas subalcalinas com idades de 1.314 ± 13 Ma (Bettencourt et al., 1999), ocorrendo na região noroeste da PER. Litologicamente a unidade é caracterizada por álcali-feldspato granito, anfibólio-biotita sienogranito, quartzo sienito, biotita sienogranito e riolito. Na região de Caripunas as rochas apresentam intensa alteração hidrotermal com mineralização em cassiterita em *greisen*, veios de quartzo e depósitos paleoplaceres associados (CPRM, 2007).

A Suíte Intrusiva Santa Clara é composta pelos maciços Santa Clara, Oriente Novo, Oriente Velho e Manteiga (Bettencourt et al. 1997, apud CPRM, 2007), localizados na porção central da PER. As rochas da suíte são predominantemente maciças possuindo somente falhas normais de direção geral N10E. Litologicamente a suíte possui rochas subalcalinas representadas por anfibólio-biotita monzogranito, sienogranito, anfibólio-biotita quartzo monzonito, biotita sienogranito, Li-mica albita granito, e rochas alcalinas representadas por anfibólio álcali-feldspato sienito, biotita álcali-feldspato microgranito e microgranito peralcalino. Segundo Bettencourt et al. (1999), dados isotópicos U-Pb indicam as seguintes idades para os maciços: i) Manteiga, 1082 ± 5 Ma; ii) Santa Clara, 1081 ± 50 Ma; iii) Oriente

Novo, 1080 ± 27 Ma. Os estilos de mineralizações de cassiterita na suíte são caracterizados por *stock-work* em *greisens*, *lodes* de quartzo-cassiterita e quartzo-cassiterita-wolframita, veios de quartzo-topázio-fluorita, pegmatitos com albita, microclínio, berílio, topázio, molibdenita e cassiterita (CPRM, 2007).

A Suíte Intrusiva Granitos Últimos de Rondônia é constituída por rochas subalcalinas e alcalinas, composto pelos maciços graníticos Ariquemes, Massangana, São Carlos, Caritianas, Pedra Branca, Santa Bárbara e Jacundá. Esses maciços ocorrem como batólitos e *stocks* multifásicos na porção central da PER (CPRM, 2007). As rochas subalcalinas compreendem sienogranitos equigranulares, monzogranitos porfiríticos e ortoclásio granitos, já as rochas alcalinas consistem de ortoclásio-sienitos, microssienitos, ortoclásio-microssienitos e feldspato-quartzo pórfiros. Dos maciços pertencentes à suíte, três foram datados por Bettencourt et al. (1999), sendo eles os de: i) Pedra Branca, com idades de 995 ± 5 Ma; ii) São Carlos, 995 ± 73 Ma; iii) Massangana, 991 ± 14 Ma. A maioria das rochas graníticas da suíte possuem mineralizações de Sn, W, Nb-Ta, Be e F, em parte associadas às fases tardias do magmatismo (CPRM, 2007), tendo como representantes os topázio granitos e riólitos da Mina Bom Futuro.

5.2.3 FORMAÇÃO NOVA FLORESTA

Localizada a SW da PER a Formação Nova Floresta é formada por basaltos, diabásios, gabros, olivina-gabros e gabros anortositicos (Romanini, 2000, apud CPRM 2007) e suas rochas são geoquimicamente classificadas como tholeiíticas. Os basaltos da unidade foram datados por Tohver et al. (2002), pelo método Ar-Ar, mostrando idades de 1.067 ± 3 Ma (CPRM, 2007).

5.2.4 SEQUÊNCIAS METASSEDIMENTARES

As Sequências Metassedimentares são representadas por metassedimentos areníticos e ortoconglomeráticos, agrupados nas formações Palmeiral e Prosperança, e estão localizados nas porções S, W e NE da PER. Esses sedimentos teriam se depositado em ambiente do tipo fluvial entrelaçado (Scandolara et al., 1999) e medidas de paleocorrente na Formação Palmeiral indicam fluxo preferencial de NNE para SSW (Bahia, 1997, apud CPRM, 2007).

5.2.5 UNIDADES FANEROZÓICAS

Geologicamente no estado de Rondônia o Fanerozóico é representado pelos basaltos da Formação Anari, intrusões e chaminés Kimberlíticas, sedimentos paleozóicos e mesozóicos indiferenciados (CPRM, 2007) e pelas coberturas sedimentares cenozóicas, estas últimas as principais representantes na PER. Essas coberturas recentes (Pleistoceno ao Holoceno) são representadas pelos sedimentos depositados nas bacias das drenagens da região, contendo importantes depósitos secundários de cassiterita do tipo *placer*.

6. GEOLOGIA LOCAL

A mina Bom Futuro é constituída por dois morros (Palanqueta ao Norte e Bom Futuro a Sul) e seus depósitos sedimentares adjacentes. Geologicamente o depósito hospeda-se em rochas interpretadas como pertencentes a um sistema subvulcânico – plutônico semicircular encaixado nas rochas do Complexo Jamari. Esse sistema é formado por brechas, diques de albita granito, riólitos, rochas intermediárias, corpos pegmatíticos e veios de quartzo-topázio (Souza & Botelho, 2002).

Segundo Bettencourt et al. (2005) os litotipos do sistema subvulcânico (encontrados no morro Bom Futuro) foram intrudidos nas rochas do embasamento na seguinte seqüência: riólitos → pegmatitos → albita granito → veios de quartzo. O sistema plutônico é restrito ao morro Palanqueta e é formado por um *plug* de albita granito com zonas de greisens (Souza & Botelho, 2002). Os sedimentos em torno do sistema são representados por depósitos eluvionares, coluvionares e aluvionares cenozóicos.

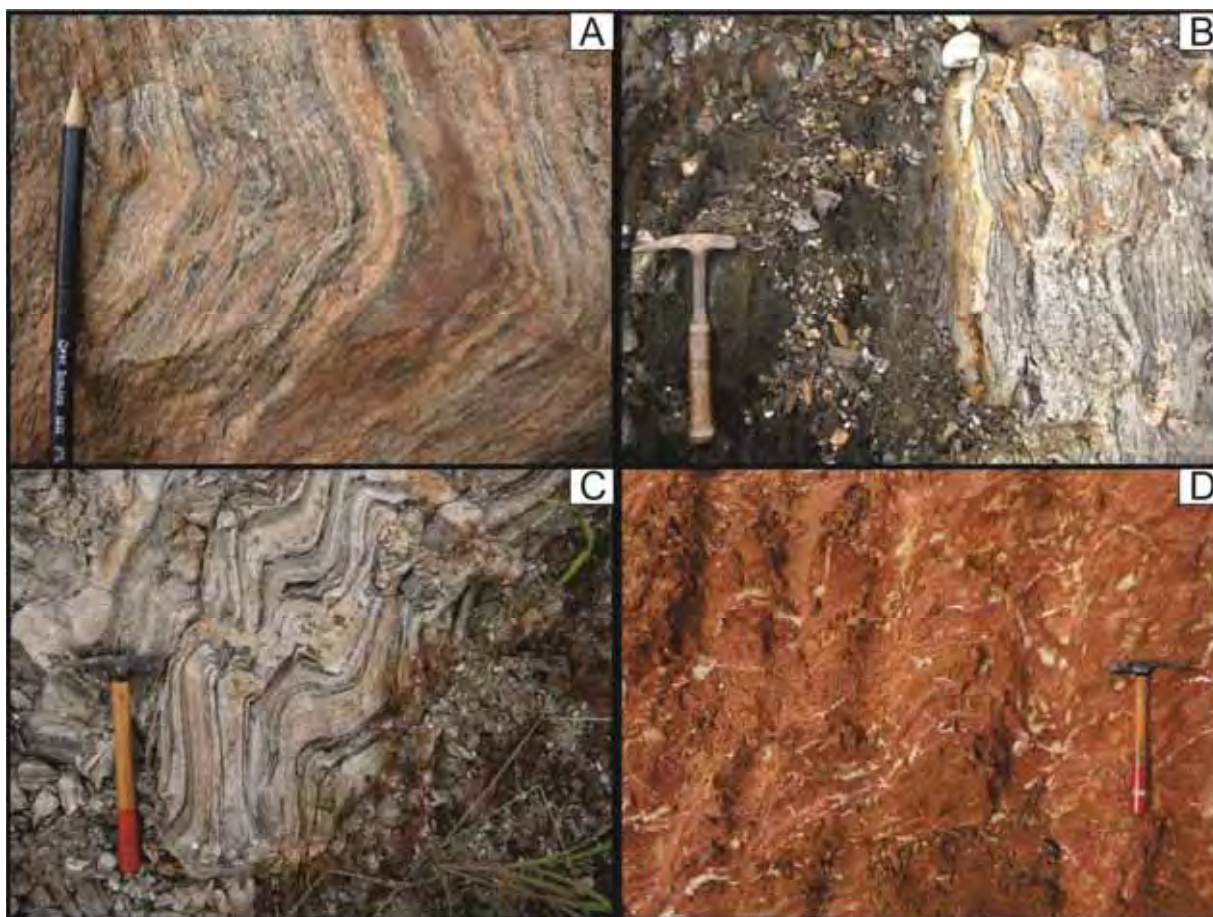
6.1 Complexo Jamari

No sistema Bom Futuro as rochas do embasamento são caracterizadas, no geral, por gnaisses e anfibolitos, estes últimos caracterizados por corpos lenticulares métricos a decamétricos. A orientação preferencial das rochas da unidade é para NNW-SSE (Sn) com mergulho por volta de 50° para ENE.

Os gnaisses são divididos em dois pacotes de acordo com seu material de origem (orto ou para) sendo esses os litotipos predominantes da Mina Bom Futuro. Essas rochas possuem bandamento composicional com intercalação irregular entre bandas leucocráticas de material quartzo-feldspático de granulação média a grossa e bandas melanocráticas, ricas em biotita e de granulação fina. Essas bandas possuem dimensões milimétricas a centimétricas, são

irregulares e descontínuas, possuindo dobramentos de escala pequena a média com mergulho subvertical e *trend* para NNW (Souza & Botelho, 2002).

As lentes de anfibolito estão distribuídas juntamente com os gnaisses em um arranjo descontínuo, irregular, de contatos abruptos e fortemente foliadas na direção geral Sn (NNW). São rochas fortemente foliadas de coloração verde escura e com mineralogia principal formada por hornblenda, biotita, albita e quartzo, possuindo uma granulação entre fina a média.



Mosaico 3: Rochas do Complexo Jamari encontradas no Morro Bom Futuro. (A) Biotita-gnaiss fino; (B) Contato entre lente de anfibolito e biotita-gnaiss fino; (C) gnaiss rico em quartzo; (D) gnaiss alterado com foliação preservada.

6.2 Suíte Intrusiva Granitos Últimos de Rondônia

No depósito de estanho Bom Futuro a Suíte Intrusiva Granitos Últimos de Rondônia é representada por dois sistemas magmáticos, o subvulcânico Bom Futuro e o plutônico Palanqueta. Apesar de cada sistema apresentar características próprias sua evolução está estritamente relacionada, ambos possuindo uma mesma fonte magmática.

6.2.1 SISTEMA SUBVULCÂNICO BOM FUTURO

6.2.1.1 Rochas Subvulcânicas Intermediárias

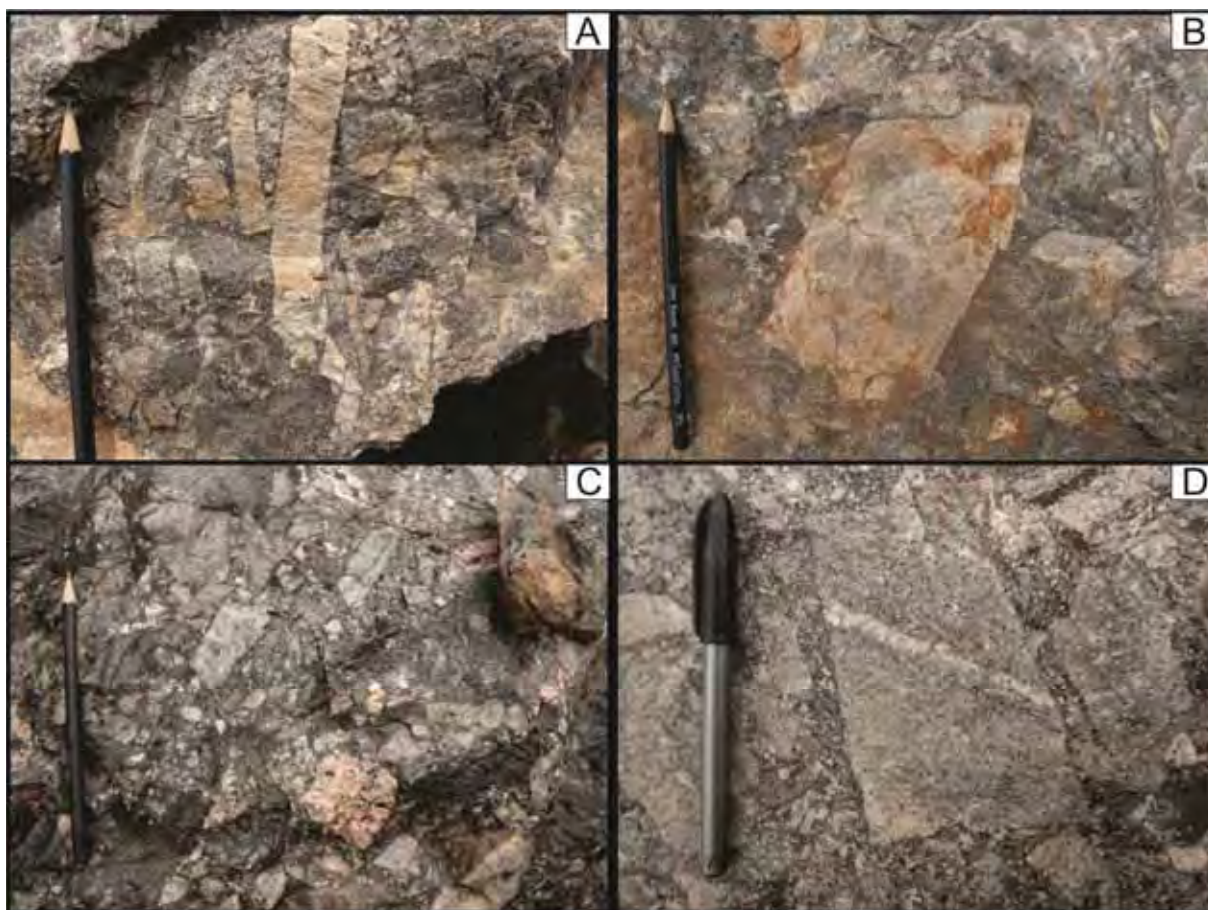
São representadas por corpos de biotita-hornblenda melamicrosienito pórfiro e biotita melassienito pórfiro (Leite Junior et al., 2002). Esses litotipos estão na forma de diques métricos a decamétricos em contato abrupto com a encaixante e direção preferencial para NE. Essa fase magmática não possui relação com a mineralização de estanho no depósito, possuindo idades U-Pb de $1.001 \pm 5,2$ Ma, sendo considerada uma fase no mínimo contemporânea com as fases do albita granito e do riolito (Souza & Botelho, 2007).



Mosaico 4: Micro melassienito pórfiro maciço com matriz fina a afanítica e pórfiros de agregados de biotita.

6.2.1.2 Brechas subvulcânicas

Esses litotipos são caracterizados como brechas polimíticas de natureza subvulcânica. Seus fragmentos são constituídos de gnaisses e anfibolitos do Complexo Jamari mais rochas intrusivas ácidas e intermediárias, possuem dimensões variadas (milimétricas a decimétricas) e formatos angulosos a subangulosos. Esses fragmentos encontram-se dispostos em um arranjo do tipo fragmento suportado. A matriz é afanítica, de coloração cinza escuro e aspecto vítreo. Essa é a unidade dominante no morro Bom Futuro, localizada principalmente nas porções centro-sul e nordeste do mesmo. Foram encontrados indícios de variações texturais e estruturais em algumas porções do litotipo, porém estudos mais detalhados ainda não foram realizados para sua melhor interpretação.

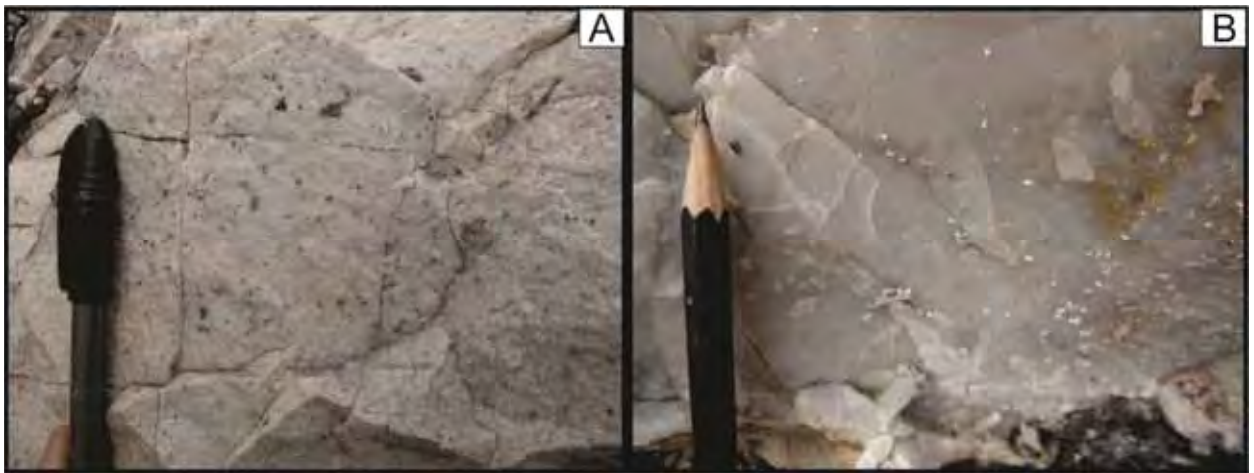


Mosaico 5: Alguns tipos de brechas subvulcânicas encontradas no morro Bom Futuro. (A) Fragmentos tabulares aparentemente orientados; (B) Grande fragmento anguloso de microssienito em matriz vítrea; (C) Arranjo do tipo fragmento suportado polimítico; (D) Fragmentos de biotita gnaiss do embasamento.

Souza & Botelho (2002) consideram ainda a existência de outro tipo de brecha formada posteriormente, devido a ação dos fluídos hidrotermais. Essas brechas hidrotermais seriam formadas por fragmentos angulosos do Complexo Jamari, brecha vulcânica, riólitos, topázio-riólito, albita granito e pegmatitos. Esses fragmentos estão dispostos em um arranjo do tipo fragmento suportado, cimentados por uma matriz quartzosa. Esse litotipo está associado ao sistema de veios de quartzo-topázio.

6.2.1.3 *Topázio leucoriólito*

Presente no morro Bom Futuro, o topázio leucoriólito é formado por corpos tabulares de rocha de coloração cinza claro, com textura porfirítica fina a média, possuindo fenocristais de quartzo e feldspato em matriz fina a afanítica. A percentagem de topázio pode alcançar valores de 15 a 20% (Souza & Botelho, 2002). Esse litotipo atravessa as rochas do embasamento e as brechas vulcânicas.

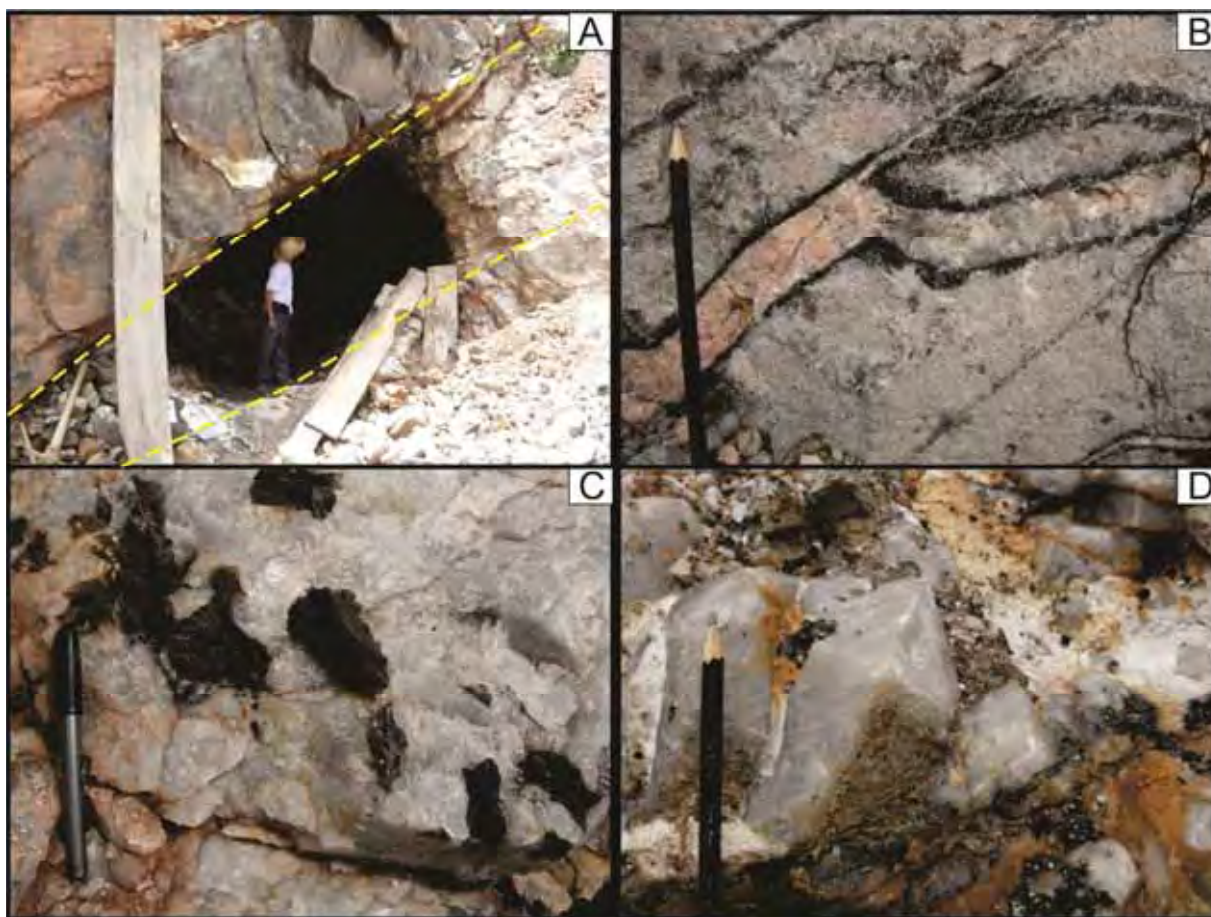


Mosaico 6: Diferentes fácies do topázio leucoriólito. (A) FÁCIE mais comum com matriz fina; (B) Textura localizada afanítica com aspecto vítreo.

Esses corpos possuem formato irregular com orientação principal para N-NW, além de corpos secundários orientados para N-NE. Segundo Oliveira (2002), os contatos com as encaixantes podem ser abrupto ou gradacional, com estruturas agmatíticas representadas por enclaves angulares e subangulares da rocha hospedeira. Ainda segundo o mesmo autor esse litotipo é dividido em dois grupos de fácies petrográficas, núcleo e borda, cada uma com distintas características estruturais, texturais e mineralógicas.

6.2.1.4 *Pegmatitos*

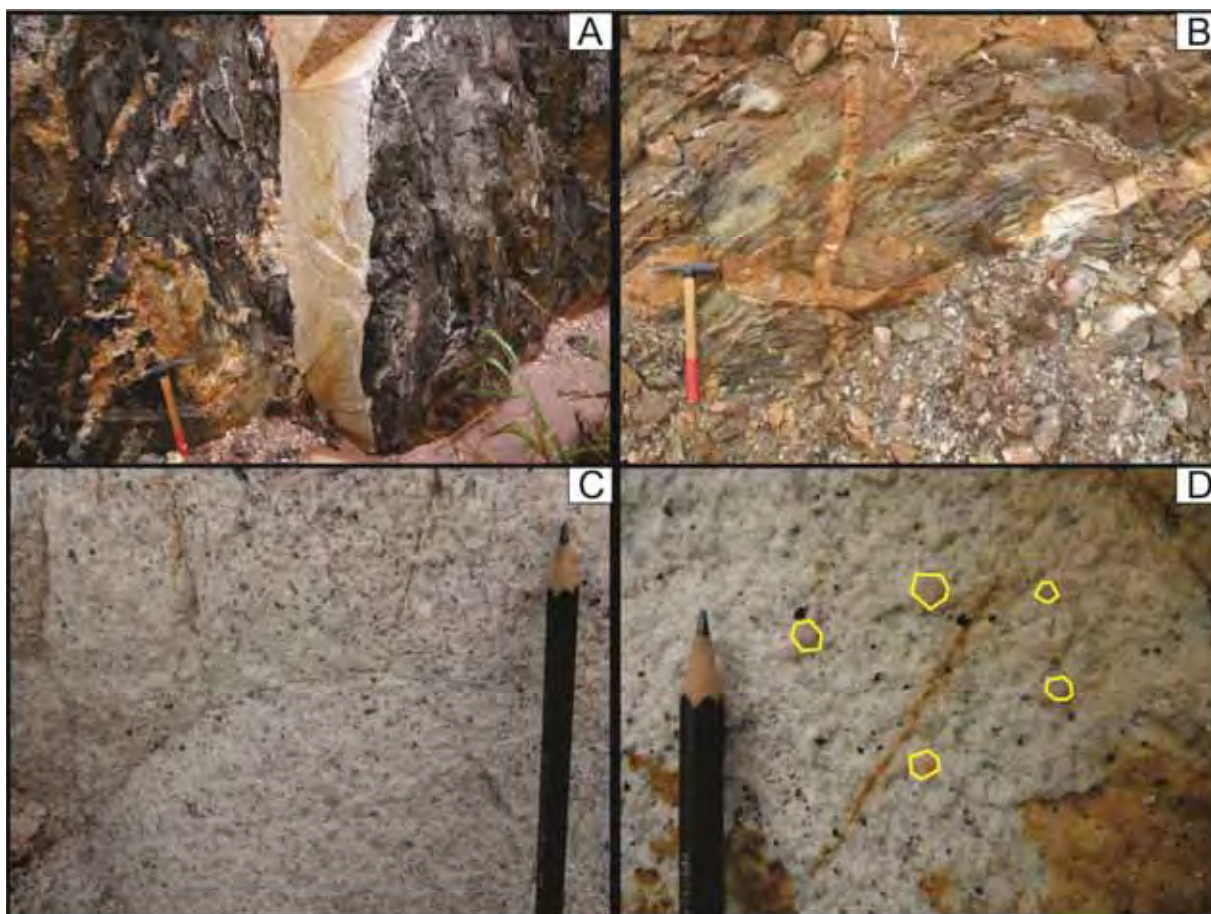
São corpos de composição granítica, orientação irregular e formatos tabulares, possuindo dimensões centimétricas a métricas, mostrando zonas de alteração no contato com as encaixantes. Os cristais mostram-se euédricos a subédricos, constituídos por microclínio pertítico, quartzo, albita, biotita e zinnwaldita (Souza & Botelho, 2002). Estes corpos possuem um zoneamento interno não uniforme, com aglomerados de cristais e megacristais de biotita e feldspato potássico, em geral, nas bordas e zonas intermediárias dos corpos, ficando o quartzo e topázio concentrados no núcleo, embora esse arranjo mude ao longo da maioria dos corpos.



Mosaico 7: Exemplos de corpos pegmatíticos encontrados no morro Bom Futuro. (A) Corpo de espessura métrica já sendo explorado; (B) Veio com separação de porção feldspática e quartzosa; (C) Cristais de biotita próximos ao contato com a encaixante; (D) Cristais de quartzo bem desenvolvidos.

6.2.1.5 *Topázio leucogranito pórfiro*

Estes corpos ocorrem sob forma de diques tabulares de albita granito, de coloração rósea a cinza claro, orientados irregularmente e localizados na porção central do morro Bom Futuro. Esses corpos atravessam as rochas do embasamento e as brechas vulcânicas, mantendo uma relação concordante a subconcordante com os corpos riolíticos (Souza & Botelho, 2002). Possuem contatos bruscos a gradacionais e arranjo textural porfirítico, com fenocristais de quartzo e feldspato potássico em matriz fina a média. Apresentam também estruturas agmatíticas, como o topázio leucoriólito, e em alguns locais existe um corpo pegmatítico ao longo do contato caracterizado como feição *stockscheider* (Leite Junior, 2002).

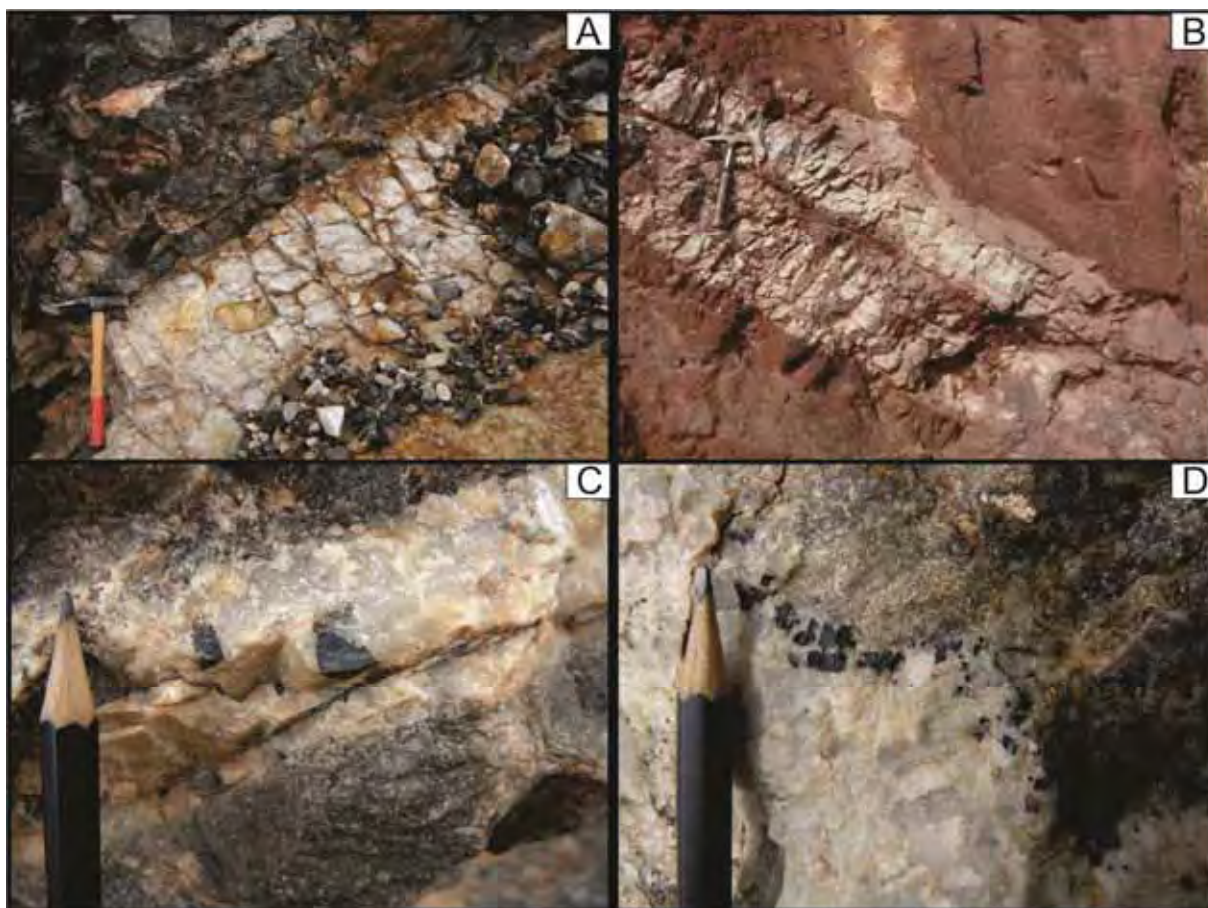


Mosaico 8: Topázio leucogranito pórfiro. (A) Grande dique tabular em brecha vulcânica; (B) Pequenos veios em rochas do embasamento; (C) Detalhe da estrutura maciça e matriz fina a média do litotipo; (D) Cristais facetados de quartzo destacados em amarelo.

Nos contatos com as encaixantes é possível ocorrer zonas de brechiação, geradas pela intrusão dos diques de leucogranito, que brecharam as rochas encaixantes nas zonas de contato, possuindo fragmentos do embasamento e da brecha vulcânica. O arranjo é do tipo matriz suportada, sendo essa matriz de coloração rosa claro e porfirítica (fenocristais de quartzo e feldspato potássico) proveniente do corpo intrudido.

6.2.1.6 Veios de Quartzo

Ao redor do sistema subvulcânico Bom Futuro as rochas são recortadas por um sistema anelar de veios compostos por quartzo, feldspato potássico, micas (biotita e Fe-Li micas) e topázio. Os corpos são tabulares a lenticulares, com comprimento métrico a decamétrico, granulação média a grossa e mergulhos variando entre 30 a 50° (Souza & Botelho, 2002). Esses veios possuem como minerais acessórios zircão, wolframita, monazita, ilmenita e óxidos de manganês, sendo a principal fonte de cassiterita do morro Bom Futuro.



Mosaico 9: Diferentes tipos de veios de quartzo encontrados no morro Bom Futuro. (A) Megaveio encaixado em biotita-gnaiss; (B) Megaveio e leucogranito alterados; (C) e (D) Detalhe de cristais de cassiterita próximos as bordas dos veios de quartzo.

Esses corpos mostram um zoneamento dividido em três zonas: borda, intermediária e interna. A zona de borda possui uma mineralogia relacionada com o metassomatismo gerado com a rocha encaixante, embora ocorra na maior parte dos corpos, finas lentes de topázio entre essa zona e a intermediária. A porção intermediária possui em geral topázio, quartzo e cassiterita, podendo apresentar linhas de crescimento apontando para o núcleo do corpo em um arranjo tipo *stockscheider*. O núcleo é constituído por agregados anédricos a subédricos de quartzo, topázio, fluorita e zinnwaldita (Souza & Botelho, 2002).

6.2.2 SISTEMA PLUTÔNICO PALANQUETA

6.2.2.1 *Biotita Granito*

Presente no morro Palanqueta, esse litotipo possui duas fácies petrográficas distintas de acordo com sua granulação. A fácies de granulação média é a dominante no sistema Palanqueta, apresentando coloração rosa a vermelho claro e ocupando toda a borda do morro. Mineralogicamente é formado por quartzo, microclínio, albita e biotita, com acessórios o zircão, fluorita, pirita e calcopirita (Souza & Botelho, 2002).

A fácies de granulação fina é formada por uma rocha de coloração rosa a alaranjada, de texturas inequigranular a porfirítica (fenocristais de microclínio e quartzo), com matriz fina constituída por quartzo, feldspato potássico, albita e biotita, além dos acessórios zircão, fluorita, rutilo, pirita, esfalerita e calcopirita (Souza & Botelho, 2002). Essa fácies ocorre em uma faixa irregular na porção SSW do morro Palanqueta.

6.2.2.2 *Albita Granito*

Essa litologia apresenta coloração rosa claro e esta localizada na porção central do sistema plutônico Palanqueta. Possui textura porfirítica com fenocristais de feldspato potássico e quartzo em matriz granítica fina a média. Os minerais acessórios são topázio, fluorita, esfalerita, zircão, pirita e calcopirita. Essa unidade está correlacionada com o albita granito do sistema subvulcânico Bom Futuro (Souza & Botelho, 2002).

6.2.2.3 *Greisens*

São encontrados principalmente na zona de contato entre o biotita granito médio e o albita granito, esses litotipos estão presentes como bolsões irregulares marcados por um zoneamento metassomático. Essa alteração teria transformado o albita granito em topázio albita granito e, por fim, em greisen, preservado o arranjo textural porfiríticos da litologia inicial no topázio albita granito, porém com alterações nos fenocristais de feldspato potássico para sericita e elevação das porcentagens de topázio e fluorita (Souza & Botelho, 2002).

De forma geral os greisens são equigranulares com granulação média a grossa. A mineralogia dominante é formada por topázio, quartzo, zinnwaldita e fluorita, com acessórios pirita, calcopirita, bornita, galena, monazita, esfalerita, hematita, wolframita e cassiterita (Souza & Botelho, 2002).

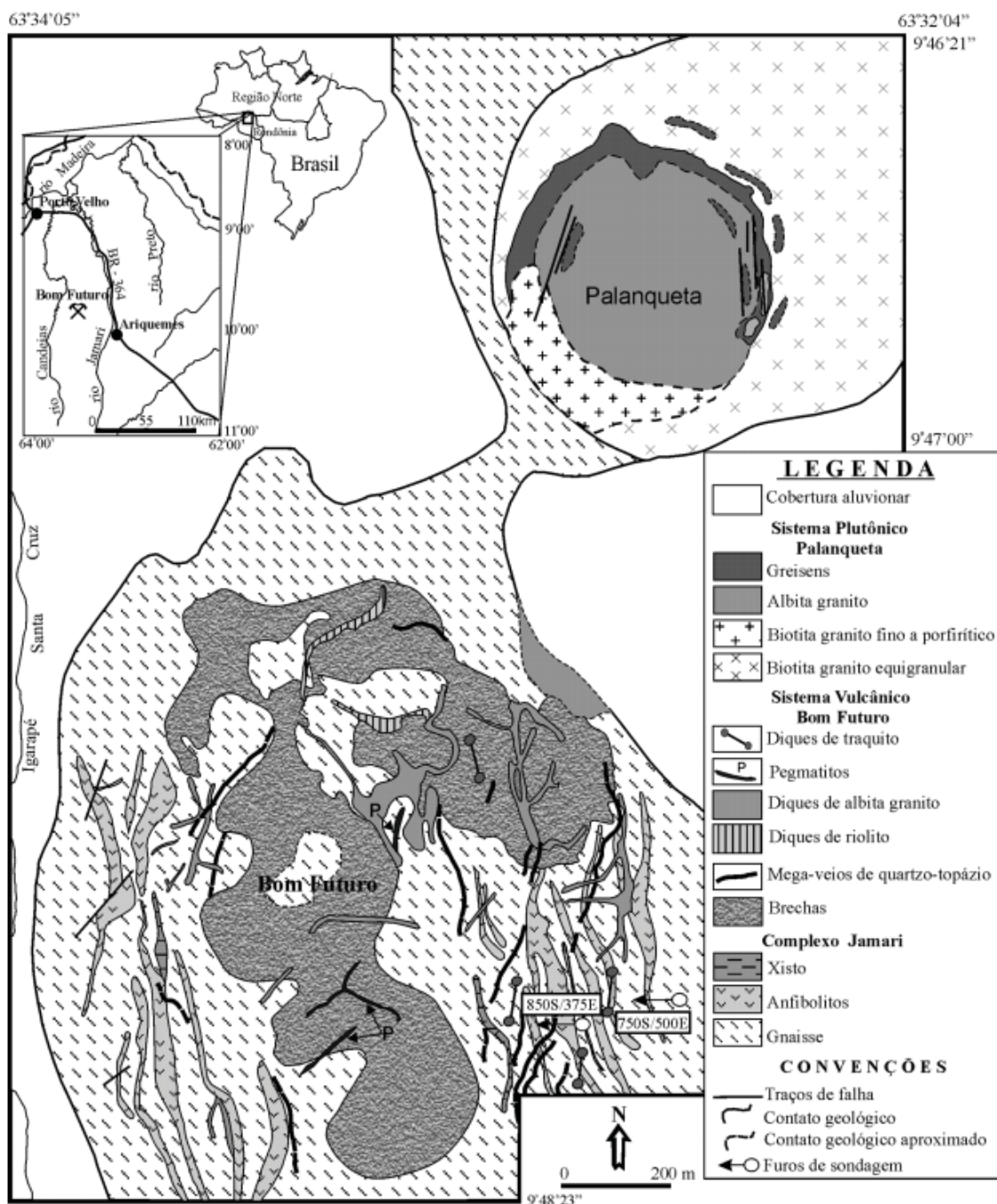
6.3 Coberturas Sedimentares

Nas áreas adjacentes aos morros Bom Futuro e Palanqueta são encontrados sedimentos aluvionares, coluvionares e eluvionares, podendo os dois primeiros podendo estar interdigitados. Na área noroeste do depósito predominam os sedimentos aluvionares, de espessuras entre 5 a 10m e com intercalações entre níveis arenosos, argilosos e conglomeráticos, possuindo estratificação acanalada de pequeno a médio porte. A sudoeste o pacote de sedimentos chega a 40m de espessura.

6.4 Depósito de Estanho

Segundo Souza & Botelho (2002), o depósito de estanho foi originado pela associação dos seguintes fatores geológicos: intrusão granítica em zonas rasas da crosta, brechação das rochas encaixantes, colapso da estrutura brechada e hidrotermalismo generalizado. No sistema subvulcânico a cassiterita ocorre associada aos veios de quartzo-topázio e pegmatitos, enquanto no sistema plutônico as mineralizações ocorrem nas zonas de greisen.

Nos sedimentos a cassiterita é encontrada nos níveis conglomeráticos da base dos paleovales e nos sedimentos aluvionares. Esses sedimentos foram importantes fontes de minério devido sua fácil extração e grande quantidade, ainda sendo explorados, porém em menor escala.



Mapa geológico simplificado do depósito de estanho do Bom Futuro (Souza 2003).

7. CARACTERIZAÇÃO PETROGRÁFICA DAS ZONAS DE ALTERAÇÃO HIDROTHERMAL

Foram caracterizadas as zonas de alteração de 7 (sete) pontos, cada qual representando um litotipo principal do Morro Bom Futuro. A partir das etapas de campo e laboratório foram descritos desde a escala macroscópica (zoneamento interno e longitudinal dos corpos pegmatíticos), mesoscópica (amostras de mão e veios nos afloramentos) e microscópica (seções delgadas) com luz transmitida. As relações mineralógicas e texturais microscópicas de

cada amostra são melhor descritas nas fichas em anexo (ANEXOS 1-6). As micrografias mostram imagens com polarizadores cruzados e descruzados.

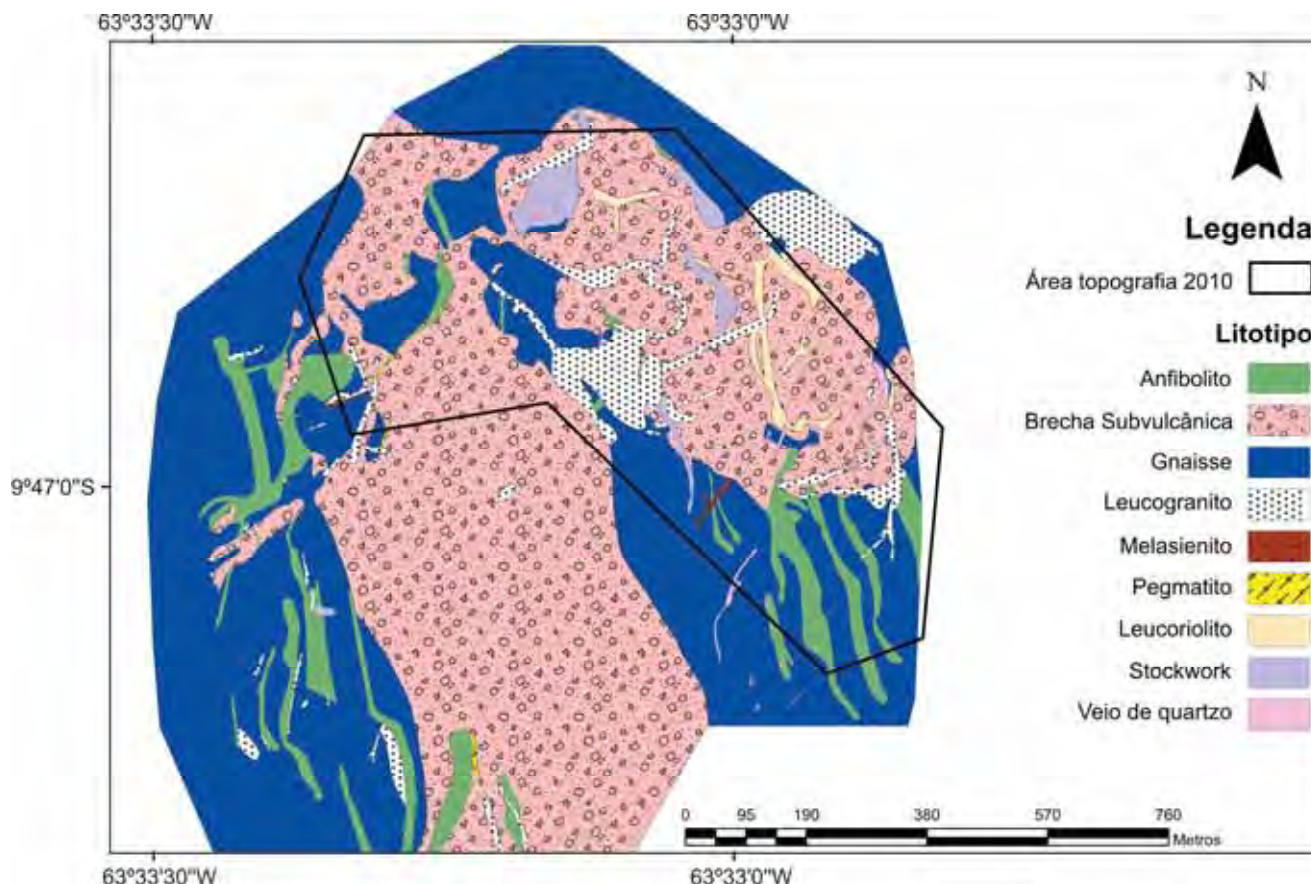


Figura 8: Mapa geológico simplificado do morro Bom Futuro e delimitação da área onde foram feitas as amostragens. Modificado de EBESA, 1996.

Em todas as amostras analisadas foi possível subdividir o contato, entre o pegmatito e a encaixante, em pelo menos três zonas distintas, representantes das características do veio (zona interna), do contato (zona intermediária) e da alteração na encaixante (zona de alteração). A zona interna é a porção que preserva a maioria das características do núcleo do veio pegmatítico e a zona intermediária abrange do começo da diminuição da granulação na borda do veio até o início da zona de alteração, onde as micas aparentam estar orientadas paralelamente ao contato. A zona de alteração consiste naquela em que a encaixante foi totalmente ou na maior parte, afetada pelo hidrotermalismo, gerando grande quantidade de mica e cristais anedrais recristalizados em geral apresentando uma aparente orientação de fluxo. As siglas de minerais em seção delgada foram retiradas de Whitney & Evans (2010).

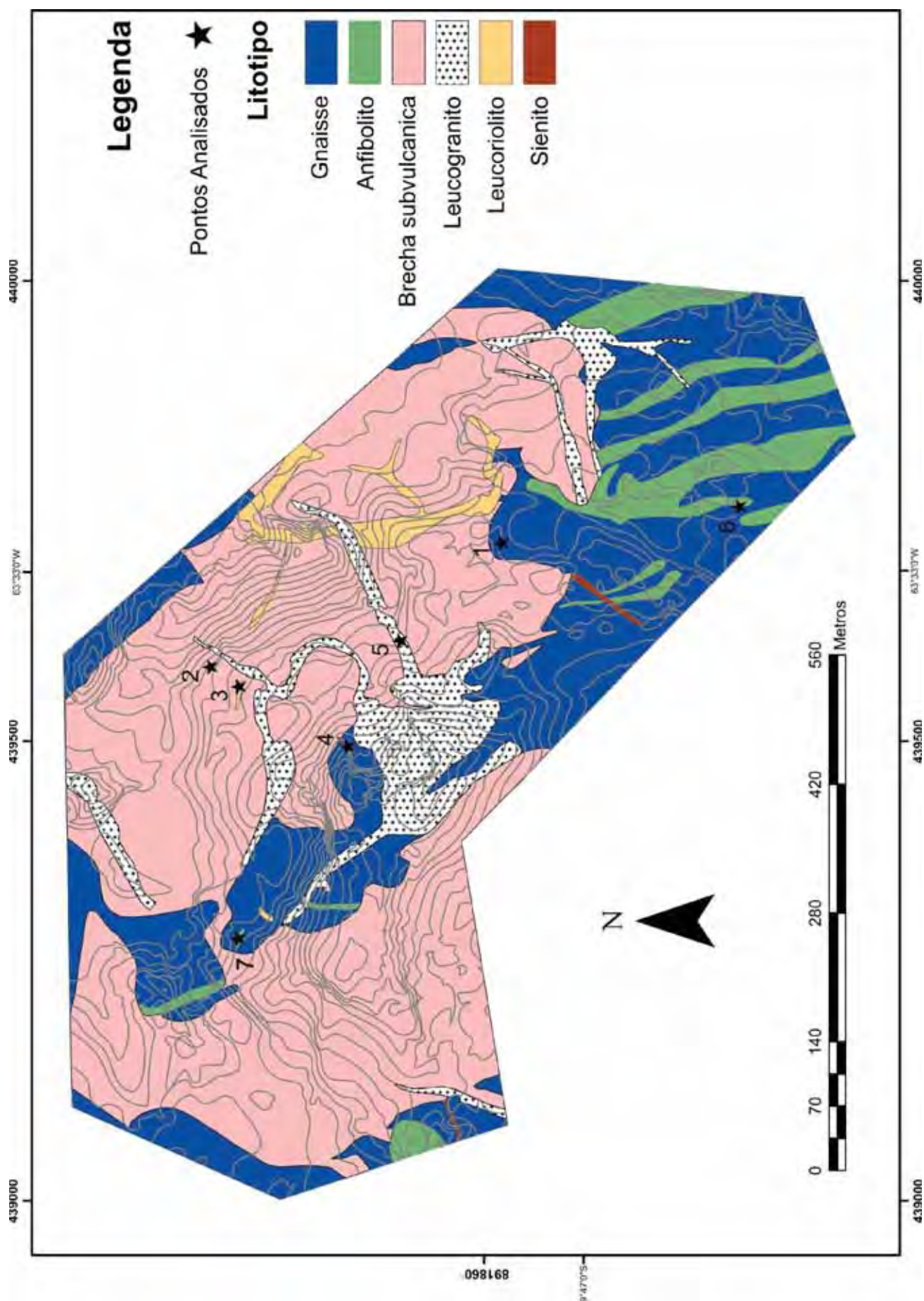


Figura 9: Mapa geológico simplificado contendo a localização dos pontos onde foram realizadas as amostragens para análise. Modificado de EBESA, 1996.

7.1 Biotita Gnaiss (B.F.P-01)

7.1.1 LITOTIPOS E VEIOS PEGMATÍTICOS

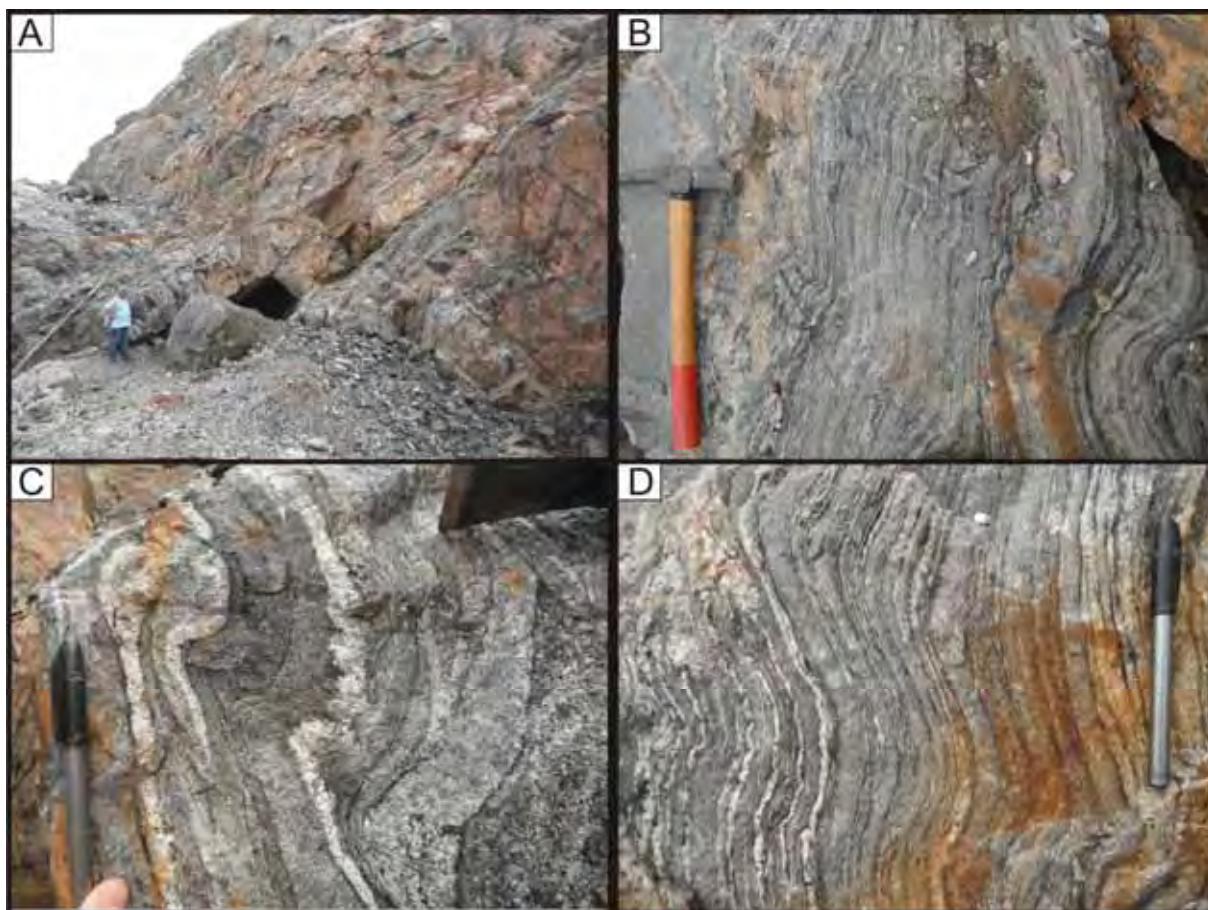
O biotita gnaiss possui coloração cinza claro a cinza escuro, textura granolepdoblastica, granulação fina a media e estrutura foliada com intercalação entre bandas máficas (escuras, compostas de cristais finos de mica e minerais maficos, orientados) e quartzo-feldspáticas. Ambas as bandas são de espessura milimétrica a centimétrica.

A mineralogia principal é constituída por quartzo, feldspato (predomínio aparentemente potássico) e biotita, esses possíveis de serem identificados em amostra de mão. Ocorrem manchas centimétricas de fluorita por todo afloramento e em algumas porções uma coloração superficial esverdeada, provavelmente devido à cloritização da biotita.

Estruturalmente é possível identificar 1 (um) tipo principal de dobramento com eixo de baixo a alto ângulo e tamanhos milimétricos a decimétricos, provavelmente alcançando valores métricos em grande escala (não visualizado no afloramento). São dobras assimétricas com pequena amplitude formando ângulos de quase 90° entre os flancos, alcançando, em quase 60% das dobras observadas, um ângulo de 30° entre os flancos (dobras fechadas).

A foliação principal do litotipo é de alto ângulo com direção NNW (média das medidas no local de N250/75). Há presença de dobras que não alcançam o formato com flancos sub-verticais, gerando dobras suaves de grande amplitude.

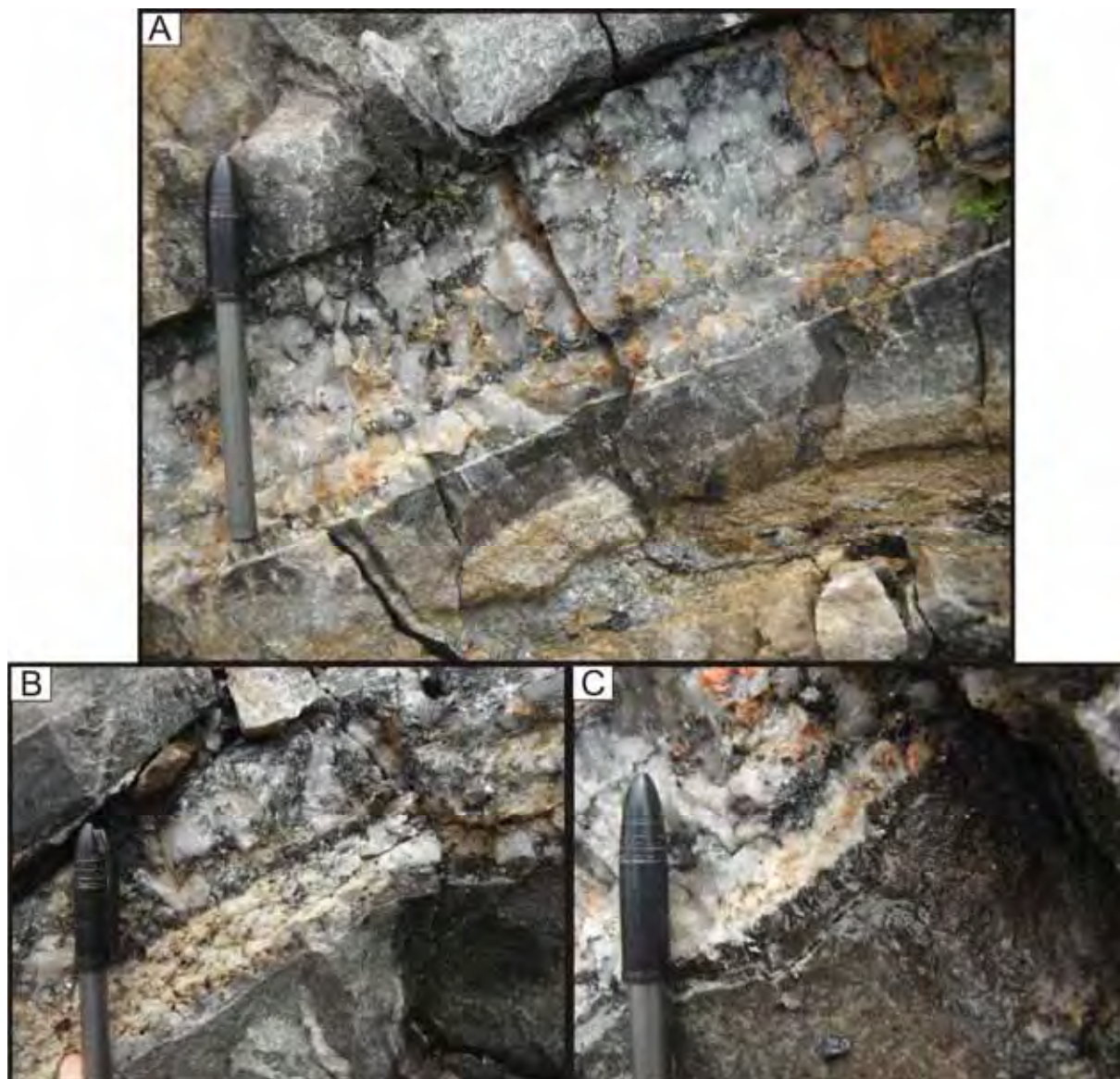
Não há variação textural, estrutural ou mineralógica aparente no litotipo do afloramento, as bandas seguem um aumento e diminuição de sua espessura ao longo da mesma, de formato irregular, com boudinagem de algumas bandas quartzo-feldspáticas e máficas, em algumas porções do afloramento.



Mosaico 10: Biotita gnaissé analisado. Em (A) visão geral do local em que a rocha é aflorante; (B) e (C) foliação do litotipo e sua granulação fina a média; (D) bandamento composicional dobrado.

No litotipo há uma frequência de cerca de 5 (cinco) veios por metro, compostos principalmente por quartzo, biotita/zinnwaldita e topázio, sub-paralelos ao grande corpo pegmatítico.

A partir da análise desses veios foi constatado um zoneamento interno e longitudinal, além de um relativo padrão de estruturas e mineralógico. Os veios possuem variações na espessura (de 7 a 20cm), são regulares com porções em geral tabulares, a mineralogia é composta por quartzo, biotita/zinnwaldita e topázio. Possuem um zoneamento interno com intercalação entre camadas milimétricas de biotita e centimétricas de quartzo. O topázio está concentrado na borda inferior, de forma alongada e descontínua. A atitude geral dos veios é de N100/35.



Mosaico 11: Principais tipos de zoneamentos encontrados nos veios pegmatíticos encaixados no litotipo. Em (A) veio de médio porte com intercalação de bandas máficas e quartzosas e sua zona de alteração; (B) grandes cristais de quartzo no interior do veio e massas de topázio concentrado no contato; (C) concentração de topázio e biotita no contato.

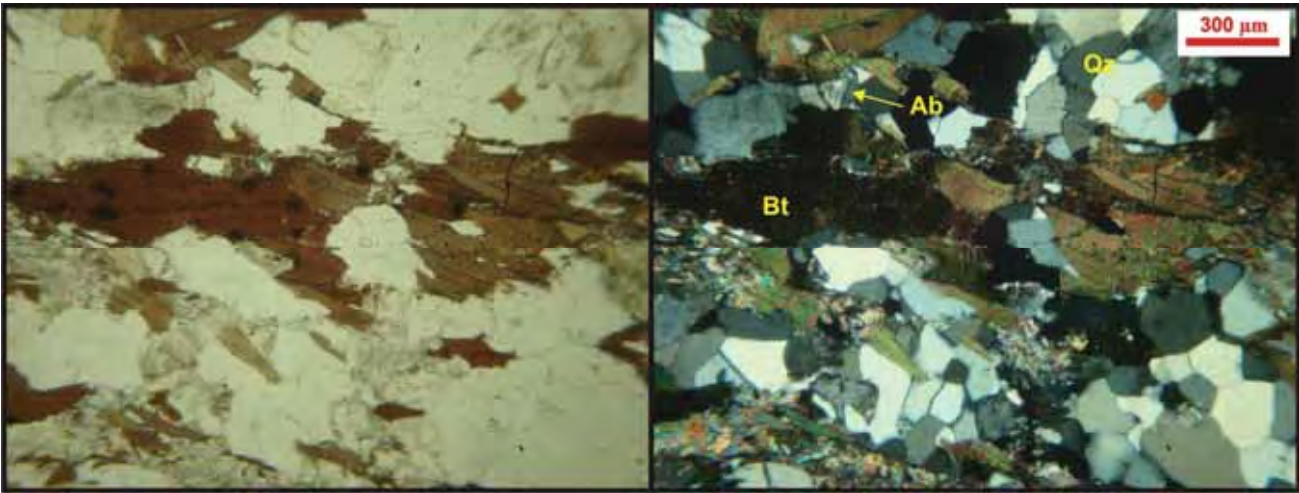
7.1.2 ANÁLISE MICROSCÓPICA

Os veios analisados e seus contatos mostram uma subdivisão em 3 (três) zonas: a zona interna, intermediária e de alteração. No veio os cristais mostram uma textura fanerítica média a grossa equigranular, apresentando uma estrutura maciça próxima ao núcleo e em “pente” na borda, com cristais alongados de quartzo e topázio perpendiculares ao contato. Na zona de alteração a textura é inequigranular e estrutura aparentemente orientada (provavelmente por movimentação de fluidos) com cristais e aglomerados de zinnwaldita orientados em algumas

porções, além de cristais de quartzo recristalizados e estirados na mesma direção. No contato há acúmulo de cristais de zinnwaldita (até 1mm) seguindo a direção do contato.

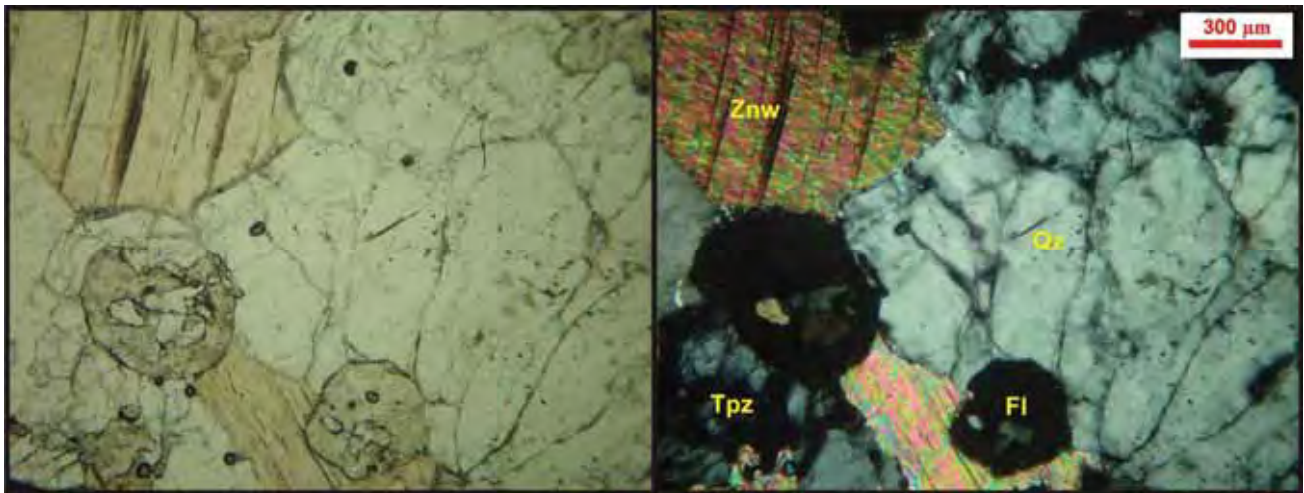
Tabela 1: Média modal encontrada nos veios e nas zonas intermediárias e de alteração no litotipo analisado.

Veio	Zona Intermediária	Zona de Alteração
Quartzo (± 80%)	Topázio (± 60%)	Zinnwaldita (± 65%)
Topázio (± 12%)	Quartzo (± 20%)	Quartzo (± 15%)
Zinnwaldita (± 5%)	Zinnwaldita (± 10%)	Topázio (± 10%)
Fluorita (± 3%)	Fluorita (± 10%)	Fluorita (± 8%)
Cassiterita (traços)	Esfalerita (traços)	Microclínio (± 2%)
Selaíta (traços)	Opacos (traços)	Cassiterita (traços)
Esfalerita (traços)		Opacos (traços)

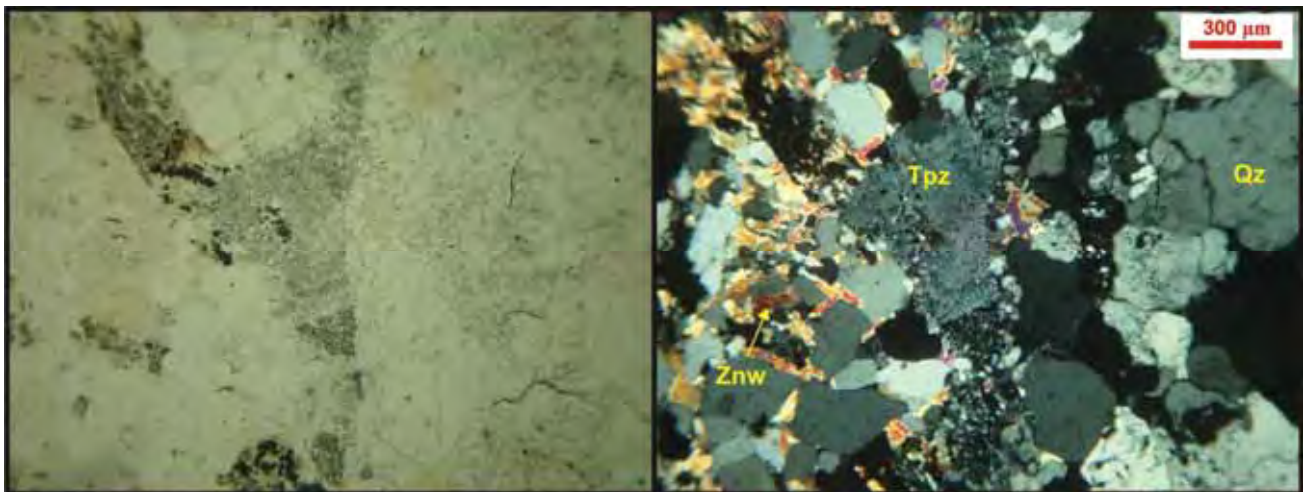


Fotomicrografia 1: Estrutura, textura e mineralogia principais encontradas no biotita gnaiss. Biotita orientada segregada do quartzo e feldspato.

A seção delgada mostra uma zona de alteração entre o biotita gnaiss e veio pegmatítico rico em topázio e quartzo. É possível observar uma mudança brusca na granulação, com grandes cristais, em geral subedrais, no núcleo do veio, para cristais muito finos na zona de alteração.

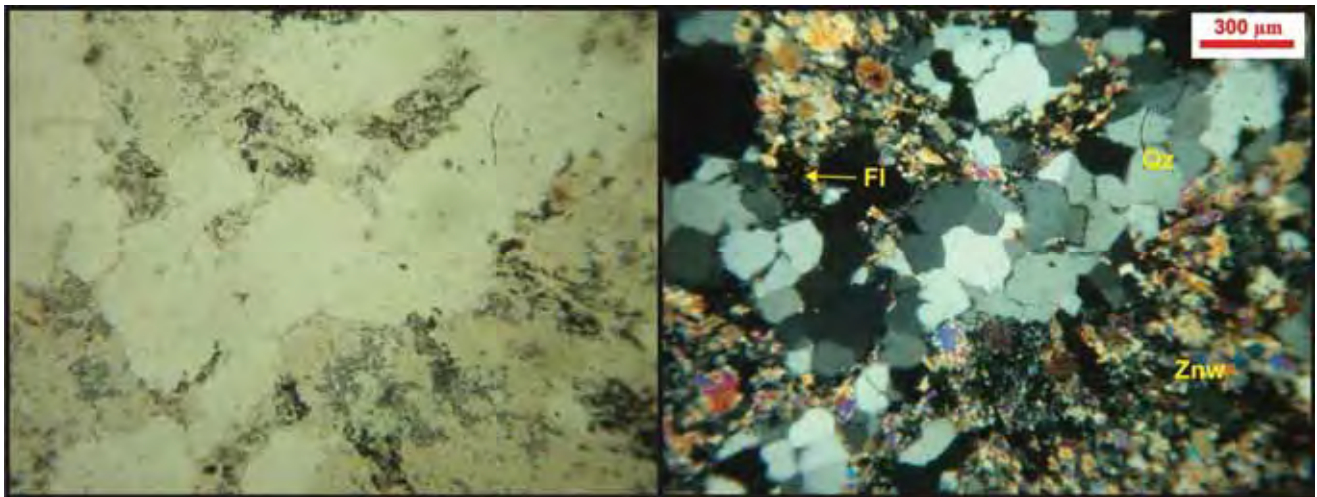


Fotomicrografia 2: Zona interna do veio pegmatítico mostrando grandes cristais de quartzo e zinnwaldita além de cristais subedrais de fluorita associados ao topázio. Contatos em geral retos a ondulados.



Fotomicrografia 3: Zona intermediária mostrando contato abrupto entre o veio e a encaixante, com diminuição da granulação e acúmulo de topázio. Contato separa zona de alteração (esquerda) e veio (direita).

Os cristais na zona de alteração são anedrais com feições de orientação, inicialmente subparalelo ao contato, depois com direção para a encaixante, visível principalmente nos cristais de zinnwaldita. Essa diferença provavelmente se dá pela neoformação que ocorreu nos cristais da encaixante, associados aos novos elementos (principalmente flúor e lítio) trazidos pelo fluido pegmatítico, com geração expressiva de zinnwaldita, topázio e fluorita, além da alteração, no caso, quase que completa dos feldspatos e biotitas da encaixante.



Fotomicrografia 4: Zona de alteração típica do contato entre veio pegmatítico e o biotita gnaiss.
Aglomerados de cristais de quartzo envolvidos por zinnwaldita, essa percolando na zona de alteração em direção a encaixante.

A temperatura alcançou níveis para recrystalizar o quartzo e devido a granulação a alteração hidrotermal mostra-se relativamente rápida, sendo penetrativa em escala milimétrica, embora essa característica esteja também relacionada a dimensão do corpo pegmatítico (centimétrico). Pequenas fraturas na encaixante estão preenchidas por material do veio, principalmente zinnwaldita, topázio e quartzo, essas fraturas podem ter sido originadas na intrusão do corpo. O fato dos cristais na zona de borda serem anedrais e finos é um indicativo da recrystalização rápida ou cristalização rápida com geração de muitos germes de cristalização, e local de crescimento restrito, não permitindo seu melhor desenvolvimento.

Os cristais de cassiterita e esfalerita aparentam terem sido trazidos já como cristais pelo fluido pegmatítico, por não mostram feições de recrystalização, e sim, fraturamento e dissolução posterior das bordas. Esses minerais estão concentrados próximos ao contato, ou no veio ou na zona de borda, mostrando que foram “empurrados” para fora do veio e injetados na encaixante.

A provável ordem da alteração para a amostra, ocorrida em fases contemporâneas, foi: injeção do fluido pegmatítico na rocha (utilizando zonas de fraqueza já existentes) → possível recrystalização dos cristais no contato, com separação da sílica dos demais elementos → diferenciação do corpo pegmatítico, com concentração de quartzo no núcleo e elementos incompatíveis nas bordas, esses inseridos na encaixante pelos interstícios de cristais e microfraturas → geração da zona de borda com cristalização de novos minerais (zinnwaldita) e concentração de quartzo recrystalizado, provavelmente com sílica proveniente, principalmente, da encaixante.

7.2 Brecha Subvulcânica (B.F.P-02)

7.2.1 LITOTIPOS E VEIOS PEGMATÍTICOS

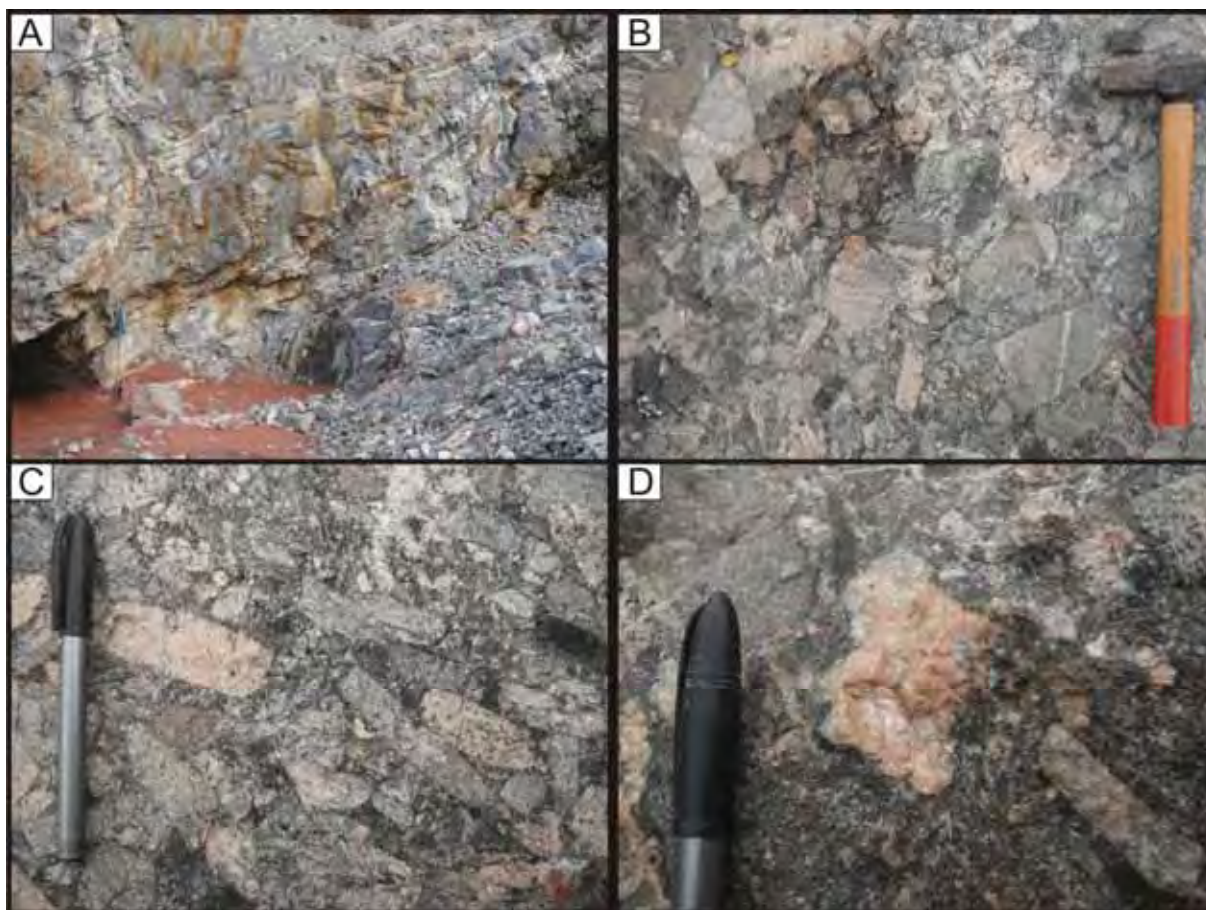
A rocha é composta por fragmentos de outros litotipos (polimítica) cimentados por uma matriz cinza escuro afanítica. Os fragmentos são de rochas do embasamento (Complexo Jamari), sendo a maioria de biotita gnaiss, e rochas graníticas, com pegmatitos subordinados e em menor quantidade as rochas intermediárias. Esses fragmentos são na maioria angulosos, com alguns poucos com as pontas arredondadas (em geral com aspecto elíptico), e possuem tamanhos variados, na média entre 0,5cm a 40cm, embora existam fragmentos menores e raros matações maiores que 40cm. Os maiores fragmentos foram identificados sendo de gnaiss e granito. O arranjo é do tipo fragmento suportado com fragmentos representando mais de 70% da rocha (aproximado visualizando-se porções com fragmentos menores e presença da matriz e utilizando diagrama de porcentagem de microscopia ótica). Há presença de fluorita disseminada em todo o afloramento.

Tabela 2: Litotipos principais encontrados nos fragmentos da brecha subvulcanica analisada.

Litotipo	Porcentagem (%)	Descrição
Gnaiss	60-70	Maioria dos fragmentos maiores que 5cm, em geral angulosos, sendo possível identificar 2 tipos de gnaiss (um mais biotítico, escuro, e outro mais quartzoso, cinza-claro)
Leucogranito	20	Os fragmentos são de material granítico, fanerítico, rico em microclínio e quartzo, com estrutura maciça e formatos angulosos
Leucoriolito	<10	Ocorre como fragmentos semelhantes aos de leucogranito, porem com dimensões bem menores não ultrapassando 2cm de diâmetro
Biotita Anfibolito	<10	Poucos fragmentos de anfibolitos foram encontrados, sendo a maioria subarredondados e com os minerais preservando sua orientação pretérita.
Micro Sienito	<5	Fragmentos angulosos dispersos com diametro medio de 1cm

Os fragmentos maiores costumam ser envoltos por fragmentos menores do mesmo material. Apesar da visão geral do afloramento mostrar os fragmentos dispostos de forma desorientada, em certas porções mais finas aparentemente há uma leve orientação dos fragmentos pequenos, menores que 5cm, nas porções com mais matriz, aproximadamente NNW. Essa orientação é aparente, visto que não é constante, mudando de direção ao longo do afloramento. A maior parte dos fragmentos são maiores que 5cm e a media é de 5 a 10cm. Ao longo do afloramento não há mudança textural ou estrutural do litotipo (fragmentos desorientados com porções pequenas aparentemente orientadas). Entre os fragmentos maiores há freqüentemente porções com fragmentos menores (< 5cm) dos fragmentos maiores que estão rodeando.

Os fragmentos estão cimentados por uma matriz de cor cinza escuro, granulação afanítica, com porções de aspecto vítreo e com manchas de óxidos de Fe alterados e cristais de biotita em agregados muito finos. Essa matriz não muda estrutural ou texturalmente ao longo do afloramento. A grande maioria dos fragmentos possui contato bem definido com a matriz, mas há aqueles em que esse contato é difuso e a matriz parece dissolver as extremidades e parte de alguns fragmentos.



Mosaico 12: Visão geral do litotipo e da relação dos fragmentos polimíticos. Em (A) litotipo muito fraturado e cortado por diversos veios; (B) fragmentos dispostos desordenadamente na matriz afanítica; (C) fragmentos orientados; (D) contatos ondulados a difusos em raros fragmentos.

O afloramento possui grande quantidade de veios com espessuras milimétricas a centimétricas (com pelo menos dois maiores de 20cm de espessura), subparalelos, a maioria cortando todo o afloramento (embora vários menores não sejam contínuos), além dos dois pegmatitos e diversas vênulas entre os veios (também subparalelas aos veios). Frequência média de 5 (cinco) veios por metro. Maioria são veios de 3-5cm de espessura e possuem composição pegmatítica, ricos principalmente em microclínio. Veios menores são compostos na maioria por quartzo, topázio e biotita / zinnwaldita. Foi possível diferenciar no litotipo cerca de duas famílias de veios.

Tabela 3: Descrição das famílias de veios encontradas no litotipo analisado.

Família	Descrição
Primeira	Veios pegmatíticos com direção N80/50 com tamanhos milimétricos a decimétricos. Possuem corpos auxiliares (ramificações) que mostram o desenho do fraturamento pelo qual percolaram. Apresentam zoneamento interno. Ramificações com atitudes N20/80 e o ângulo formado entre os corpos principais e as ramificações é de cerca de 30°.
Segunda	Veios pegmatíticos ricos em microclínio com menores dimensões (média de 5cm de espessura) e sendo possível visualizar-los cortando os veios maiores da primeira família. Também possuem veios secundários, mas descontínuos, não uniformes e pouco expressivos, não visualizados cortando outros veios. Possuem zona de borda centimétrica, visualizada principalmente quando cortam os veios da primeira família. Não possuem zoneamento interno expressivo.

Todos os veios do afloramento diminuam de espessura em direção ao topo e a mineralogia interfere diretamente no zoneamento dos veios. Se há muita quantidade de zinnwaldita no veio, na maioria dos veios analisados, esse mineral estará disposto de acordo com o mineral predominante, se mais rico em quartzo a tendência é a biotita se manter no núcleo ou se intercalar com o quartzo, se mais rico em microclínio a tendência é a biotita estar nas bordas e em bolsões no núcleo.

Um dos veios com melhor zoneamento tanto interno quanto longitudinal pertence à primeira família e foi descrito do seu ponto mais inferior ao topo do afloramento.

Inicialmente o veio possui 12cm de espessura, é tabular, uniforme, zonado (com $\pm$ 1cm de microclínio em cada borda, quartzo no núcleo e agregados de biotita concentrados no centro no veio). Zonas de alteração com 0,5cm em ambas as bordas. Cerca de dois metros adiante o veio adquire 15cm de espessura continuando tabular e regular, ramificando-se em um grande veio de 30cm de espessura. Esse veio auxiliar com alto mergulho saindo abaixo do corpo principal, com grande quantidade de quartzo em bolsões no núcleo do veio e microclínio ainda nas bordas, porém em bolsões irregulares também aparecendo no núcleo (zoneamento não uniforme). No truncamento entre o veio principal e o auxiliar há um grande bolsão de quartzo (40cm de espessura) com cristais de até 5cm de biotita agregados no núcleo do bolsão. Nesse bolsão o corpo principal fica distorcido. Antes desse truncamento o veio principal torna-se mais feldspático, com quartzo restrito a cristais anedrais no interior do veio e a biotita fica restrita a agregados finos dispersos.

Em seguida o veio torna-se quase que completamente constituído por microclínio, ficando com 10cm de espessura e voltando a ser tabular e uniforme, com zona de alteração de

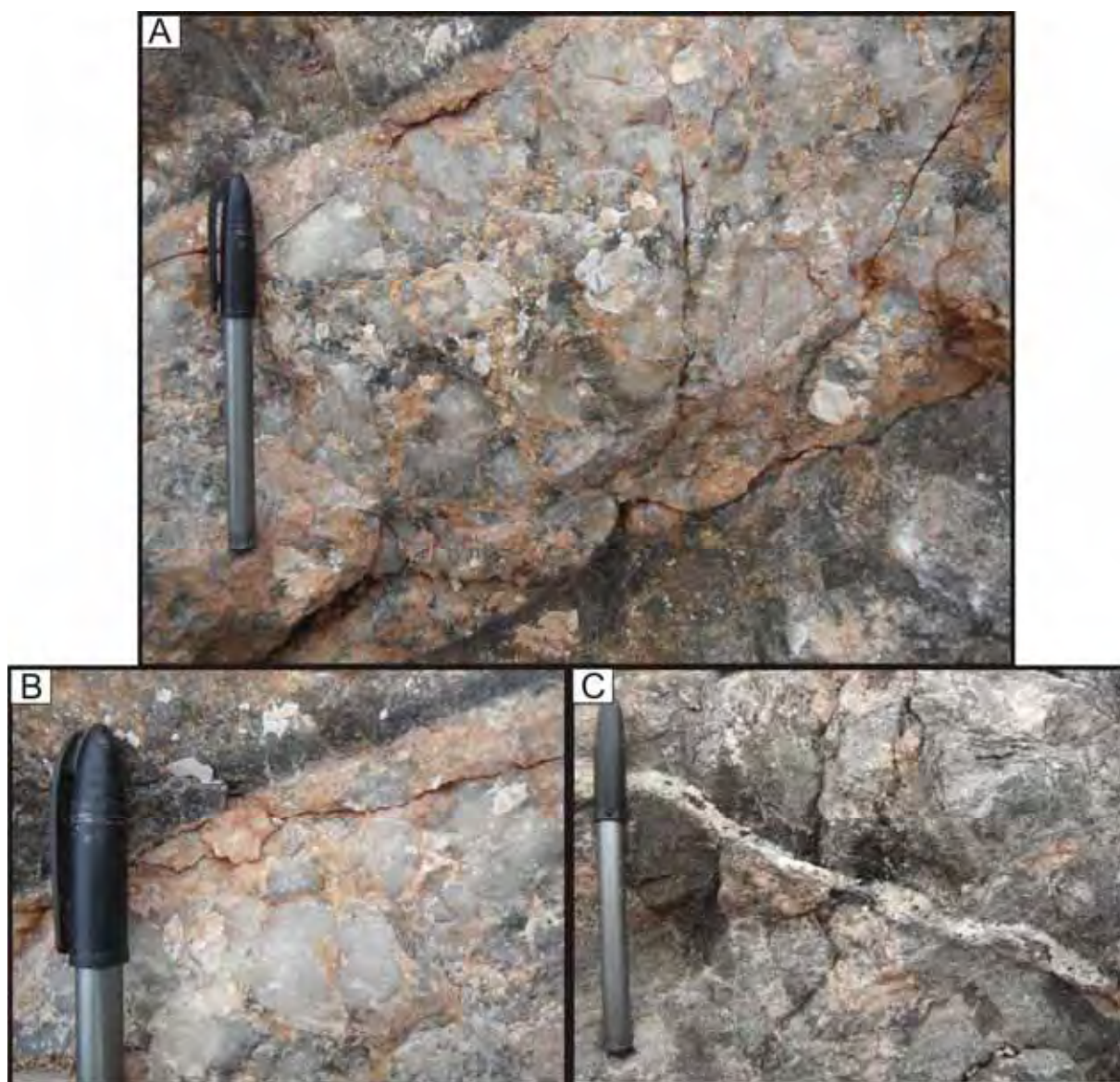
1cm. O corpo possui pequenas ramificações sub-paralelas a primeira, também constituídas somente de microclínio. Essa porção feldspática não dura muito (1,5m) voltando para aquela encontrada inicialmente (microclínio/qz+biot/microclínio).

A passagem longitudinal de cada zona não ocorre de forma brusca, mas em distancias curtas, por volta de 10-15cm para cada passagem de zona. É possível separar o veio em 4 (quatro) zonas longitudinais principais, cada qual com zoneamento interno diferente. A zona denominada 3º é aquela do truncamento, com grande quantidade de quartzo, porem restrita a ramificação. A zona mais extensa é a 2º (entre 2-4m) e as 1º e 4º as mais curtas (1-2m).

Tabela 4: Zoneamento interno das zonas longitudinais encontradas nos veios pegmatíticos principais encontrados no litotipo.

Zona Longitudinal	Zoneamento Interno
1º	Limites perceptíveis entre cada zona interna (microclínio/qz+biot/microclínio)
2º	Quantidade de microclínio aumenta ficando o quartzo restrito a cristais e agregados anedrais no núcleo do veio. Agregados de biotita mais dispersos e zona de borda mais espessa (2cm).
3º	Composta praticamente por quartzo e localizada no truncamento com a ramificação, sem diferenciação interna
4º	Composta praticamente por microclínio, com biotita restrita as bordas em agregados finos e pouquíssimo quartzo disperso.

Ocorre no veio principal a intercalação entre as zonas 1º, 2º e 4º, do ponto mais abaixo ao mais acima.



Mosaico 13: Zoneamentos encontrados nos veios pegmatíticos. Em (A) microclínio concentrado nas bordas com quartzo e biotita no núcleo do veio; (B) zona de alteração milimétrica em veio com microclínio nas bordas; (C) vênula irregular constituída por quartzo e topázio.

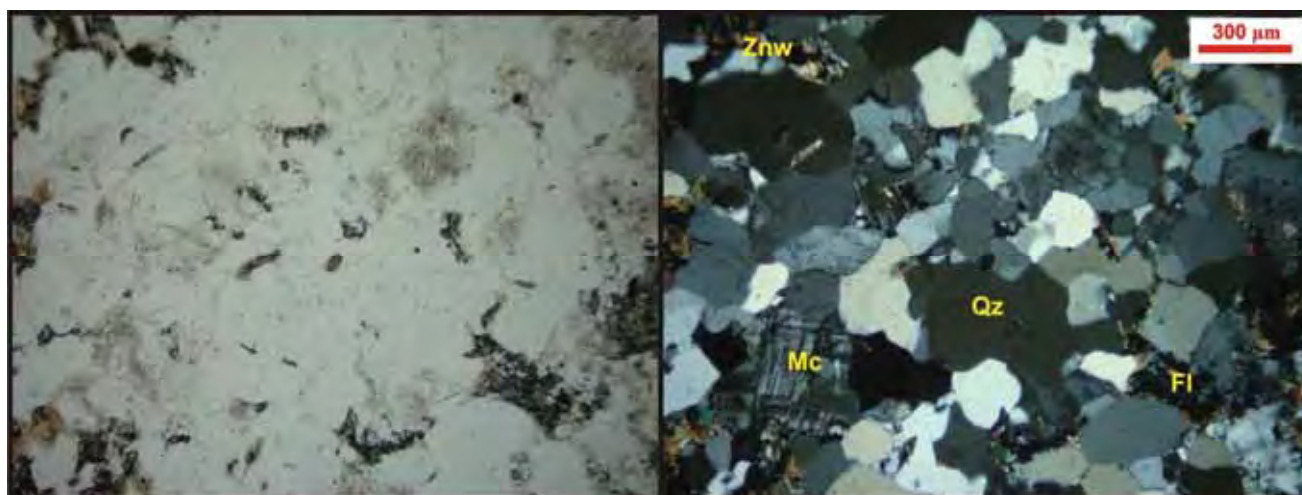
7.2.2 *ANALISE MICROSCÓPICA*

A textura do veio é equigranular com mega cristais apresentando granulação média a grossa em uma estrutura maciça, alguns cristais mostram bordas retas bem formadas. No contato veio/zona de borda a granulação diminui para fina, com raros cristais maiores, todos possivelmente recrystalizados com bordas corroídas, textura inequigranular muito fina a afanítica e estrutura em parte maciça, parte levemente orientada (minerais micáceos entre cristais maiores com fluxo para a zona de borda). Na zona de alteração a textura é inequigranular com cristais micáceos menores entre cristais maiores, ou em agregados

policristalinos, sendo a estrutura em geral maciça com alguns cristais levemente estirados, não seguindo uma direção preferencial. Os cristais micáceos mostram em geral uma orientação subparalela ao contato. Os veios analisados estão incluídos na segunda família.

Tabela 5: Média modal encontrada nos veios pegmatíticos analisados no litotipo.

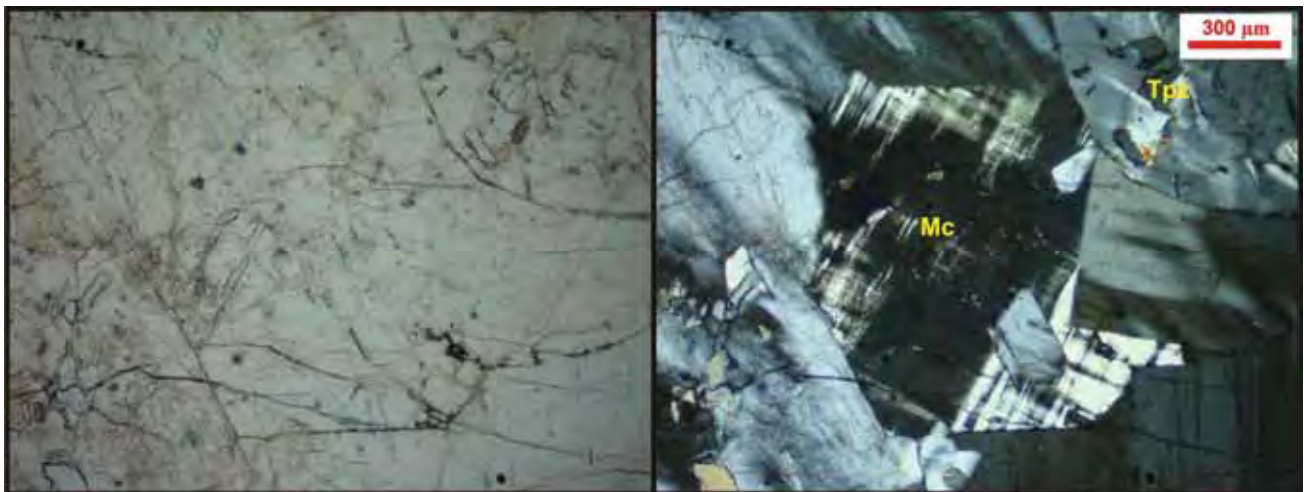
Veio	Zona Intermediária	Zona de Alteração
Microclínio ($\pm 94\%$)	Zinnwaldita ($\pm 68\%$)	Quartzo ($\pm 52\%$)
Fluorita ($\pm 3\%$)	Microclínio ($\pm 15\%$)	Zinnwaldita ($\pm 32\%$)
Quartzo ($\pm 1\%$)	Topázio ($\pm 10\%$)	Fluorita ($\pm 8\%$)
Zinnwaldita ($\pm 1\%$)	Quartzo ($\pm 5\%$)	Opacos ($\pm 4\%$)
Topázio ($\pm 1\%$)	Fluorita ($\pm 2\%$)	Topázio ($\pm 3\%$)
Cassiterita (traços)	Cassiterita (traços)	Cassiterita ($\pm 1\%$)
Esfalerita (traços)	Opacos (traços)	Esfalerita (traços)
Opacos (traços)		



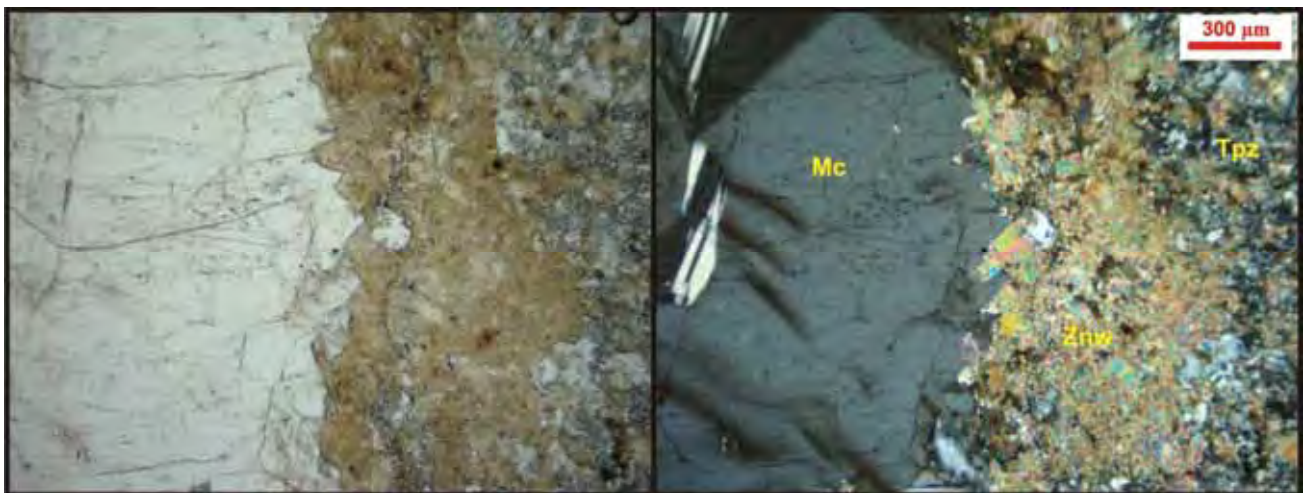
Fotomicrografia 5: Exemplo de fragmento da brecha subvulcânica. Rocha granítica maciça com flúor e zinnwaldita associados. Grande maioria dos fragmentos e a matriz possuem composição ácida.

Há uma mudança brusca da mineralogia entre a zona interna e de alteração, no sentido quantitativo e estrutural, com o desaparecimento do microclínio e enriquecimento em quartzo e zinnwaldita. A fluorita, a zinnwaldita e o topázio parecem ter se formado devido à passagem dos fluidos ricos em flúor (pegmatítico) com alteração do quartzo da encaixante e dos cristais de microclínio próximos ao contato. Os minerais opacos, cassiterita e esfalerita, embora presentes em toda a seção estão concentrados na zona de borda, juntamente com a zinnwaldita e fluorita, em agregados policristalinos orientados. Os grandes cristais de microclínio dentro

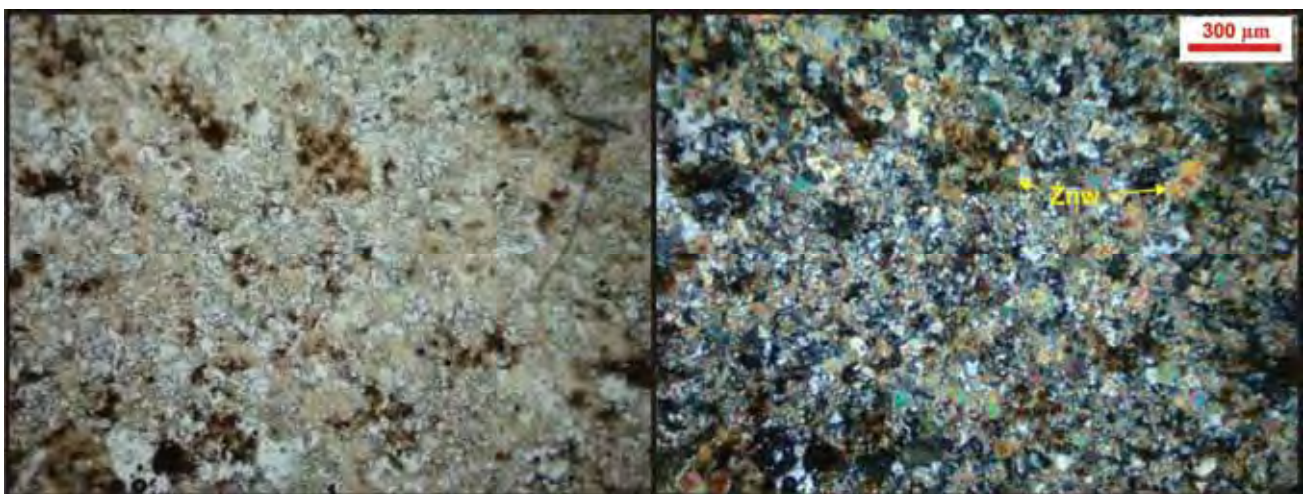
do veio indicam que durante a injeção do fluxo houve tempo e elementos para o desenvolvimento dos cristais.



Fotomicrografia 6: Zona interna característica dos veios pegmatíticos na brecha subvulcânica. Grandes cristais de microclínio próximos do núcleo do veio.



Fotomicrografia 7: Contato brusco entre o veio pegmatítico e a brecha subvulcânica. Diminuição brusca da granulação com geração de agregados microcristalinos de zinnwaldita e topázio.



Fotomicrografia 8: Zona de alteração rica em zinnwaldita microcristalina, topázio e quartzo. Minerais opacos geram manchas de alteração na zinnwaldita.

7.3 Topázio Leucoriolito (B.F.P-03)

7.3.1 LITOTIPO E VEIOS PEGMATÍTICOS

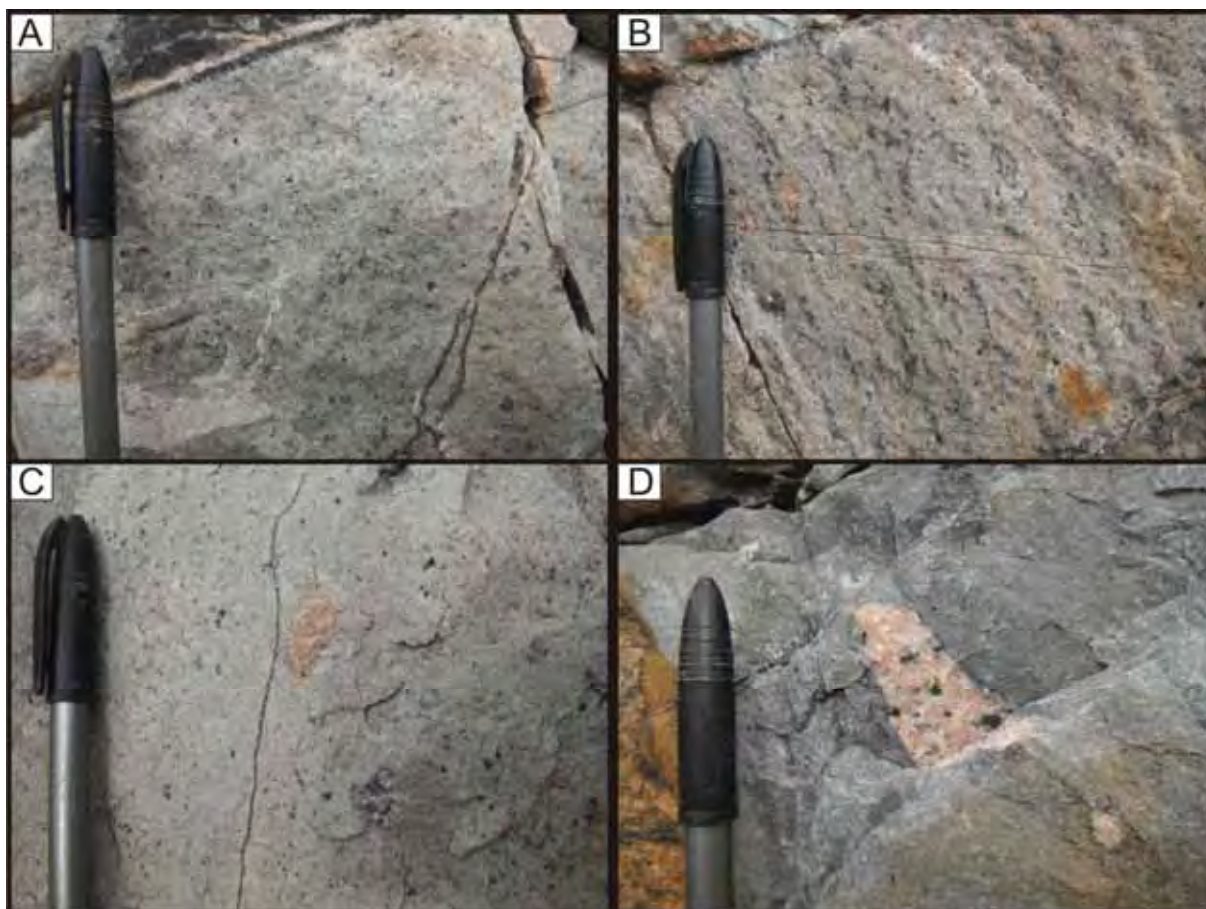
Rocha de coloração variada, atingindo tons brancos, cinza claros a cinza escuros e azulado, apresentando textura em geral porfirítica (pórfiros com até 2cm) e fenocristais de quartzo e feldspato e matriz variando de fina, muito fina e afanítica. É possível separar em porções com variações texturais e estruturais. Analisando localmente o litotipo, de sua porção inferior para a superior, é possível diferenciar e subdividi-lo em porções com características petrografias distintas.

Tabela 6: Fácies principais encontradas no Leucoriólito pórfiro.

Dimensão (metros)	Coloração	Descrição
4	Branca	Porfirítica com cristais angulosos a sub-angulosos de quartzo e microclínio (média de 1mm) em matriz fina, geralmente apresentando estrutura maciça, com porções localizadas com aspecto fluidal, orientado, principalmente dos pórfiros máficos (biotita+opacos), milimétricos e de pequenos enclaves quartzo-feldspáticos. Existe pouca quantidade de pórfiros máficos e de enclaves (< 2cm), concentrados principalmente onde é possível identificar fluidez
1,5	Cinza claro	Maior quantidade de pórfiros máficos, estrutura maciça, com porções de matriz afanítica (branca), pórfiros de quartzo e feldspato submilimétricos e poucos pórfiros maiores dispersos, máficos e centimétricos (1-2cm)
2	Cinza claro	Apresenta enclaves dispersos angulosos de biotita-granito e em geral a estrutura é maciça, a textura porfirítica e a granulação fina a muito fina
1	Cinza claro	A rocha continua maciça, porém microporfirítica com pórfiros de quartzo, feldspato e biotita milimétricos a submilimétricos. Ocorre presença localmente de enclaves de biotita-granito e máficos (até 3cm) dispersos e angulosos (com contato abrupto)
2	Cinza escuro a azulado	Matriz muito fina rica a afanítica em quartzo e com poucos e pequenos fenocristais de quartzo e feldspato (<0,3cm). Há pórfiros em pouca quantidade e cristais de biotita e opacos submilimétricos a milimétricos

Em todo o afloramento há presença de fluorita e concentrações milimétricas de calcopirita alterada, gerando manchas marrom-amareladas. O contato com a brecha subvulcânica é abrupto com porções mostrando aparente imersão. Os enclaves possuem

formatos tabulares, triangulares e elípticos. A maioria dos enclaves e as estruturas fluidais encontram-se próximas aos contatos com a brecha subvulcânica. O contato entre as porções dentro do riolito não é abrupto e sim de forma gradacional.



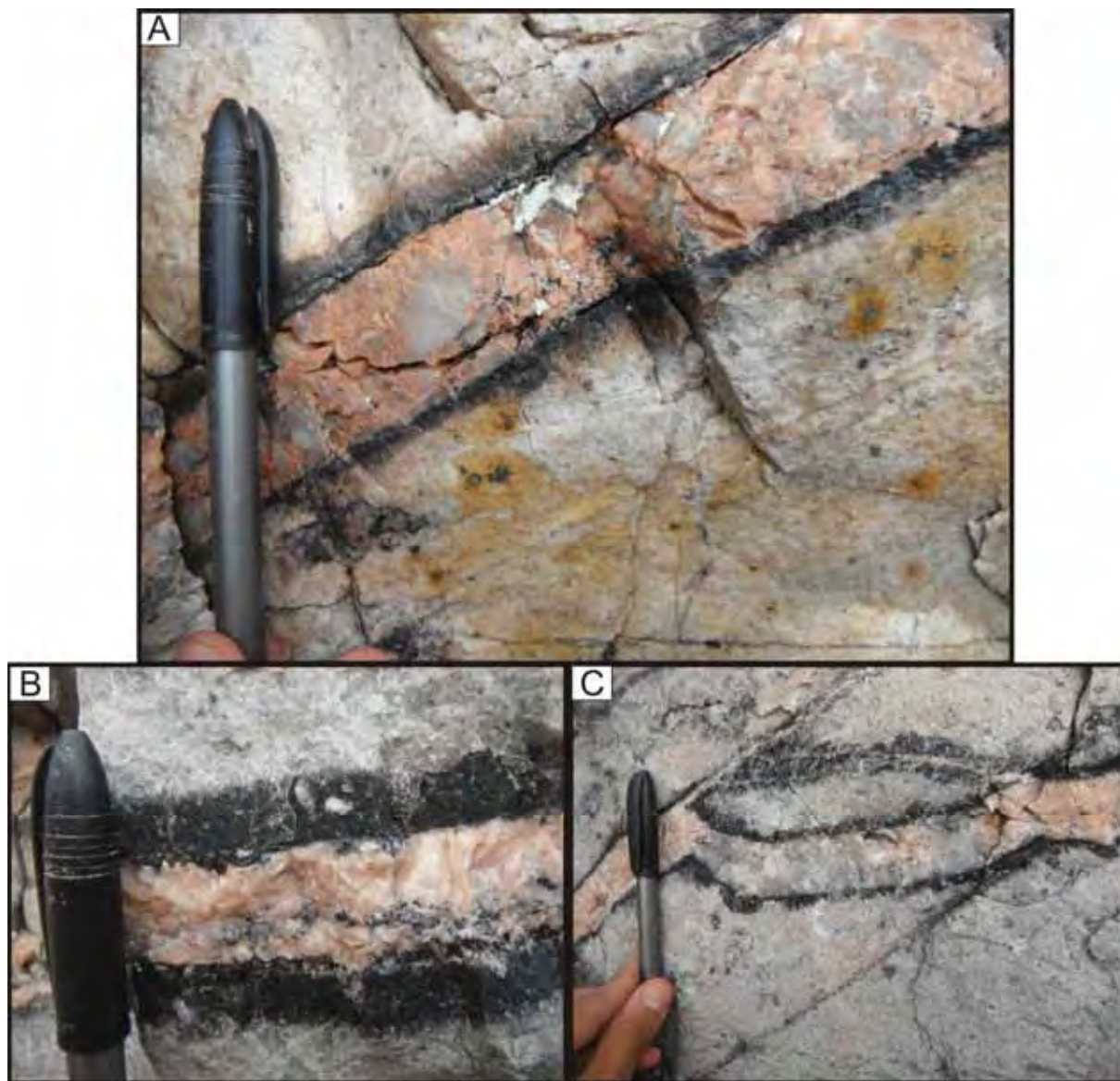
Mosaico 14: Topázio leucoriolito analisado e suas diferentes texturas. Em (A) textura porfirítica maciça; (B) aspecto fluidal encontrado próximo com a encaixante; (C) enclave de microclínio em textura porfirítica; (D) enclave em matriz afanítica cinza azulada.

O litotipo apresenta grande quantidade de veios, sendo todos continuções daqueles vistos na brecha subvulcânica, porem percebe-se que houve uma diminuição geral da espessura dos corpos, ficando todos com cerca de 3cm de espessura. Devido à coloração do litotipo (leucoriolito) as zonas de alteração dos veios e vênulas são bem visíveis. A frequência geral é de 5 (cinco) veios por metro, não sendo possível encontrar indícios para separar as 2 famílias de veios caracterizadas na brecha subvulcânica. As ramificações dos veios apresentam ângulos de 30° com os corpos principais, no sentido horário e anti-horário.

Em geral os veios são ricos em microclínio e quartzo, com alternância entre zonas mais ricas em cada um desses minerais e zonas em que há ambos (microclínio concentrado na borda superior e núcleo, e quartzo no núcleo e borda inferior, embora essa disposição não seja

retilínea ou uniforme). Na porção superior há um predomínio de microclínio e diminuição da espessura do veio. As zonas de alteração em geral possuem espessuras entre 0,5 e 1cm, podendo alcançar 2,5cm. A atitude média dos veios é de N60/40.

Os veios apresentam um zoneamento interno caracterizado por uma grande quantidade de quartzo e microclínio acumulados em agregados na borda superior, biotita em agregados de cristais milimétricos concentrados principalmente no núcleo e quartzo com topázio em poucas concentrações dispersas. Ao longo dos veios a quantidade de microclínio aumenta ficando o quartzo restrito a cristais anedrais centimétricos no núcleo e borda inferior, a zinnwaldita se mantém dispersa e em pequenos cristais nas bordas. Ocorrem também intercalações longitudinais centimétricas entre porções mais quartzosas e mais feldspáticas. As porções em que há cristais anedrais de quartzo no núcleo são mais freqüentes e continuas (até 3m de comprimento) e as quase totalmente feldspáticas são restritas (não ultrapassam 50cm).



Mosaico 15: Tipos de zoneamentos dos veios pegmatíticos no leucoriorito. Em (A) veio composto predominantemente por microclínio com cristais de quartzo no núcleo; (B) veio com composição semelhante e zona de alteração mais espessa; (C) separação das zonas longitudinais feldspáticas e quartzosas.

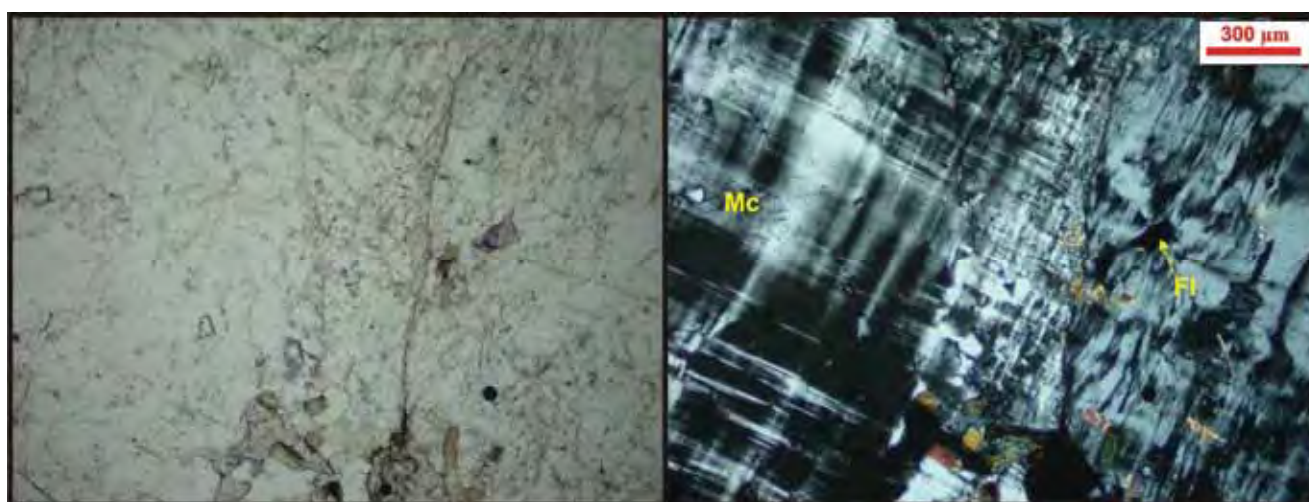
7.3.2 *ANALISE MICROSCÓPICA*

Nas amostras analisadas, o veio pegmatítico possui estrutura geral maciça com nível próximo ao contato com agregados de micas orientadas paralelamente com a encaixante, sendo a textura equigranular média a grossa. O contato e a zona intermediária são relativamente abruptos, com agregados de grandes cristais envoltos por cristais menores de mica, estrutura maciça a levemente orientada (micas nos interstícios) e textura fanerítica fina a média. A zona de alteração pode ser subdividida em interna e externa, com a primeira rica em zinnwaldita e a segunda com menor granulação e com presença de fenocristais,

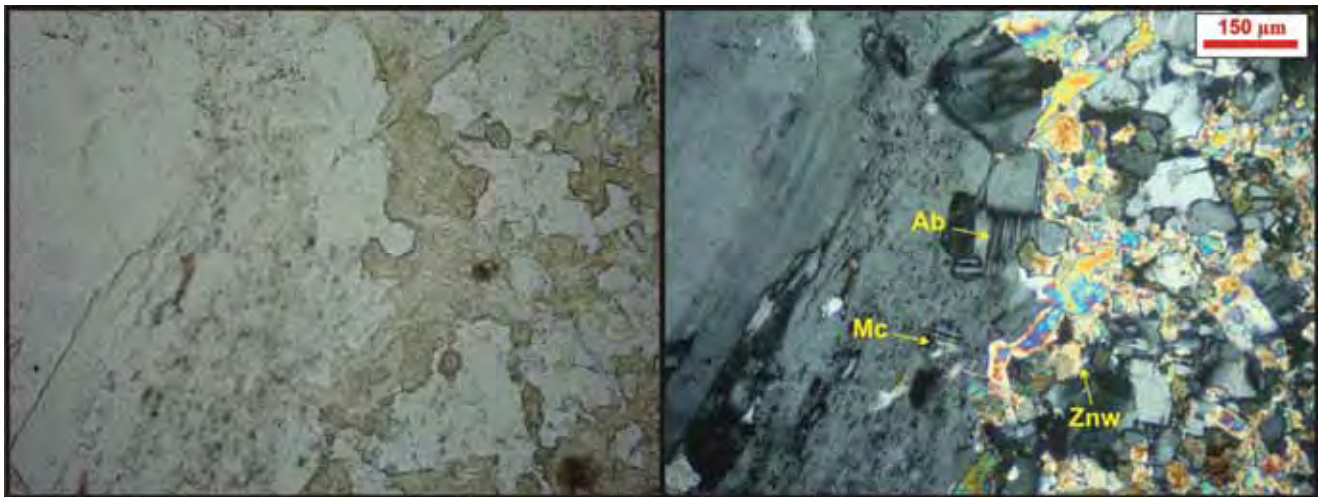
preservando mais as características da encaixante. A estrutura em ambas é maciça e a textura é equigranular com bordas lobuladas, na zona de alteração interna, e porfirítica com fenocristais de bordas corroídas, na zona de alteração externa.

Tabela 7: Média modal encontrada nos veios pegmatíticos e respectivas zona intermediária e de alteração.

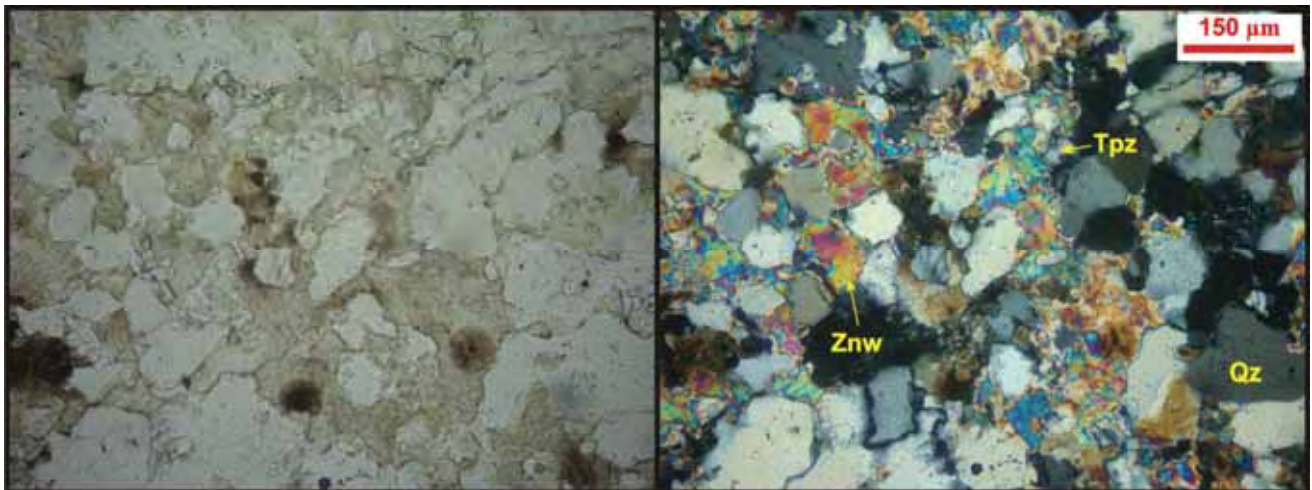
Veio	Zona Intermediária	Zona de Alteração Interna	Zona de Alteração Externa
Microclínio ($\pm 87\%$)	Microclínio ($\pm 50\%$)	Zinnwaldita ($\pm 62\%$)	Plagioclásio ($\pm 40\%$)
Plagioclásio ($\pm 5\%$)	Zinnwaldita ($\pm 40\%$)	Quartzo ($\pm 25\%$)	Quartzo ($\pm 30\%$)
Zinnwaldita ($\pm 3\%$)	Fluorita ($\pm 5\%$)	Topázio ($\pm 6\%$)	Topázio ($\pm 20\%$)
Fluorita ($\pm 3\%$)	Plagioclásio ($\pm 3\%$)	Microclínio ($\pm 3\%$)	Microclínio ($\pm 5\%$)
Topázio ($\pm 1\%$)	Topázio ($\pm 2\%$)	Plagioclásio ($\pm 2\%$)	Zinnwaldita ($\pm 3\%$)
Quartzo ($\pm 1\%$)	Opacos (traços)	Fluorita ($\pm 2\%$)	Fluorita ($\pm 2\%$)
		Esfalerita (traços)	Opacos(traços)



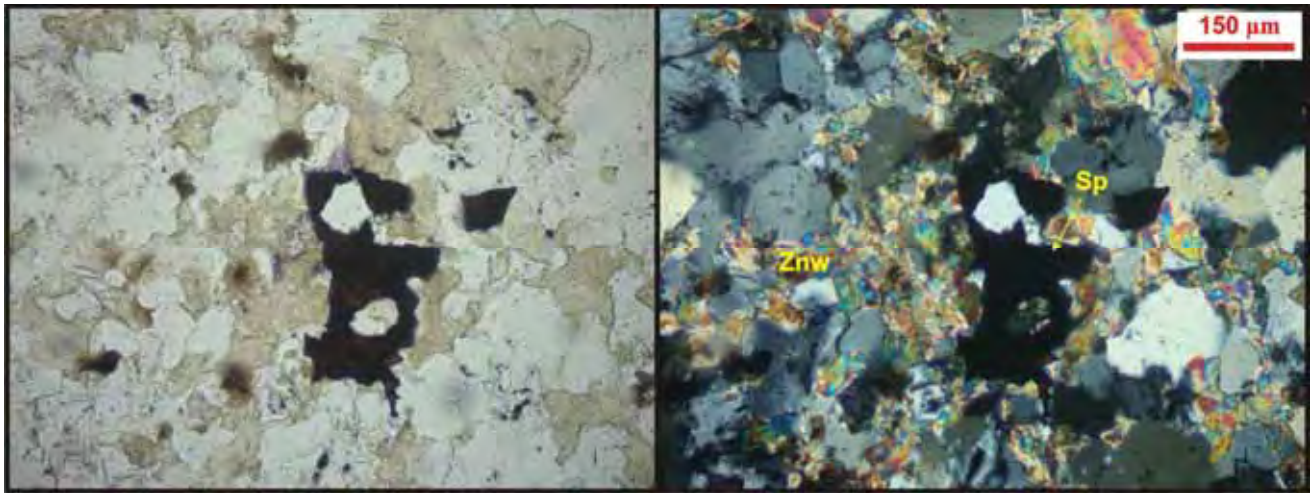
Fotomicrografia 9: Veio pegmatítico com grandes cristais anedrais a subedrais de microclínio e fragmentos de fluorita e zinnwaldita.



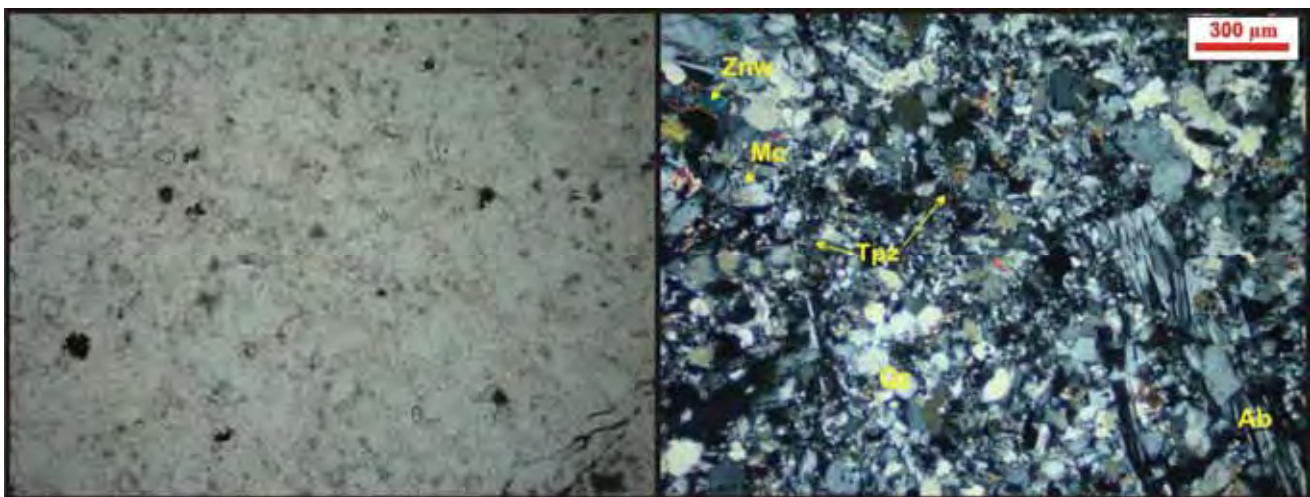
Fotomicrografia 10: Zona intermediária mostrando o contato entre o veio pegmatítico e a encaixante. Contato macroscopicamente brusco, mostrando microscopicamente pequenas reentrâncias de zinnwaldita no veio.



Fotomicrografia 11: Zona de alteração interna com grande quantidade de zinnwaldita e quartzo.



Fotomicrografia 12: Cristal fragmentado de esfalerita na zona de alteração interna.



Fotomicrografia 13: Zona de alteração externa com melhor preservação das características estruturais, texturais e mineralógicas da encaixante (topázio leucoriorito).

O contato no litotipo analisado apresenta uma zona de alteração subdividida em duas partes, uma próxima do contato com o veio pegmatítico e outra, chamada de externa, com preservação de estruturas da rocha encaixante. A alteração hidrotermal afetou mais a zona intermediária e a primeira zona de borda, com uma grande quantidade de zinnwaldita, percolando os interstícios minerais em uma direção subparalela ao contato, além da maior quantidade também de fluorita. Os minerais nessas porções possuem bordas corroídas sendo no contato possível presenciar fragmentos do próprio veio, estes grandes agregados de microclínio, sofrendo corrosão em contato com a zinnwaldita em seu entorno. A quantidade e dimensões da zinnwaldita e fluorita vão diminuindo de forma relativamente gradativa em

direção a zona de alteração externa, onde prevalecem as características da rocha encaixante, como grande quantidade de plagioclásio e topázio, dispersos, com bordas onduladas a retas.

Nessa zona externa ainda há indícios de cristais de zinnwaldita, fluorita e minerais opacos, além de cristais corroídos de microclínio, que mostram a ainda influencia do contato com o veio. A esfalerita ocorre somente na zona de borda interna, o que mostra sua provável afinidade com o hidrotermalismo do contato.

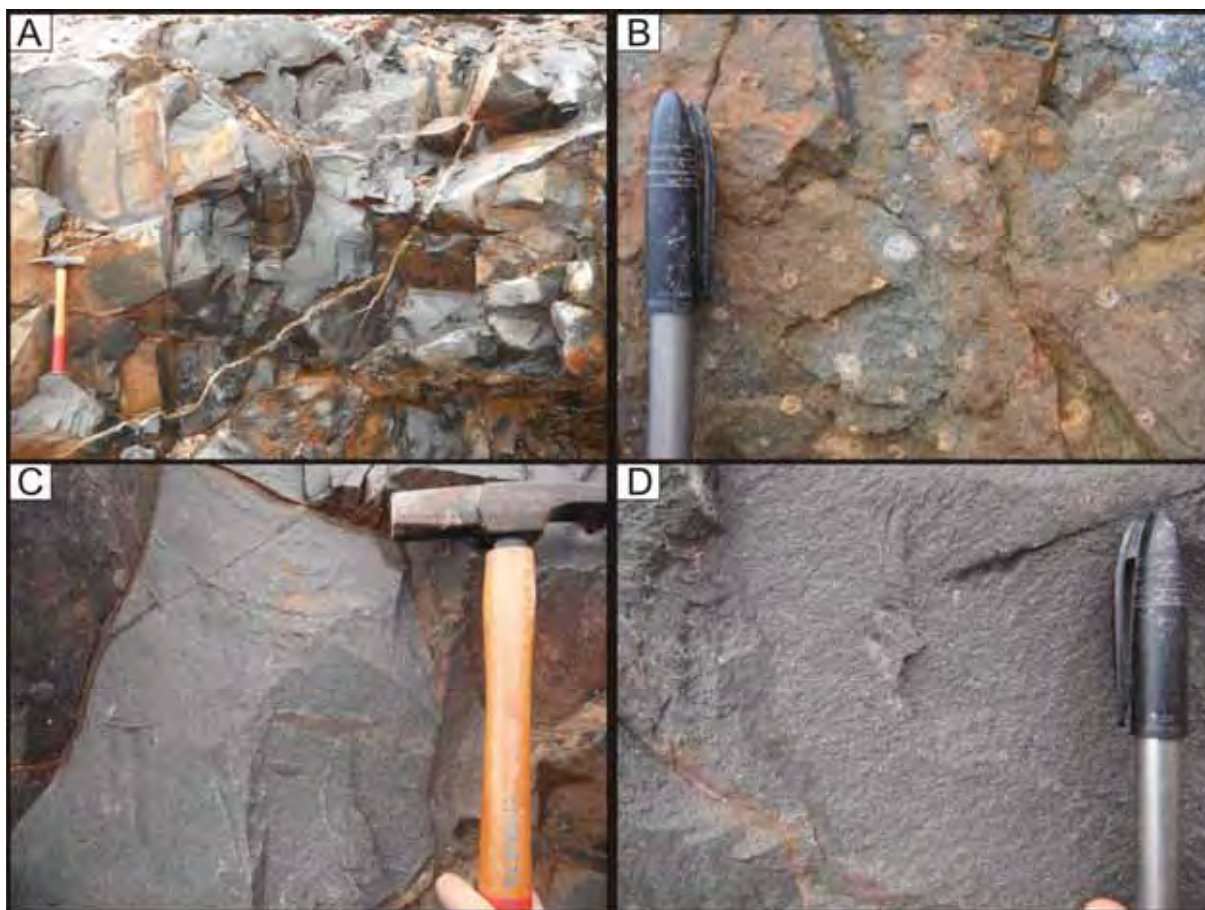
7.4 Micro Melassienito Pórfiro (B.F.P-04)

7.4.1 LITOTIPO E VEIOS PEGMATÍTICOS

A rocha apresenta estrutura maciça e textura porfirítica a equigranular, granulação fina, muito fina e afanítica, coloração cinza escuro a negra e camada de alteração superficial marrom avermelhado (oxidação). Foi possível identificar pelo menos 3 (três) variações texturais no litotipo: porfirítica, intermediária e equigranular.

Tabela 8: Fácies texturais encontradas no micro melassienito.

Tipo Textural	Descrição
Sienito pórfiro	Ocorre de forma mais expressiva na borda do corpo: a rocha é maciça com matriz de granulação fina, coloração cinza escuro, presença de pórfiros arredondados a subarredondados de feldspato com micro cristais de minerais opacos (provavelmente biotita). Esses pórfiros possuem contatos difusos com a rocha, tamanhos entre 0,1 a 1,5cm, estão dispostos em conjuntos aparentemente distribuídos de forma aleatória, em poucos pórfiros há presença de cristais de quartzo anedrais e de biotita euedrais em seu interior. Há também, em menor quantidade, pórfiros de feldspato, com até 0,5cm, sendo cristais tabulares, dispersos não apresentando orientação. Essa zona porfirítica não ultrapassa 5cm de espessura
Intermediário	Porção de transição entre a zona mais porfirítica e a com características equigranulares
Sienito Equigranular	Localizada no interior do corpo. A rocha se torna mais fina, chegando a afanítica localmente, com coloração mais escura e estrutura maciça. Existem poucos pórfiros de feldspato, dispersos, não ultrapassando 0,4cm. Nas porções finas é possível identificar grande quantidade de cristais de biotita na rocha. Há presença de sulfetos em pequenos agregados (calcopirita e pirita) na terceira zona. A passagem entre as zonas ocorre de forma gradual, da borda para o núcleo do corpo



Mosaico 16: Micro melassienito pórfiro e seus diferentes tipos texturais. Em (A) visão geral do corpo bastante fraturado; (B) fácies porfirítica com pórfiros de plagioclásio subarredondados; (C) fácies de transição com menor quantidade de pórfiros; (D) fácies equigranular com granulação homogênea.

Relativamente há pouca quantidade de veios cortando o litotipo (frequência de 3 por metro) e esses apresentam pequena espessura (media 1,5cm), salvo dois com espessuras maiores (7 e 11cm), porem estes não são uniformes nem retilíneos, sendo compostos por quartzo, microclínio, biotita e topázio.

Alguns veios possuem zoneamento interno semelhante ao do maior veio, que quando rico em biotita mostram trechos curtos com biotita nas bordas e microclínio no núcleo. Mas a maioria dos veios apresentam um zoneamento mais simples, somente com a intercalação centimetricas entre microclínio e quartzo ao longo do veio.

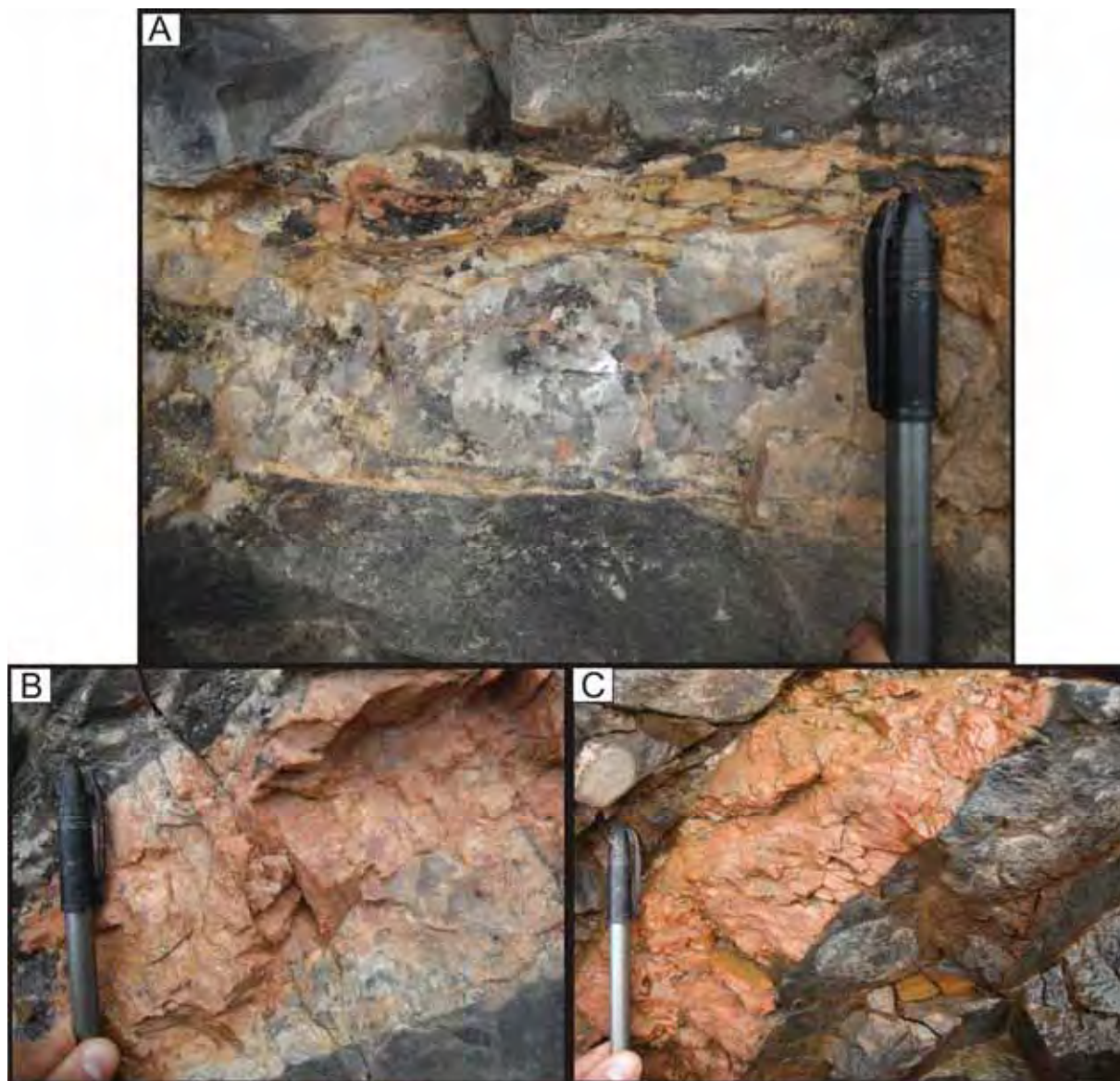
Nos veios maiores a zona de borda é inexpressiva, mas pode chegar a 2cm em pelo menos outros dois veios menores, ou seja, cerca do dobro da espessura dos mesmos.

A maioria dos veios são subparalelos apresentando uma atitude media de N30/40, porem devido a não uniformidade aparentam direções diversas. O caimento geral é para NE com ângulos entre 20-40°.

É possível separar os veios em duas famílias, devido a relação de intersecção entre alguns dos veios analisados. A primeira família possui veios delgados e com ângulos levemente menores que os veios maiores da segunda família.

Foram comprovados poucos veios da família posterior (segunda), sendo claramente visíveis as relações de intersecção com a primeira família em quatro deles. Cerca de dois destes são veios delgados (0,5cm espessura), não uniformes e pouco expressivos no afloramento, com alto ângulo de mergulho de até 50°. Os outros dois veios são justamente os mais expressivos do afloramento, cortando veios menores e, na maioria das vezes são suas ramificações que estão cortando os veios da primeira família (por elas terem alto a médios ângulos de mergulho).

O maior veio encontrado possui cerca de 11cm de espessura, é composto por quartzo, microclínio, biotita e topázio, não uniforme (espessura varia entre 5 e 11cm, essa última a mais frequente, sendo menos espessa em sua porção inferior, depois mostrando um aumento e por fim voltando a uma espessura de 7cm na sua porção superior) mas contínuo e seus cristais, exceto de biotita, são anedrais.



Mosaico 17: Tipos de zoneamentos encontrados nos veios pegmatíticos do litotipo. Em (A) veio rico em quartzo em topázio com o último concentrado nas bordas, principalmente na superior; (B) veio com quartzo concentrado nas bordas e microclínio no núcleo; (C) porção do veio constituída predominantemente por microclínio.

Esse veio possui uma atitude de N52/60 e zona de alteração inexpressiva (<0,1cm) em ambas as bordas. Sua porção inferior é composta predominantemente por quartzo e topázio passando para uma porção em que esses minerais se acumulam nas bordas, principalmente a inferior, ficando o núcleo e a borda superior com grandes agregados de microclínio. A seguir há passagem para uma porção composta predominantemente por microclínio, com raros cristais anedrais de quartzo dispersos pelo corpo. A porção seguinte volta a ter mais quantidade de quartzo, mas com o microclínio ainda dominante. Essas porções formam

intercalações centimétricas (média de 40cm) apresentando um contato gradacional, mas curto, entre elas.

O topázio se mantém predominante na borda inferior, com poucos casos na borda superior (Mosaico 17 A), sempre quando a quantidade de quartzo aumenta. A biotita se mostra dispersa por todo o veio, em agregados com cristais milimétricos (ate 3mm) bem formados, sendo esses bolsões encontrados principalmente entre porções mais e menos feldspáticas. Essa intercalação aparenta ser cíclica.

Em determinado trecho após a porção feldspática o veio se divide em dois veios menores e se unem novamente 35cm depois. A ramificação superior é composta exclusivamente por quartzo no núcleo, topázio nas bordas (1cm de espessura cada) e pequenos agregados de biotita no núcleo e entre o quartzo e o topázio das bordas. A ramificação inferior, ao contrario, é rica em microclínio, com poucos cristais de biotita também dispersa, não foi encontrado topázio. Quando se unem novamente, apresentam zoneamento de quartzo no núcleo e microclínio nas bordas (1cm de espessura), além de cristais de biotita (milimétricas) também nas bordas.



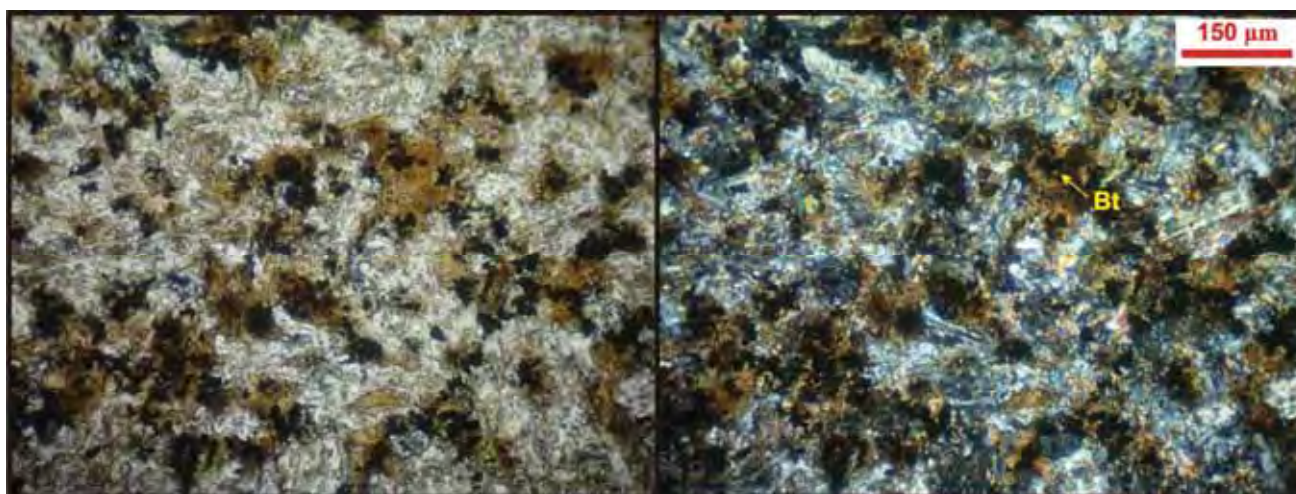
Mosaico 18: Veio pegmatítico com truncamento gerando separação composicional. A porção superior encontra-se rica em quartzo com microclínio restrito as bordas do corpo e a porção inferior apresenta composição predominantemente feldspática.

7.4.2 ANÁLISE MICROSCÓPICA

O veio apresenta estrutura maciça com cristais apresentando textura lobulada fanerítica equigranular no centro do corpo e cristais menores próximos das bordas. No contato (zona intermediária) a estrutura é maciça a orientada (cristais em arranjo tipo “pente”) com diminuição da granulação e textura inequigranular. O contato propriamente dito é brusco mesmo em seção delgada, mostrando uma granulação densa e uma orientação das micas e opacos com direção paralela ao contato. A zona de alteração mostra uma estrutura aparentemente maciça, embora as massas de mica mostrem estarem englobando os cristais granulares em direção a rocha encaixante, semelhante a uma estrutura de fluxo, sendo a textura inequigranular com essas massas cristalinas englobando cristais e agregados maiores.

Tabela 9: Média modal dos veios pegmatíticos e respectivas zona intermediária e de alteração.

Veio	Zona Intermediária	Zona de Alteração
Microclínio ($\pm 80\%$)	Topázio ($\pm 50\%$)	Zinnwaldita ($\pm 65\%$)
Fluorita ($\pm 15\%$)	Quartzo ($\pm 27\%$)	Plagioclásio ($\pm 13\%$)
Plagioclásio ($\pm 3\%$)	Zinnwaldita ($\pm 10\%$)	Topázio ($\pm 10\%$)
Zinnwaldita ($\pm 2\%$)	Opacos ($\pm 8\%$)	Opacos ($\pm 6\%$)
Clorita (traços)	Cassiterita ($\pm 5\%$)	Fluorita ($\pm 4\%$)
	Fluorita (traços)	Quartzo ($\pm 2\%$)
		Cassiterita (traços)



Fotomicrografia 14: Micro melassienito apresentando estrutura maciça e granulação muito fina.

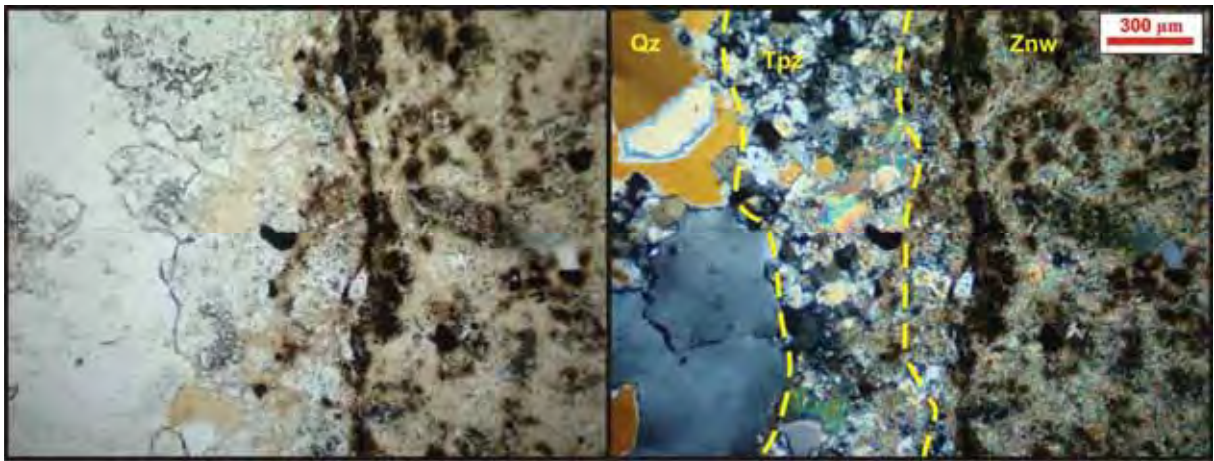
É possível identificar três diferentes zonas com características mineralógicas, estruturais e texturais distintas, sendo essas zonas nomeadas de interna (o veio propriamente dito), intermediária (abrangendo as bordas do veio e o contato) e a zona de alteração (porção da encaixante atingida pelo hidrotermalismo).

O veio mostra uma mineralogia predominantemente de microclínio no núcleo e quartzo e topázio, com zinnwaldita subedral, próximo da borda. Os minerais mostram fraturamento e raras bordas retas, mostrando que foram influenciados pela movimentação do fluido e pela pequena espessura do veio (cerca de 1,5cm), que não geraram espaço o suficiente para o crescimento uniforme dos minerais, com os cristais do interior maiores que os da borda.



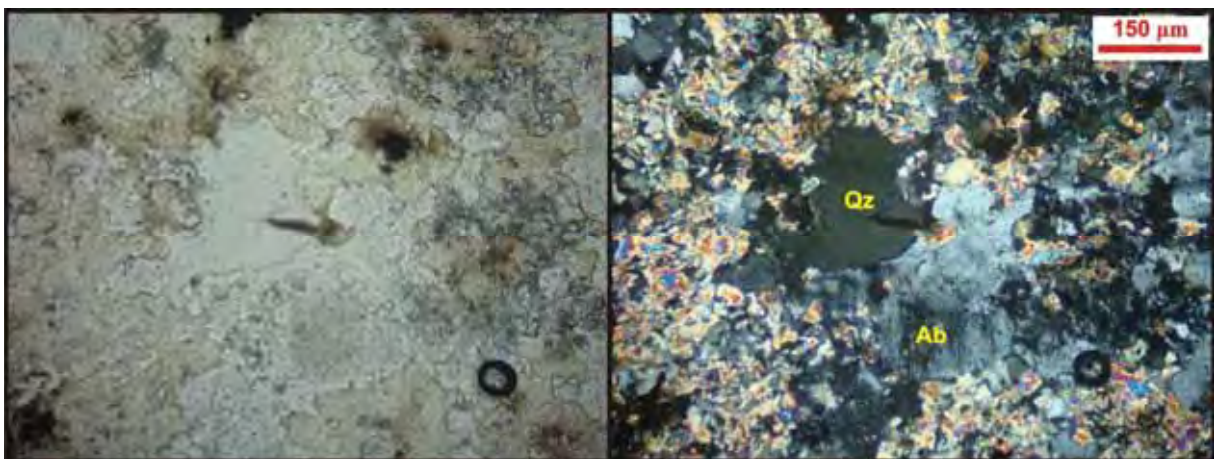
Fotomicrografia 15: Veio pegmatítico rico em microclínio e cristais com bordas onduladas a retas.

Na zona intermediária é possível encontrar uma organização na mineralização, com a presença de arranjo em pente dos cristais de topázio e quartzo na borda do veio e uma diminuição brusca da granulação no contato, com geração de agregados policristalinos de topázio (no lado do veio) e de zinnwaldita (no lado da zona de alteração). A grande quantidade de topázio mostra possível incompatibilidade e fluidez, sendo acumulado nas bordas do veio, juntamente com uma quantidade relativamente alta de cassiterita, também disposta no arranjo em pente. O contato em si é brusco com raras e diminutas reentrâncias de massas de zinnwaldita no veio. Na porção do lado da zona de alteração ocorre o aparecimento repentino de massas de zinnwaldita densa, orientadas paralelamente ao contato, juntamente com minerais opacos.



Fotomicrografia 16: Zona intermediária mostrando contato brusco entre o veio e a encaixante, com formação de agregados microcristalinos de zinnwaldita. Ocorre segregação mineral em bandas, com acúmulo de quartzo, topázio e zinnwaldita.

Na zona de alteração ocorrem grandes massas de agregados policristalinos de zinnwaldita, englobando os minerais granulares e aparentando uma orientação em direção a encaixante. É possível identificar a alteração expressiva do plagioclásio da encaixante e da substituição por zinnwaldita, com topázio e fluorita associados. Os poucos cristais de quartzo estão relacionados a fragmentos do próprio veio, estando estes bastante corroídos. Os minerais opacos também indicam a influencia do corpo pegmatítico estando eles fragmentados e levemente orientados na mesma direção que as massas de zinnwaldita. Na seção a zona de alteração possui cerca de 1cm em cada lado do veio.



Fotomicrografia 17: Zona de alteração com cristais corroídos de quartzo e albite envoltos por agregados policristalinos de zinnwaldita.

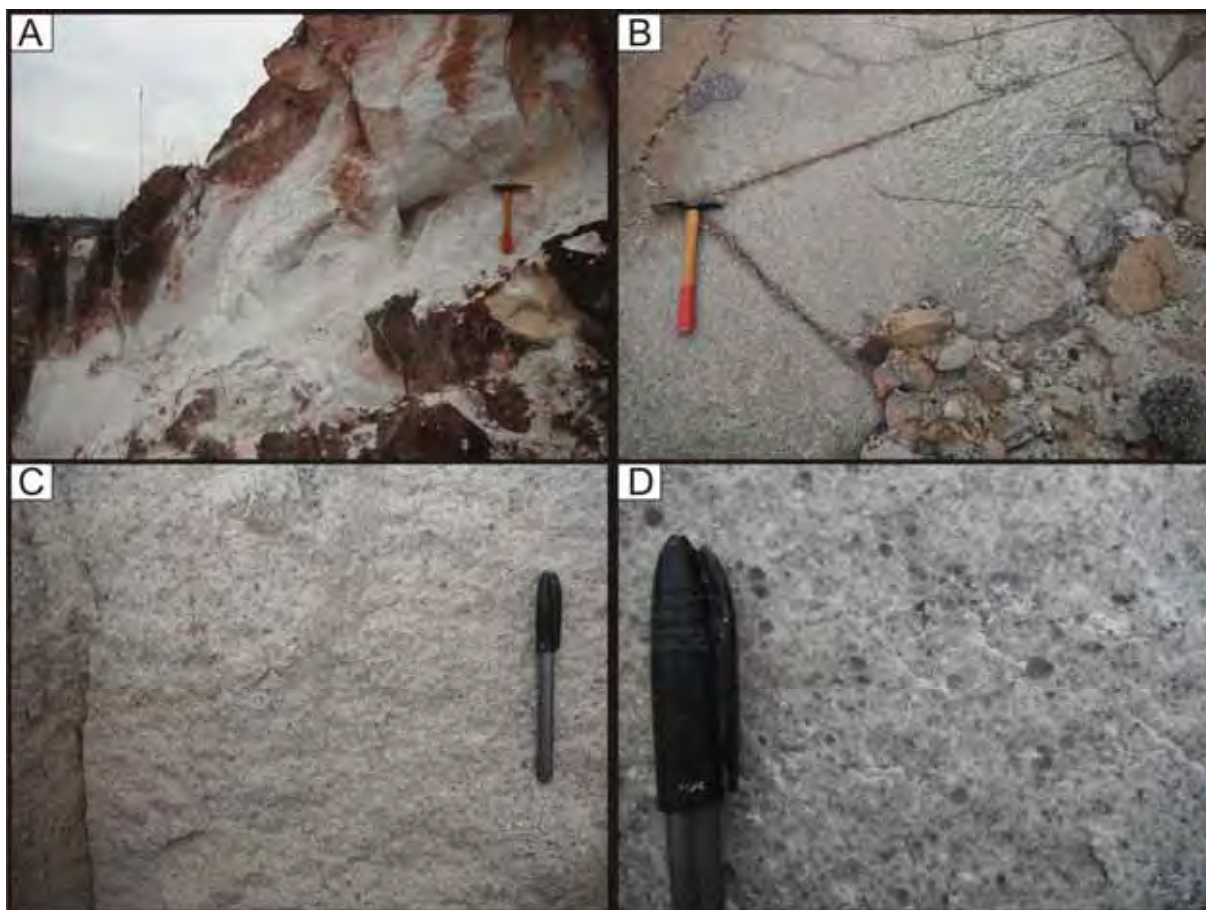
Durante a intrusão do corpo pegmatítico provavelmente ocorreu a alteração das bordas e geração da zona de alteração, o que pode ser explicado pela aparente orientação das massas

de zinnwaldita no contato. Com a estabilização do veio e início do resfriamento, inicialmente nas bordas, a zinnwaldita da zona de alteração cristalizou rapidamente, não permitindo seu melhor desenvolvimento. A presença de massas policristalinas densas podem indicar também uma relativa falta de elementos, embora tenha havido uma expressiva dissolução do plagioclásio e quartzo próximos ao contato. O contato foi brusco e gerou um arranjo do tipo pente nos cristais do veio e acúmulo de cassiterita e minerais opacos. No centro do veio os cristais cresceram de maneira desordenada, se desenvolvendo mais que os demais. É possível constatar também que o fluido original era rico em flúor e elementos pesados pela mineralogia encontrada no mesmo (topázio, cassiterita, zinnwaldita e minerais opacos).

7.5 Topázio Leucogranito Pórfiro (B.F.P-05)

7.5.1 LITOTIPO E VEIOS PEGMATÍTICOS

Rocha leucocrática, com coloração rosada a branca, fanerítica com granulação média e matriz fina, estrutura maciça e textura porfirítica. O litotipo é composto predominantemente por quartzo, feldspato (Albita) e zinnwaldita. Os pórfiros são de quartzo e feldspato, possuem tamanhos milimétricos (<0,5cm) e de formatos subarredondados a angulosos, alguns mostrando facetamento. A matriz aparenta ser constituída por esses mesmos minerais. Essas características se mostram constantes por todo o litotipo, tornando-o relativamente homogêneo.



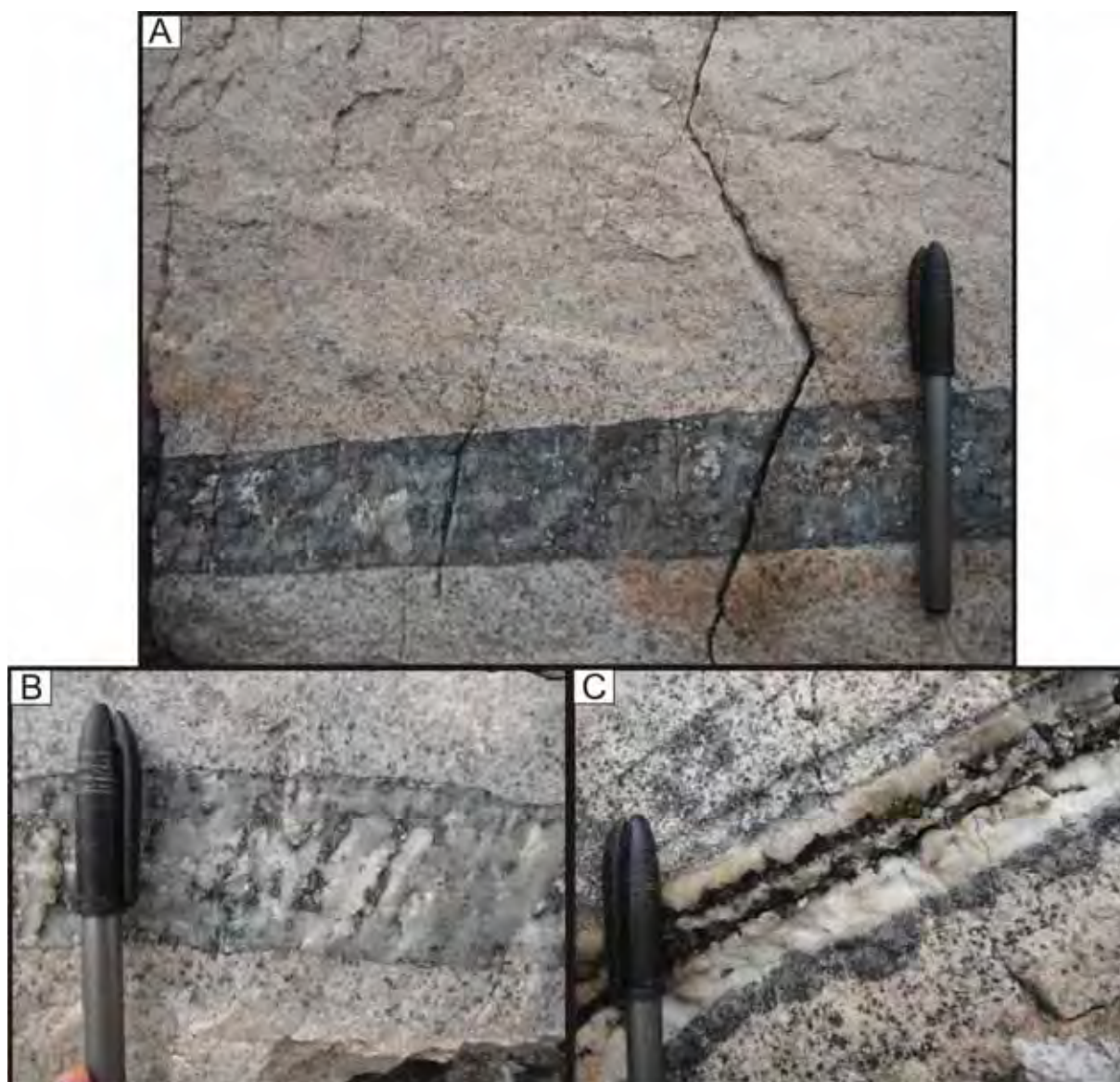
Mosaico 19: Leucogranito pórfiro analisado e suas principais características petrográficas. Em (A) litotipo parcialmente alterado com formação de material argiloso marrom avermelhado; (B) e (C) litotipo pouco intemperizado mostrando granulação média a fina e estrutura maciça; (D) formato subedral dos pórfiros de quartzo, alguns com formação de arestas.

Ocorre pouca quantidade de veios (frequência de 1 por metro), estes uniformes, zonados, contínuos e ricos em quartzo e zinnwaldita. Não foram encontrados veios com predomínio de feldspato. A atitude preferencial é de N60/35.

Em geral esses veios apresentam um zoneamento simples, com predomínio de quartzo e agregados de mica nas bordas e em bolsões lenticulares perpendiculares a borda do veio.

Devido a coloração clara da rocha a zona de alteração desses veios fica mais evidente, sendo possível constatar que os veios menos espessos (<3cm de espessura) possuem zonas de alteração mais espessa, enquanto os maiores (>3cm de espessura) mostram uma zona de alteração milimétrica. A espessura media dos veios é de 2cm e alguns desses corpos possuem ramificações milimétricas ricas em zinnwaldita.

Outros zoneamentos encontrados foram intercalações longitudinais entre bandas de biotita e bandas de quartzo, e intercalações internas com grande quantidade de biotita nas bordas e quartzo no núcleo.



Mosaico 20: Principais tipos de zoneamento dos veios pegmatíticos no litotipo. Em (A) veio de quartzo, zinnwaldita e topázio com acúmulo de micas da encaixante próximo do corpo; (B) aglomerados de zinnwaldita dispostos perpendicularmente ao contato e entre os cristais anedrais de quartzo; (C) zoneamento com delgada banda de quartzo no núcleo do veio, envolta por banda de zinnwaldita e com quartzo e topázio acumulados nas bordas, além da zona de alteração irregular do corpo.

O veio modelo para caracterização do zoneamento, assim como os demais, apresenta um zoneamento relativamente homogêneo, contínuo e uniforme, sendo composto completamente por quartzo e mica. Esse corpo possui pouca variação na espessura, sendo a média de 3cm.

A zona de alteração é ondulada, rica em micas e com espessura de 1cm (borda inferior) e 0,5cm (borda superior) e apresenta o zoneamento do tipo intercalação longitudinal

entre bandas quartzosas e bandas micáceas, estas mais delgadas, não ultrapassando 0,5cm de espessura. Essa intercalação se estende por todo o veio, com pequenas variações na espessura tanto da zona de borda como das bandas. O veio torna-se mais delgado em sua porção superior (2-2,5cm de espessura).

As bandas micáceas no interior do veio apresentam cristais mais desenvolvidos, milimétricos e agregados com os cristais dispostos perpendicularmente as bordas.

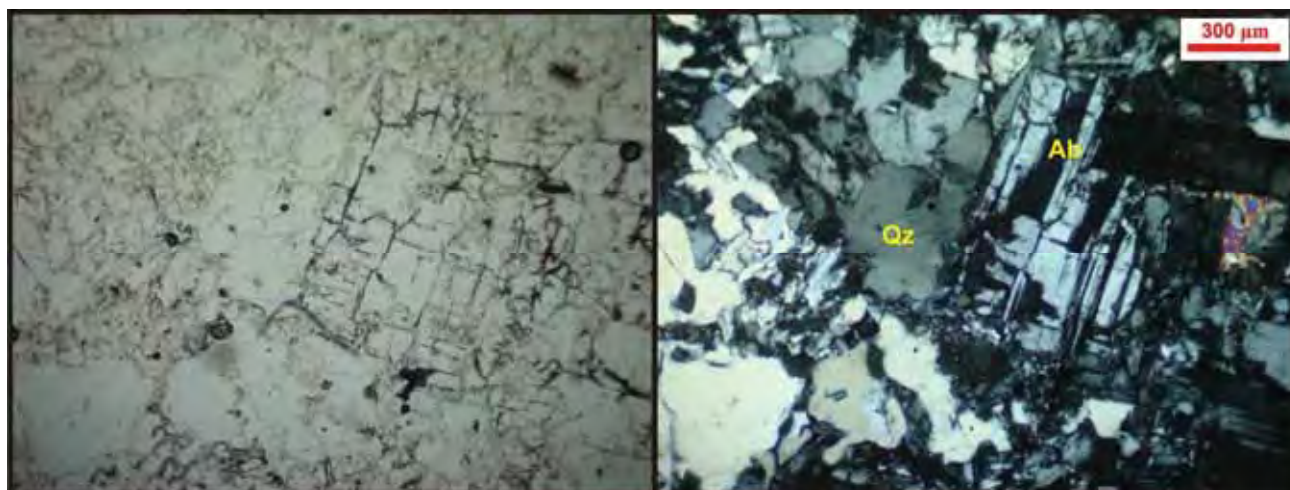
Em torno do veio, em ambas as bordas e após as zonas de alteração, há porções com pelo menos 5cm de espessura em que ainda há uma maior quantidade de biotita do que no restante do litotipo, gerando áreas mais escurecidas ricas em micas, estando essas micas dispostas de forma dispersa em bolsões microcristalinos.

7.5.2 ANÁLISE MICROSCÓPICA

O veio apresenta estrutura maciça e textura equigranular, com cristais apresentando aspecto dendrítico e muitas fraturas. O contato (zona intermediária) é brusco macroscopicamente porem levemente gradacional em seção delgada, com grandes cristais subedrais de zinnwaldita e fragmentos do veio, formando estrutura levemente orientada nas micas e prismas, e maciça nos fragmentos, sendo a textura fanerítica com feições de serrilhamento nos fragmentos. A zona de alteração mostra estrutura maciça e textura fanerítica com feições engrenadas e poiquiliticas.

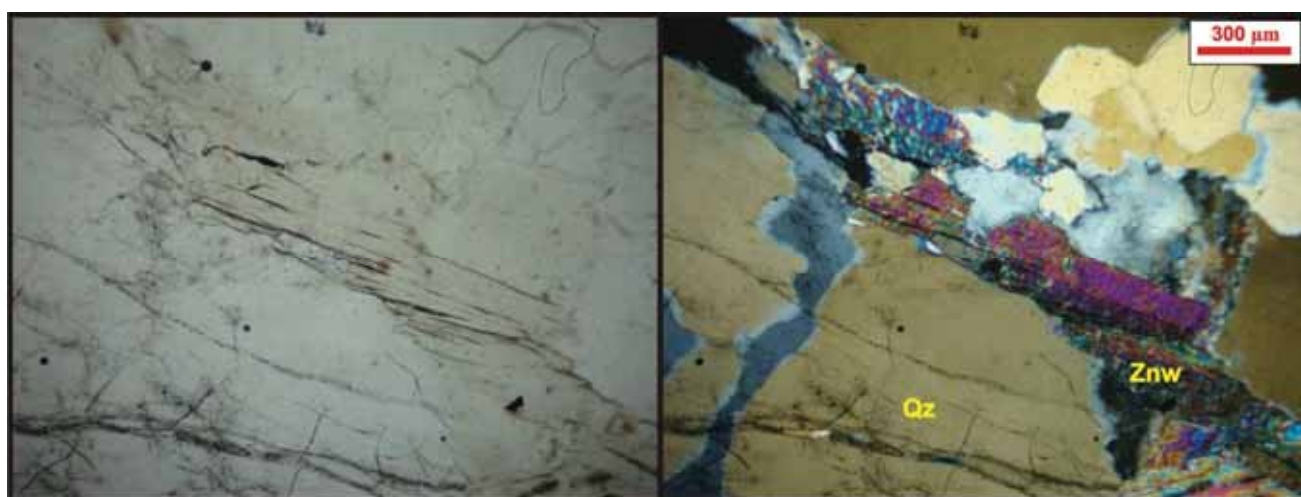
Tabela 10: Média modal dos veios pegmatíticos e respectivas zonas intermediárias e de alteração.

Veio	Zona Intermediária	Zona de Alteração
Quartzo ($\pm 70\%$)	Zinnwaldita ($\pm 35\%$)	Plagioclásio ($\pm 40\%$)
Zinnwaldita ($\pm 17\%$)	Quartzo ($\pm 30\%$)	Quartzo ($\pm 25\%$)
Topázio ($\pm 10\%$)	Topázio ($\pm 25\%$)	Topázio ($\pm 18\%$)
Fluorita ($\pm 3\%$)	Fluorita ($\pm 7\%$)	Zinnwaldita ($\pm 15\%$)
	Plagioclásio ($\pm 3\%$)	Fluorita ($\pm 2\%$)
	Opacos (traços)	



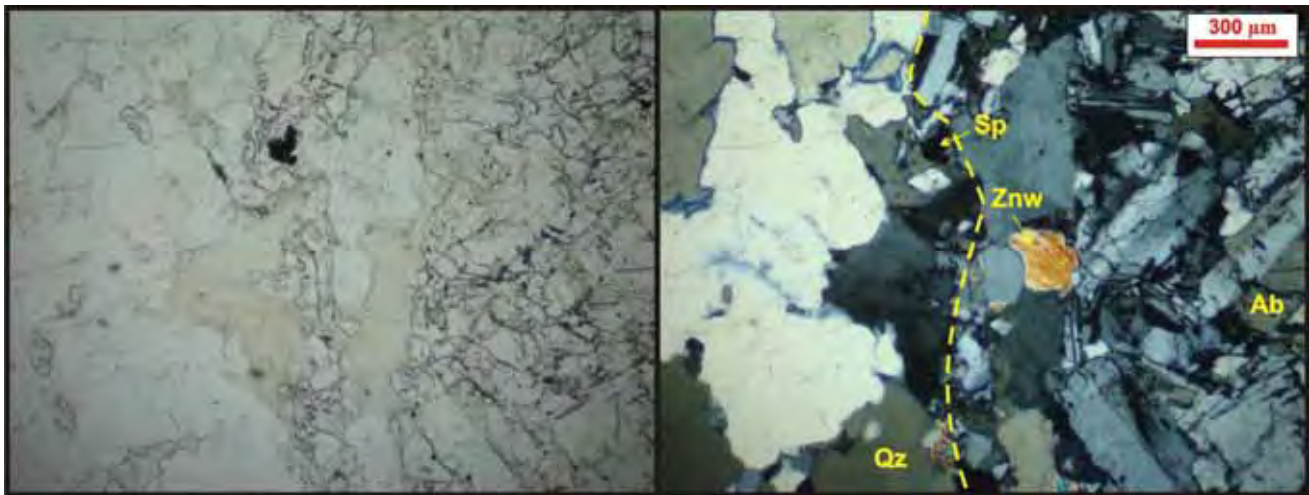
Fotomicrografia 18: Estrutura do leucogranito pórfiro, com granulação fina e pórfiro de albita.

Microscopicamente é mostrado o contato entre um veio pegmatítico, rico em quartzo e minerais com flúor (zinnwaldita e topázio) e um topázio leucogranito pórfiro. Os minerais do veio encontram-se bastante fraturados e corroídos, indicando que foi bastante influenciado pelo hidrotermalismo de contato. Os cristais de zinnwaldita bem formados corroendo o quartzo mostram que sua formação utilizou-se de minerais do próprio veio e por esses cristais estarem nos interstícios e fraturas é possível que tenham se cristalizado do contato para o veio.



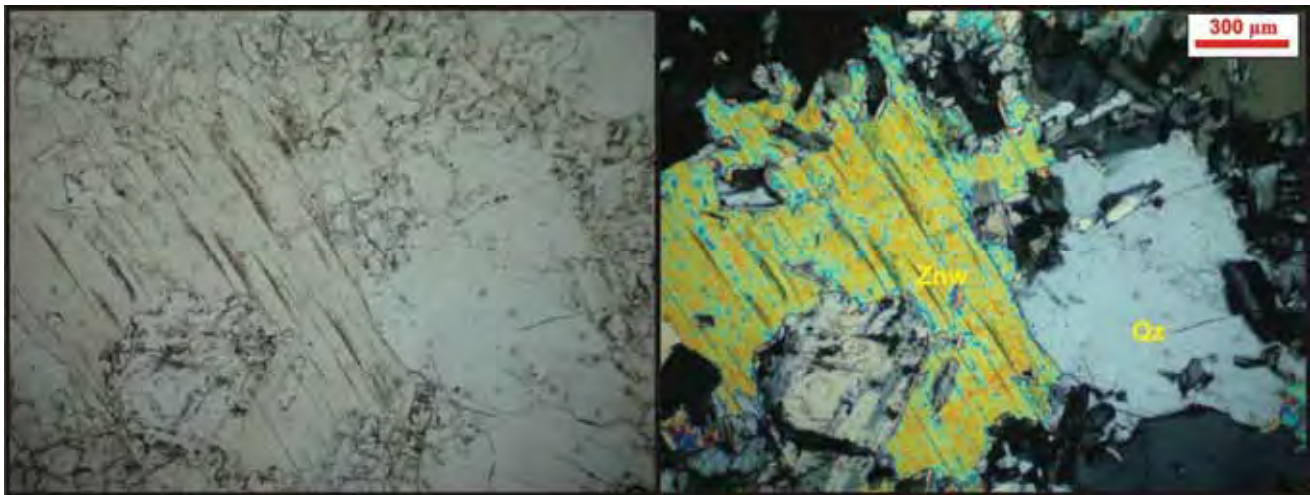
Fotomicrografia 19: Veio pegmatítico rico em quartzo com cristais anedrais de zinnwaldita.

No contato ou zona intermediária ocorre uma fragmentação do veio, com bandas de quartzo separadas por bandas de zinnwaldita e topázio. O quartzo aparenta estar sendo corroído pelo topázio e zinnwaldita, provavelmente sendo utilizado na cristalização dos mesmos.



Fotomicrografia 20: Zona intermediária com contato entre veio (esquerda) e encaixante (direita). O contato marca uma mudança brusca na mineralogia.

A zona de alteração mostra o aparecimento brusco do plagioclásio, em pequenos cristais, semelhante a rocha não alterada, porém muitos cristais possuem bordas fraturadas corroídas, além de serem englobados por quartzo e zinnwaldita. A grande quantidade de topázio da própria rocha pode ter sido responsável pela geração de cristais maiores de zinnwaldita ao invés de agregados policristalinos finos, o que teria sido responsável por cristais de plagioclásio terem bordas retas no interior da zinnwaldita. A não existência do microclínio na rocha encaixante pode ser resultado de uma forte albitização, com criação de plagioclásio, e a captura do potássio pela zinnwaldita, ajudando também no desenvolvimento da mesma. A pouca quantidade de fluorita e a sua ocorrência principalmente associada a zinnwaldita mostra a pobreza em cálcio da encaixante e a grande quantidade de flúor utilizada pelos outros minerais.



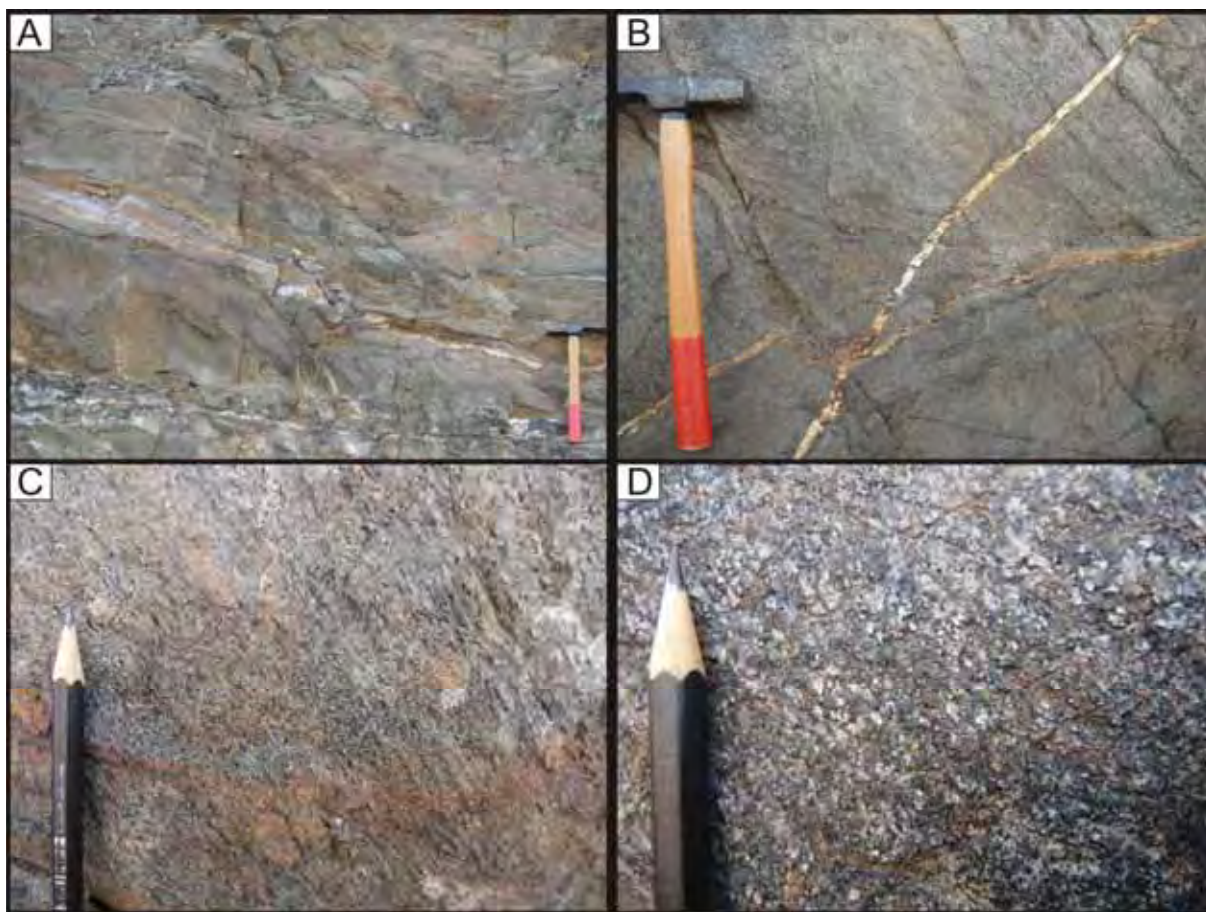
Fotomicrografia 21: Zona de alteração com grandes cristais de zinnwaldita, provavelmente da própria encaixante, com feições de dissolução junto com a albita.

Com o granito o desenvolvimento da zinnwaldita é maior, embora sua quantidade em si seja menor que nas zonas de alteração dos outros litotipos, além dessa quantidade estar relacionada com a zinnwaldita já presente no leucogranito. A presença de microclínio e grande quantidade de topázio influenciaram na geração da zinnwaldita e nas texturas lobuladas do quartzo (recristalizado). A granulação dos cristais (exceto fluorita) e a alteração do veio em geral são maiores que nos outros litotipos.

7.6 Biotita Anfibolito (B.F.P-06 e B.F.P-07)

7.6.1 LITOTIPO E VEIOS PEGMATÍTICOS

A rocha possui coloração verde escuro, encontra-se fortemente foliada para NW, é mineralogicamente composta por biotita, anfibólio e plagioclásio, em cristais orientados e estirados de granulação fina a média. A biotita é mineral mais visível, seguido pelo plagioclásio e anfibólio, formando planos de fraqueza paralelos a foliação. Ao contrario do gnaiss não possui dobramentos internos perceptíveis de médio a grande porte em geral mantendo uma feição homogênea.

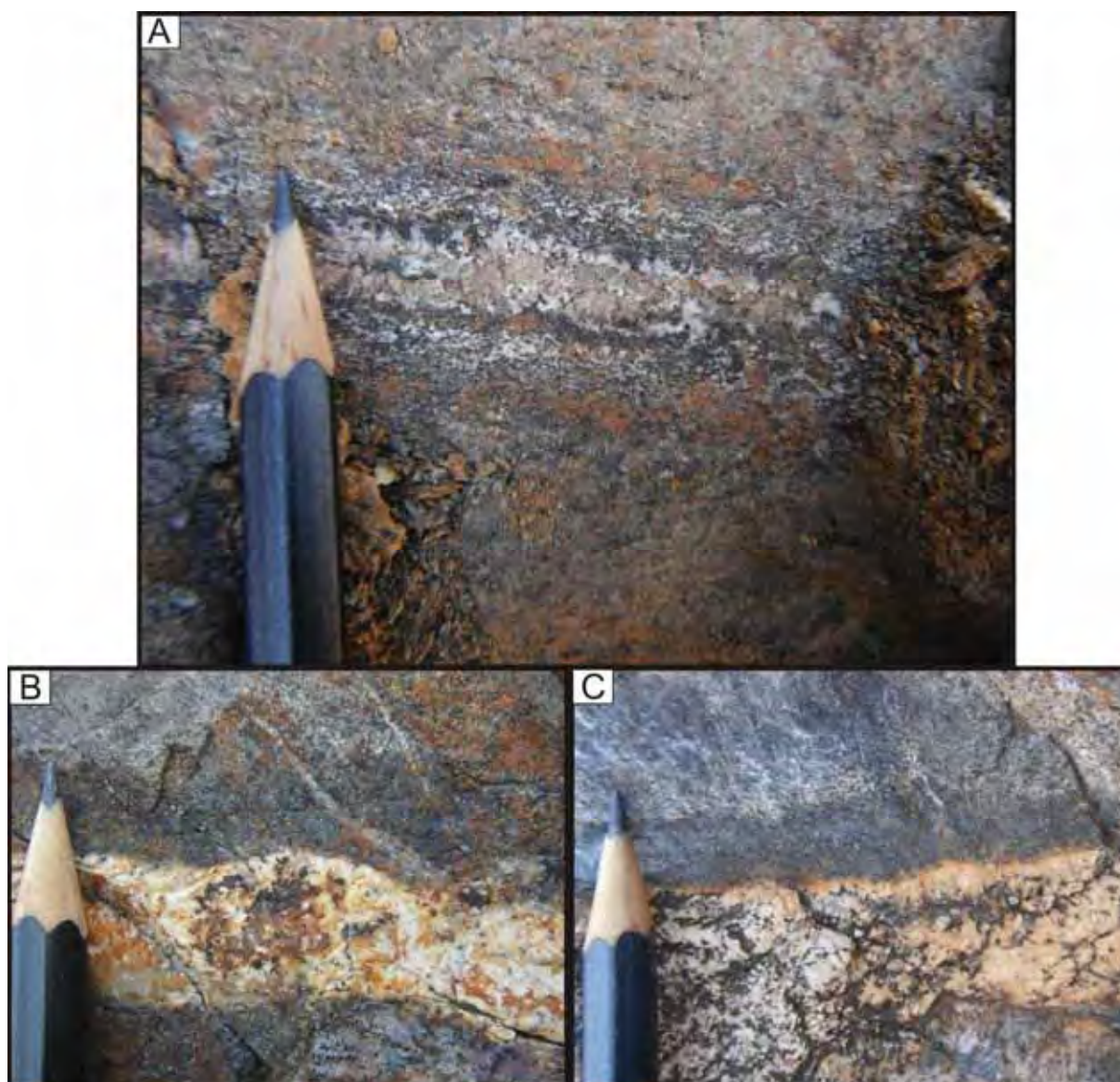


Mosaico 21: Biotita anfibolito analisado. Em (A) visão geral do corpo do litotipo com poucos veios pegmatíticos associados; (B) estrutura foliada cortada por veio rico em plagioclásio; (C) e (D) cristais de biotita e anfibólio orientados.

Ocorre no litotipo pouca quantidade de veios (frequência de 1 por metro), estes não uniformes, porem contínuos, apresentando diferenças na espessura ao longo dos corpos, esta variando de 0,5 a 3 cm. Em geral são formados por plagioclásio, quartzo, topázio e zinnwaldita. A atitude preferencial é de N115/30.

Em geral possuem um zoneamento interno simples com cristais anedrais de quartzo e topázio nas bordas e pequenos cristais tabulares de plagioclásio no núcleo, com arranjo maciço e cristais milimétricos de zinnwaldita em pequenos bolsões dispersos, porem sempre próximos da borda superior dos corpos. Alguns veios são compostos praticamente por quartzo e topázio.

A zona de alteração é negra porem de difícil visualização devido a coloração escura do litotipo, possuindo espessura milimétrica relativamente uniforme ao longo dos corpos. Os veios menores possuem mergulhos mais acentuados (media 70°) e parecem atravessar os corpos com mergulho mais suave. As ramificações em vênulas dos veios maiores aparecem em varias direções.



Mosaico 22: Veios pegmatíticos ricos em plagioclásio cortando o biotita anfibolito. Em (A) veio zonado com micas e quartzo nas bordas e feldspato no núcleo; (B) e (C) veio irregular com zoneamento interno difuso e zona de alteração milimétrica afetando a encaixante.

O veio modelo para caracterização do zoneamento possui de 2 a 3cm de espessura e 10 metros de comprimento, apresentando contato abrupto com a encaixante e sendo composto predominantemente por quartzo, topázio, plagioclásio e zinnwaldita. O feldspato aparentemente ocorre em lentes milimétricas nas bordas com textura em pente e com cristais maiores no núcleo do corpo. A zinnwaldita encontra-se em aglomerados milimétricos próximos as bordas (principalmente a superior). O quartzo e topázio apresentam cristais anedrais no núcleo (quartzo) e nas bordas (topázio) com raros aglomerados milimétricos mais desenvolvidos e dispersos pelo corpo.

O zoneamento interno não é bem definido, apresentando-se de forma maciça, embora em raras porções seja identificada textura em pente nas bordas. Esse zoneamento é constante ao longo de todo o corpo.

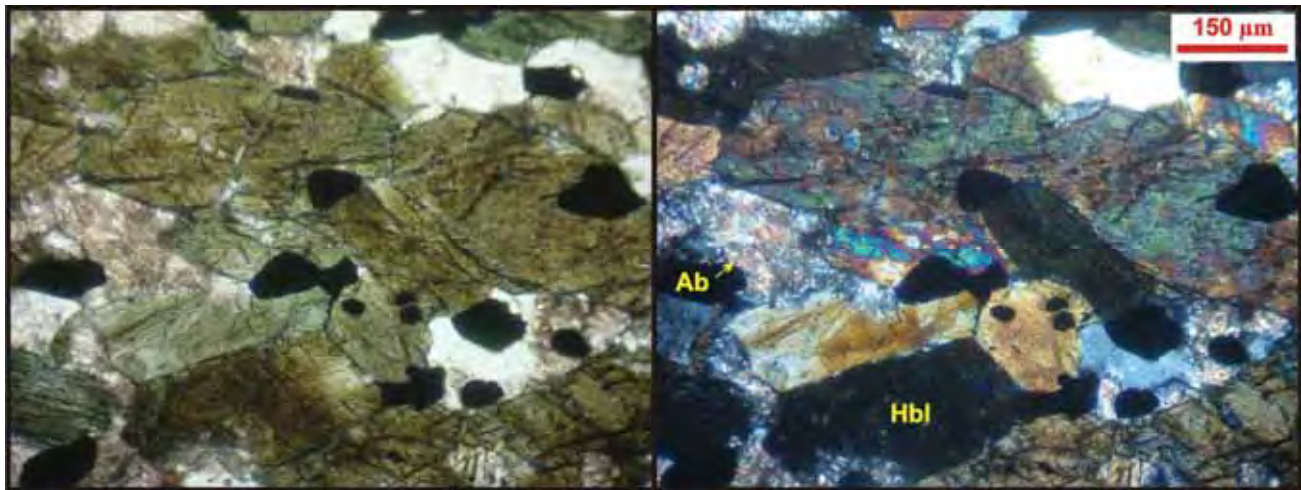
A zona de alteração do corpo é constante e relativamente uniforme, com 0,8 a 1cm de espessura em ambas as bordas. Essa zona é constituída por material enegrecido da encaixante, com granulação muito fina.

7.6.2 ANÁLISE MICROSCÓPICA

A estrutura do veio é maciça com textura fanerítica bimodal, com cristais maiores de quartzo e plagioclásio envoltos por agregados policristalinos de pequenos cristais desses minerais e topázio. A zona intermediária possui estrutura levemente orientada com cristais do veio sendo englobados por massas de zinnwaldita microcristalina, esta sendo inserida nos interstícios dos minerais de forma perpendicular ao contato. O contato é em geral abrupto com porções mostrando fragmentos do veio sendo corroídos pela zinnwaldita da zona intermediária. A zona de alteração é marcada pela grande quantidade de zinnwaldita microcristalina em grandes agregados aparentemente orientados perpendicularmente ao contato. Essa zona pode ser dividida em duas porções: uma interna, que ocorre logo após a zona intermediária, onde os cristais de zinnwaldita são menores e a quantidade de topázio é maior. A segunda parte da zona de alteração (externa) possui cristais mais desenvolvidos de zinnwaldita e cristais de biotita sendo alteradas para zinnwaldita. A passagem entre a zona intermediária e as zonas de alteração é gradacional.

Tabela 11: Média modal dos veios pegmatíticos e respectivas zonas intermediárias e de alteração.

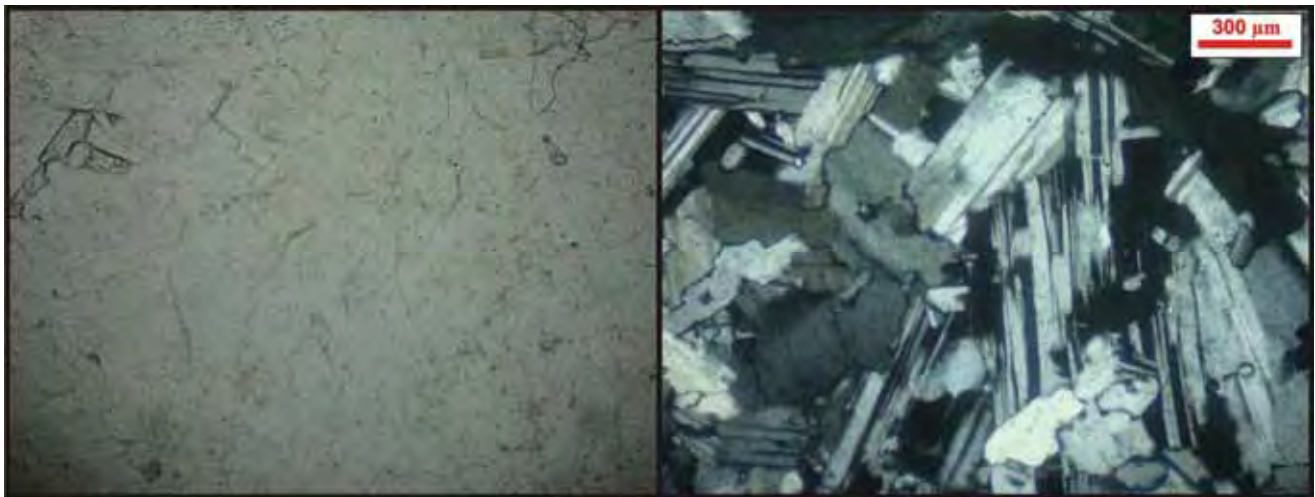
Veio	Zona Intermediária	Zona de Alteração Interna	Zona de Alteração Externa
Plagioclásio ($\pm 45\%$)	Quartzo ($\pm 30\%$)	Zinnwaldita ($\pm 75\%$)	Zinnwaldita ($\pm 67\%$)
Quartzo ($\pm 35\%$)	Plagioclásio ($\pm 30\%$)	Topázio ($\pm 15\%$)	Topázio ($\pm 10\%$)
Topázio ($\pm 18\%$)	Topázio ($\pm 20\%$)	Quartzo ($\pm 5\%$)	Biotita ($\pm 7\%$)
Fluorita ($\pm 2\%$)	Zinnwaldita ($\pm 15\%$)	Fluorita ($\pm 3\%$)	Quartzo ($\pm 5\%$)
Opacos (traços)	Fluorita ($\pm 4\%$)	Opacos ($\pm 2\%$)	Plagioclásio ($\pm 5\%$)
	Opacos ($\pm 1\%$)	Cassiterita (traços)	Fluorita (3%)
			Opacos (3%)



Fotomicrografia 22: Biotita anfibolito, com anfibólio principal a hornblenda e possuindo plagioclásio fortemente sericitizado.

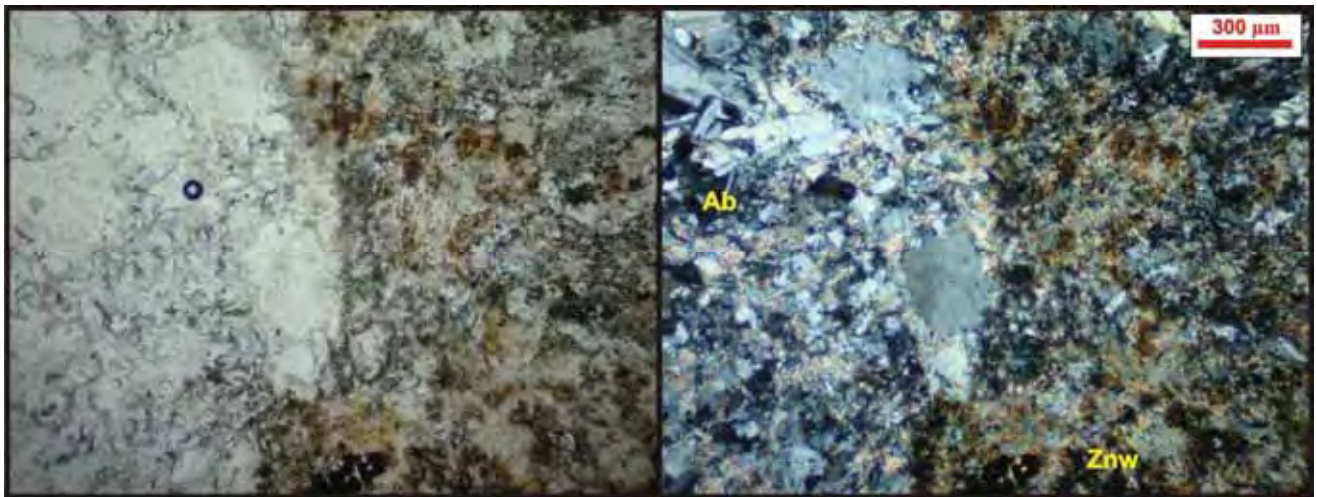
Microscopicamente o contato entre o veio pegmatítico e o biotita anfibolito mostra a formação de uma zona intermediária e zona de alteração, esta subdividida em duas diferentes porções, cada qual com diferenças mineralógicas, texturas e estruturais. Aparentemente a recristalização ou neocristalização, resultante do hidrotermalismo, ocorreu de forma rápida, a julgar pela granulação dos cristais do contato, e foi responsável pelo aparecimento da grande quantidade de zinnwaldita e topázio da zona de alteração.

O veio é predominantemente quartzo-feldspático, tendo como feldspato o plagioclásio albita, caracterizando o veio como alcalino, rico em alumínio e elementos como flúor e sódio, além de outros elementos secundários como lítio, estanho e ferro. As seções em geral não mostram o núcleo do veio, mas é possível perceber um zoneamento interno, com cristais maiores de plagioclásio e quartzo no centro e uma diminuição da granulação em direção ao contato.



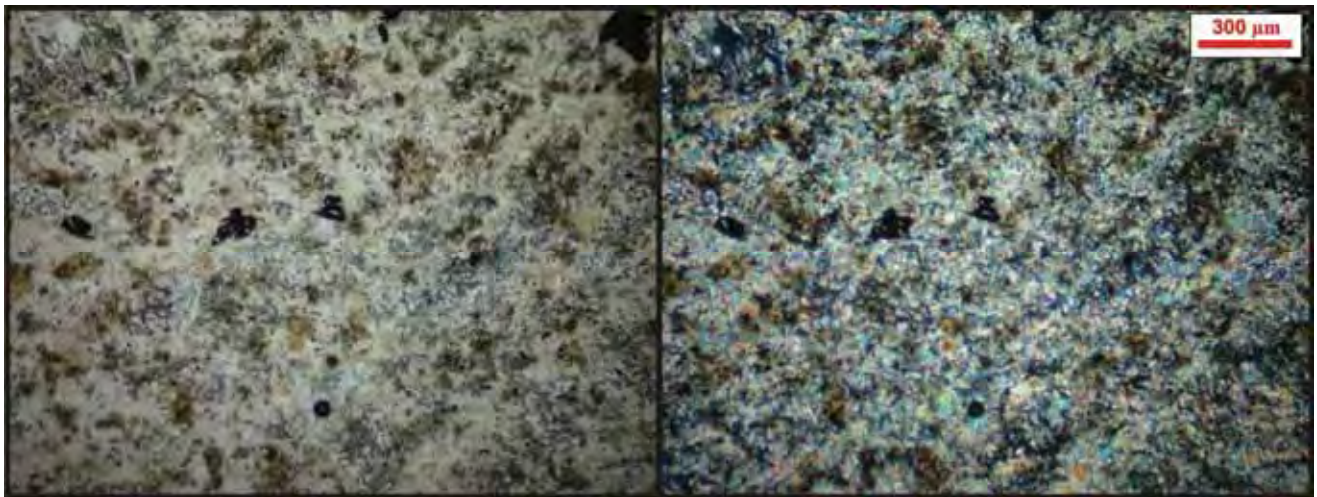
Fotomicrografia 23: Veio pegmatítico rico em albita com grande parte dos cristais apresentando hábitos tabulares anedrais com fluorita.

A zona intermediária é formada pela borda do veio, o contato e o início da zona de alteração, onde a granulação e outras feições são mais afetadas pelo hidrotermalismo. Na borda do veio ocorrem fragmentos do mesmo (constituídos por quartzo e plagioclásio) sendo envoltos e corroídos por agregados policristalinos de cristais muito finos, arredondados e com orientação perpendicular ao contato, provavelmente originados no mesmo, e corroendo os fragmentos do veio. O contato em si é abrupto, porém fragmentos do veio são encontrados na zona de alteração e massas de zinnwaldita estão inseridas nos interstícios dos cristais da borda do veio. No início da zona de alteração os cristais de zinnwaldita parecem serem orientadas de forma paralela ao contato, provavelmente devido a movimentação do fluido do veio. Saindo do veio há uma vênula com características semelhantes a zona intermediária, porém com cristais mais desenvolvidos em seu interior.

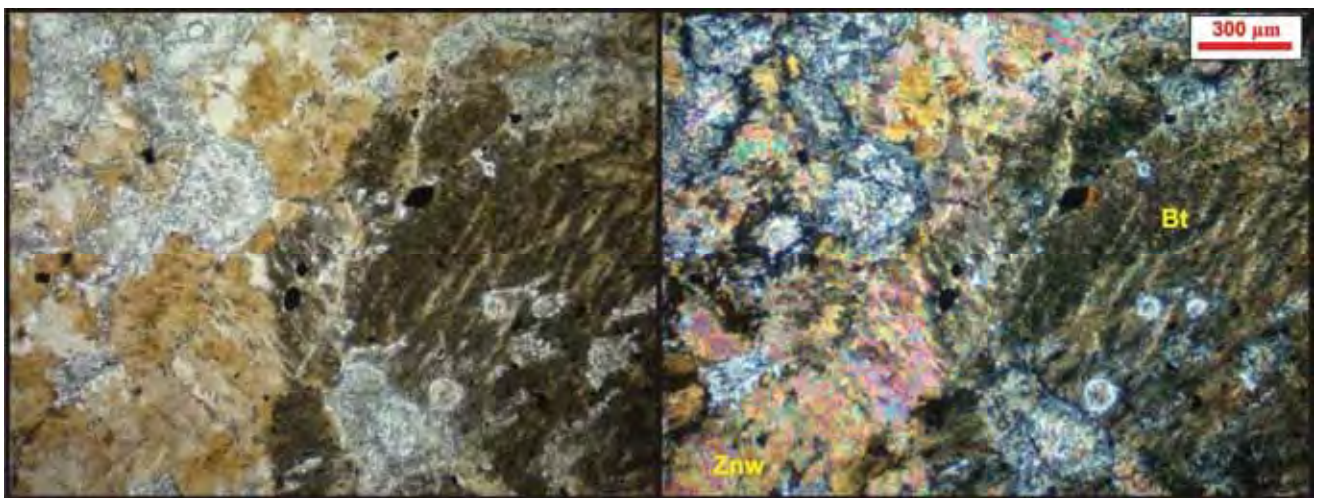


Fotomicrografia 24: Zona intermediária com contato brusco entre veio e encaixante. É possível identificar agregados de zinnwaldita percolando o veio, englobando e corroendo cristais de quartzo.

A zona de alteração é subdividida em duas porções com passagem gradacional entre elas. A primeira, ou interna, ocorre após a zona intermediária e é caracterizada por grandes massas de zinnwaldita, gerada no hidrotermalismo, sendo microcristalinas, mostrando o rápido resfriamento. Os demais minerais nessa porção são diminutos e encontram-se muito corroídos pela própria zinnwaldita, mostrando a influência pela temperatura no contato. A segunda porção, ou externa, da zona de alteração mostra ainda massas de zinnwaldita, porém alguns cristais são maiores (mais desenvolvidos) e ocorre presença de biotita, muito alterada e corroída, passando para zinnwaldita, sendo possível identificar estruturas reliquias da mesma. Isso comprova a dissolução da biotita da rocha encaixante e a consequente geração de zinnwaldita, somados fatores como temperatura, voláteis e elementos trazidos pelo veio. Os demais minerais mostram-se bastante corroídos e com granulação diminuta a muito fina, isso ocorrendo devido à troca de elementos e a forte recristalização local.



Fotomicrografia 25: Zona de alteração interna com agregados microcristalinos de zinnwaldita.



Fotomicrografia 26: Zona de alteração externa rica em topázio e zinnwaldita. Os cristais de biotita (marrom escuro) estão sendo alterados para zinnwaldita.

A relação entre o veio e uma rocha ferro-magnésiana (biotita anfíbolito) mostrou um contato brusco com bastante geração de zinnwaldita, porém na forma principal de massas microcristalinas juntamente com outros minerais (topázio, quartzo e plagioclásio), sendo resultado da dissolução desses minerais e da biotita da encaixante, que auxiliou na formação da zinnwaldita e é um dos fatores da mesma não estar bem desenvolvida, já que foi gerado na dissolução, aparentemente devagar, da mesma, e a um resfriamento rápido do contato com o veio.

8 CONCLUSÃO

A partir da análise petrográfica das zonas de alteração, geradas pelo contato entre veios pegmatíticos e os principais litotipos do morro Bom Futuro, foi possível caracterizar similaridades no zoneamento gerado pelo hidrotermalismo, bem como algumas diferenças relacionadas principalmente a mineralogia da encaixante e do veio.

Em todas as amostras caracterizadas foi possível a divisão da alteração nas zonas já descritas, com possível subdivisão na zona de alteração (interna e externa). Os veios mostram estrutura maciça e textura equigranular média a grossa, sendo compostos predominantemente por três tipos principais de minerais ou assembléias minerais: quartzo-topázio, microclínio ou albita. É possível variações na mineralogia do veio com associações entre esses tipos principais. A zona intermediária seria a transição entre o veio e a zona de alteração, com a diminuição brusca de granulação do veio, o acúmulo de minerais no contato (topázio, quartzo e minerais opacos) e a grande quantidade de zinnwaldita muito fina a microcristalina aparentemente orientadas paralelamente ao contato.

A zona de alteração possui em geral grande quantidade de zinnwaldita, na maior parte como agregados policristalinos com feições de fluxo em direção a encaixante. Essas massas de mica englobam e corroem fragmentos e cristais do veio e da encaixante. Também ocorre uma forte recristalização do quartzo, este envolvendo cristais de zinnwaldita e topázio. Em alguns casos é possível subdividir a zona de alteração em interna e externa, sendo a primeira representada pela grande quantidade de zinnwaldita microcristalina e a segunda pela preservação de cristais da encaixante, principalmente biotita e feldspatos (microclínio e albita), estes bastante alterados, gerando na maior parte dos casos quartzo e zinnwaldita.

As principais diferenças encontradas estão associadas principalmente a mineralogia da encaixante, embora fatores como temperatura, pressão, quantidade de água e salinidade do fluido pegmatítico sejam extremamente importantes para o processo hidrotermal. Em geral os litotipos são ácidos-alcalinos (leucogranito e leucorolito), intermediário-alcalinos (microssienito), básicos (anfibolito) e com variações ácidas e básicas (brecha subvulcânica e biotita gnaisse, embora o primeiro seja predominantemente ácido).

Os principais minerais das encaixantes que apresentaram forte alteração no contato foram a biotita, a albita e o microclínio. Estes minerais mostravam-se fortemente corroídos, auxiliando na formação de zinnwaldita, ou em muitos casos desapareciam na zona de alteração. Aparentemente a granulação da rocha encaixante também influencia na zona de

alteração, sendo que os litotipos com menor granulação possuíam zona de alteração mais expressiva, com maior quantidade de mica (microcristalina).

No topázio leucogranito e no biotita gnaisse a zinnwaldita apresenta cristais maiores na zona de alteração, esta rica em plagioclásio da encaixante, mostrando uma menor intensidade do hidrotermalismo nas amostras desse litotipo analisadas, com relativamente pouca geração de zinnwaldita, uma zona de alteração menos expressiva e a preservação de minerais como a albita, próximos do contato. O topázio leucoriolito já mostra uma alteração hidrotermal mais intensa, com geração de zinnwaldita muito fina e presença de cristais de albita muito alterados e corroídos.

O micro melassienito mostrou no contato e zona de alteração uma grande quantidade de zinnwaldita microcristalina, provavelmente devido a quantidade de biotita fina da encaixante, que auxiliou na formação das massas de mica na zona de alteração. A brecha subvulcânica possui muita zinnwaldita no contato, mas essa quantidade não é tão expressiva na zona de alteração, essa em geral rica em quartzo, provavelmente da encaixante. No anfibolito a geração de zinnwaldita microcristalina e sua aparente orientação podem ser relacionadas ao fato dos veios analisados no litotipo serem ricos em albita, diferente dos demais (ricos em quartzo, topázio ou microclínio), e a encaixante ser rica em biotita.

Os principais minerais de minério encontrados foram a esfalerita e a cassiterita, ambos como pequenos cristais fraturados, localizados dispersos em todas as zonas classificadas, porem de maneira mais expressiva na zona intermediária próximos do contato.

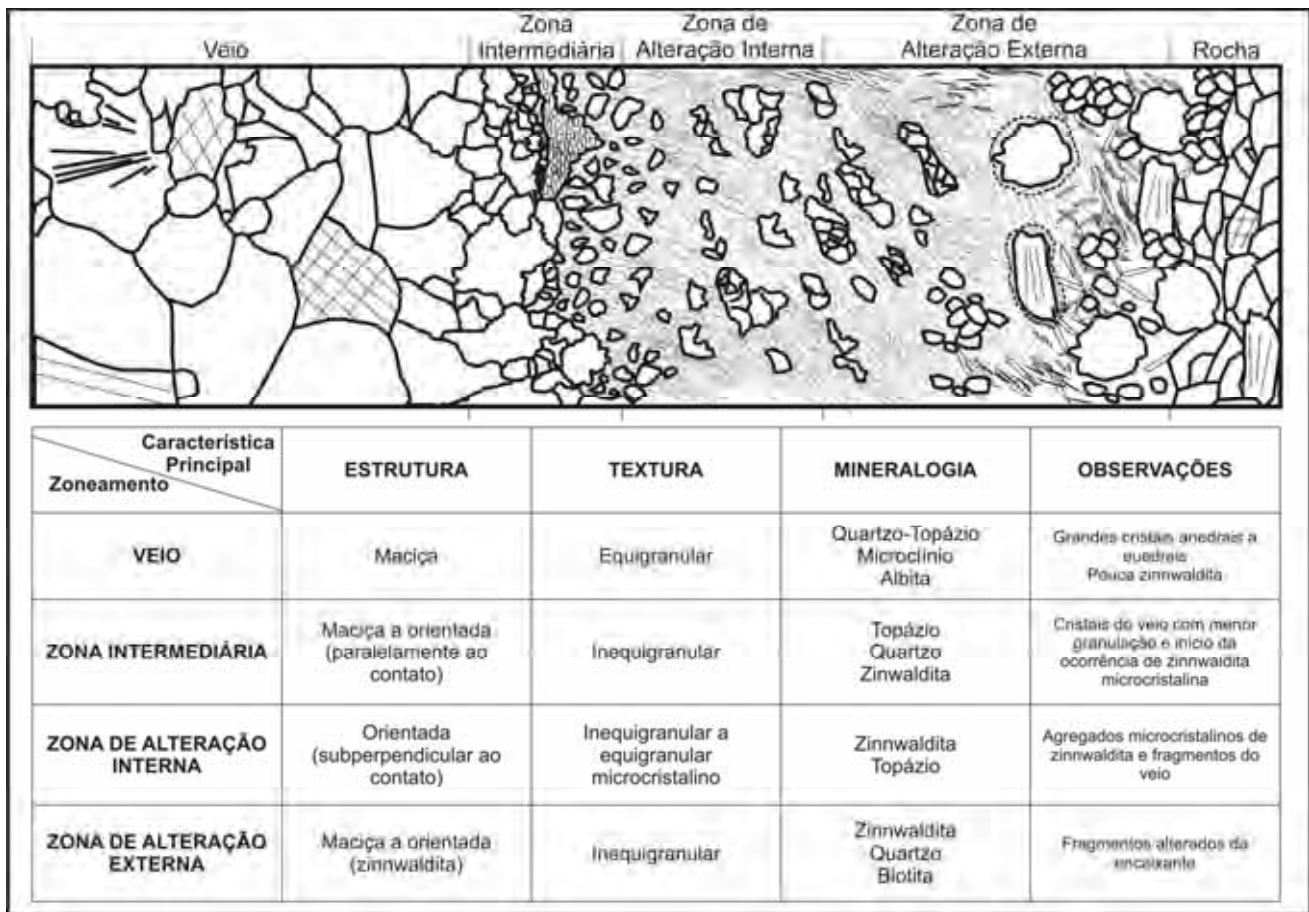


Figura 10: Representação esquemática das principais características comuns encontradas nos contatos entre veios pegmatíticos e as encaixantes.

Por fim espera-se que o presente trabalho auxilie no melhor entendimento da geologia e do hidrotermalismo do morro Bom Futuro e depósitos similares. Recomenda-se que estudos utilizando técnicas quantitativas e qualitativas mais específicas sejam realizados para melhor caracterização das zonas de alteração e, principalmente, dos fluidos pegmatíticos que geraram as mesmas.

9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

- BATISTA, R.I.; BOTELHO, J.M.L. Rondônia – O espaço Geográfico.
- BARBOSA, B.Z.A. Geologia e Petrografia dos Greisens e Veios de Quartzo Mineralizados em Estanho e Metais Associados (W, Zn, Cu, Pb) do Morro Potosi, Rondonia. Trabalho de conclusão de curso. Instituto de Geociências e Ciências Exatas, UNESP. Rio Claro, 2004.
- BARNES, H.L. 1979. Geochemistry of Hydrothermal Ore Deposits. New York. John Wiley and Sons, 2a edition, 732p.
- BARRETO, J. Geologia do Alvo Zé Gordo, Mina Bom Futuro, Rondônia. Trabalho de conclusão de curso. Instituto de Geociências e Ciências Exatas, UNESP. Rio Claro, 2010.
- BETTENCOURT, J.S.; TOSDAL R.M.; LEITE, Jr W.B.; PAYOLLA, B.L. *Mesoproterozoic rapakivi granites of the Rondônia Tin Province, southwestern border of the Amazonian craton, Brasil – I. Reconnaissance U-Pb geochronology and regional implications*. Precambrian Research, v.95, p.41-67, 1999.
- BRASIL. Balanço mineral: Estanho. DNPM, 2001.
- BRASIL. Sumário mineral: Estanho. DNPM, 2001.
- BRASIL. Economia mineral: estanho. DNPM, 2009.
- CPRM. Geologia e recursos minerais do Estado de Rondônia. Programa Geologia Brasil, 153p. Porto Velho, RO. 2007.
- ISOTTA, C.A.R.; CARNEIRO, J.M.; KATO, H.F.; BARROS, R.J.S., 1978. *Projeto Província Estanífera de Rondônia*. Porto Velho. DNPM/CPRM, v.I, II e III. (relatório final).
- LIMA, J.M.G. Perfil da Mineração do Estanho. Relatório Técnico. Ministério de Minas e Energia, Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral, 2009.
- GUERRA, S.M.S. Aplicação de Sensoriamento Remoto no Estudo da Província Estanífera de Rondônia. Tese de mestrado. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, 1979.
- LONDON, D. Pegmatites. Québec. Mineralogical Association of Canada, 347p, 2008.
- OLIVEIRA, L.R. Geologia e Petrografia dos Topázio Granitos e Riólitos da Região da Mina Bom Futuro, Rondônia. Trabalho de conclusão de curso. Instituto de Geociências e Ciências Exatas, UNESP. Rio Claro, 2002.
- OLIVEIRA, R.C.B. Geologia e petrografia dos Granitos e greisens mineralizados a estanho e metais base (Zn, Cu, Pb) do Morro Palanqueta, Mina Bom Futuro, Rondônia.

Trabalho de Conclusão de Curso. Instituto de Geociências e Ciências Exatas, UNESP, 83p. Rio Claro, SP. 2005.

- PAYOLLA, B.L.; BETTENCOURT, J.S.; KOZUCH, M.; LEITE JUNIOR, W.B.; FETTER, A.H.; SCHMUS, W.R.V. *Geological Evolution of the Basement Rocks in the East-Central part of the Rondonia Tin Province, SW Amazonian Craton Brazil: U-Pb and Sm-Nd Isotopic Constraints*. Precambrian Research, v.119, p.141-169, 2002.
- PIRAJNO, F. 2009. Hydrothermal process and mineral systems. Springer. 1250p.
- PRANDI, P.H. Projeto de Aproveitamento Mineral com Controle Ambiental da Jazida de Cassiterita de Bom Futuro, Rondônia. EBESA, v. 1, p. 1-6, 1990.
- RONDONIA, 2002. Atlas Geoambiental de Rondônia. SEDAM, v2 141p. Porto Velho, RO.
- SNIEE – Sindicato Nacional da Indústria da Extração do Estanho, 2009. Arquivos;
- SNIEE – Sindicato Nacional da Indústria da Extração do Estanho, 2008. Anuário Estatístico da Indústria do Estanho;
- SOUZA, V.S. Evolução Magmática e Modelo Metalogênico do Sistema Vulcano-Plutônico Estanífero Bom Futuro. Tese de doutorado. Instituto de Geociências, UnB. Brasília, 2003.
- SOUZA, V.S.; BOTELHO, N.F. Geologia do Depósito de Estanho do Bom Futuro (Rondônia) e Composição dos Fluidos nos Sistemas de Veios e Greisens. In: KLEIN, E. L., VASQUEZ, M. L., ROSA-COSTA, L. T. (Eds.). **Contribuições à Geologia da Amazônia**. Belém: SBG-Núcleo Norte, v.3, p.199-214, 2002.
- TASSINARI, C.C.G., MACAMBIRA, M.J.B. *Geochronological Provinces of the Amazonian Craton*. Episodes 22, p. 174-182, 1999.
- WERNICK, E. *Rochas magmáticas: conceitos fundamentais e classificação modal, química, termodinâmica e tectônica*. Editora UNESP, São Paulo, 2004.
- WHITNEY, D.L., EVANS B.W. *Abbreviations for names of rock-forming minerals*. American Mineralogist, Volume 95, pg 185-187, 2010.

ANEXO I

**Descrição petrográfica:
Biotita Gnaiss e veios pegmatíticos**

AMOSTRA/LÂMINA: B.F.P-1A

Descrição Mesoscópica: rocha orientada com textura granoleptoblástica e bandas milimétricas máficas e quartzo-feldspáticas (biotita gnaíse fino) em contato com veio centimétrico rico em cristais de biotita médios bem formados, cristais de quartzo anedrais e zona de contato submilimétrica branca com cristais de quartzo e topázio muito finos. Nesse contato ocorre uma zona milimétrica a centimétrica, na encaixante, de material fino escuro, em geral acompanhando homogeneamente.

Descrição Microscópica:

Estrutura/Textura: o veio possui estrutura maciça e textura equigranular, com grandes cristais de quartzo anedrais. O contato com a zona de alteração é brusco e gera uma mudança tanto estrutural como textural, no caso a estrutura passa a ser orientada com textura lepidoblástica a granoblástica e a granulação nessa zona torna-se fina.

Composição modal estimada visualmente:

Veio:

Quartzo ($\pm 80\%$)
Topázio ($\pm 12\%$)
Zinnwaldita ($\pm 5\%$)
Fluorita ($\pm 3\%$)
Cassiterita (traços)
Selaíta (traços)
Esfalerita (traços)

Zona de Alteração:

Quartzo ($\pm 50\%$)
Zinnwaldita ($\pm 35\%$)
Fluorita ($\pm 11\%$)
Topázio ($\pm 4\%$)
Cassiterita (traços)
Esfalerita (traços)
Zircão (traços)

Descrições e relações mineralógicas e texturais:

Veio:

O quartzo ocorre como cristais com até 5,2mm, anedrais com bordas corroídas próximas ao contato. Também próximo ao contato o quartzo mostra um arranjo tipo “pente”. No contato os cristais possuem granulação menor do que os no núcleo do veio.

O topázio ocorre concentrado próximo ao contato, em cristais anedrais com feições de dissolução, com vários cristais sendo consumidos pelo quartzo. Próximo ao núcleo do veio há um grande cristal fraturado com pequenos cristais anedrais de fluorita nas fraturas.

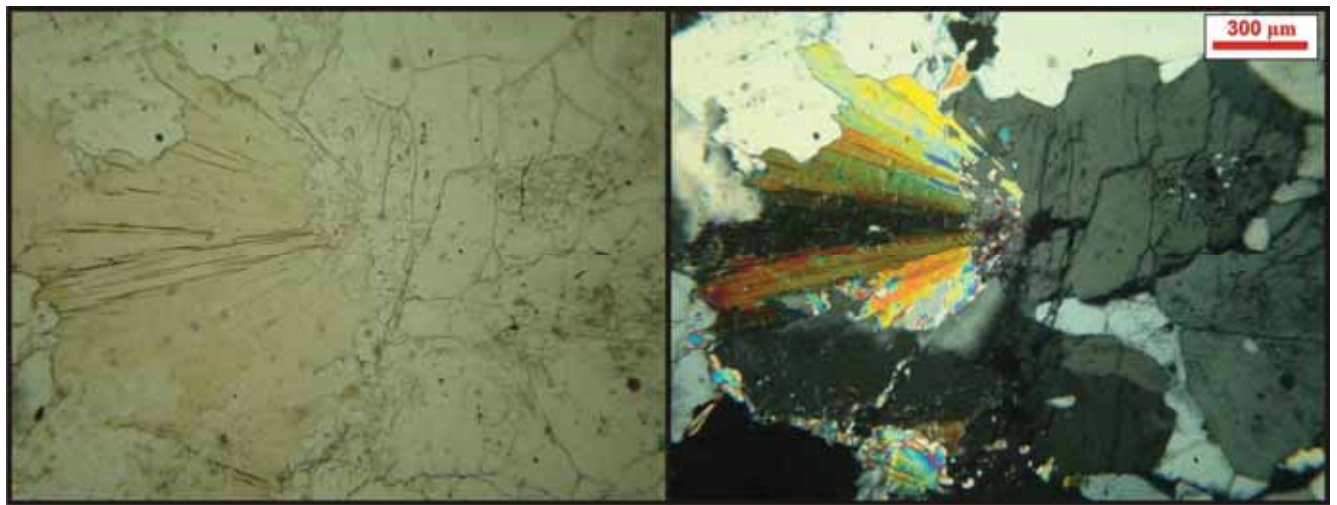
A zinnwaldita ocorre como cristais médios com até 1,6mm, possuem coloração amarelo claro. Alguns cristais mostram arranjo radial e estão aparentemente alinhados paralelamente ao contato e próximos do mesmo.

A fluorita ocorre como cristais anedrais de granulação fina, dispersos no veio, em geral como massa nos interstícios e fraturas de cristais maiores.

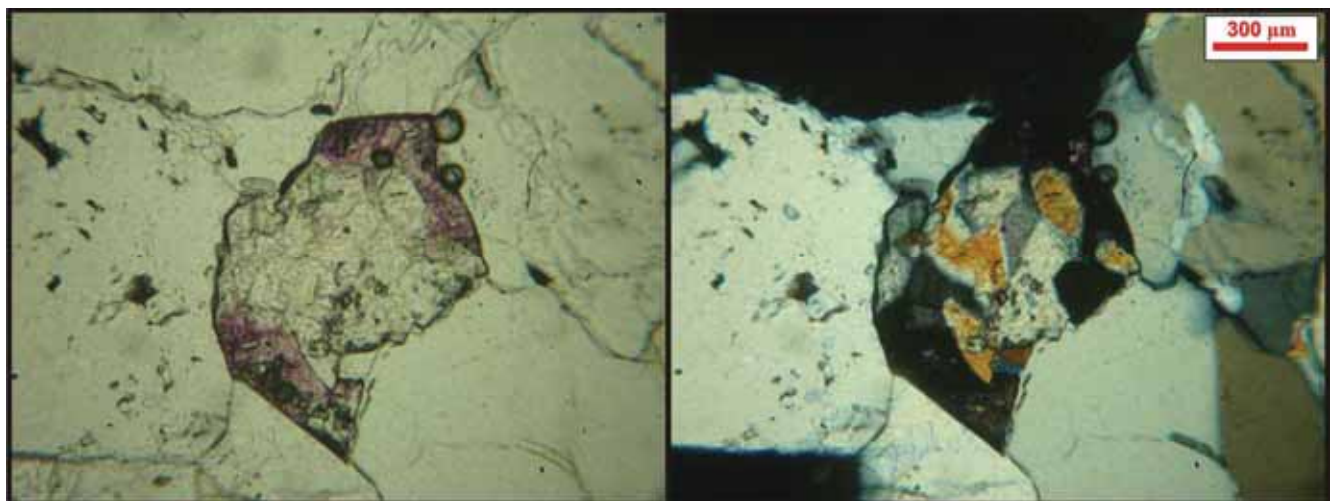
A cassiterita ocorre dispersa, próxima a borda, em pequenos agregados policristalinos anedrais com bordas corroídas e fraturados.

A selaíta ocorre como um único cristal anedral de coloração castanho claro com manchas internas rosas. Ocorre próximo a borda e possui cerca de 500 μ m.

A esfalerita ocorre como raros cristais anedrais dispersos no veio, sempre próximos ao contato, não ultrapassando 100 μ m.



Zona interna do veio pegmatítico com grandes cristais de quartzo e zinnwaldita.



Cristal de selaita com manchas violetas geradas por minerais traços radioativos.

Zona de Alteração:

O quartzo ocorre como cristais anedrais com bordas retas a não uniformes. A dimensão dos cristais varia de média (500µm) a fina em direção ao contato. No contato há acúmulo de cristais pequenos e com “gotas” de topázio em seus interiores, provenientes da alteração do mesmo. Alguns cristais mostram estiramento e feições (bordas) de recrystalização.

A zinnwaldita ocorre a partir do contato, como cristais anedrais pequenos aglomerados, de coloração amarelada e com porções aparentemente orientadas como que infiltrando na encaixante. Ocorre associado aos cristais de cassiterita.

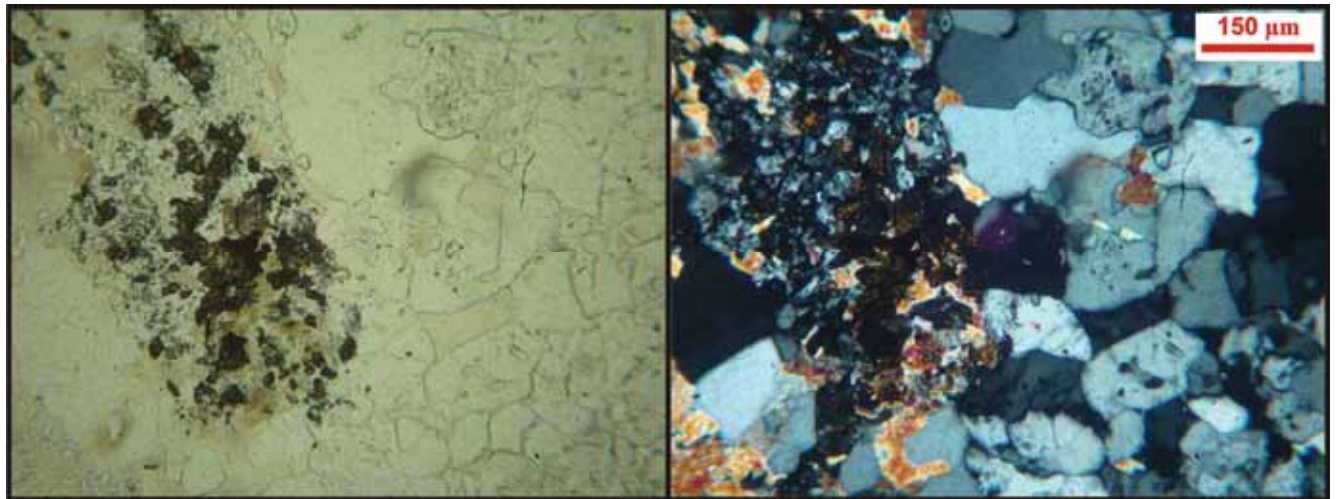
A fluorita ocorre em manchas e pequenos cristais rosados a incolores dispersos sempre próximos aos cristais de quartzo e topázio.

O topázio ocorre principalmente como cristais parcialmente a quase totalmente consumidos por quartzo, gerando feições de “gotas” no mesmo. Está localizado no contato com o veio e em cristais de quartzo também próximos ao contato.

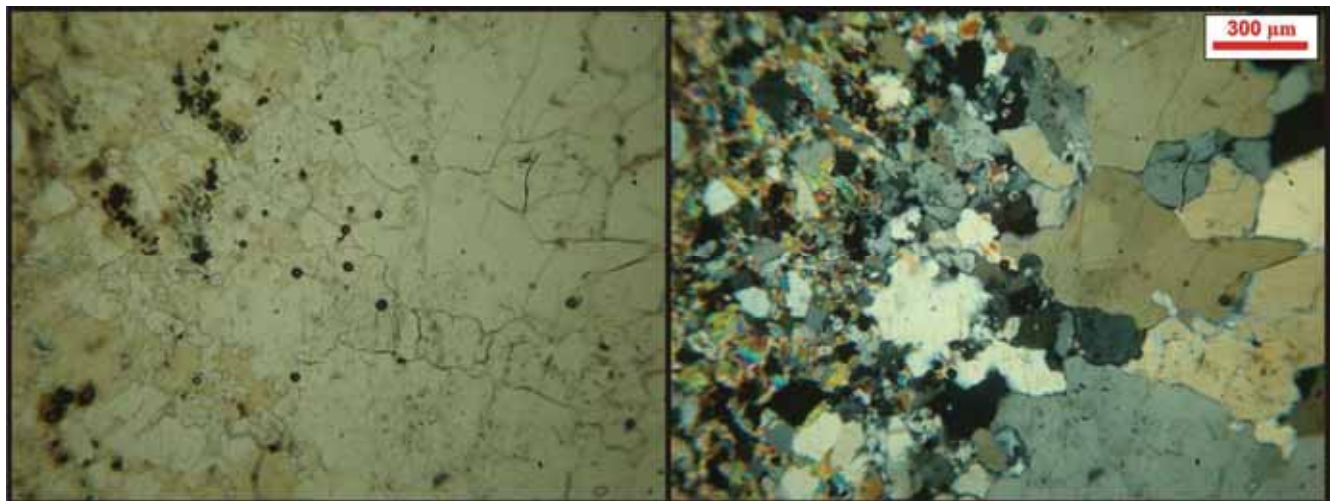
A cassiterita ocorre como pequenos cristais aglomerados a dispersos, anedrais, com coloração marrom amarelada. Ocorre associado a zinnwaldita e os cristais tornan-se dispersos em direção a encaixante.

A esfalerita ocorre em raros cristais anedrais avermelhados, pequenos (máximo 100µm) próximos ao contato, apresentando bordas retas a não uniformes.

O zircão ocorre como raros cristais anedrais dispersos pela zona de borda, gerando alterações na coloração dos cristais próximos, como o caso da selaita e de alguns cristais de fluorita.



Contato entre o veio pegmatítico e a encaixante mostrando cristais de quartzo estirados perpendicularmente ao contato e cristal fragmentado de cassiterita.



Cristais estirados de quartzo e zona de alteração rica em zinnwaldita.

AMOSTRA/LÂMINA: B.F.P- 1D

Descrição Mesoscópica: biotita gnaiss fino em contato abrupto com veio de quartzo topázio, no contato há concentração de minerais micáceos escuros. O veio possui grandes cristais de quartzo anedrais e micas subedrais. (seção delgada não inclui veio, somente zona de alteração).

Descrição Microscópica:

Estrutura/Textura: zona de alteração com estrutura maciça e textura equigranular fina com aglomerados de quartzo em mosaico envoltos por aglomerados policristalinos.

Composição modal estimada visualmente:

Zona de Alteração:

Zinnwaldita ($\pm 45\%$)

Quartzo ($\pm 35\%$)

Topázio ($\pm 10\%$)

Fluorita ($\pm 8\%$)

Esfalerita ($\pm 2\%$)

Opacos (traços)

Descrições e relações mineralógicas e texturais:

A zinnwaldita ocorre em agregados finos principalmente em torno dos aglomerados de quartzo. Alguns cristais mostram formato tabular e coloração marrom amarelado claro, aparentemente orientados em alguns bolsões com características de percolação de fluido. A maioria dos cristais são anedrais e raros cristais maiores possuem bordas retas.

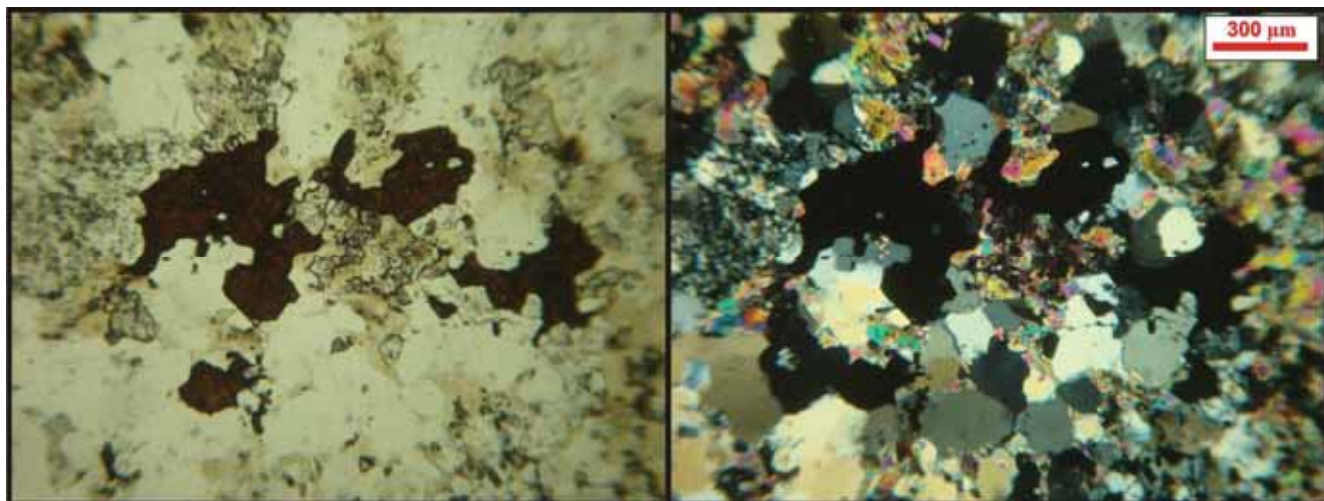
O quartzo aparece em cristais anedrais com granulação média de $500\mu\text{m}$, distribuído por toda a seção em aglomerados tipo mosaico, com bordas retas entre os cristais de quartzo e corroídas com os cristais em volta dos aglomerados (principalmente zinnwaldita e fluorita). Alguns cristais possuem “gotas” de topázio.

O topázio ocorre como agregados policristalinos também com arranjo em mosaico porem com granulação muito fina, com raros cristais maiores que $100\mu\text{m}$, dispersos na seção. Os cristais são anedrais e fraturados com bordas corroídas, aparecendo as vezes como “gotas” dentro de cristais de quartzo anedrais.

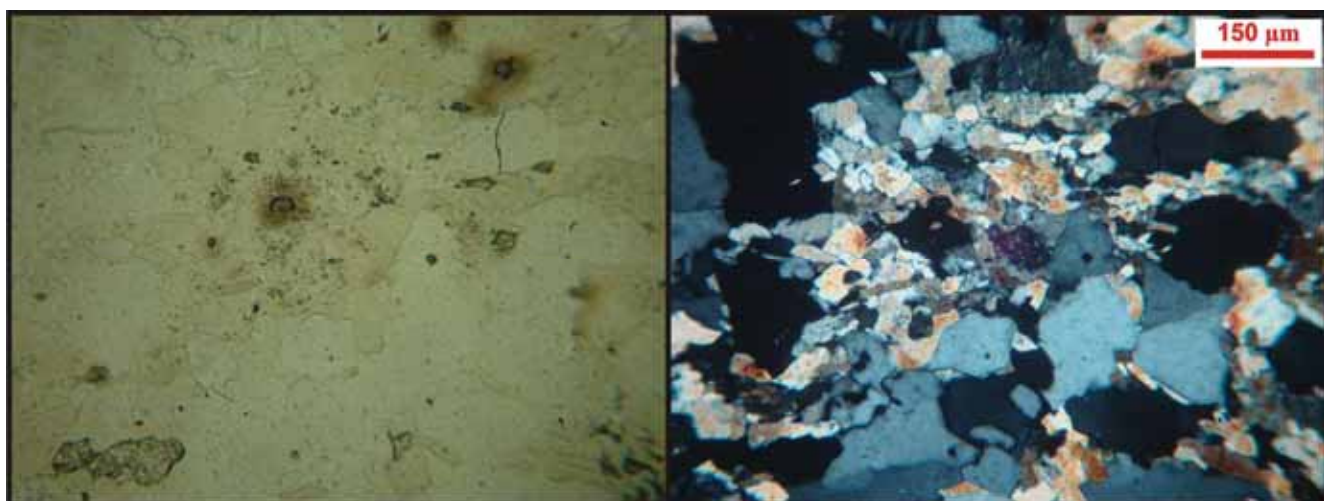
A fluorita aparece distribuída por toda seção como agregados policristalinos e cristais maiores anedrais com bordas corroídas, fraturados, dispersos pela seção. Ocorre principalmente nos interstícios de cristais maiores e estando associada com o topázio, zinnwaldita e quartzo.

A esfalerita ocorre como grandes cristais anedrais angulosos, fraturados e corroídos, de coloração avermelhada, alcançando $2,6\text{mm}$. Aparecem próximos uns dos outros na seção, como fragmentos alinhados, provavelmente, em sentido subperpendicular ao contato.

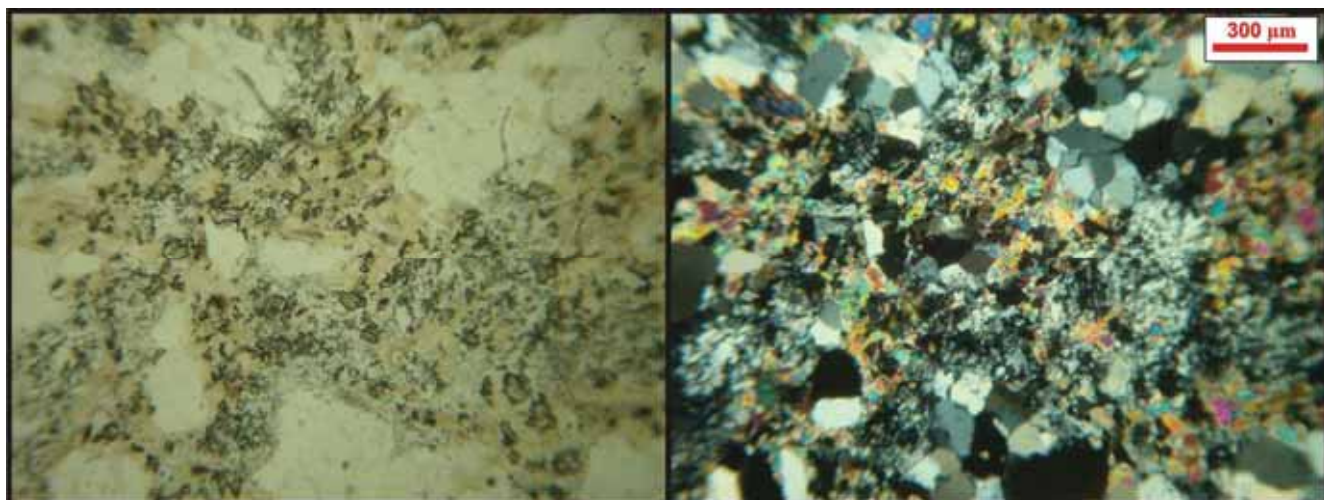
Os minerais opacos ocorrem como cristais anedrais arredondados próximos aos cristais de esfalerita. São cristais pequenos não ultrapassando $100\mu\text{m}$.



Cristal de esfalerita fragmentado com fluorita e topázio associados.



Granulação muito fina e bordas recrystalizadas dos cristais.



Zona de alteração rica em zinnwaldita e fluorita.

AMOSTRA/LÂMINA: B.F.P-1E

Descrição Mesoscópica: rocha orientada com texturas lepdoblastica e granoblasticas, com bandas composicionais milimétricas e granulação fina a muito fina. As bandas são separadas em claras (brancas), compostas predominantemente por quartzo e feldspato, e escuras (negras) com acúmulo de micas. Presença de veios com espessuras milimétricas compostos por quartzo e feldspato, alguns mostrando dobramento e um seguindo a mesma direção que a foliação da rocha.

Descrição Microscópica:

Estrutura/Textura: rocha foliada com cristais de mica orientados formando textura lepdoblástica a granoblástica (cristais de quartzo e feldspato em geral pouco estirados) marcando um bandamento com neossoma e paleossoma.

Composição modal estimada visualmente:

Quartzo ($\pm 35\%$)	Granada ($\pm 1\%$)
Biotita ($\pm 30\%$)	Opacos ($\pm 1\%$)
Microclínio ($\pm 15\%$)	Zircão (traços)
Plagioclásio ($\pm 10\%$)	Sillimanita (traços)
Muscovita ($\pm 8\%$)	

Descrições e relações mineralógicas e texturais:

O quartzo possui granulação fina e cristais pouco estirados, agregados juntamente com os feldspatos em bandas milimétricas. A granulação média é de 400 μm com raros cristais alcançando 900 μm . As bordas são irregulares a retas com poucos aglomerados de cristais menores formando arranjo do tipo mosaico.

A biotita ocorre sob forma de cristais pequenos, com coloração amarelo pálido a marrom avermelhado e agregados policristalinos de coloração verde claro. Os cristais se mostram orientados e os agregados estirados, ambos com bordas irregulares.

O microclínio possui granulação fina e bordas irregulares, aparecendo juntamente com o quartzo e plagioclásio. Possui poucos cristais estirados e mostra na maioria dos cristais texturas pertíticas.

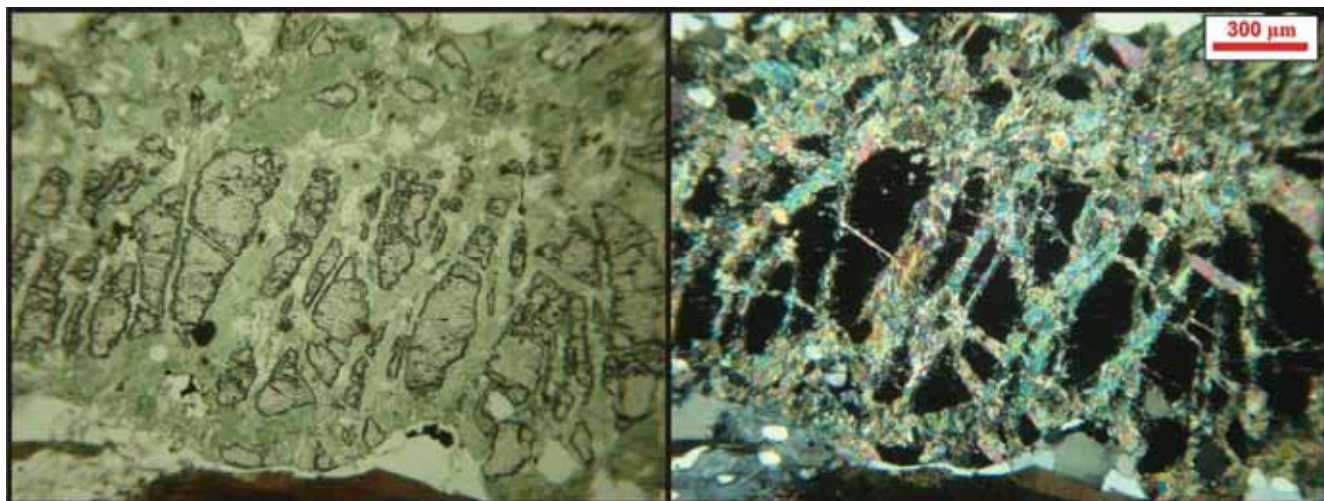
O plagioclásio ocorre sob forma de pequenos cristais dispersos nas porções ricas em quartzo e microclínio, possuindo bordas corroídas, algumas com agregados de muscovita associados. Mostram-se pouco estirados.

A muscovita ocorre na forma de agregados policristalinos estirados próximos a cristais de biotita, plagioclásio e sillimanita. Ocorre principalmente nas bordas corroídas desses minerais.

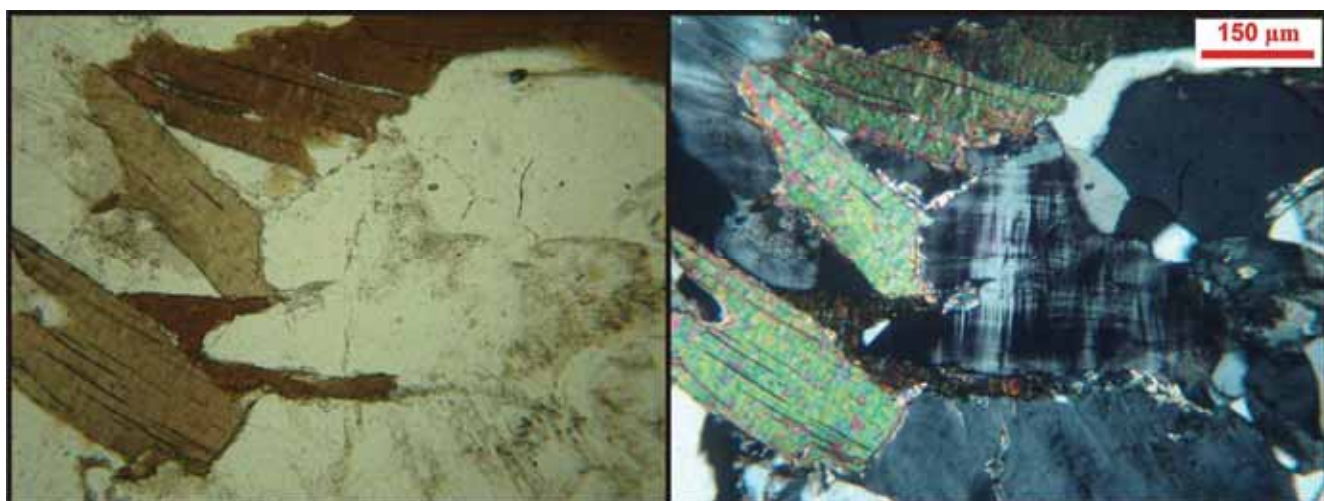
A granada ocorre como um grande cristal e outros menores, todos fragmentados, com bordas corroídas envoltas por biotita verde policristalina. O grande cristal alcança 2,5mm de comprimento e os cristais são em geral angulosos a subangulosos.

Os minerais opacos ocorrem sob forma de cristais pequenos anedrais dispersos na rocha. Alguns cristais ocorrem aparentemente associados a borda de cristais de biotita.

O zircão ocorre disperso em pequenos cristais com bordas irregulares a retas, euedrais a subedrais, enquanto a sillimanita ocorre localmente na forma de acículas dobradas envoltas por muscovita policristalina.



Cristal fragmentado de granada envolto por biotita verde.



Cristais subedrais tabulares e biotita em contato com cristal de microclínio.

AMOSTRA/LÂMINA: B.F.P-1F

Descrição Mesoscópica: rocha orientada (biotita gnaiss fino) em contato com veio pegmatítico composto principalmente por quartzo, topázio e biotita. A zinnwaldita possui cristais de até 0,5cm, concentrados no núcleo do veio, o quartzo possui cristais pequenos no núcleo e alongados na borda do veio (disposto em arranjo em pente). O topázio encontra-se nas bordas do corpo no contato com a encaixante, formando um agregado de microcristais branco opaco. No contato há acúmulo de micas na encaixante, formando uma zona escurecida, não uniforme, milimétrica e ao longo do contato.

Descrição Microscópica:

Estrutura/Textura: o veio é subdividido em 3 zonas, a zona interna, intermediária e alteração. No veio os cristais mostram uma textura fanerítica média a grossa, apresentando uma estrutura maciça próxima ao núcleo e em pente na borda, com cristais alongados de quartzo e topázio perpendiculares ao contato. Na zona de alteração a textura é fanerítica fina a média e estrutura aparentemente orientada (provavelmente por movimentação de fluidos) com cristais e aglomerados de zinnwaldita orientados em algumas porções, além de cristais de quartzo recristalizados e estirados na mesma direção. No contato há acúmulo de cristais de zinnwaldita (até 1mm) seguindo o contato. Zona interna heterogranular.

Composição modal estimada visualmente:

Zona interna:

Zinnwaldita ($\pm 80\%$)
Topázio ($\pm 15\%$)
Quartzo ($\pm 5\%$)
Cassiterita (traços)
Esfalerita (traços)
Fluorita (traços)
Opacos (traços)

Zona intermediária:

Topázio ($\pm 60\%$)
Quartzo ($\pm 20\%$)
Zinnwaldita ($\pm 10\%$)
Fluorita ($\pm 10\%$)
Esfalerita (traços)
Opacos (traços)

Zona de alteração:

Zinnwaldita ($\pm 65\%$)
Quartzo ($\pm 15\%$)
Topázio ($\pm 10\%$)
Fluorita ($\pm 8\%$)
Microclínio ($\pm 2\%$)
Cassiterita (traços)
Opacos (traços)

Descrições e relações mineralógicas e texturais:

A zinnwaldita ocorre em toda a seção em cristais anedrais, subedrais a eudrais, com coloração marrom amarelada clara. Na zona interna os cristais possuem média de 2mm chegando a 4mm, a grande maioria como cristais subedrais a eudrais, com bordas retas a irregulares com feições de corrosão. Na zona intermediária ocorre como cristais anedrais nos interstícios de cristais de quartzo e topázio. Na zona de borda ela ocorre em agregados policristalinos finos, anedrais, com poucos cristais subedrais dispersos. Essas “massas” começam do contato e seguem em sentido subperpendicular ao mesmo, como que infiltrando na rocha.

O quartzo ocorre internamente ao veio como cristais anedrais a subedrais com até 1,3mm e arranjo do tipo mosaico na maioria dos aglomerados. Em direção ao contato os cristais mostram bordas corroídas e um arranjo em pente, com cristais alongados perpendicularmente ao contato. No contato a granulação média é de 700 μ m, com muitos cristais fraturados e associados a cristais de topázio. Na zona de borda a quantidade de quartzo aumenta, com cristais anedrais, maioria corroídos ou com feições de recristalização, arestas arredondadas e alguns cristais mostram terem consumido parcialmente cristais de topázio, englobando os mesmos e diminuindo sua granulação.

O topázio ocorre por toda a seção, principalmente na zona intermediária próximo ao contato, com cristais de até 2mm alongados perpendicularmente ao contato. Internamente ao veio o topázio

ocorre como cristais com até 3mm, anedrais e fraturados. Na zona de borda o topázio mostra menor granulação (máximo 100µm), disperso mas com maior número de cristais próximos do contato, com principal característica o fato de serem agregados policristalinos em pequenos mosaicos nos interstícios de cristais de zinnwaldita e quartzo.

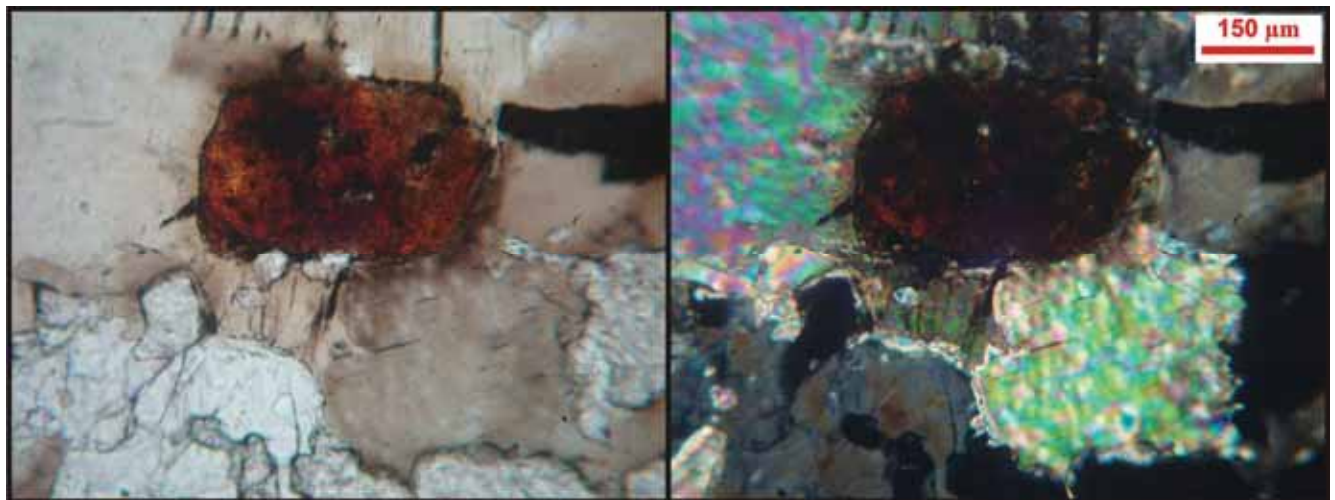
A cassiterita aparece dispersa, embora acumuladas principalmente na zona interna próximo ao contato, com cristais anedrais de granulação média 100µm, embora haja grande cristal com cerca de 1mm, este na zona interna. Todos os cristais estão bastante fraturados.

A esfalerita ocorre dispersa em pequenos cristais avermelhados anedrais (arredondados) sendo o maior cristal com 500µm, em meio a cristais de zinnwaldita e com pequenos cristais de opacos em seu interior. O mineral aparece nas zonas interna e intermediária, preferencialmente no contato entre elas.

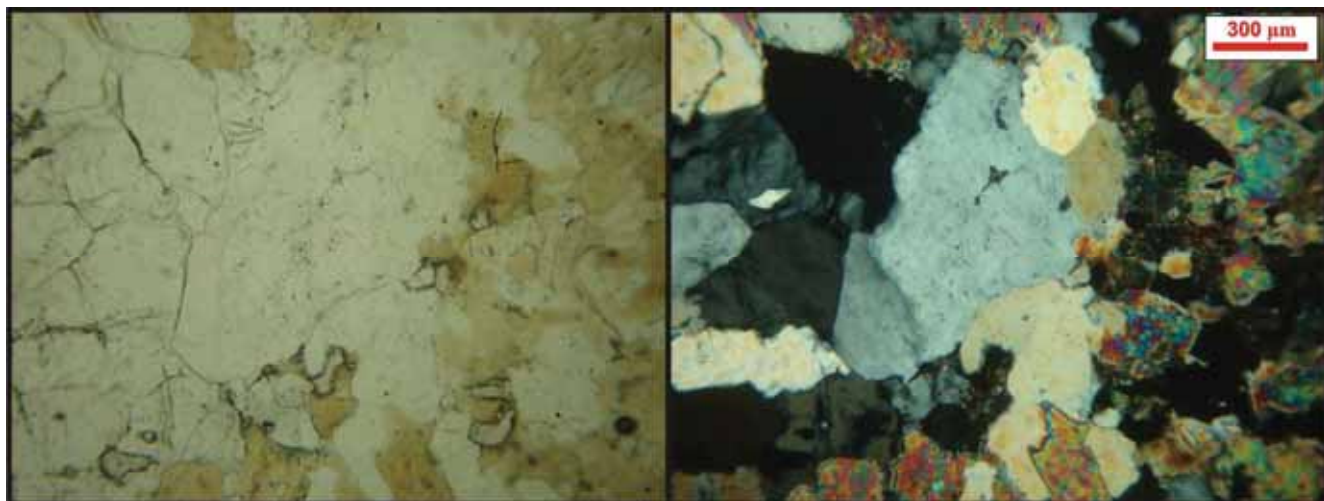
Os minerais opacos ocorrem dispersos em cristais com média de < 100µm, anedrais, angulosos, com bordas corroídas e próximos a cristais de esfalerita. Há um cristal com cerca de 300µm na zona interna.

A fluorita ocorre como cristais anedrais a subedrais, alguns com manchas roxas a avermelhadas, chegando a 1mm. Na zona interna os cristais são maiores (média de 500µm), com bordas subedrais dissolvidas e fragmentadas. Na zona intermediária os cristais são menores (média de 200µm), anedrais e ocorrem nos interstícios dos grandes cristais de quartzo e topázio. Na zona de borda a média é de 50µm e os cristais são provavelmente fragmentos, anedrais, bordas corroídas, aparentemente com “gotas” de topázio no interior dos cristais maiores.

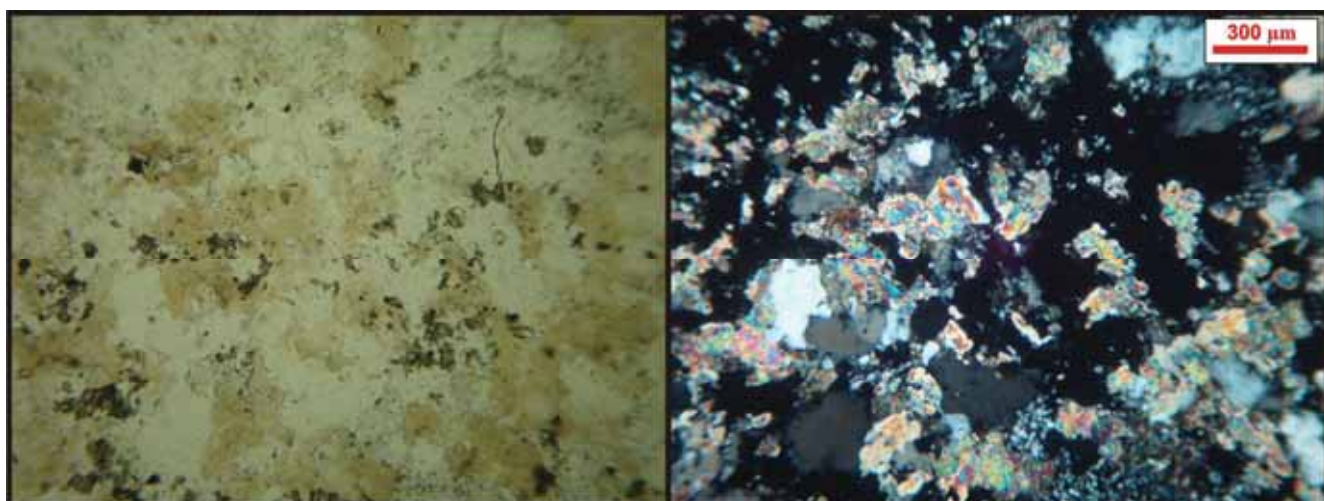
O microclínio ocorre como raros cristais na zona de borda, distantes do contato, subedrais, angulosos, associados a cristais de quartzo, com bordas levemente corroídas.



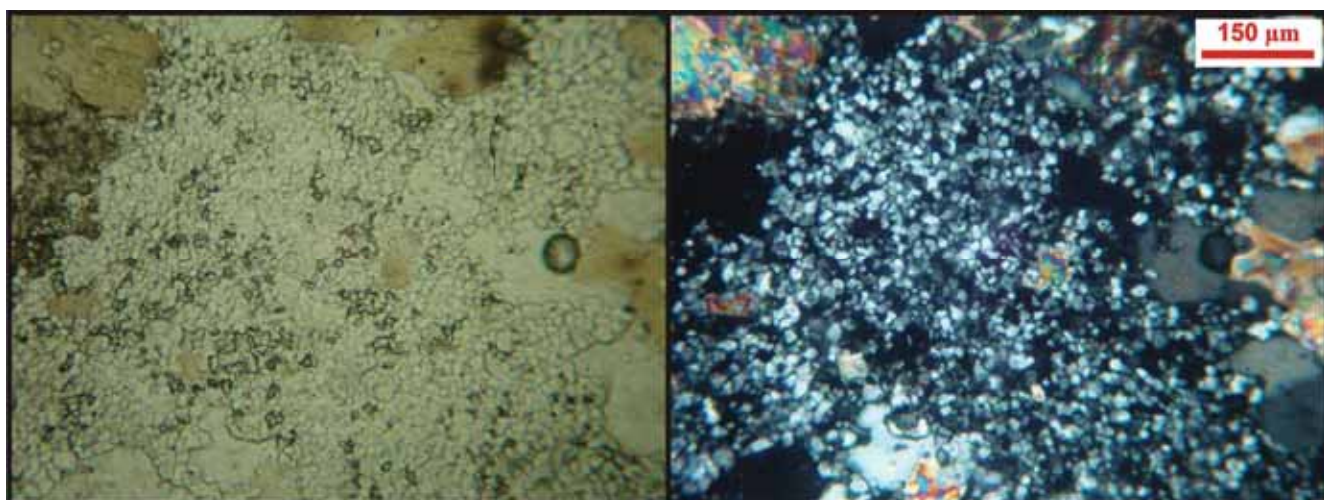
Cristal de cassiterita com bordas corroídas e manchas de alteração negras.



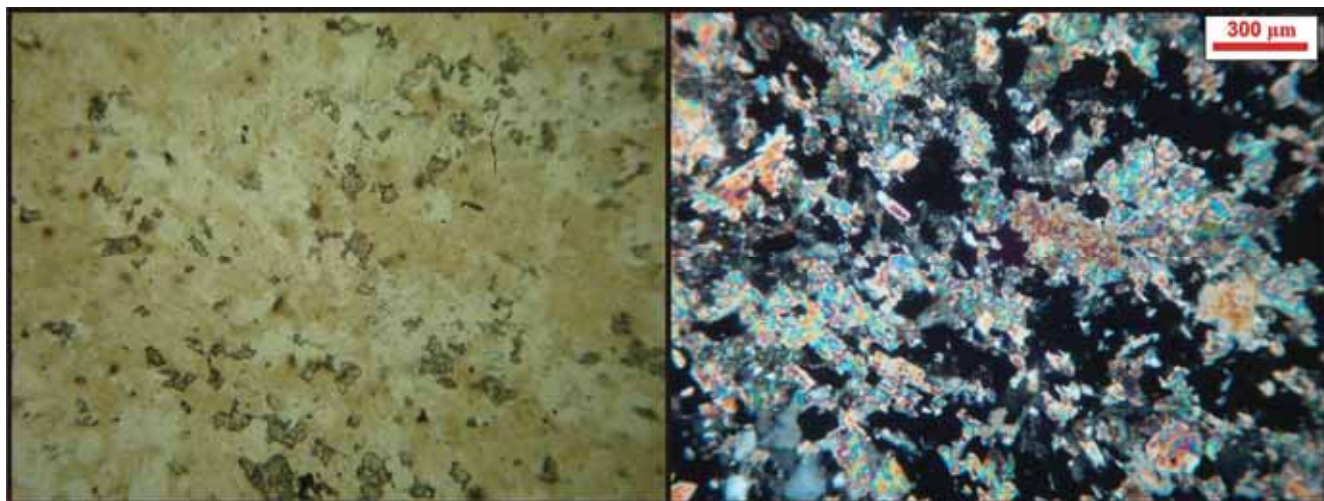
Aglomerado de quartzo envolto por zinnwaldita na zona de alteração.



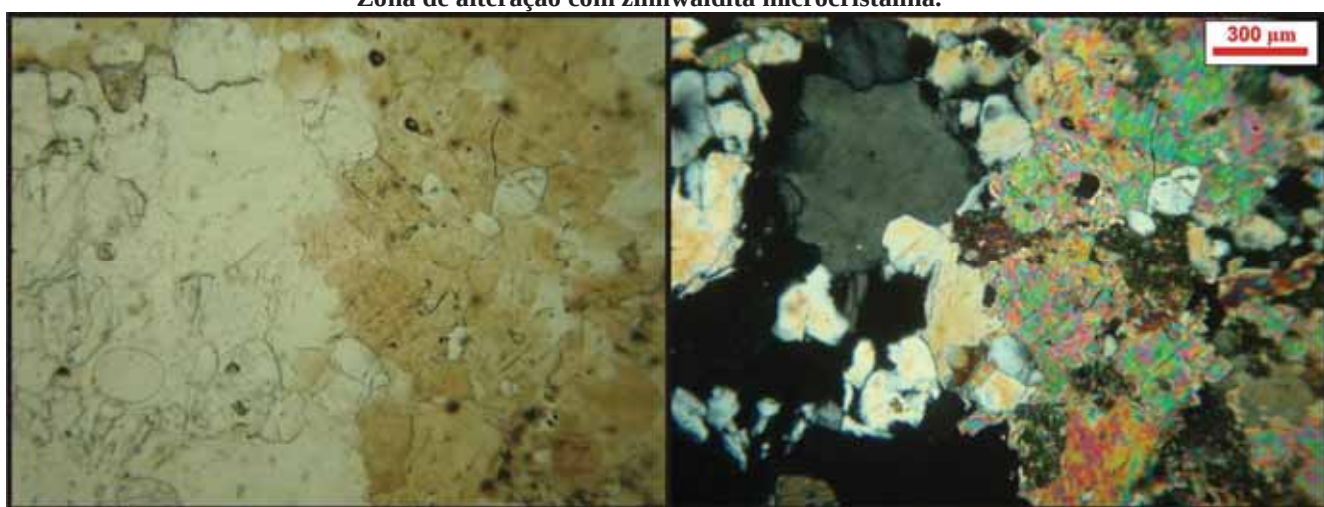
Zona de alteração rica em zinnwaldita microcristalina e cristais de topázio e fluorita.



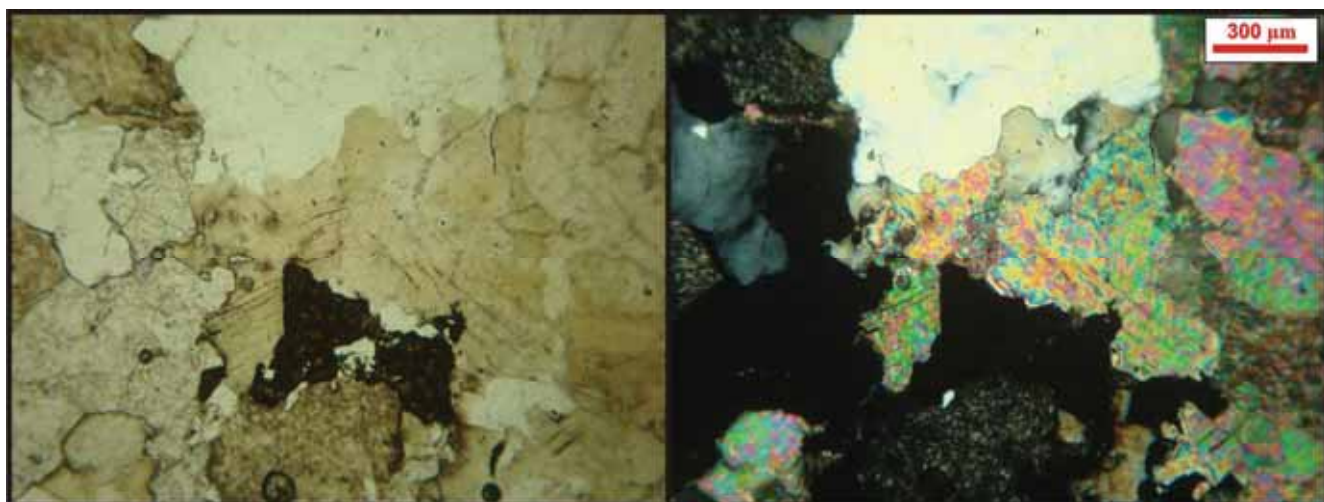
Aglomerados policristalinos de topázio, com cristais subarredondados muito comuns no contato entre o veio e a encaixante.



Zona de alteração com zinnwaldita microcristalina.



Contato entre o veio pegmatítico e a encaixante, com passagem brusca da mineralogia quartzo-topázio do veio para massas de zinnwaldita da zona de alteração.



Cristal de esfalerita no veio pegmatítico próximo do contato.

ANEXO II

**Descrição petrográfica:
Brecha Subvulcânica e veios pegmatíticos**

AMOSTRA/LÂMINA: B.F.P-2A

Descrição Mesoscópica: rocha maciça formada por fragmentos de outros litotipos cimentados por matriz afanítica escura. Os fragmentos são angulosos, variam de dimensões milimétricas a centimétricas e possuem contatos retos bem definidos. A composição predominante dos fragmentos é de rochas ácidas, embora haja resquícios de litotipos intermediários. Na amostra o litotipo está sendo cortado por um veio com 3cm de espessura, composto por quartzo, feldspato potássico, mica (zinnwaldita) e topázio. O contato entre veio e rocha é abrupto levemente ondulado. O veio não aparentemente não apresenta zoneamento bem definido, embora as bordas sejam mais ricas em quartzo e topázio, formando delgada camada difusa.

Descrição Microscópica:

Estrutura/Textura: a textura do veio é fanerítica equigranular, com mega cristais apresentando granulação média a grossa em uma estrutura maciça, alguns cristais mostram bordas retas bem formadas. No contato veio/zona de borda a granulação diminui para fina, com raros cristais maiores, todos recristalizados com bordas corroídas, textura fanerítica muito fina a afanítica e estrutura em parte maciça, parte levemente orientada (minerais micáceos entre cristais maiores com fluxo para a zona de borda). Na zona de alteração a textura é fanerítica média com cristais micáceos menores entre cristais maiores ou em agregados policristalinos, a estrutura é em geral maciça com alguns cristais levemente estirados, não seguindo uma direção preferencial. Os cristais micáceos mostram em geral uma orientação subparalela ao contato.

Composição modal estimada visualmente:

Veio:	Zona intermediária:	Zona de Alteração:
Microclínio ($\pm 94\%$)	Zinnwaldita ($\pm 68\%$)	Quartzo ($\pm 52\%$)
Fluorita ($\pm 3\%$)	Microclínio ($\pm 15\%$)	Zinnwaldita ($\pm 32\%$)
Quartzo ($\pm 1\%$)	Topázio ($\pm 10\%$)	Fluorita ($\pm 8\%$)
Zinnwaldita ($\pm 1\%$)	Quartzo ($\pm 5\%$)	Opacos ($\pm 4\%$)
Topázio ($\pm 1\%$)	Fluorita ($\pm 2\%$)	Topázio ($\pm 3\%$)
Cassiterita (traços)	Cassiterita (traços)	Cassiterita ($\pm 1\%$)
Esfalerita (traços)	Opacos (traços)	Esfalerita (traços)
Opacos (traços)		

Descrições e relações mineralógicas e texturais:

Veio:

O quartzo ocorre em raros cristais anedrais pequenos (média de 400 μ m) próximos ao contato apresentando bordas corroídas.

O microclínio ocorre sob forma de grandes cristais subedrais a euedrais (> 2,5mm) com a maioria apresentando bordas retas e geminação característica. Alguns poucos cristais menores mostram bordas corroídas. Há cristais maiores englobando cristais de quartzo.

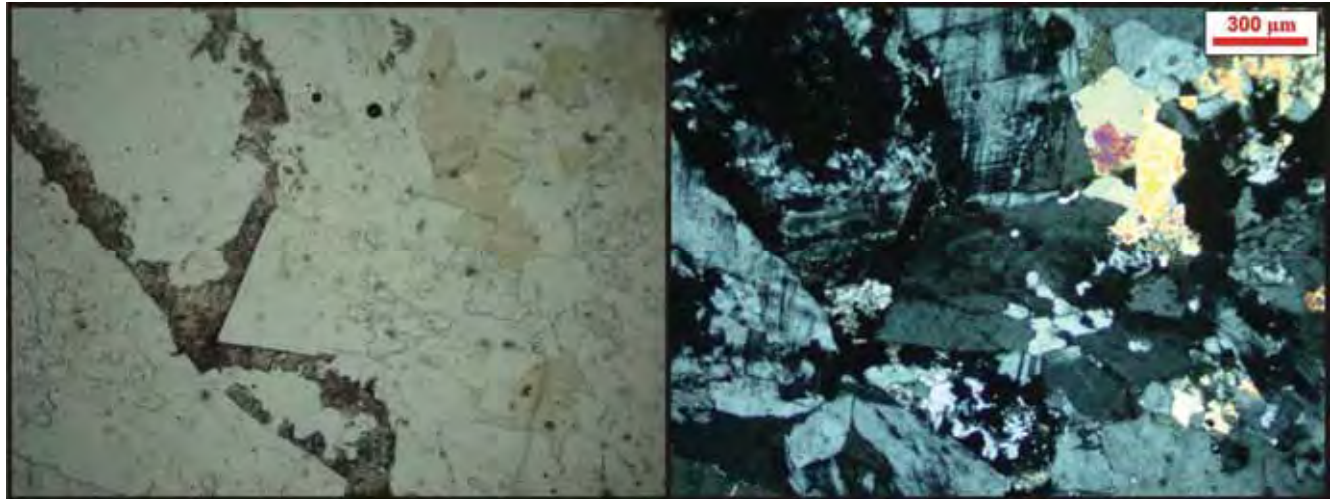
A fluorita ocorre como cristais com até 300 μ m, mostrando na maioria deles coloração violeta. Os cristais são anedrais, embora alguns mostrem bordas retas.

A cassiterita e esfalerita ocorrem dispersas em cristais anedrais fraturados com até 200 μ m, em geral dentro do microclínio e próximo a fluorita.

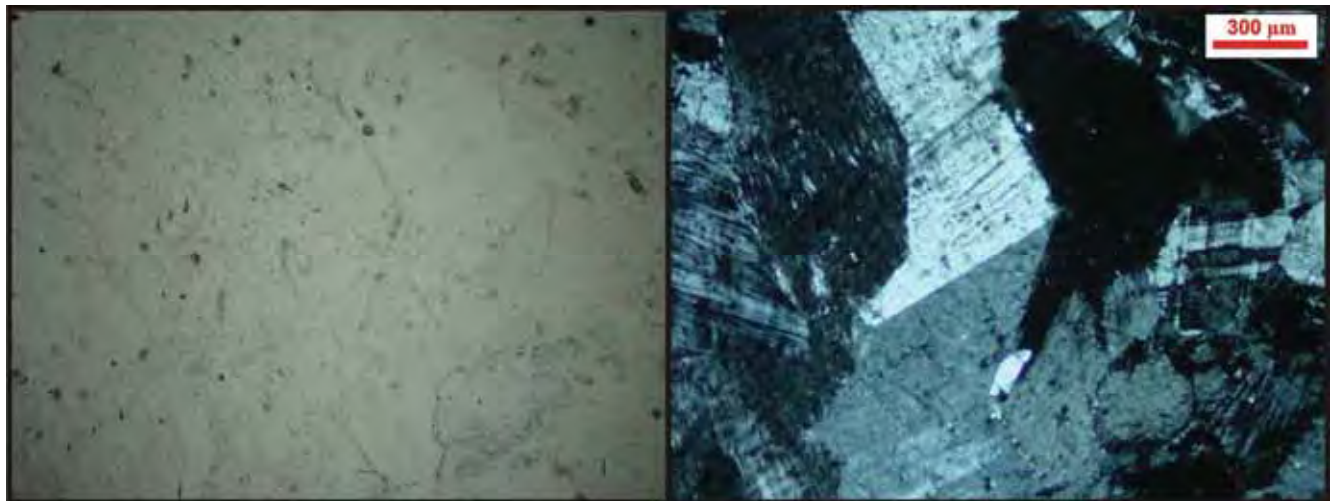
Os minerais opacos ocorrem sob forma de pequenos cristais anedrais fraturados associados aos cristais de cassiterita, esfalerita e fluorita, aparecendo nas bordas dos mesmos.

A zinnwaldita ocorre como pequenos cristais anedrais e agregados associados aos cristais de fluorita, com bordas corroídas.

O topázio ocorre como cristais anedrais com até 100 μ m concentrados próximos do contato em geral semi arredondados.



Veio pegmatítico com cristais anedrais de microclínio, quartzo e topázio. Cristais e fluorita nos interstícios dos cristais maiores.



Grandes cristais encontrados no veio apresentando estrutura maciça.

Zona Intermediária:

A zinnwaldita ocorre como raros cristais subedrais com bordas levemente corroídas junto ao feldspato potássico, sendo composta predominantemente por agregados policristalinos de pequenos cristais anedrais no contato com a zona de borda. Esses agregados são relativamente orientados (fluxo) em direção a zona de borda. A zinnwaldita aparece correndo o quartzo.

O microclínio ocorre como cristais anedrais a subedrais com bordas corroídas com até 600 μ m. Ocorrem no contato com a zona interna. Há pequenos cristais de quartzo que ocorrem dentro do microclínio. O feldspato parece estar sendo corroído pelo quartzo, topázio e zinnwaldita.

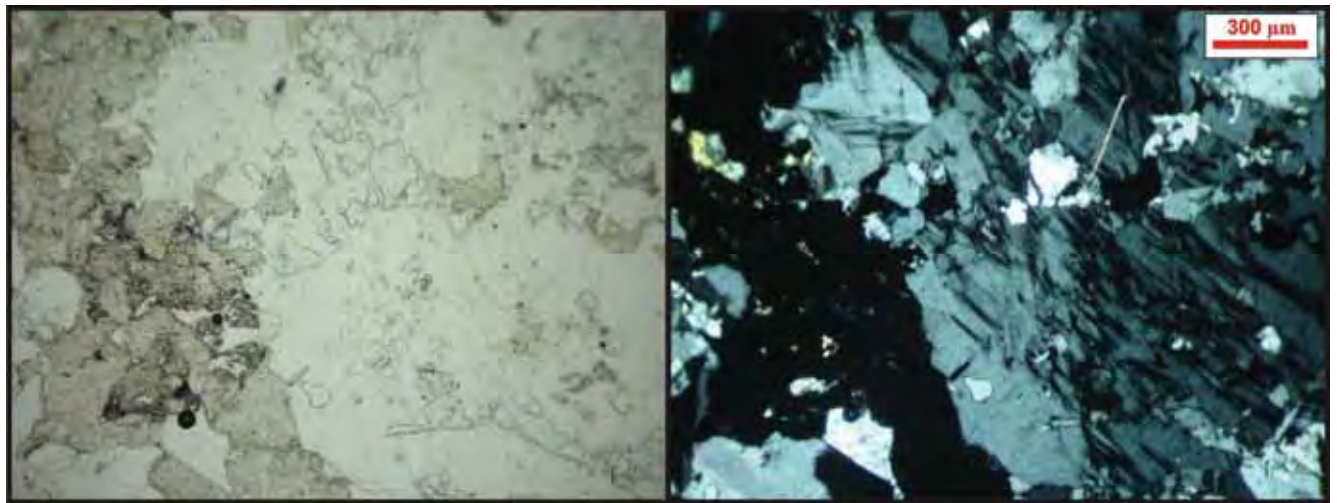
O topázio aparece como pequenos cristais e agregados no contato com a zona de borda, associados ao microclínio e quartzo, corroendo ambos. A granulação média é $< 100\mu\text{m}$.

O quartzo aparece como cristais anedrais (média de $300\mu\text{m}$) com bordas corroídas principalmente pela zinnwaldita em volta.

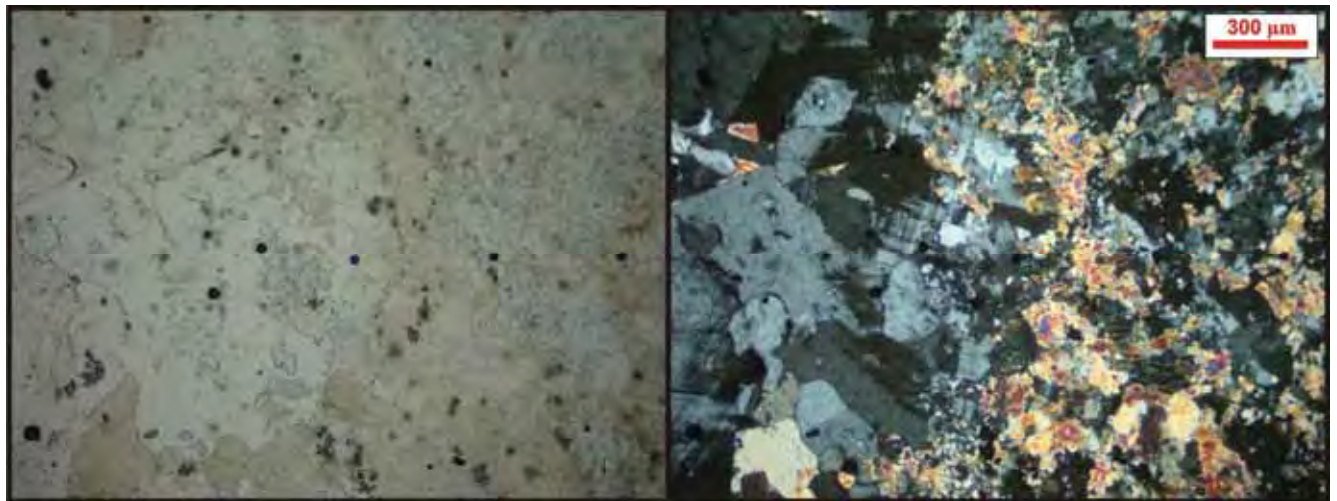
A fluorita ocorre como pequenos cristais anedrais envolvendo os demais minerais. Esses cristais ocorrem subparalelamente ao contato e estão associados aos minerais opacos e a zinnwaldita, parecendo ser corroída pela mesma.

Os minerais opacos ocorrem como cristais anedrais fraturados com bordas corroídas e granulação média $< 100\mu\text{m}$.

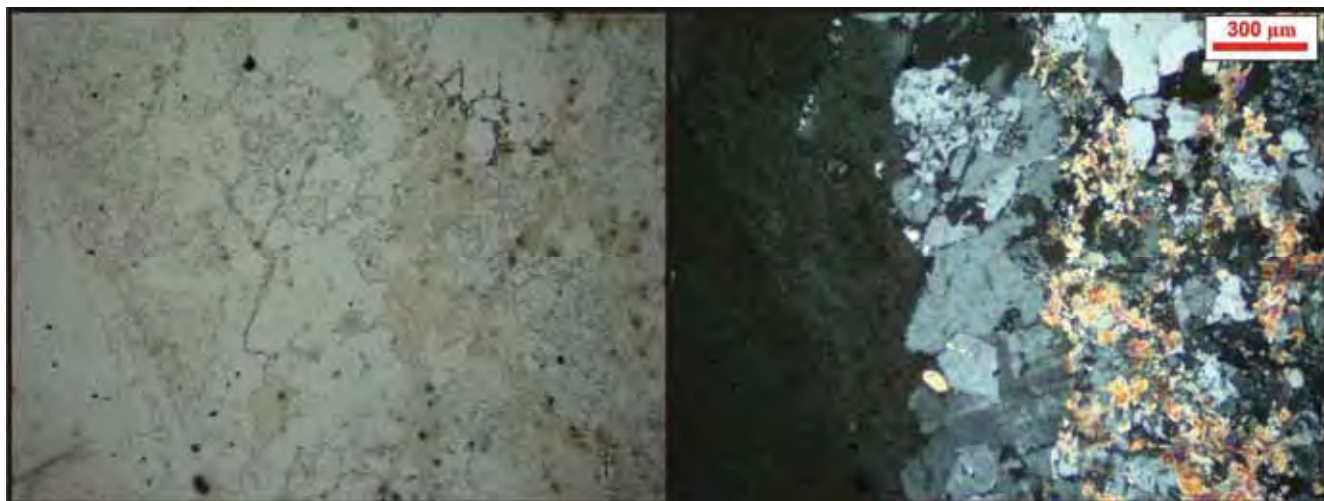
A cassiterita ocorre em raros cristais anedrais fragmentados em meio a zinnwaldita próximo a cristais de fluorita.



Contato brusco entre veio pegmatítico e zona de alteração. Contato bem marcado pela presença da zinnwaldita.



Contato mostrando diminuição brusca da granulação do quartzo, microclínio e topázio, além do aparecimento dos agregados de zinnwaldita.



Contato brusco com alguns cristais do veio alongados perpendicularmente a zona de alteração.

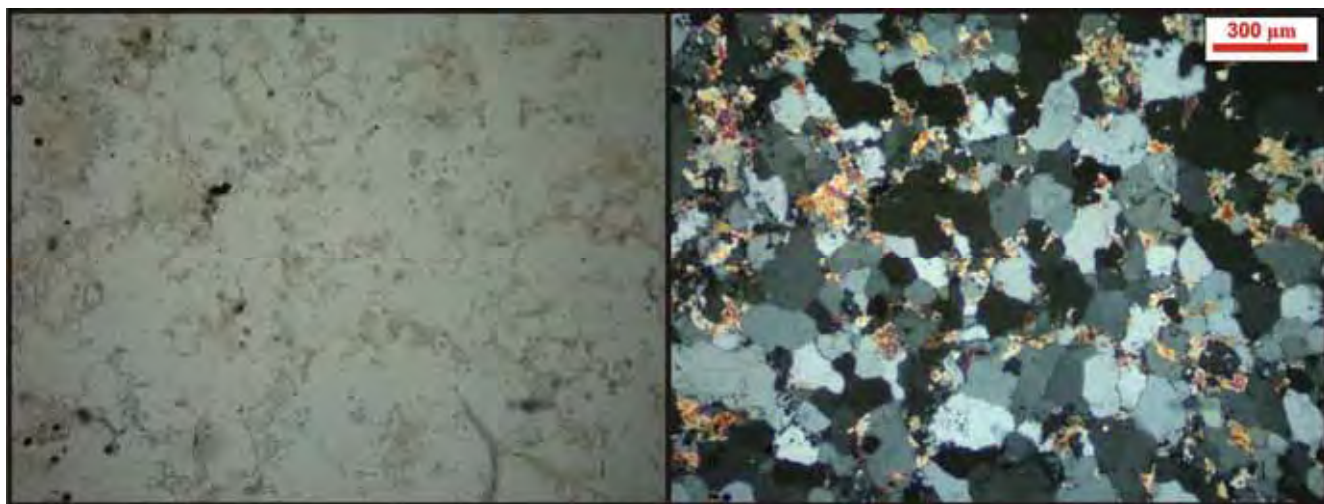
Zona de Alteração:

O quartzo ocorre em cristais (média de 500μm) anedrais em arranjo tipo mosaico, levemente estirados subparalelamente ao contato. Em contato com a zinnwaldita mostra bordas corroídas e menor granulação.

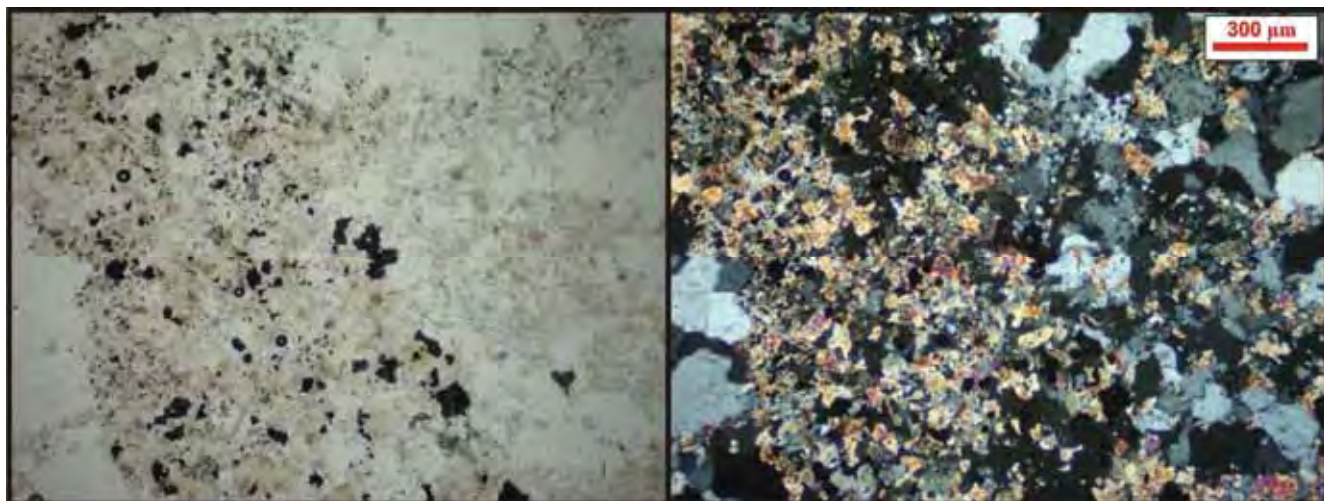
A zinnwaldita ocorre como pequenos cristais anedrais (média de 100μm), agregados nos interstícios dos cristais de quartzo e em grandes agregados juntamente com a fluorita e os opacos. Apresentam bordas corroídas e orientação de fluxo.

O topázio ocorre como pequenos cristais anedrais a subedrais (média de 200μm), principalmente como “gotas” dentro do quartzo.

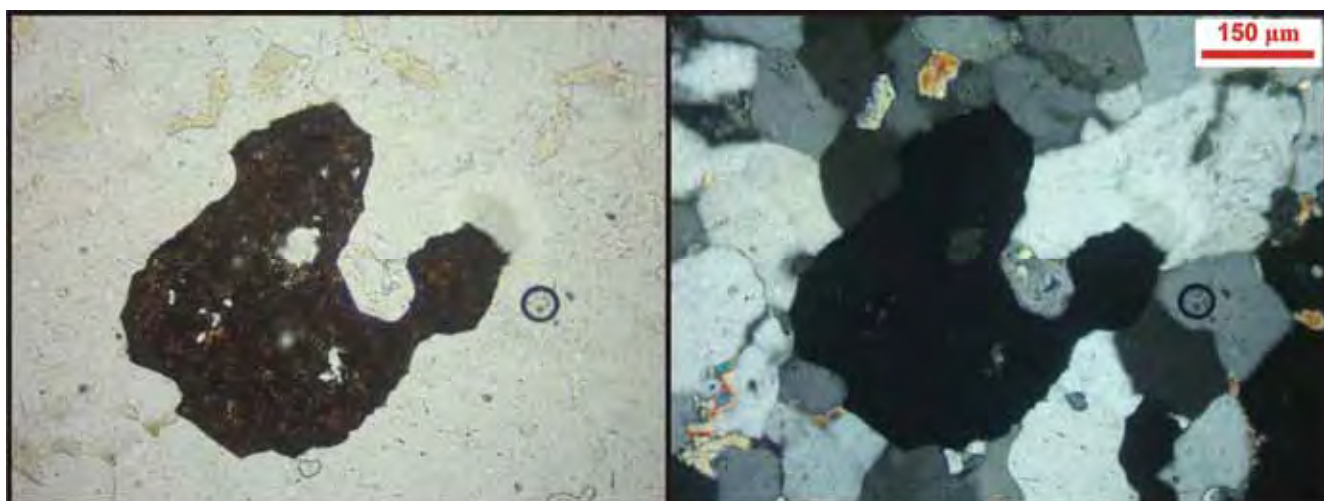
A fluorita, cassiterita, esfalerita e opacos ocorrem em raros cristais anedrais dispersos, fraturados, com bordas corroídas, estando a maioria de seus cristais concentrados nos agregados de zinnwaldita, seguindo seu fluxo. A cassiterita tem um único cristal com 300μm, fraturado e corroído. A granulação média dos opacos é de 200μm e da esfalerita 300μ.



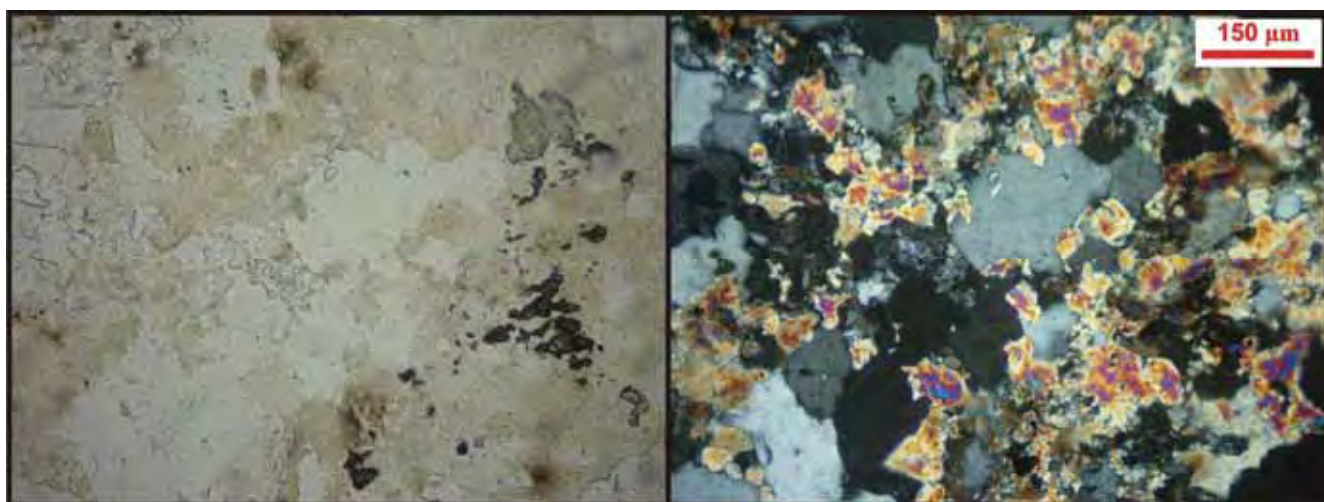
Cristais de quartzo aglomerados na zona de alteração com zinnwaldita microcristalina nos interstícios cristalinos.



Aglomerados de zinnwaldita microcristalina mostrando aparente direção de fluxo para a encaixante.



Cristal de esfalerita na zona de alteração.



Aglomerados de zinnwaldita envolvendo cristais de quartzo. Cristais de fluorita e cassiterita associados a zinnwaldita.

AMOSTRA/LÂMINA: B.F.P-2D

Descrição Mesoscópica: rocha maciça formada por fragmentos angulosos, milimétricos a centimétricos, de outros litotipos. Esses fragmentos são compostos predominantemente por rochas ácidas (granito, riolito e gnaiss). A matriz é escura e afanítica, com porções mais ricas em mica que outras. Um veio composto predominantemente por quartzo e topázio está cortando o litotipo, gerando um contato brusco ondulado. O veio possui leve zoneamento, com topázio afanítico nas bordas seguido por cristais de quartzo nas bordas e cristais maiores no interior do veio.

Descrição Microscópica:

Estrutura/Textura: seção mostrando contato entre dois fragmentos da brecha subvulcânica próximo da zona de borda de um veio pegmatítico. Os fragmentos são litotipos diferentes por pequenas mudanças mineralógicas e estruturais. Um fragmento é de um biotita quartzo gnaiss, com estrutura orientada e textura granoleptoblástica, com cristais estirados e micas orientadas. O outro fragmento possui estrutura maciça e textura granítica porfírica. Os fragmentos são separados por uma fratura rica em micas.

Composição modal estimada visualmente:

Biotita quartzo gnaiss:

Quartzo ($\pm 50\%$)
Biotita ($\pm 25\%$)
Microclínio ($\pm 20\%$)
Topázio ($\pm 2\%$)
Opacos ($\pm 2\%$)
Plagioclásio ($\pm 1\%$)

Granito:

Quartzo ($\pm 47\%$)
Microclínio ($\pm 40\%$)
Biotita ($\pm 6\%$)
Topázio ($\pm 3\%$)
Fluorita ($\pm 2\%$)
Opacos ($\pm 2\%$)

Descrições e relações mineralógicas e texturais:

Biotita quartzo gnaiss:

O quartzo ocorre como cristais com até 2,5mm, estirados, alguns com bordas mostrando recristalização principalmente em contato com a biotita. A granulação média é de 600 μ m.

A biotita ocorre sob forma de cristais anedrais orientados com bordas corroídas, apresentando coloração marrom a amarelo pálido. Os agregados possuem fragmentos de fluorita em seu interior.

O microclínio ocorre como cristais anedrais com até 1,2mm, todos apresentando sericitização e alguns mostrando pertitas. Mostram feições de dissolução quando em contato com a biotita.

O topázio ocorre disperso em pequenos cristais anedrais, principalmente dentro de alguns cristais de quartzo.

Os minerais opacos ocorrem como pequenos cristais angulosos fraturados dispersos e associados principalmente com a biotita.

O plagioclásio ocorre sob forma de raros cristais fraturados dispersos e envoltos por microclínio.

Granito:

O quartzo ocorre sob forma de cristais anedrais a subedrais em arranjo tipo mosaico e granulação média de 400µm.

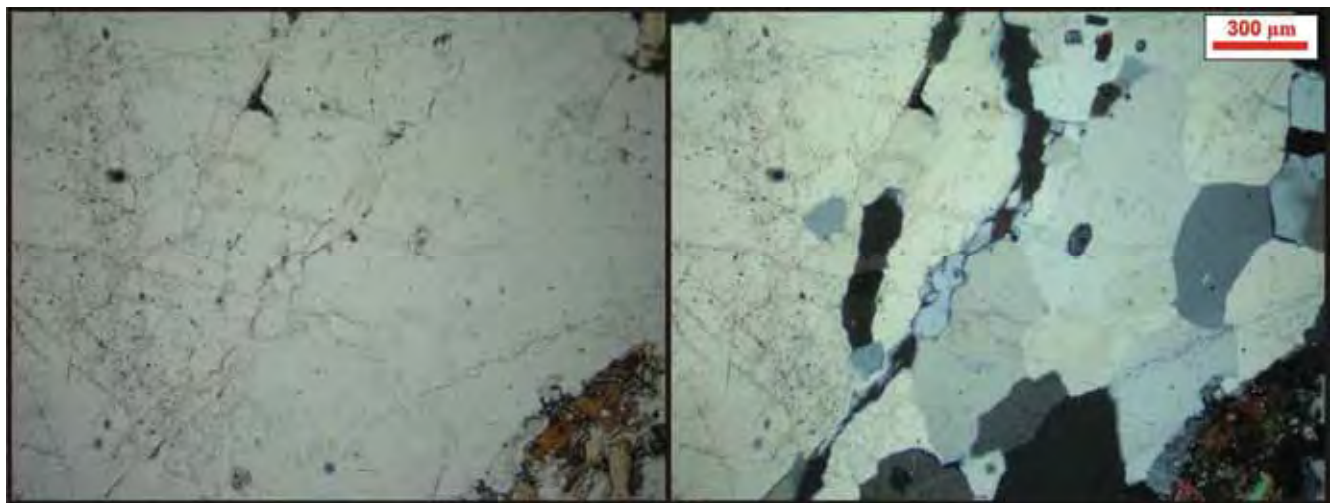
O microclínio ocorre como cristais anedrais com bordas corroídas e até 1,2mm. Apresentam sericitização, com topázio e biotita dissolvendo as bordas da maioria dos cristais e com o quartzo apresenta bordas retas.

A biotita ocorre sob forma de agregados policristalinos dispersos nos interstícios dos cristais maiores de outros minerais. Esta associada aos opacos e ao topázio.

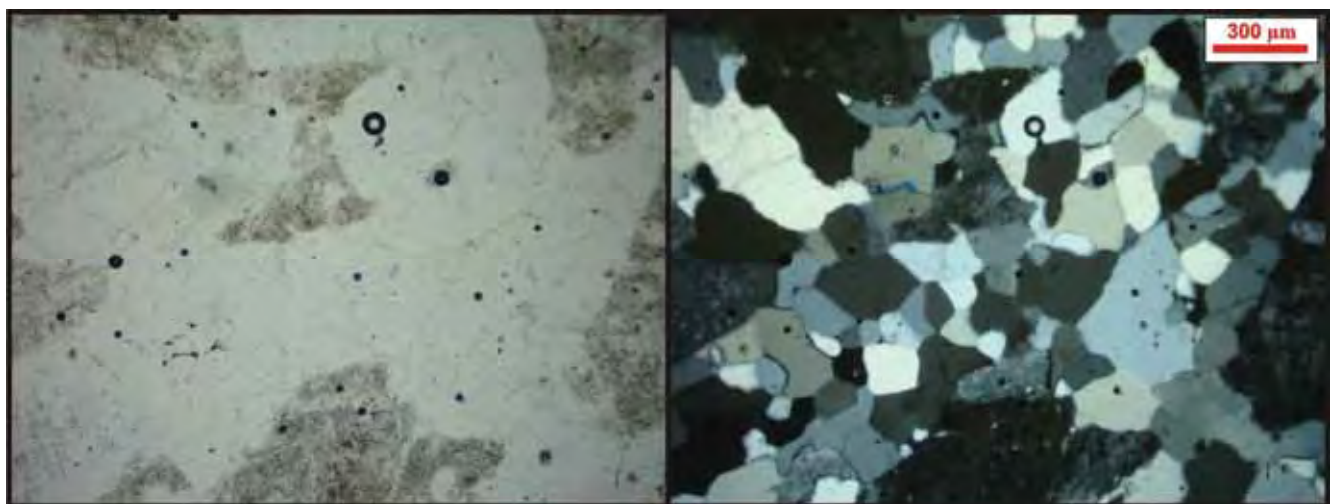
O topázio ocorre como cristais anedrais com bordas corroídas juntamente com a biotita e o microclínio.

A fluorita ocorre dispersa em cristais anedrais com granulação média 100µm em bordas corroídas.

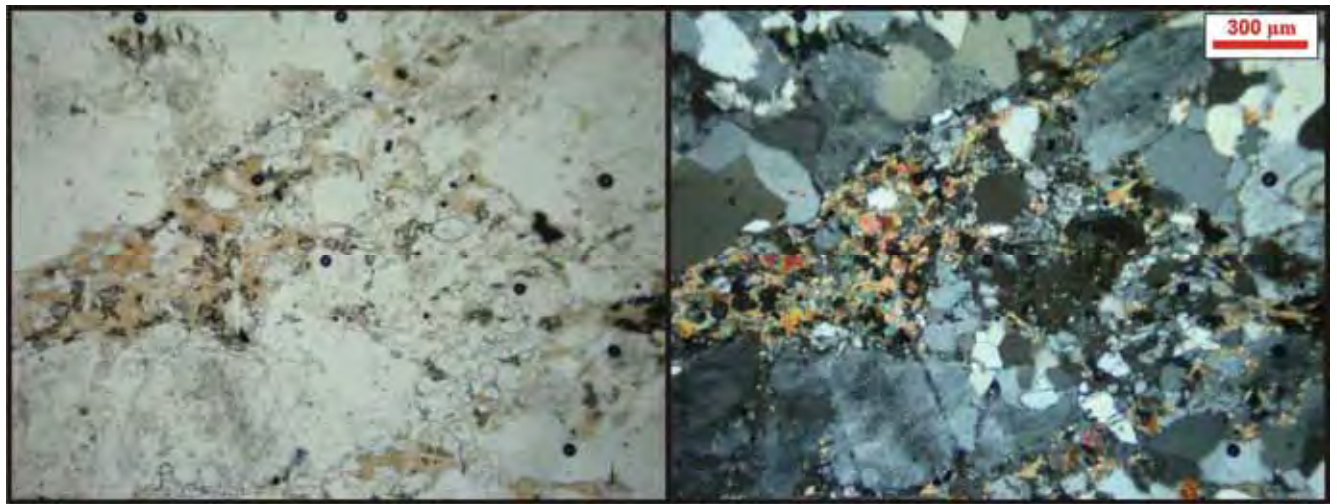
Os minerais opacos ocorrem em cristais anedrais com até 200µm com bordas corroídas e estão associados a biotita.



Cristais estirados de quartzo e biotita orientada.



Aglomerados de quartzo com feldspato alterado gerando sericização superficial.



Contato entre os fragmentos de gnaiss e granito, com zinvaldita microcristalina e topázio orientados.

AMOSTRA/LÂMINA: B.F.P-2F

Descrição Mesoscópica: rocha maciça formada por fragmentos de outros litotipos cimentados por matriz afanítica escura. Os fragmentos são milimétricos a centimétricos, angulosos e compostos predominantemente por rochas ácidas. O litotipo é cortado por veio com 2cm de espessura composto predominantemente por feldspato potássico rosado. O veio possui contatos abruptos com a rocha e bolsões milimétricos de mica muito fina próximos desses contatos.

Descrição Microscópica:

Estrutura/Textura: no veio pegmatítico a estrutura é maciça e a textura equigranular média a grossa em arranjo do tipo mosaico, com cristais subedrais a eudrais. No contato ou zona intermediária, entre veio e zona de alteração, a estrutura presente é maciça porém a textura é subafanítica densa a fina com cristais aglomerados desordenadamente no contato, esse abrupto. Na zona de alteração a estrutura é maciça a levemente orientada (minerais micáceos com feições de fluxo entre aglomerados de cristais) e a textura é em mosaico com granulação fina a média.

Composição modal estimada visualmente:

Veio:

Microclínio ($\pm 90\%$)
Topázio ($\pm 4\%$)
Zinnwaldita ($\pm 3\%$)
Quartzo ($\pm 2\%$)
Fluorita ($\pm 1\%$)
Cassiterita (traços)

Zona Intermediária:

Zinnwaldita ($\pm 50\%$)
Topázio ($\pm 42\%$)
Quartzo ($\pm 5\%$)
Microclínio ($\pm 3\%$)
Opacos (traços)

Zona de Alteração:

Zinnwaldita ($\pm 40\%$)
Quartzo ($\pm 27\%$)
Microclínio ($\pm 20\%$)
Topázio ($\pm 6\%$)
Fluorita ($\pm 5\%$)
Opacos ($\pm 2\%$)
Cassiterita (traços)

Descrições e relações mineralógicas e texturais:

Veio:

O microclínio ocorre sob forma de grandes cristais subedrais a eudrais (com até 5mm) em arranjo tipo mosaico com grande quantidade de fraturas preenchidas por zinnwaldita. A maioria das bordas são retas, mas no contato com a encaixante encontram-se corroídas.

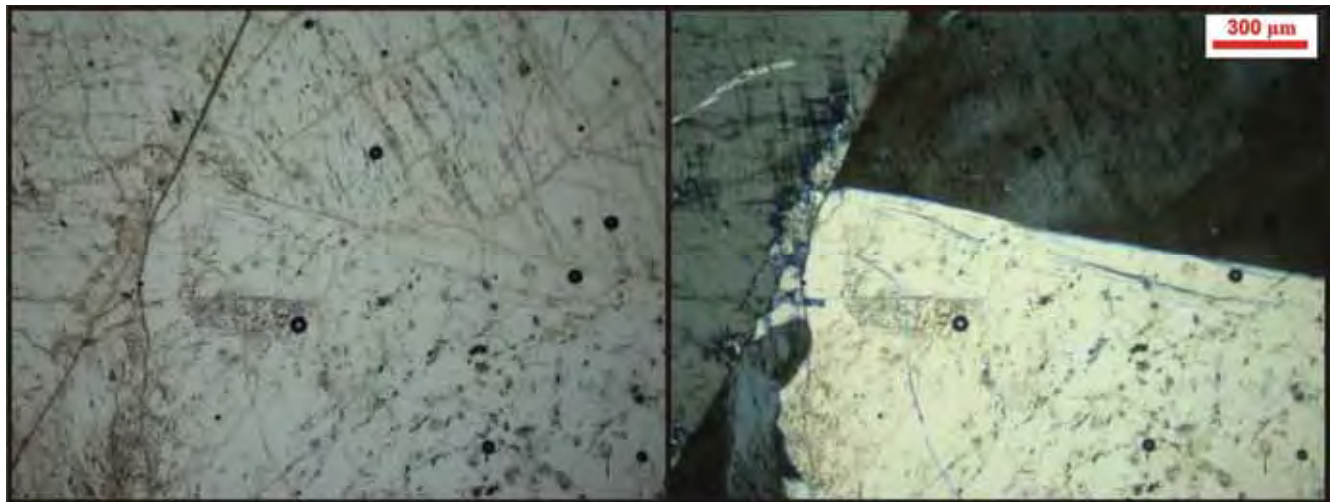
O topázio ocorre como cristais anedrais a subedrais (média de 300 μ m), próximos ao contato dentro dos cristais de microclínio (bordas retas a levemente corroídas).

A zinnwaldita ocorre como cristais anedrais entre os cristais de microclínio e topázio, formando bordas onduladas. Alguns cristais estão em aglomerados policristalinos com manchas marrom escuro de alteração.

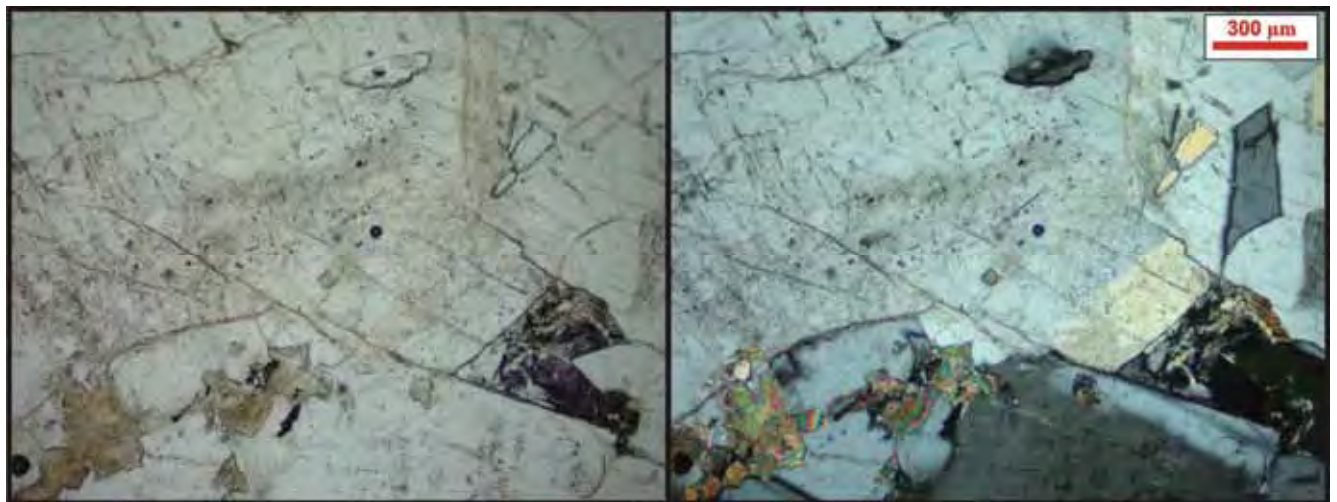
O quartzo ocorre como cristais anedrais próximos ao contato e dentro de cristais de microclínio chegando a até 300 μ m.

A fluorita ocorre como cristais anedrais subarredondados a cristais maiores subedrais com coloração violeta escuro a cinza. Encontram-se fraturados e associados com a zinnwaldita.

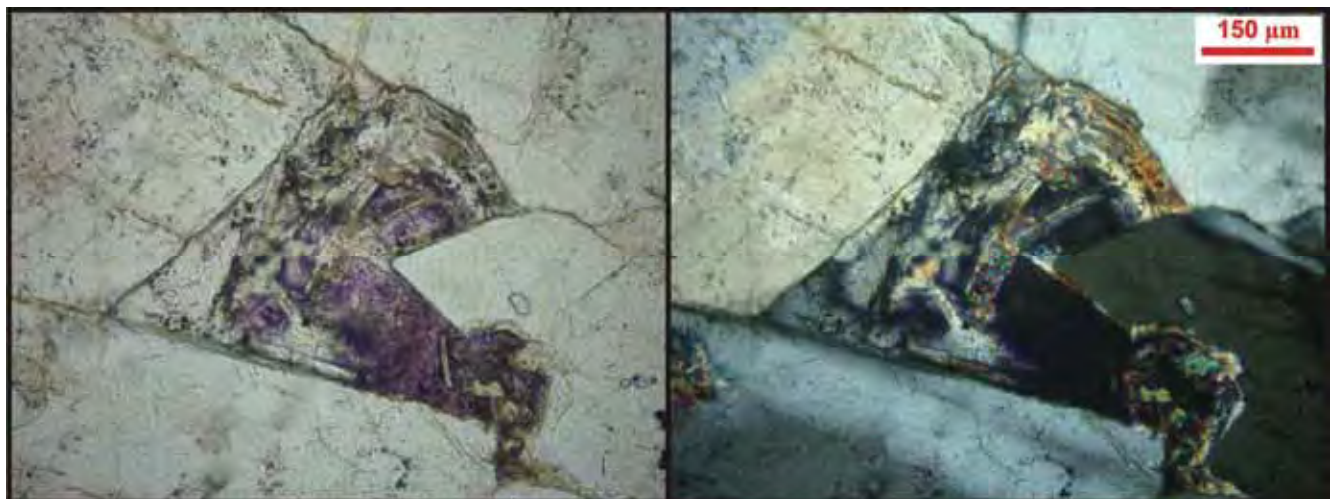
A cassiterita aparece como cristais pequenos (< 100 μ m) anedrais próximos aos cristais de zinnwaldita da borda da zona.



Mega cristais de quartzo e microclínio do veio pegmatítico.



Estrutura maciça do veio pegmatítico com pequenos cristais de zinnwaldita e provável cristal de selaita.



Provável cristal de selaita sendo alterado para uma coloração violeta escuro.

Zona Intermediária:

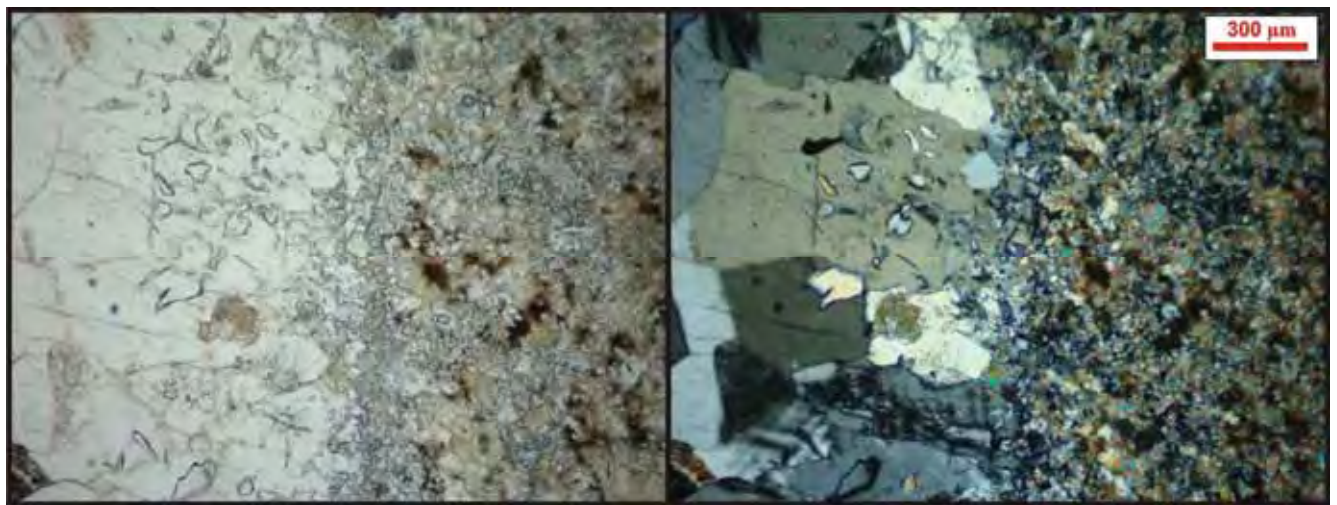
A zinnwaldita ocorre como grandes massas policristalinas finas, de cristais anedrais, a cristais maiores subedrais com até 500 μ m. As massas estão concentradas no contato, seguindo para a zona de alteração nos interstícios dos demais cristais. Esta associada ao topázio e alguns cristais possuem manchas marrom escuro.

O topázio ocorre como agregados policristalinos com cristais anedrais (média com menos de 100 μ m), concentrados no contato com o veio. Esses cristais possuem bordas corroídas e formatos subarredondados.

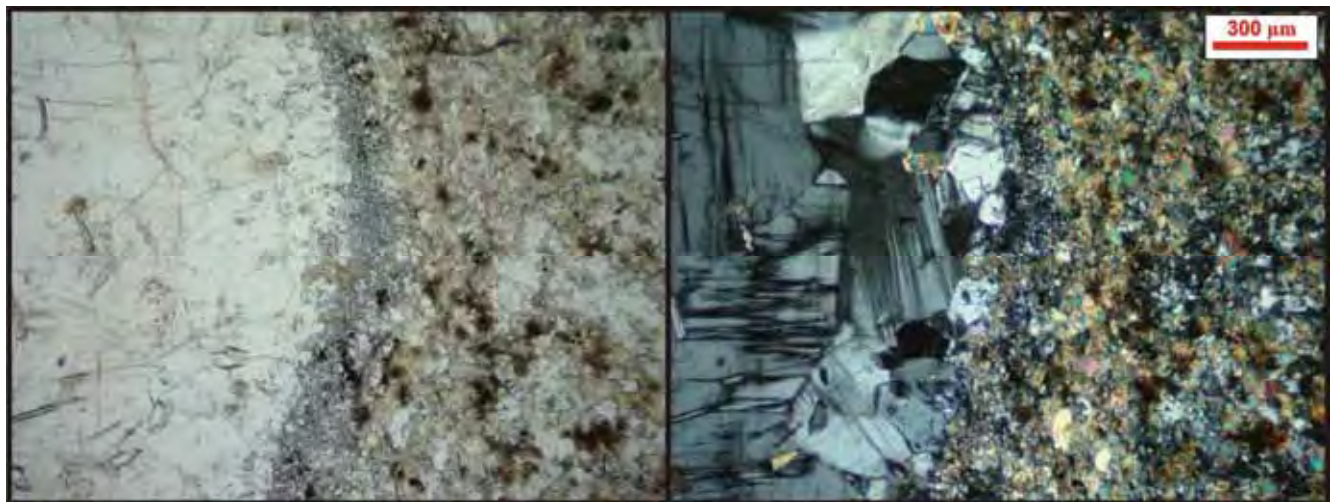
O quartzo aparece em cristais anedrais com até 400 μ m, com bordas corroídas e com cristais de topázio no interior de alguns cristais.

O microclínio ocorre como pequenos cristais anedrais corroídos, provavelmente fragmentos dos cristais do veio.

Os minerais opacos aparecem como cristais anedrais fraturados associados à zinnwaldita.



Zona intermediária com contato brusco entre veio pegmatítico e zona de alteração.



Contato com acúmulo de microcristais de topázio. Esses aglomerados marcam juntamente com a zinnwaldita a passagem para a zona de alteração.

Zona de Alteração:

A zinnwaldita ocorre como agregados policristalinos com cristais de tamanhos variados, anedrais a subedrais, com bordas corroídas. Os cristais estão associados a fluorita e opacos. Aparecem nos interstícios de aglomerados de outros cristais, seguindo uma aparente direção direção de fluxo para dentro da zona de alteração.

O quartzo aparece sob forma de aglomerados e cristais dispersos anedrais com média de 500 μ m. Internamente nos aglomerados os contatos são retos a ondulares, e as bordas com a zinnwaldita são corroídas. Há cristais de zinnwaldita e topázio no interior de alguns cristais de quartzo.

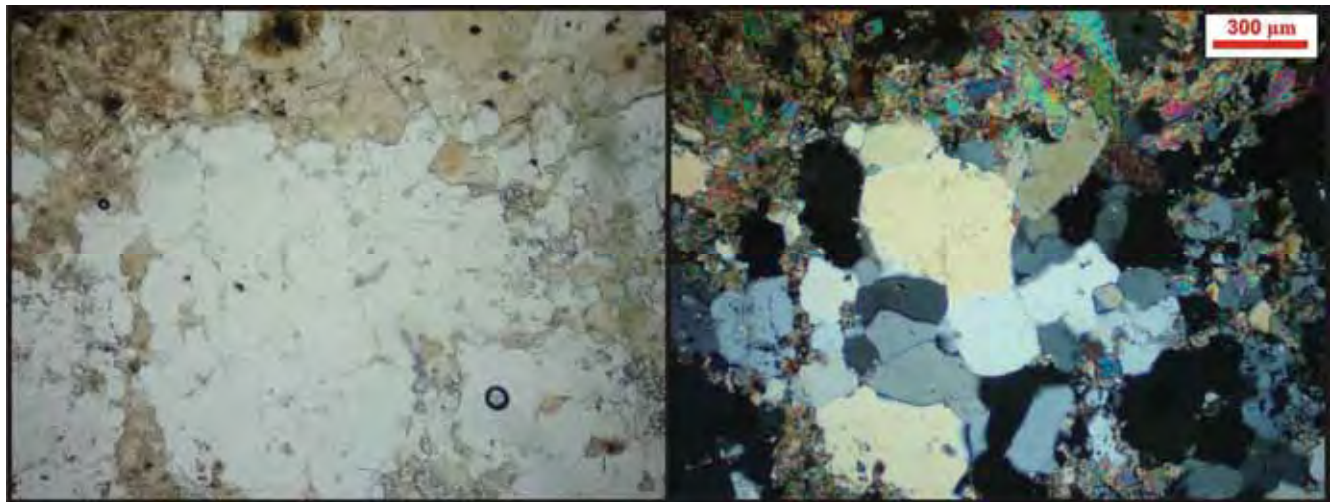
O microclínio ocorre sob forma de cristais anedrais com até 400 μ m, com bordas corroídas, dispersos e próximos ao contato, formando pequenos aglomerados. Ocorre com quartzo e zinnwaldita nas bordas e mostra-se com fraturas preenchidas pelos mesmos minerais.

O topázio ocorre como pequenos cristais anedrais acumulados nas bordas dos cristais de quartzo e zinnwaldita, apresentando bordas corroídas e sendo englobados por cristais maiores de quartzo.

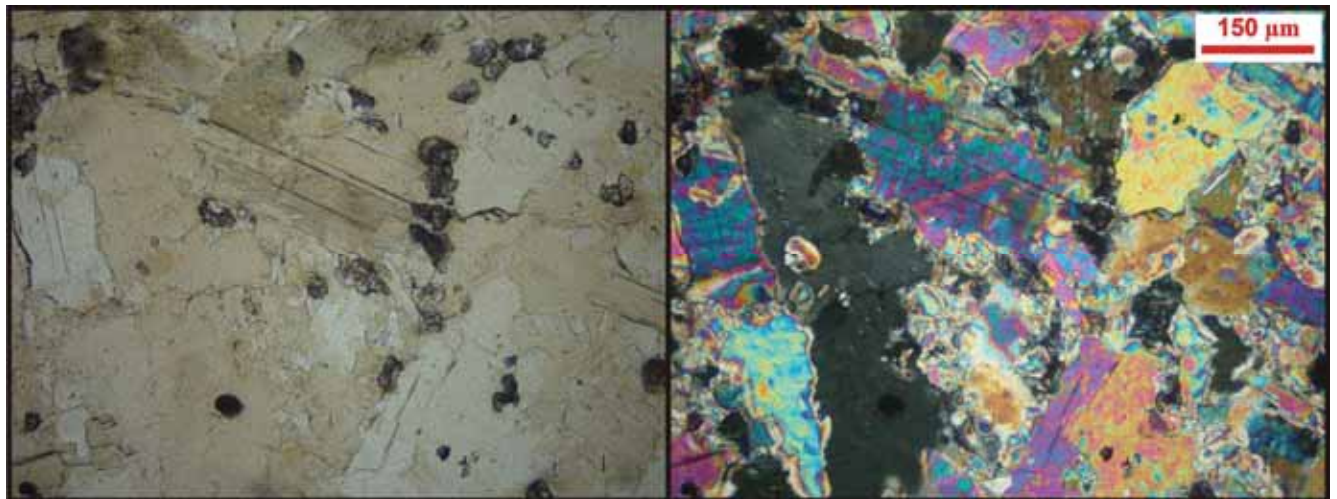
A fluorita aparece como cristais anedrais a subedrais com até 3mm. Os cristais estão fraturados e na maior parte das vezes associados a cristais de topázio.

Os minerais opacos estão dispersos e associados com a zinnwaldita, em cristais anedrais fraturados com até 700 μ m.

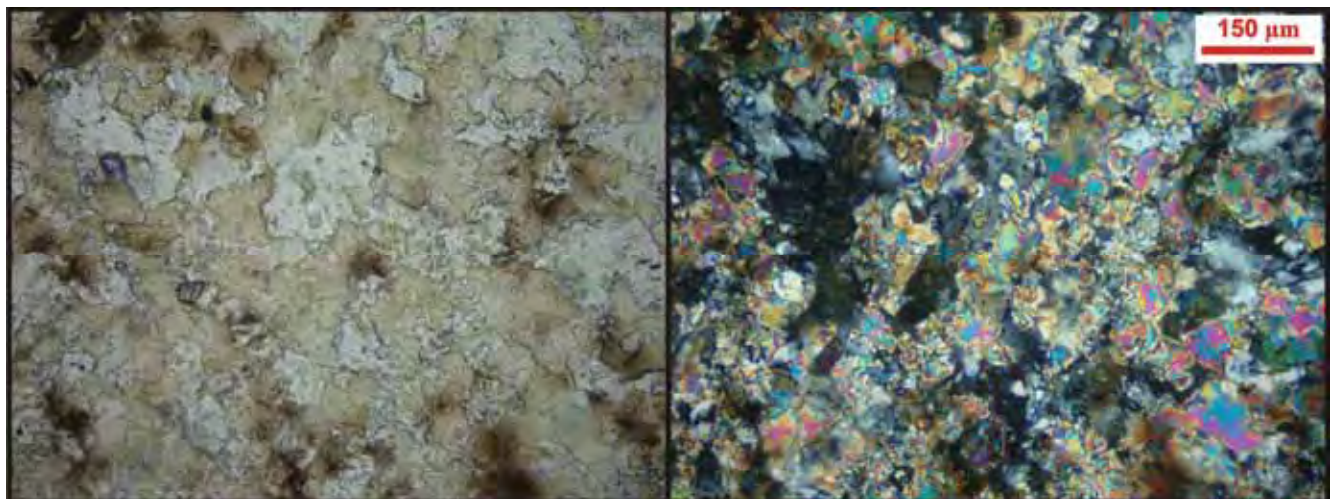
A cassiterita ocorre como pequenos cristais com média menor de 200 μ m, anedrais e fraturados, dentro de cristais de zinnwaldita.



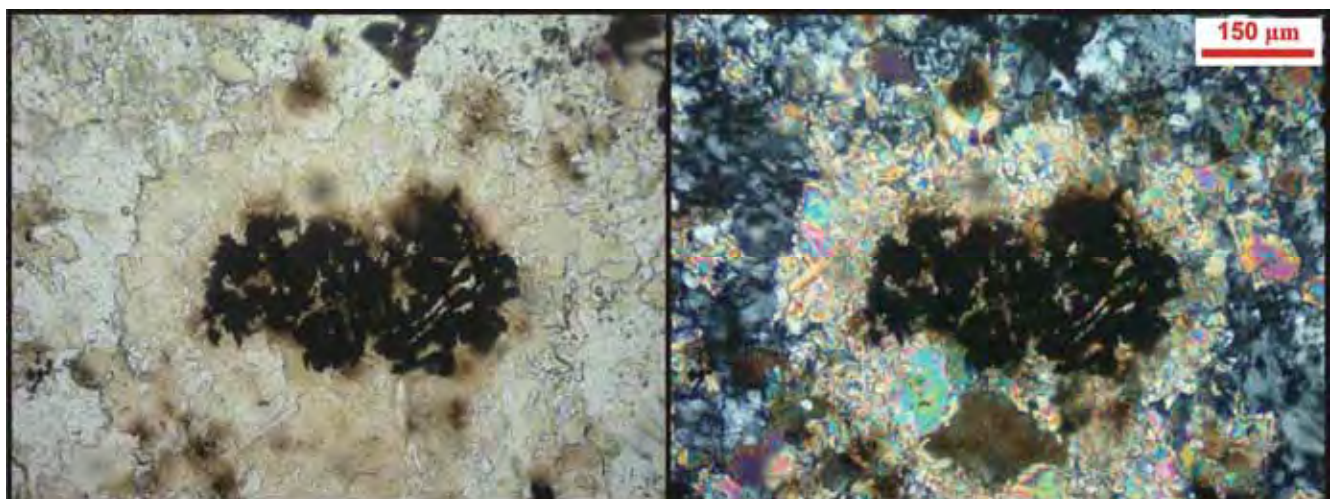
Aglomerados de quartzo envoltos por zinnwaldita.



Cristais de zinnwaldita com manchas de alteração quando em contato com minerais opacos.



Agregados policristalinos de zinnwaldita na zona de alteração.



Mineral opaco fraturado com zinnwaldita associada.

ANEXO III

**Descrição petrográfica:
Topázio Leucoriólito e veios pegmatíticos**

AMOSTRA/LÂMINA: B.F.P-3A

Descrição Mesoscópica: rocha maciça, hipocrystalina, subfanerítica, leucocrática e porfiritica, com pórfiros finos de mica e quartzo em matriz muito fina a afanítica de coloração branca. Esses pórfiros possuem bordas difusas e hábitos em geral angulosos. O litotipo é cortado por três veios, os dois primeiros com espessuras de 3mm e 1cm, e o terceiro só aparecendo parte da borda. Esses veios são compostos por quartzo, feldspato potássico e mica, sendo possível dividir zonas internas caracterizadas por feldspato e quartzo no centro e mica nas bordas. A zona de alteração entre os veios e o litotipo são bem visíveis devido a coloração branca da rocha, sendo onduladas, uniformes, formadas por cristais com granulação muito fina e de espessuras submilimétrica (no veio de 3mm), milimétrica (veio de 1cm), e chegando a 1cm na junção das zonas de alteração dos dois últimos veios. Aparentemente há presença de fluorita nessas zonas de alteração. Algumas fraturas da rocha são preenchidas pelas micas da zona de alteração.

Descrição Microscópica:

Estrutura/Textura: a seção mostra um veio pegmatítico com duas zonas de alteração, uma em cada contato. O veio possui estrutura maciça e textura equigranular média a grossa com muitos cristais fraturados. Ambas as zonas de alteração possuem estrutura maciça e granulação fina com raros cristais maiores. Nos contatos a granulação é densa a fina e a mineralogia é predominantemente formada por topázio e zinnwaldita.

Composição modal estimada visualmente:

Veio:	Zona de Alteração 1:	Zona de Alteração 2:
Quartzo ($\pm 40\%$)	Quartzo ($\pm 35\%$)	Quartzo ($\pm 30\%$)
Microclínio ($\pm 30\%$)	Fluorita ($\pm 20\%$)	Topázio ($\pm 22\%$)
Fluorita ($\pm 15\%$)	Topázio ($\pm 20\%$)	Plagioclásio ($\pm 20\%$)
Plagioclásio ($\pm 10\%$)	Microclínio ($\pm 15\%$)	Zinnwaldita ($\pm 12\%$)
Topázio ($\pm 3\%$)	Zinnwaldita ($\pm 10\%$)	Microclínio ($\pm 10\%$)
Zinnwaldita ($\pm 2\%$)	Opacos (traços)	Fluorita ($\pm 5\%$)
Cassiterita (traços)		Esfalerita ($\pm 1\%$)
		Opacos (traços)

Descrições e relações mineralógicas e texturais:

Veio:

O quartzo ocorre como cristais anedrais com bordas dissolvidas, muitos estão fraturados e envoltos por feldspato, com cristais com até 2mm. Muitos cristais possuem cor de birrefringência amarela.

O microclínio aparece como cristais anedrais a subedrais, com raros euedrais, com bordas corroídas e fraturadas. A granulação média é de 800 μ m, com alguns cristais menores angulosos dentro dos cristais maiores. Há fraturas internas aos cristais preenchidas por quartzo.

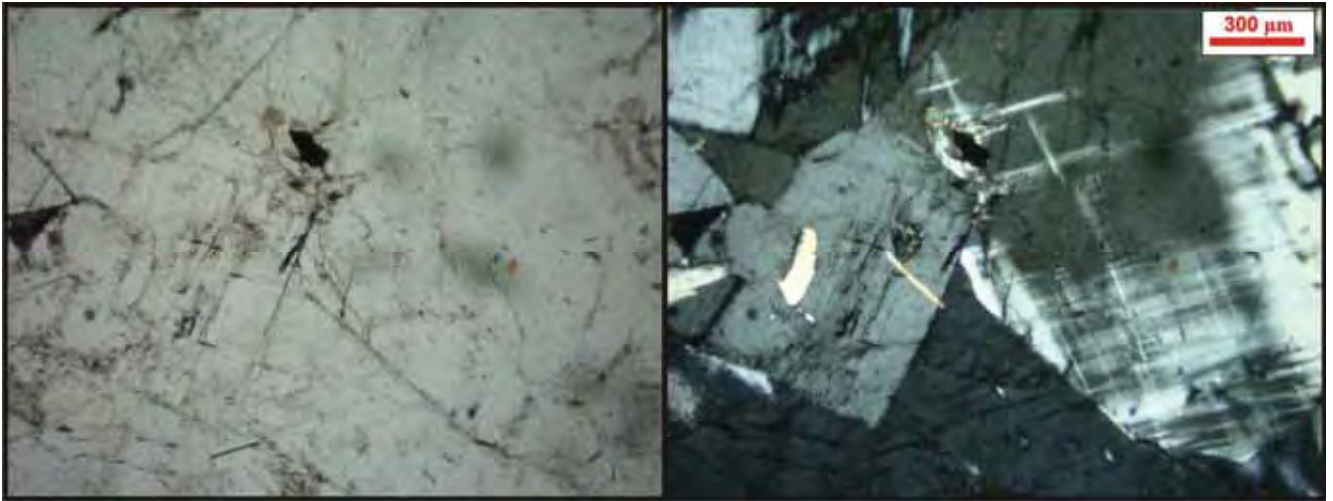
A fluorita ocorre como grandes cristais com até 2mm, subedrais e fraturados, com algumas bordas corroídas. Há cristais de topázio no interior de alguns cristais e a coloração da fluorita vai de incolor a violeta escuro. Há manchas de alteração escuras em alguns cristais.

O plagioclásio ocorre como cristais anedrais com até 400 μ m, bordas corroídas irregulares a fraturadas.

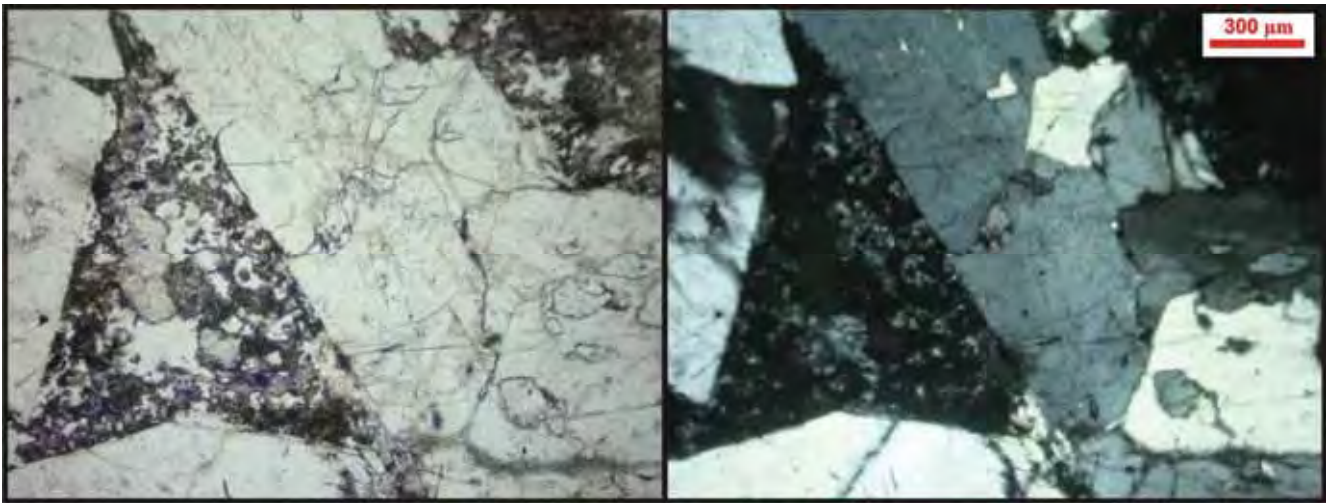
O topázio aparece como pequenos cristais anedrais dentro de cristais de quartzo e feldspatos próximos do contato.

A zinnwaldita ocorre próxima ao contato e como alguns raros cristais dispersos, todos anedrais com até 200 μ m, e no interior de cristais de feldspato e quartzo, com bordas corroídas.

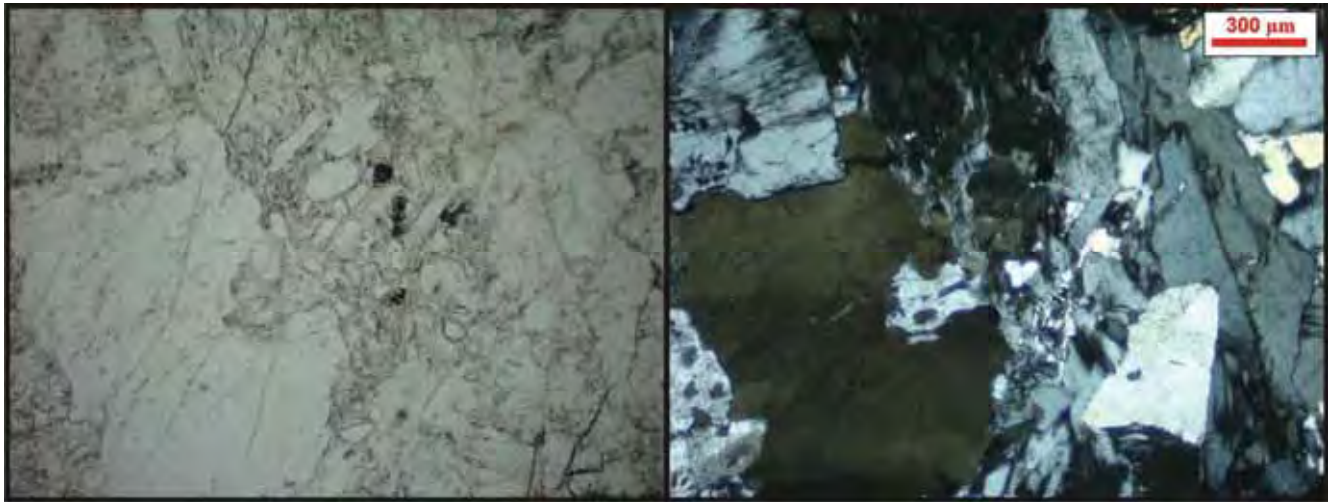
A cassiterita ocorre como raros e pequenos cristais anedrais fraturados com menos de 100 μ m, todos próximos do contato e associados a zinnwaldita.



Veio pegmatítico com cristais subedrais e euedrais de feldspato.



Cristais de fluorita nos interstícios dos grandes cristais do veio pegmatítico.



Cristal de quartzo fragmentado em contato com feldspato alterado.

Zona de Alteração 1:

O quartzo ocorre como cristais anedrais com até 600μm, com bordas corroídas e fraturadas. Os cristais ocorrem dispersos sendo alguns com textura poiquiliticas, com pequenos cristais de topázio no interior de alguns cristais de quartzo.

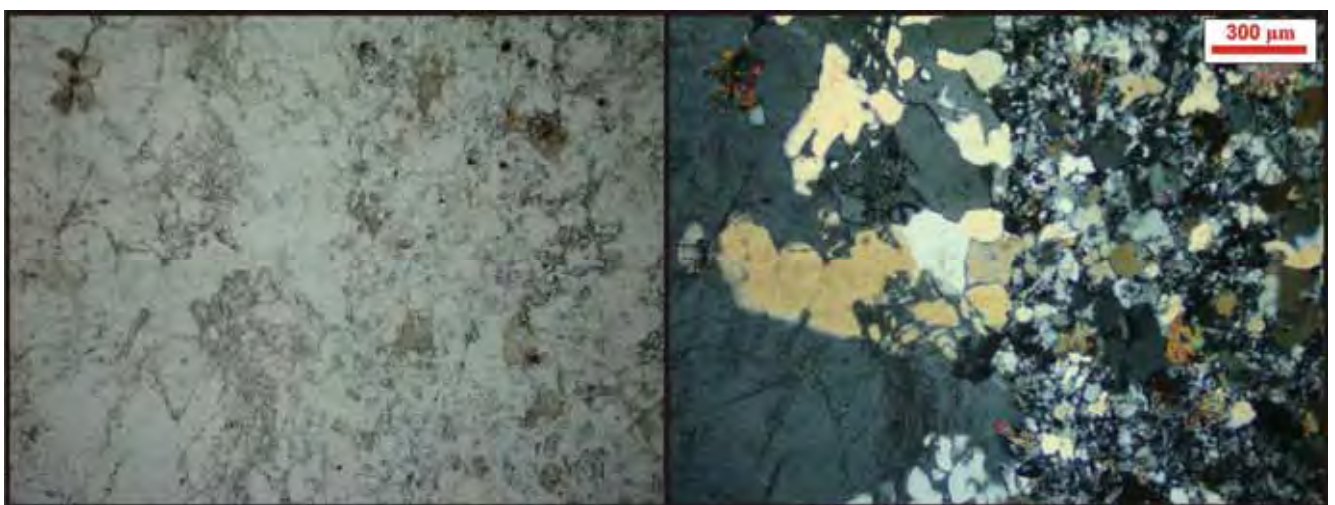
A fluorita ocorre como cristais anedrais com bordas onduladas a corroídas, muitos percolados em fraturas de cristais de quartzo e feldspato. Esta associada com o topázio e possui coloração violeta a violeta escuro.

O topázio aparece como pequenos cristais com até 100μm, anedrais e arredondados, concentrados principalmente no contato e em torno de cristais de quartzo, fluorita e zinnwaldita, aparentemente dissolvendo esses.

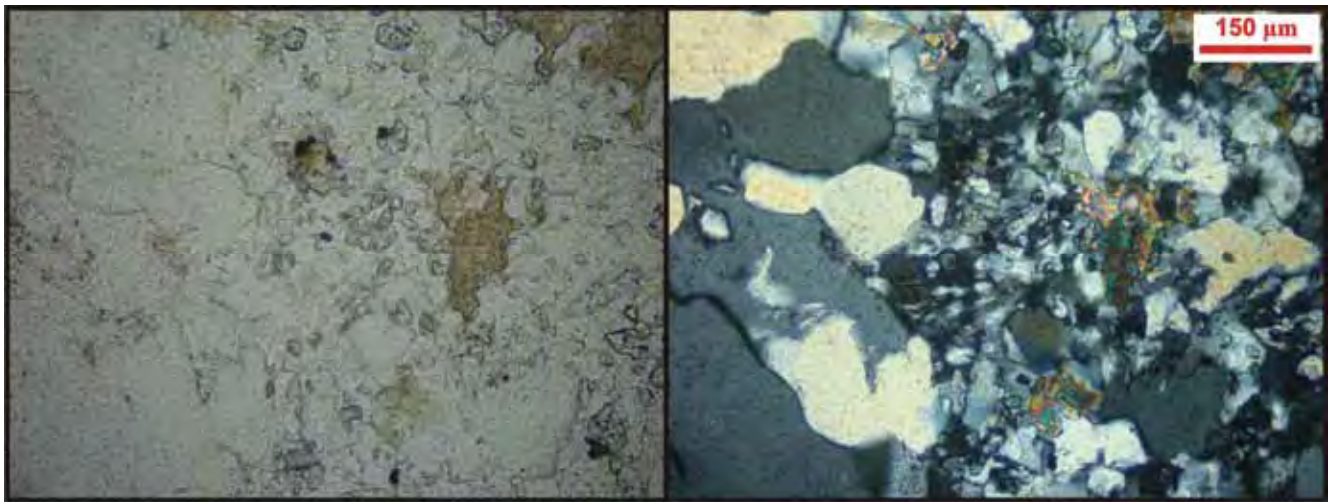
O microclínio ocorre como cristais anedrais dispersos com bordas corroídas não ultrapassando 300μm. A maioria dos cristais esta muito fraturada, com cristais de quartzo, zinnwaldita e fluorita percolando nessas fraturas.

A zinnwaldita ocorre como agregados policristalinos anedrais próximos do contato, com bordas corroídas, aparentemente corroendo cristais de quartzo e feldspato potassico. Muitos cristais estão associados ao topázio.

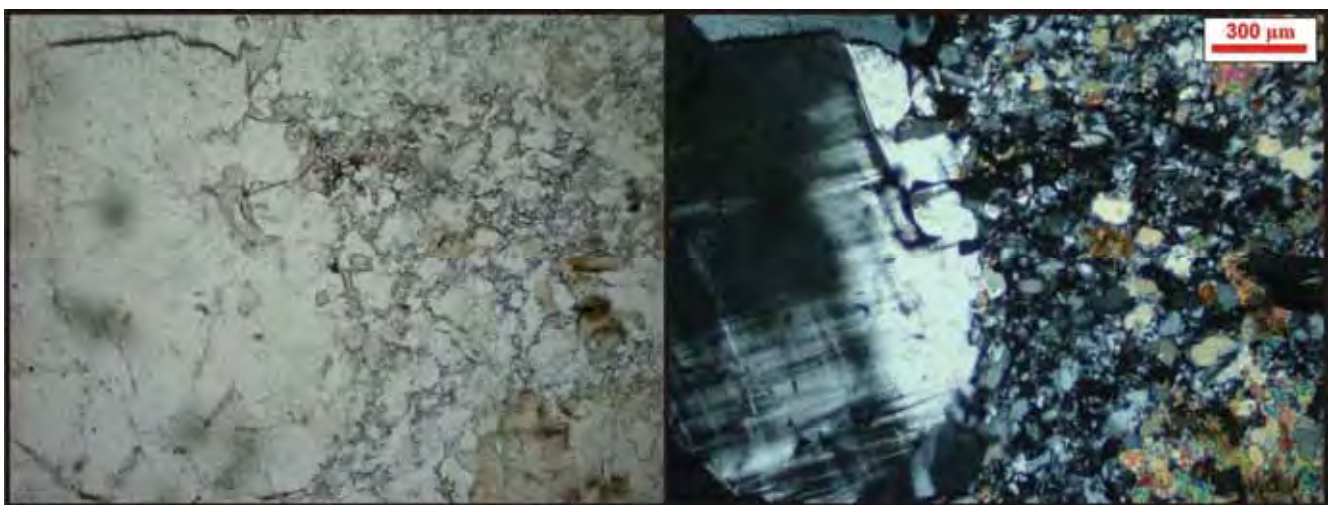
Os minerais opacos ocorrem sob forma de pequenos cristais anedrais dispersos, fraturados e muitos associados a cristais de fluorita.



Zona intermediária entre veio pegmatítico e zona de alteração mostrando cristais alongados perpendicularmente ao contato e fragmentação dos mesmos.



Diminuição brusca da granulação no contato.



Grande cristal de microclínio com bordas corroídas no contato.

Zona de Alteração 2:

O quartzo ocorre sob forma de cristais e agregados policristalinos anedrais com bordas corroídas e média de 300μm, embora haja cristais com até 600μm. É comum a presença de cristais de topázio e feldspato no interior e nas bordas.

O topázio aparece disseminado em cristais anedrais arredondados, com granulação média de 100μm, presentes nos interstícios entre cristais maiores de outros minerais, além de ocorrerem também no interior de cristais de quartzo.

O plagioclásio ocorre como cristais anedrais a subedrais com bordas fraturadas, embora haja raros cristais tabulares dentro de cristais de quartzo. Existe fluorita preenchendo algumas fraturas.

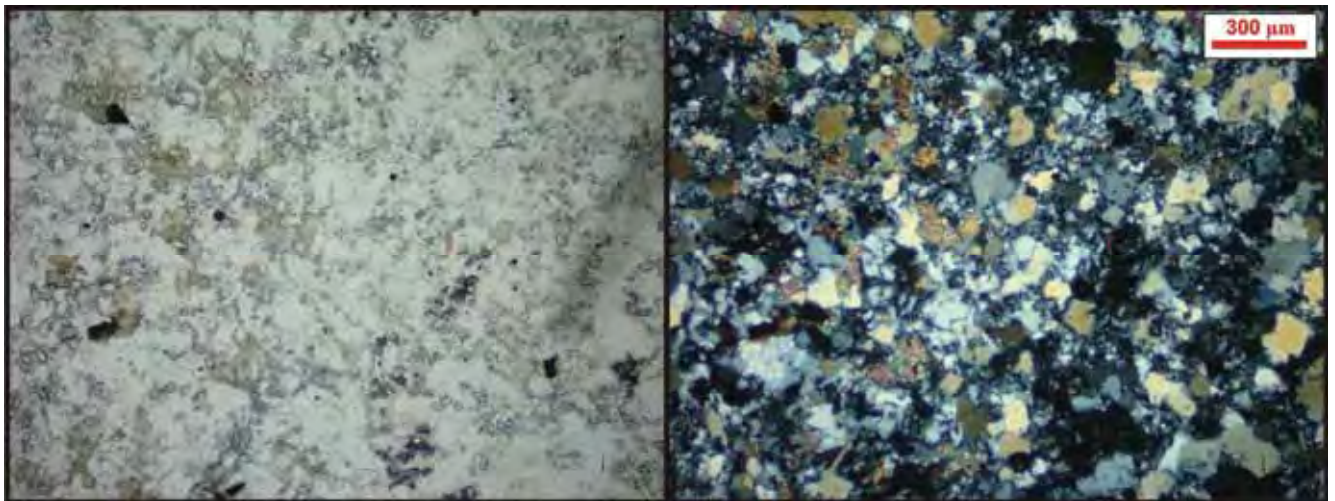
A zinnwaldita ocorre como cristais disseminados a agregados policristalinos concentrados próximo do contato, sendo anedrais e associados ao quartzo e topázio. A granulação média é de 300μm.

O microclínio aparece como cristais anedrais com bordas corroídas, disseminados e alguns envoltos por cristais de quartzo.

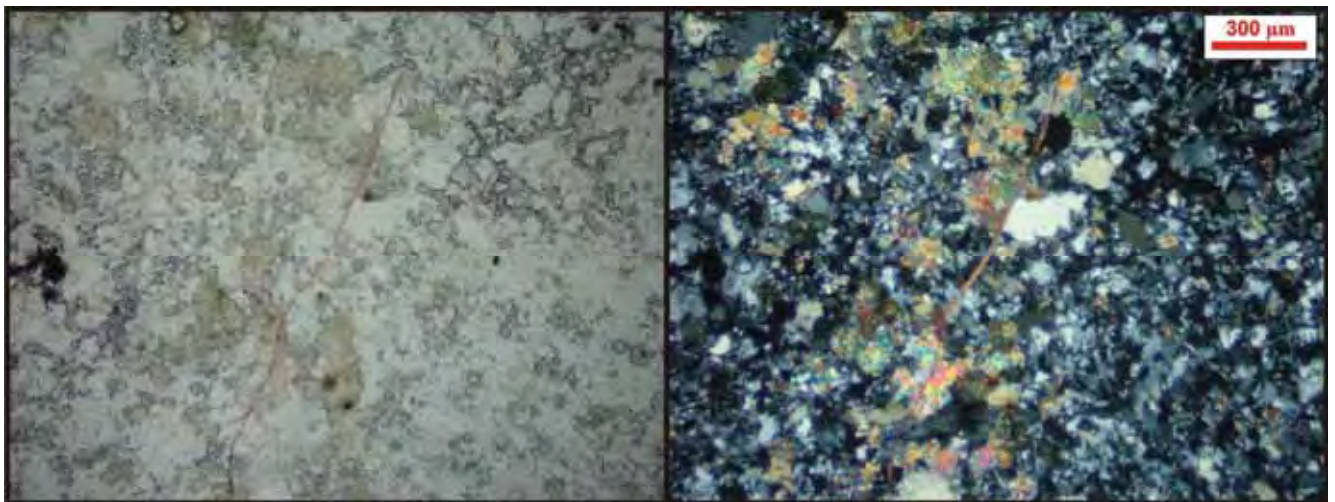
A fluorita encontra-se em cristais anedrais e agregados policristalinos disseminados e preenchendo fraturas de outros minerais. Possuem bordas corroídas, coloração violeta escuro e está associada a vários cristais de topázio.

A esfalerita ocorre sob forma de cristais anedrais angulosos com até 900μm, fraturados, envoltos por cristais de quartzo, topázio e fluorita. A coloração varia de vermelho escuro a marrom avermelhado.

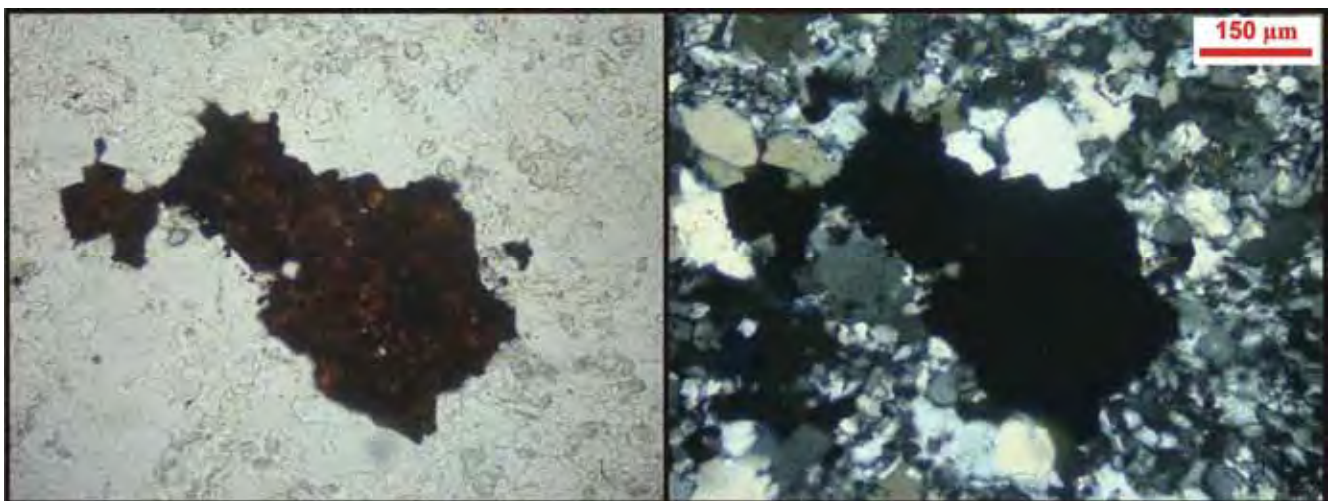
Os minerais opacos ocorrem como cristais anedrais angulosos dispersos, com até 100µm e associados a fluorita e topázio.



Zona de alteração com pequenos agregados de zinnwaldita envolvendo os cristais de quartzo e topázio.



Zona de alteração rica em pequenos cristais de topázio.



Cristal de esfalerita na zona de alteração. Cristal anedral com bordas corroídas e fragmentadas.

AMOSTRA/LÂMINA: B.F.P – 3B

Descrição Mesoscópica: rocha maciça, subfanerítica, leucocrática e porfirítica, com pórfiros de mica e quartzo dispersos em matriz branca muito fina a afanítica. A rocha é cortada por dois veios irregulares, com cristais maiores concentrados no interior dos corpos e contatos difusos com a encaixante. Esses veios possuem zona de alteração milimétrica irregular ondulada, rica em mica muito fina e envolvendo alguns pórfiros da rocha.

Descrição Microscópica:

Estrutura/Textura: veio de estrutura geral maciça com nível próximo ao contato com agregados de micas orientadas paralelamente ao contato com a encaixante e textura equigranular média a grossa. O contato e a zona de alteração são relativamente abruptos, com agregados de grandes cristais envoltos por cristais menores de mica, estrutura maciça a levemente orientada (micas nos interstícios) e textura inequigranular fina a média. Na zona de borda externa há menos micas e a granulação diminui, embora existam fenocristais, preservando mais as características das encaixantes, a estrutura é maciça e a textura é porfirítica fina com fenocristais.

Composição modal estimada visualmente:

Veio:

Microclínio ($\pm 87\%$)

Plagioclásio ($\pm 5\%$)

Zinnwaldita ($\pm 3\%$)

Fluorita ($\pm 3\%$)

Topázio ($\pm 1\%$)

Quartzo ($\pm 1\%$)

Zona de Alteração Interna:

Zinnwaldita ($\pm 62\%$)

Quartzo ($\pm 25\%$)

Topázio ($\pm 6\%$)

Microclínio ($\pm 3\%$)

Plagioclásio ($\pm 2\%$)

Fluorita ($\pm 2\%$)

Esfalerita (traços)

Contato:

Microclínio ($\pm 50\%$)

Zinnwaldita ($\pm 40\%$)

Fluorita ($\pm 5\%$)

Plagioclásio ($\pm 3\%$)

Topázio ($\pm 2\%$)

Opacos (traços)

Zona de Alteração Externa:

Plagioclásio ($\pm 40\%$)

Quartzo ($\pm 30\%$)

Topázio ($\pm 20\%$)

Microclínio ($\pm 5\%$)

Zinnwaldita ($\pm 3\%$)

Fluorita ($\pm 2\%$)

Opacos (traços)

Descrições e relações mineralógicas e texturais:

Veio:

O microclínio ocorre sob a forma de grandes cristais subedrais a eudrais com até 3mm, em arranjo do tipo mosaico. Alguns cristais fraturados possuem cristais de quartzo e topázio anedrais em seu interior e nas bordas e fraturas, do veio, é comum agregados de cristais subedrais de zinnwaldita e cristais anedrais de fluorita e topázio. No contato as bordas estão corroídas. Há manchas de alteração na maioria dos cristais.

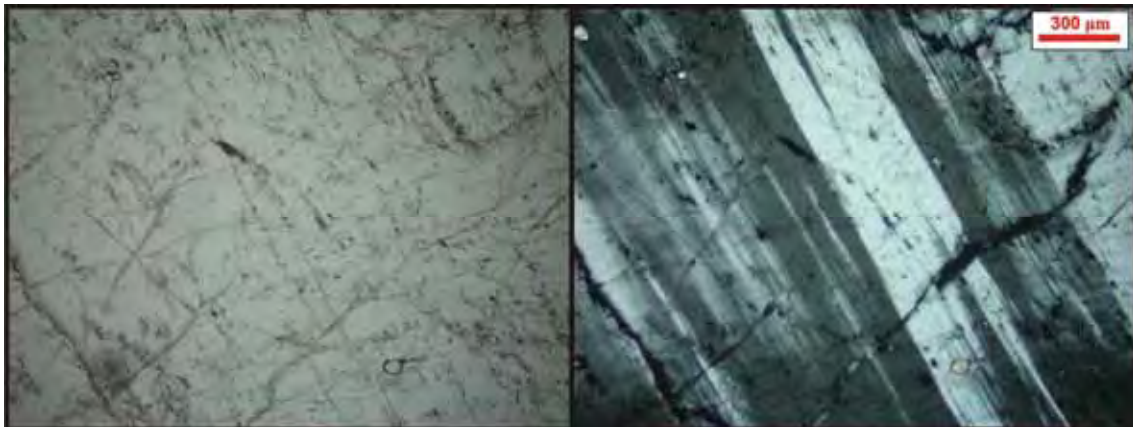
O plagioclásio ocorre como cristais anedrais a subedrais associados ao microclínio, com até 500µm, e bordas corroídas a onduladas. Como o microclínio possui fraturas preenchidas por topázio, fluorita e quartzo. A zinnwaldita ocorre nas bordas. Há manchas de alteração na superfície dos cristais.

A zinnwaldita ocorre sob forma de cristais e agregados policristalinos anedrais a subedrais, com até 600µm, apresentando maioria das bordas retas. Está presente principalmente entre os cristais maiores de feldspato e fraturas do veio.

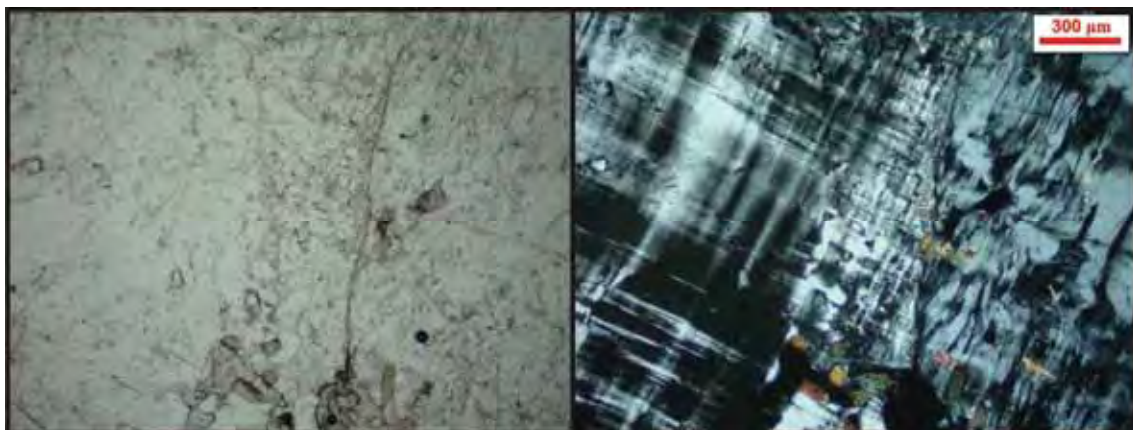
A fluorita ocorre como cristais anedrais a subedrais muito fraturados, com feições de dissolução nas bordas. Ocorrem nas fraturas do veio e possuem bordas corridas com os outros minerais. Possui coloração violeta escuro a incolor e esta muitas vezes associada ao topázio.

O topázio corre como pequenos cristais anedrais arredondados associados a fluorita e zinnwaldita, ocorrendo nas fraturas desses cristais ou próximo do contato.

O quartzo ocorre como cristais anedrais dispersos com até 300µm e bordas corroídas. Ocorrem principalmente próximos do contato.



Grande cristal de plagioclásio fraturado e com manchas de alteração.



Cristais e microclínio e fluorita do veio pegmatítico. Os feldspatos em geral mostram-se alterados.

Contato:

O microclínio ocorre sob forma de grandes cristais anedrais a subedrais em agregados envoltos por cristais de zinnwaldita. Nesses agregados as bordas internas são retas e as externas com a zinnwaldita é corroída. Aparentam ser fragmentos do veio. Como no veio estão fraturados e alterados, além de alguns possuírem internamente cristais de fluorita e topázio. Há cristais menores anedrais dispersos pelo contato, com bordas corroídas.

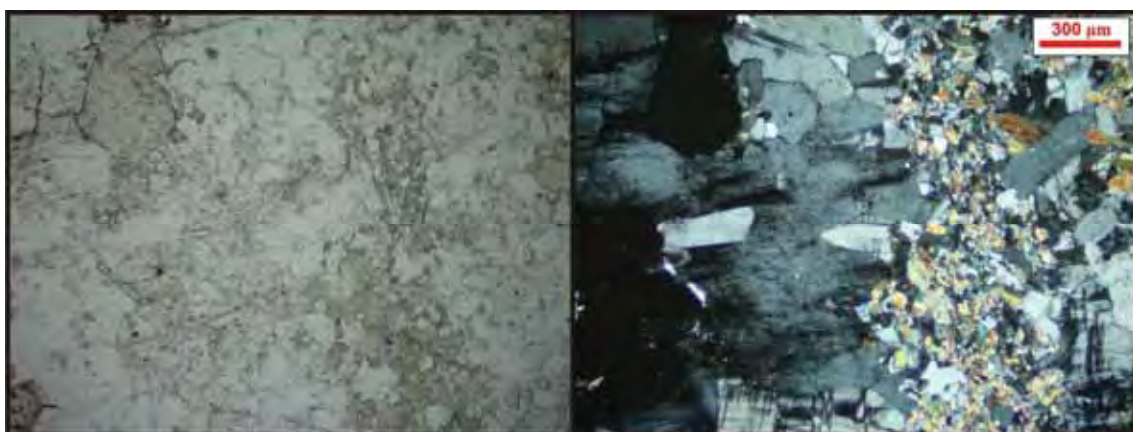
A zinnwaldita ocorre como cristais subedrais com até 600μm e agregados policristalinos anedrais (média de 200μm), envolvendo os outros minerais no contato. Mostra uma leve orientação dos cristais subparalelamente ao contato (fluxo). As bordas são corridas na grande maioria dos cristais.

A fluorita ocorre como cristais anedrais a subedrais, fraturados, com até 600μm. Ocorrem internamente dos grandes cristais de microclínio ou em fragmentos menores nas bordas dos mesmos. Possui coloração violeta a incolor.

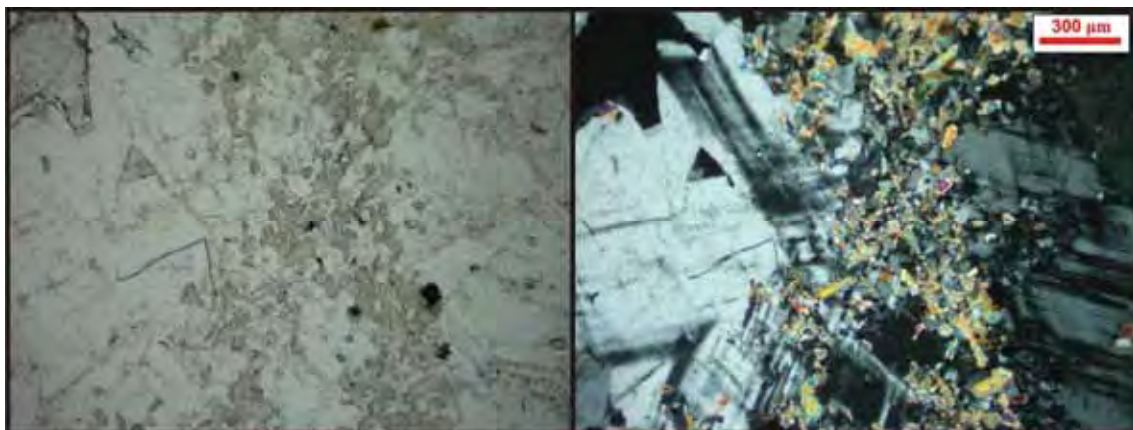
O plagioclásio ocorre sob forma de cristais anedrais com até 400μm, dispersos pelo contato, com bordas corroidas. Estão muitas vezes associados aos cristais de microclínio, aparentando serem corroídos por eles.

O topázio ocorre como pequenos cristais anedrais dispersos pelos agregados de zinnwaldita ou associados aos cristais de fluorita.

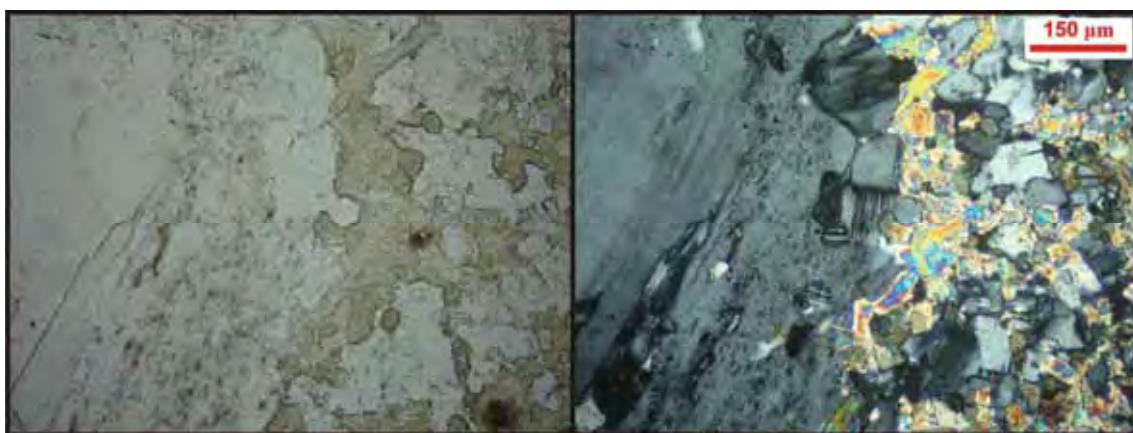
Os opacos ocorrem sob forma de cristais anedrais fraturados dispersos porem associados a zinnwaldita. Aparentam ser sulfetos.



Cristais do veio pegmatítico sendo corroídos no contato, gerando agregados microcristalinos de zinnwaldita e topázio.



Aglomerados de zinnwaldita envolvendo cristais de microclínio.



Cristais de microclínio e quartzo no contato envoltos por zinnwaldita.

Zona de alteração interna:

A zinnwaldita ocorre sob forma de cristais e agregados policristalinos anedrais entre os cristais dos outros minerais, como que percolando por eles. As bordas se mostram bem corroidas e em diversos pontos há manchas marrom de alteração. Sua frequência diminui em direção a zona de borda externa.

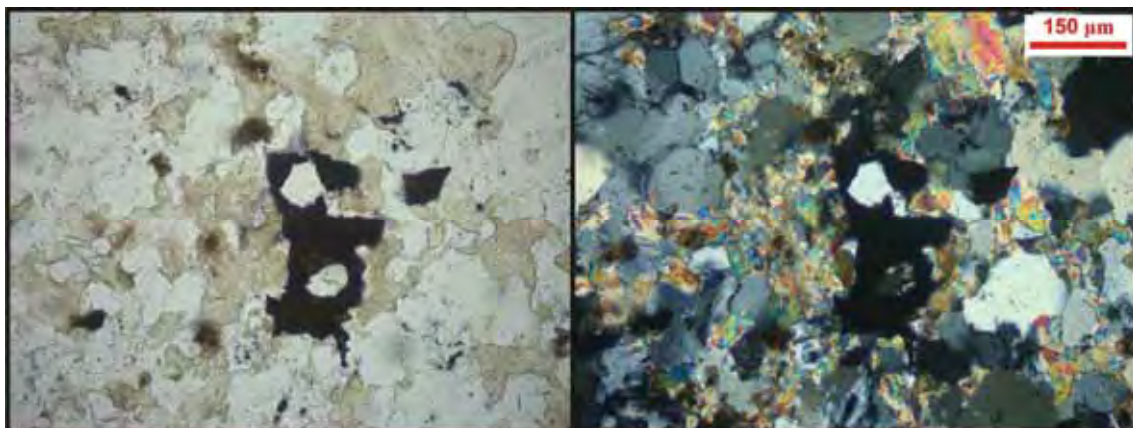
O quartzo ocorre como cristais anedrais com até 600μm com bordas corroidas, principalmente em contato com a zinnwaldita. Alguns cristais formam pequenos agregados. Grande parte dos cristais possuem cor de birrefringência amarelada.

O microclínio e o plagioclásio ocorrem como pequenos cristais anedrais com bordas corroidas dispersos na zona de borda, associados as vezes a cristais de quartzo.

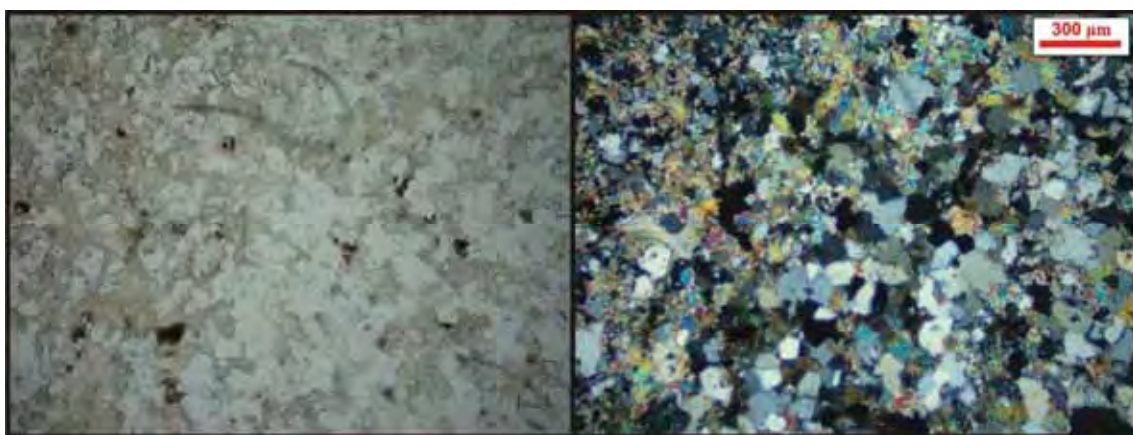
A fluorita ocorre sob forma de cristais anedrais fraturados dispersos na zona de borda, associados na maioria dos casos com a zinnwaldita. Sua coloração principal é incolor, com raros casos de violeta.

O Topázio ocorre próximo do contato e da zona de borda exterior, em cristais anedrais com bordas corroidas, incolores, diferenciável do quartzo pelo relevo. Aparecem principalmente dentro de cristais de quartzo e nas bordas dos cristais de zinnwaldita.

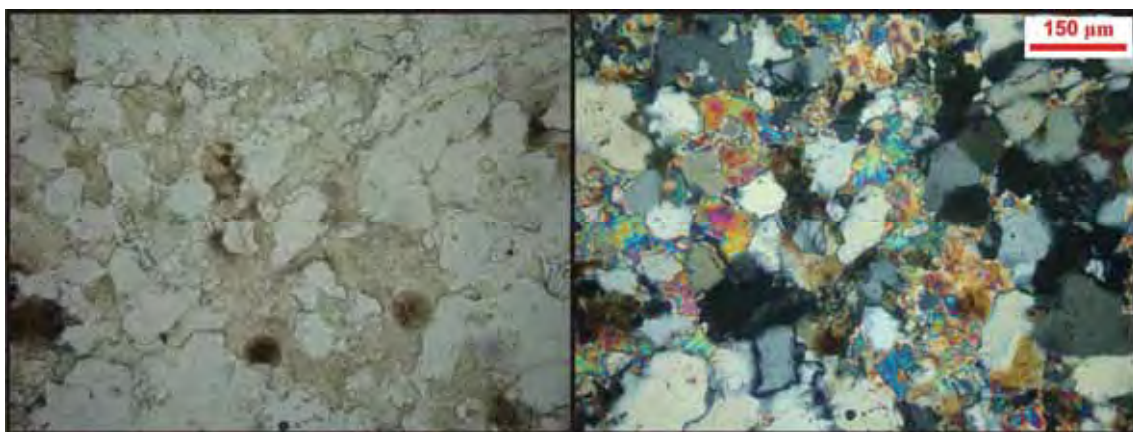
A esfalerita ocorre como um único cristal anedral fraturado, com cerca de 300μm. Esse cristal esta associado com a fluorita e zinnwaldita, alem de possuir coloração vermelho escuro.



Cristal de esfalerita na zona de alteração interna, próximo ao contato. Cristal fraturado e corroído.



Agregados de zinnwaldita envolvendo pequenos cristais de quartzo.



Minerais opacos alterando a zinnwaldita com geração de manchas escuras nas mesmas.

Zona de alteração externa:

O plagioclásio (albita) ocorre sob forma de cristais anedrais de tamanhos variados, com média de 300 μ m na matriz e 700 μ m nos fenocristais. Possuem bordas fraturadas a onduladas e poucos apresentam manchas de alteração. Alguns cristais mostram bordas retas e habito tabular.

O quartzo ocorre como cristais anedrais, raros com bordas corroídas sendo a maioria ondulada, e media de 300 μ m. Assim como o plagioclásio ocorrem cristais maiores e pequenos

agregados embora todos sejam com cristais anedrais. Há grande agregado com cristais com até 900µm de quartzo e plagioclásio.

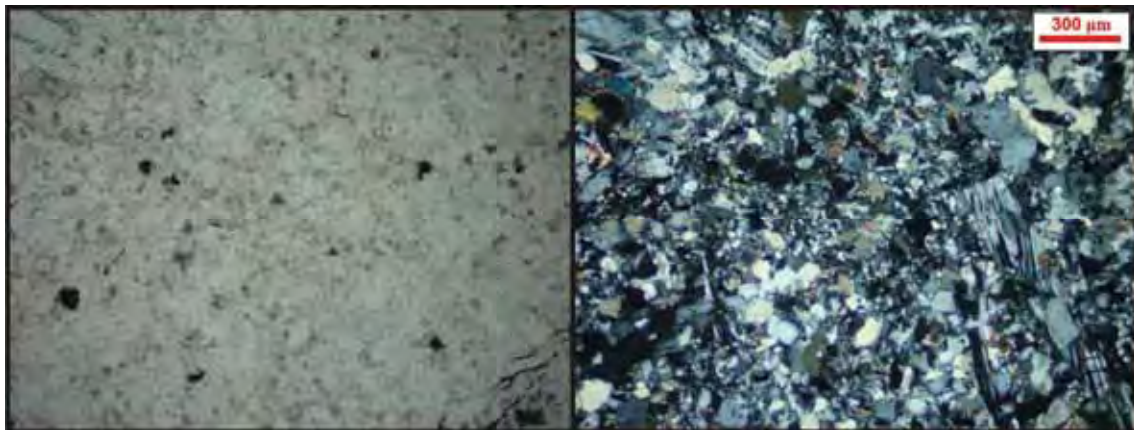
O topázio ocorre sob forma de pequenos (média de 100µm) cristais anedrais arredondados dispersos pela matriz da rocha a maioria apresentando bordas onduladas e retas. Muitos cristais ocorrem associados ao quartzo, em seu interior ou bordas.

O microclínio ocorre como cristais anedrais dispersos com bordas corroidas e média de 300µm. A maioria está envolta por cristais de quartzo. Diferenciáveis pela geminação característica.

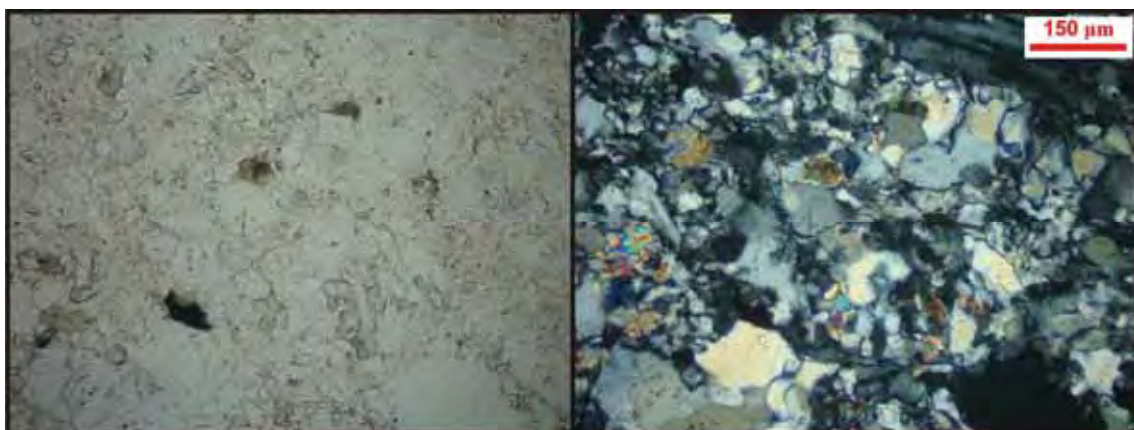
A zinnwaldita ocorre como pequenos cristais anedrais com bordas onduladas a corroidas, nos interstícios e bordas dos outros minerais. Muitas aparentam ser dissolvidas pelo topázio em sua volta embora ocorram contatos retos em alguns cristais.

A fluorita ocorre sob forma de pequenos cristais anedrais arredondados a estirados com bordas onduladas. A maioria dos cristais ocorre dispersa na matriz e raros em fraturas da rocha. Alguns cristais possuem topázio em seu interior.

Os minerais opacos ocorrem sob forma de cristais anedrais fraturados dispersos na matriz e associados com a zinnwaldita e fluorita, alterando as mesmas. Aparentam serem sulfetos.



Zona de alteração externa com maior preservação das características minerais e estruturais da encaixante.



Menor quantidade de zinnwaldita e cristais maiores de quartzo e feldspato.

AMOSTRA/LÂMINA: B.F.P.- 3E

Descrição Mesoscópica: rocha maciça, subfanerítica, leucocrática e porfírica, com pórfiros de mica e quartzo dispersos em matriz branca muito fina a afanítica. Esses pórfiros possuem até 4mm de diâmetro. O litotipo é cortado por quatro veios de espessuras submilimétricas e compostos predominantemente por quartzo e topázio. Esses veios possuem contatos bruscos irregulares com a encaixante, marcados por zona de alteração escura, com espessura submilimétrica nos veios menores e milimétrica no veio maior.

Descrição Microscópica:

Estrutura/Textura: os três veios da seção possuem estrutura maciça com minerais tabulares oblíquos a subperpendiculares ao contato, e a textura é equigranular média. As zonas de alteração possuem estrutura maciça com textura afanítica a fanerítica, com matriz fina a densa e fenocristais dispersos, formando granulação do tipo bimodal.

Composição modal estimada visualmente:

Veios:	Zonas de Alteração interna:	Zonas de Alteração externa:
Plagioclásio ($\pm 50\%$)	Quartzo ($\pm 40\%$)	Plagioclásio ($\pm 35\%$)
Quartzo ($\pm 30\%$)	Plagioclásio ($\pm 22\%$)	Quartzo ($\pm 25\%$)
Fluorita ($\pm 10\%$)	Zinnwaldita ($\pm 20\%$)	Topázio ($\pm 20\%$)
Opacos ($\pm 5\%$)	Topázio ($\pm 15\%$)	Fluorita ($\pm 12\%$)
Topázio ($\pm 5\%$)	Fluorita ($\pm 3\%$)	Zinnwaldita ($\pm 7\%$)
		Esfalerita ($\pm 1\%$)

Descrições e relações mineralógicas e texturais:

Veios:

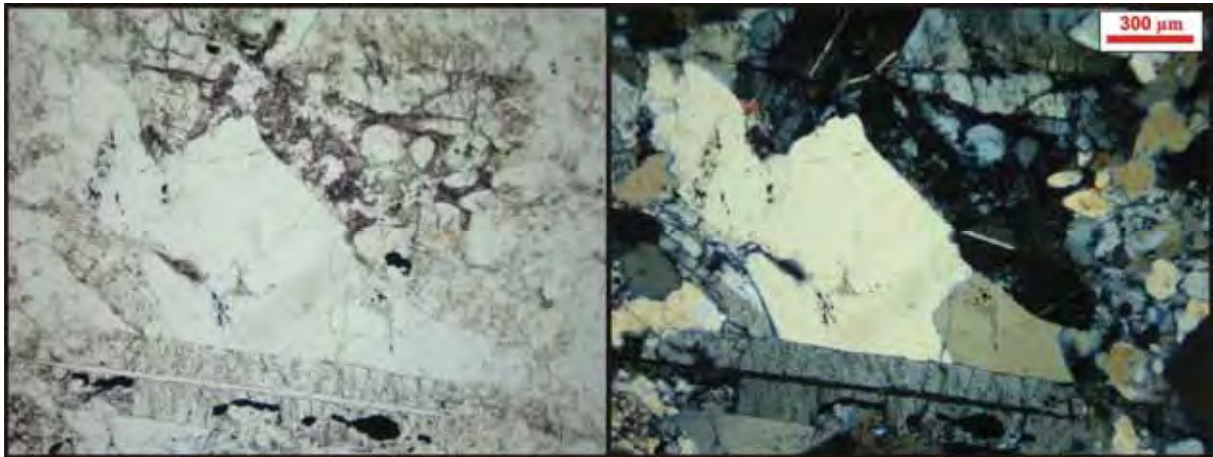
O plagioclásio ocorre como cristais subedrais com hábitos subtabulares no interior dos veios, alcançando cerca de 700 μ m, com bordas retas a fraturadas. Os cristais estão dispostos de forma oblíqua a subperpendicular ao contato dos veios e a maioria possui manchas escuras de alteração superficial.

O quartzo ocorre como cristais anedrais com até 1mm, concentrados nas bordas do veio, possuindo bordas retas com o plagioclásio a onduladas com os outros minerais. No contato essas bordas mostram feições de corrosão.

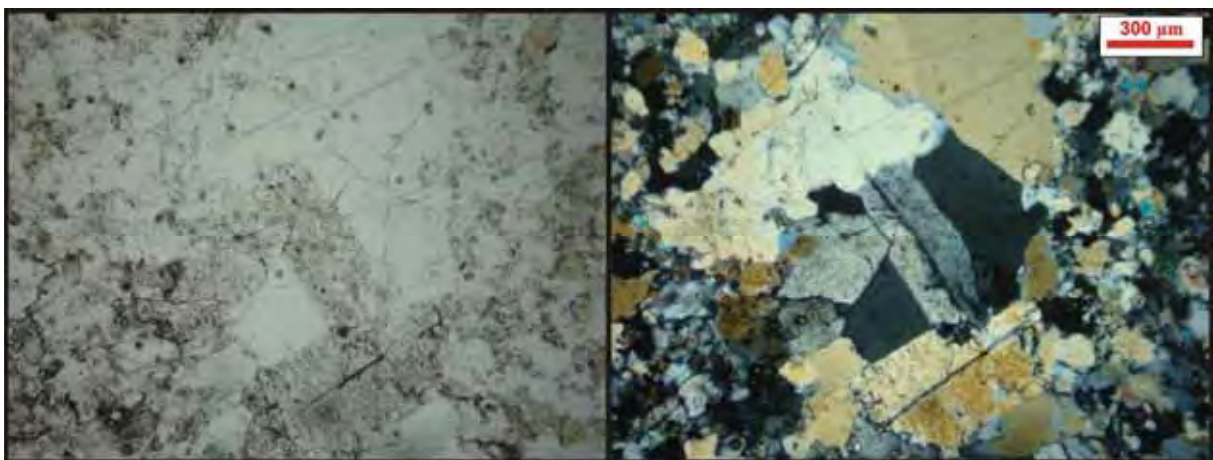
A fluorita ocorre sob forma de cristais subedrais fraturados no interior dos veios, com até 700 μ m, e como cristais anedrais nos interstícios e fraturas dos outros minerais. Nos minerais fraturados há formação de quartzo em seu interior. A coloração varia de violeta escuro a incolor.

Os opacos ocorrem como cristais anedrais angulosos fraturados no interior dos veios, alcançando até 600 μ m. Aparentam serem constituídos por sulfetos.

O topázio ocorre próximo das bordas em cristais anedrais subangulares com bordas onduladas e próximos de cristais anedrais de fluorita.



Cristais de albita, fluorita, quartzo e topázio nos veios pegmatíticos



Cristais de feldspato alterados no interior dos veios com geração de sericita microcristalina.



Cristais anedrais de quartzo com bordas onduladas, difusas e poucas retas.

Zonas de Alteração interna:

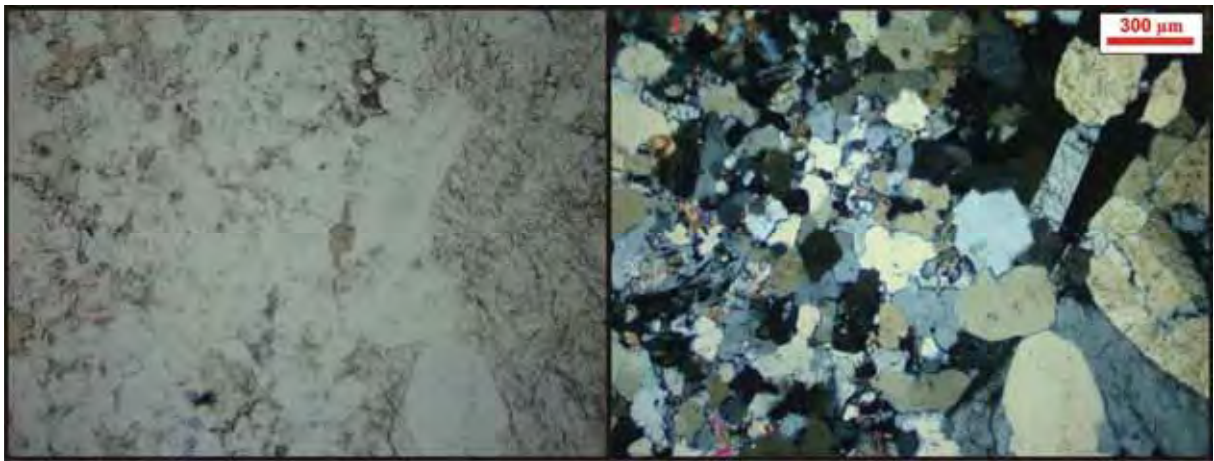
O quartzo ocorre sob forma de pequenos cristais anedrais com até 400 μ m, bordas onduladas a corroídas, alguns com bordas difusas, e alguns com cor de birrefringência amarelada.

O plagioclásio ocorre como cristais anedrais fraturados dispersos, com média de 400 μ m, com bordas corroídas e envoltos por cristais de quartzo. As manchas de alteração ainda são presentes na maioria dos cristais. Nas fraturas é possível identificar cristais de fluorita e zinnwaldita.

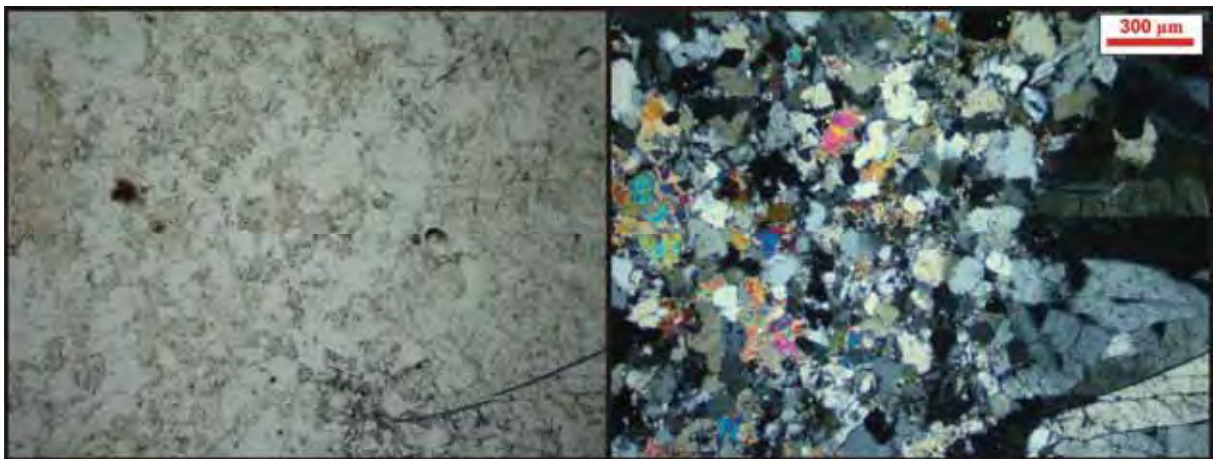
A zinnwaldita ocorre sob forma de cristais a agregados policristalinos anedrais amarelados, com bordas difusas corroídas a onduladas. Os cristais estão nos interstícios dos minerais granulares aparentemente levemente orientados para o interior da zona. Muitos cristais estão associados ao topázio com cristais do mesmo em seu interior.

O topázio ocorre como cristais anedrais estirados com bordas onduladas associados a zinnwaldita e a fluorita.

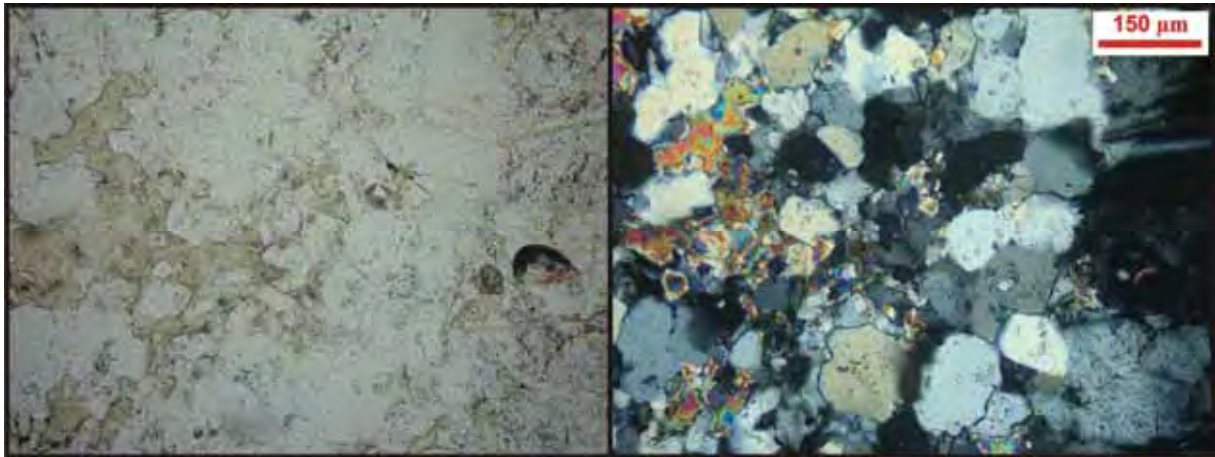
A fluorita ocorre como cristais anedrais com até 100 μ m, com bordas onduladas a corroídas em volta dos cristais de zinnwaldita.



Diferença gradacional da granulação dos cristais no veio pegmatítico e no contato.



Zona de alteração interna com contato relativamente brusco com o veio pegmatítico.



Cristais subarredondados com zinnwaldita nos interstícios.

Zonas de Alteração externa:

O plagioclásio ocorre sob forma de cristais anedrais a subedrais dispersos e em agregados policristalinos, com alguns cristais apresentando habito subtabular. As bordas na maioria dos cristais é fraturada a ondulada, com alguns mostrando feições de corrosão. Há pequenos cristais tabulares no interior de grandes cristais de quartzo, mostrando bordas retas com os mesmos.

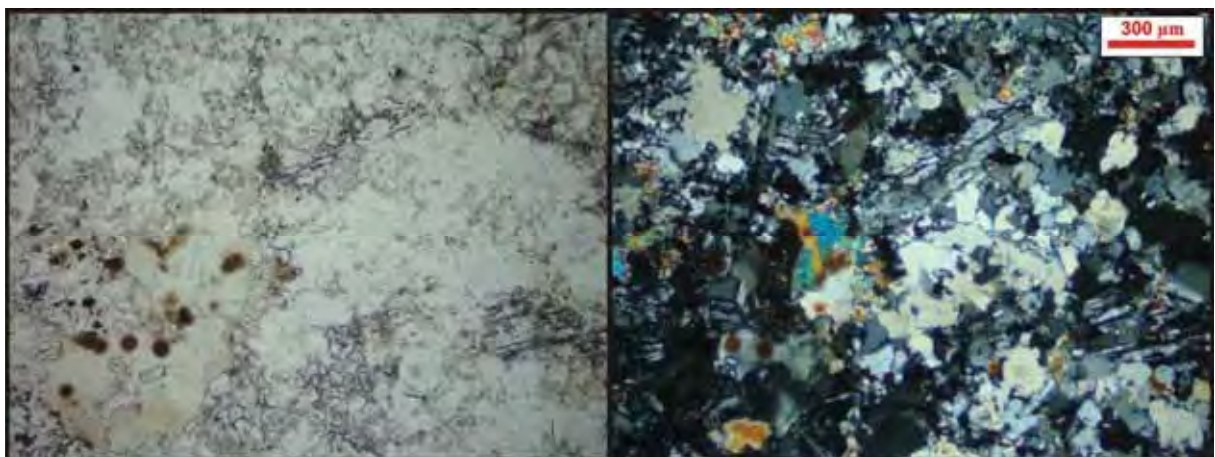
O quartzo ocorre como cristais anedrais, a maioria fraturados, de granulação bimodal, sendo na matriz a media de 100μm e nos fenocristais 700μm. Os cristais mostram bordas corroídas a onduladas e dispersos por toda a zona. Nos cristais maiores há o acumulo de topázio nas bordas.

O topázio ocorre sob forma de pequenos cristais anedrais dispersos por toda a zona, com bordas onduladas a retas. Muitos cristais estão associados a fluorita e o quartzo, ocorrendo em sua borda e interior.

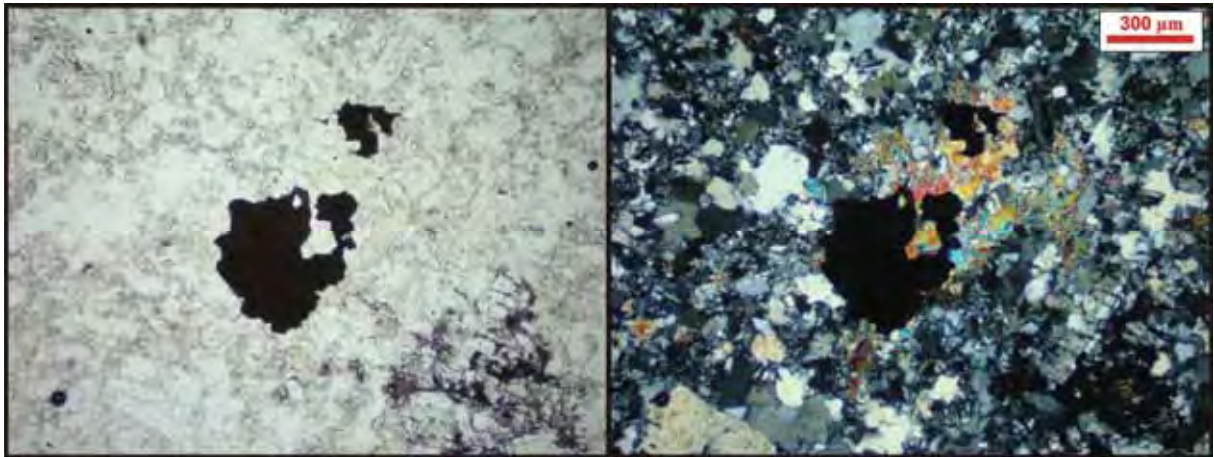
A fluorita ocorre como agregados policristalinos anedrais nas fraturas e interstícios dos outros minerais da zona. Muitos cristais são fraturados e alguns arredondados. Uma aparente fratura que corta toda a zona esta preenchida por fluorita e topázio, fraturados e desagregados.

A zinnwaldita ocorre sob forma de agregados policristalinos anedrais com bordas corroídas a fraturadas. Alguns cristais menores estão dispersos pela zona, sempre próximos de cristais de fluorita.

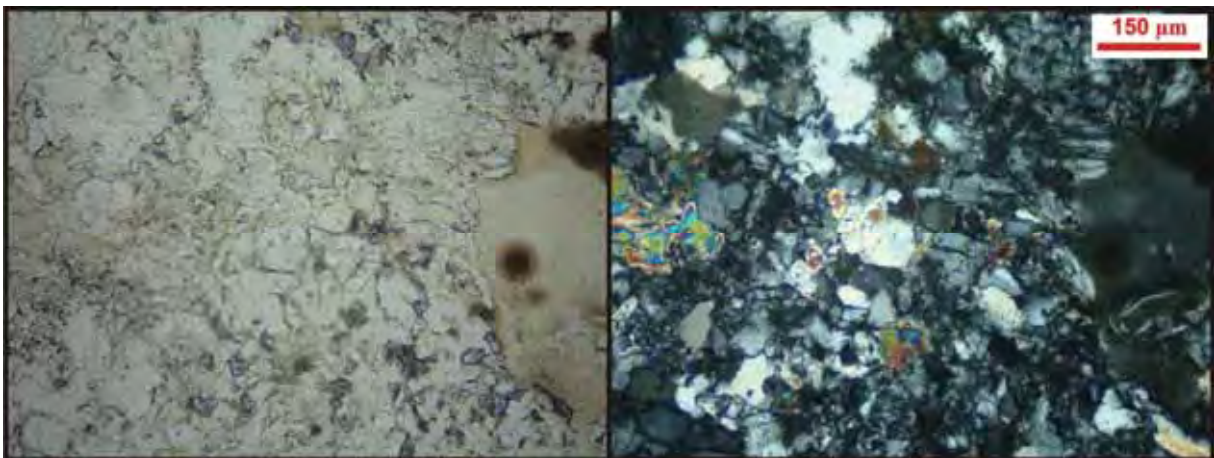
A esfalerita ocorre como dois cristais maiores anedrais fraturados, com cerca de 1mm, e cristais menores também angulares, todos próximos do contato com a zona de borda interna. Os cristais mostram coloração vermelha escuro a marrom avermelhado. Há presença de cristais de zinnwaldita em suas bordas.



Zona de alteração com cristais de zinnwaldita maiores alterados pelos minerais opacos.



Cristal de esfalerita fragmentado e com bordas corroídas. Cristal na zona de alteração externa.



Grande cristal de zinnwaldita com fluorita associada envolto por agregados de quartzo e feldspato.

ANEXO IV

**Descrição petrográfica:
Micro Melassienito Pórfiro e veios
pegmatíticos**

AMOSTRA/LÂMINA: B.F.P-4B

Descrição Mesoscópica: rocha maciça, melanocrática, fanerítica fina e inequigranular, com poucos cristais de micas, maiores que os da matriz, dispersos na mesma. A rocha é cortada por dois veios irregulares, compostos por quartzo e feldspato potássico e com zona de borda inexpressiva.

Descrição Microscópica:

Estrutura/Textura: a seção pode ser separada em veio pegmatítico (com cerca de 2,5mm de espessura) e zona de alteração, não havendo o desenvolvimento de uma zona intermediária. O veio mostra uma estrutura maciça com arranjo em mosaico e textura equigranular média. A zona de alteração mostra uma mudança brusca na granulação, agora fina a densa, bimodal, com micas e cristais granulares dispostos desordenadamente em textura do tipo idiomórfica inequigranular.

Composição modal estimada visualmente:

Veio:

Microclínio ($\pm 80\%$)
Fluorita ($\pm 15\%$)
Plagioclásio ($\pm 3\%$)
Zinnwaldita ($\pm 2\%$)
Clorita (traços)

Zona de Alteração:

Zinnwaldita ($\pm 50\%$)
Plagioclásio ($\pm 30\%$)
Quartzo ($\pm 10\%$)
Opacos ($\pm 5\%$)
Fluorita ($\pm 3\%$)
Topázio ($\pm 2\%$)
Cassiterita (traços)

Descrições e relações mineralógicas e texturais:

Veio:

O microclínio ocorre como cristais anedrais concentrados principalmente nos contatos do veio. As bordas dos cristais são retas a onduladas no interior do veio e corroídas em contato com a zona de alteração, diminuindo também sua granulação (média de 1mm no interior do veio e 500 μ m no contato). Nos contatos alguns cristais mostram-se estirados perpendicularmente a zona de alteração. Há cristais com material de alteração superficial escura, provavelmente associada a uma albitização.

A fluorita ocorre sob forma de cristais anedrais a subedrais com bordas retas a onduladas, dispostos próximo dos contatos. Os cristais estão fragmentados e alguns estão nos interstícios dos outros minerais, possuindo granulação média de 500 μ m. A maioria dos cristais são incolores, mas alguns possuem coloração violeta muito claro.

Os plagioclásios aparecem como poucos cristais anedrais com bordas onduladas e granulação média de 300 μ m. Estão dispersos no veio não apresentando nenhum padrão de distribuição. Os cristais presentes no contato possuem bordas corroídas e estão bastante fraturados.

A zinnwaldita ocorre como cristais anedrais com bordas retas a corroídas, principalmente no centro do veio. A granulação média é de 400 μ m e a maioria dos cristais está disposta preenchendo fraturas no microclínio.

A clorita ocorre como raros cristais anedrais verdes, com bordas corroídas e granulação máxima de 100 μ m. Esses cristais estão nos interstícios dos cristais de microclínio e aparentam estarem associados com a alteração superficial dos mesmos.



Estrutura maciça do veio pegmatítico.



Cristais do veio pegmatítico com bordas onduladas a retas.

Zona de Alteração:

A zinnwaldita ocorre como pequenos cristais e grandes agregados policristalinos finos, com granulação média de 100µm e cristais alcançando no máximo 200µm. Os cristais são anedrais com bordas corroídas, onduladas, e, em alguns casos, retas, embora nos agregados seja comum bordas difusas entre os cristais de zinnwaldita. Muitos cristais mostram-se alterados em contato com os minerais opacos, gerando uma coloração marrom escura. A maioria dos cristais de plagioclásio e quartzo da zona de alteração possuem fragmentos subangulosos de zinnwaldita em seu interior, aparentemente envolvendo-os (recristalização).

O plagioclásio ocorre sob forma de cristais anedrais com bordas extremamente corroídas, principalmente quando em contato com a zinnwaldita, embora alguns raros cristais possuam bordas retas quando em contato com o quartzo ou com o próprio plagioclásio. A granulação é de 500µm.

O quartzo ocorre como cristais anedrais bastante alterados com bordas dissolvidas, próximos do contato com o veio e fragmentos de zinnwaldita em seu interior.

Os opacos ocorrem como cristais anedrais angulosos (raros com hábito arredondado) fragmentados, com bordas retas e granulação média menor que 100µm. Os cristais estão dispersos

na zona de alteração e muitos estão associados a zinnwaldita, gerando alo de alteração marrom escuro na mesma.

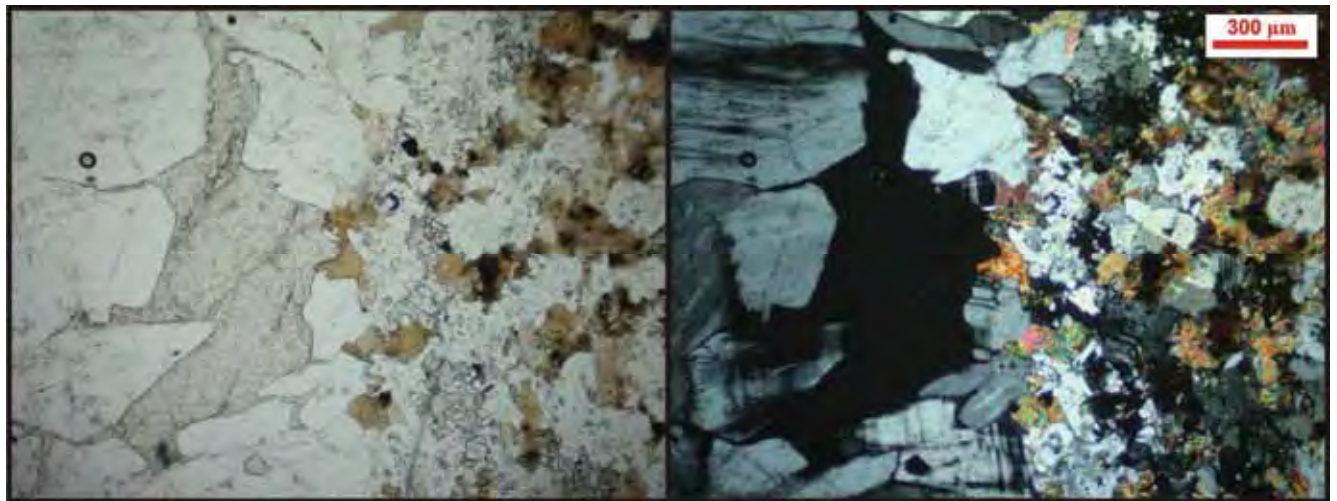
A fluorita ocorre como cristais anedrais com bordas corroídas, dispersos na zona de alteração e com granulação média de 200 μ m. A maioria dos cristais esta concentrada nas bordas dos cristais e agregados de zinnwaldita. A coloração predominante é cinza claro a incolor.

O topázio aparece como cristais anedrais e massas cristalinas próximas do contato com o veio, com granulação média de 100 μ m. As bordas são corroídas e alguns cristais estão no interior de cristais de quartzo. O habito é em geral arredondado.

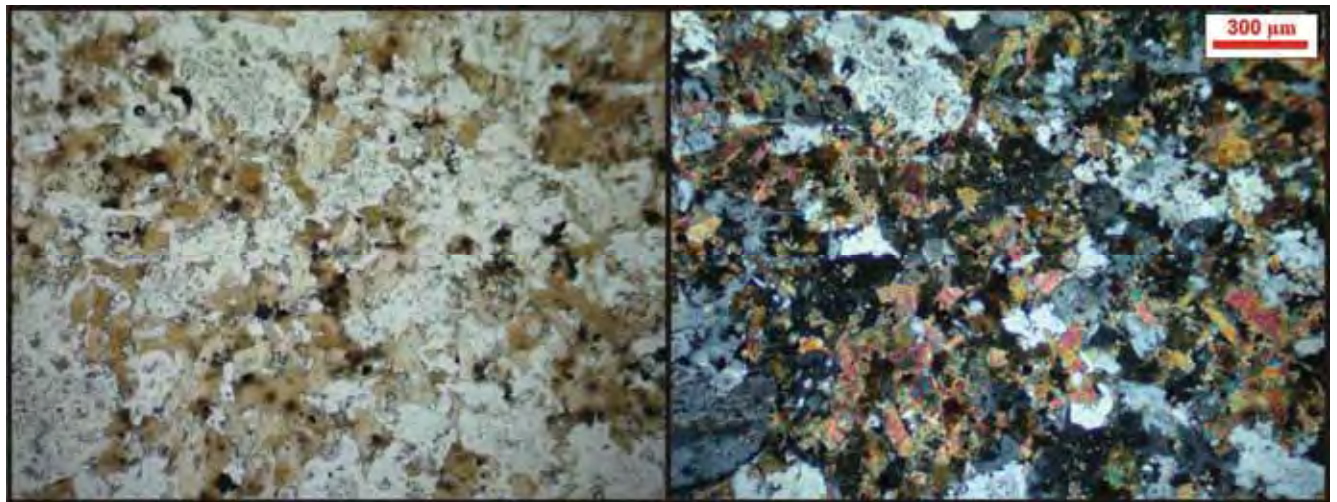
A cassiterita ocorre como raros cristais anedrais com granulação menor que 100 μ m próximos do contato com o veio. Esses cristais são arredondados e possuem bordas corroídas a onduladas, a maioria gerando alos de alteração com a zinnwaldita.



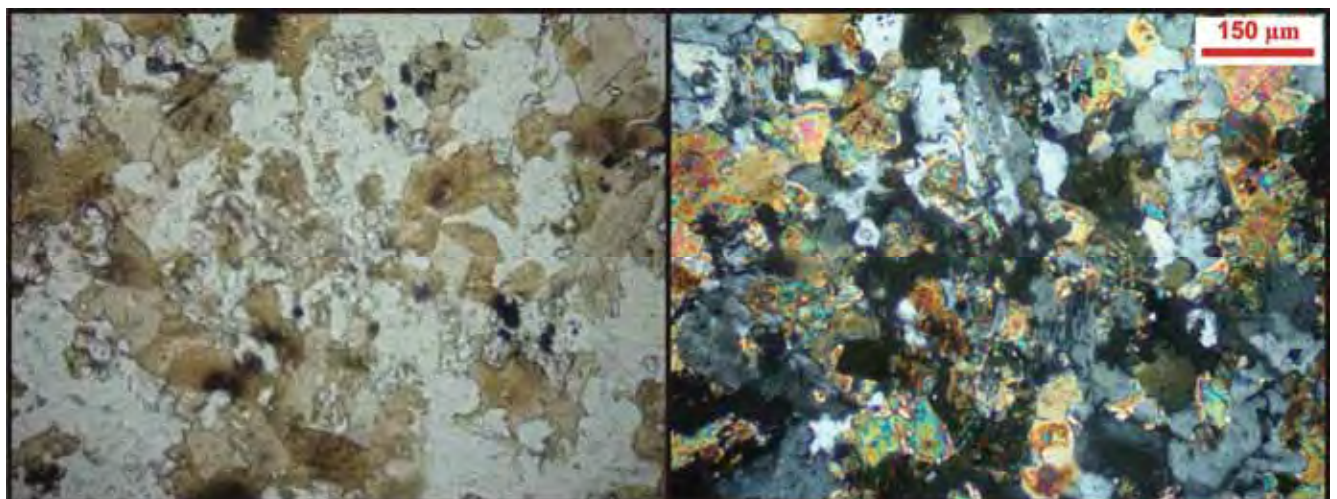
Contato brusco entre veio pegmatítico e a encaixante, mostrando corrosão dos grandes cristais.



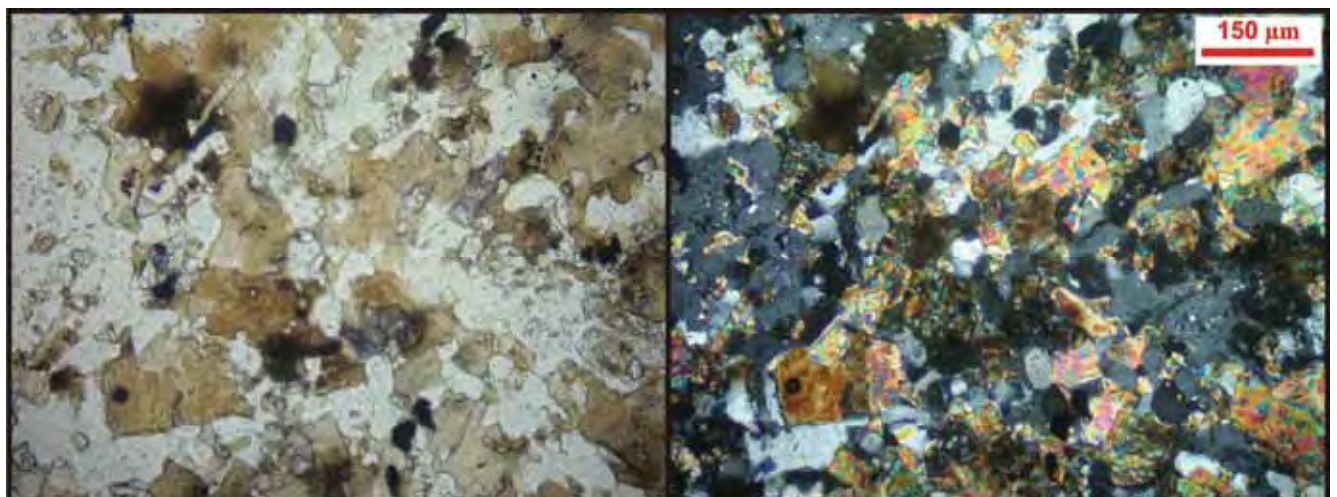
Grande cristal de fluorita próximo do contato, inserida nos interstícios dos cristais do veio pegmatítico.



Zona de alteração com grande quantidade de zinnwaldita e plagioclásio da encaixante.



Cristais anedrais na zona de alteração mostrando feições de dissolução com a zinnwaldita.



Minerais opacos e fluorita alterando a zinnwaldita, gerando manchas escuras na mesma.

AMOSTRA/LÂMINA: B.F.P-4D

Descrição Mesoscópica: rocha maciça, melanocrática, fanerítica fina a muito fina e porfírica, com raros pórfiros dispersos de feldspato potássico e mica. O litotipo é cortado por veio uniforme, com 1,5cm de espessura, contatos bruscos e composto por quartzo e topázio, não sendo possível distinguir um zoneamento interno. O veio possui zona de alteração uniforme e submilimétrica.

Descrição Microscópica:

Estrutura/Textura: o veio apresenta estrutura maciça com cristais apresentando textura lobulada inequigranular, com grandes cristais no centro e cristais menores próximos das bordas. No contato (zona intermediária) a estrutura é maciça a orientada (cristais em arranjo tipo “pente”) com diminuição da granulação e textura inequigranular. O contato propriamente dito é brusco mesmo em seção delgada, mostrando uma granulação densa e uma orientação das micas e opacos com direção paralela ao contato. A zona de alteração mostra uma estrutura aparentemente maciça, embora as massas de mica mostrem estarem englobando os cristais granulares em direção a rocha encaixante, semelhante a uma estrutura de fluxo, sendo a textura inequigranular.

Composição modal estimada visualmente:

Veio:

Quartzo ($\pm 60\%$)
Zinnwaldita ($\pm 25\%$)
Topázio ($\pm 15\%$)
Cassiterita (traços)

Zona Intermediária:

Topázio ($\pm 50\%$)
Quartzo ($\pm 27\%$)
Zinnwaldita ($\pm 10\%$)
Opacos ($\pm 8\%$)
Cassiterita ($\pm 5\%$)
Fluorita (traços)

Zona de Alteração:

Zinnwaldita ($\pm 65\%$)
Plagioclásio ($\pm 13\%$)
Topázio ($\pm 10\%$)
Opacos ($\pm 6\%$)
Fluorita ($\pm 4\%$)
Quartzo ($\pm 2\%$)
Cassiterita (traços)

Descrições e relações mineralógicas e texturais:

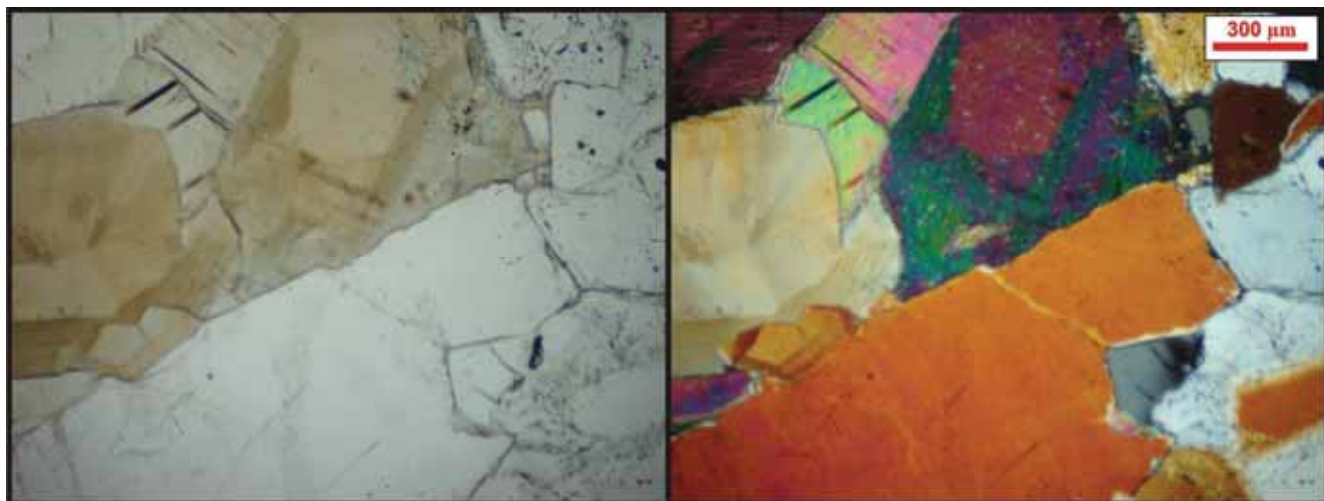
Veio:

O quartzo ocorre como grandes cristais anedrais com bordas lobuladas e granulação média de 1mm. Muitos cristais estão fraturados e englobando fragmentos de zinnwaldita. Os maiores cristais estão concentrados no interior do veio, diminuindo gradativamente a granulação em direção ao contato.

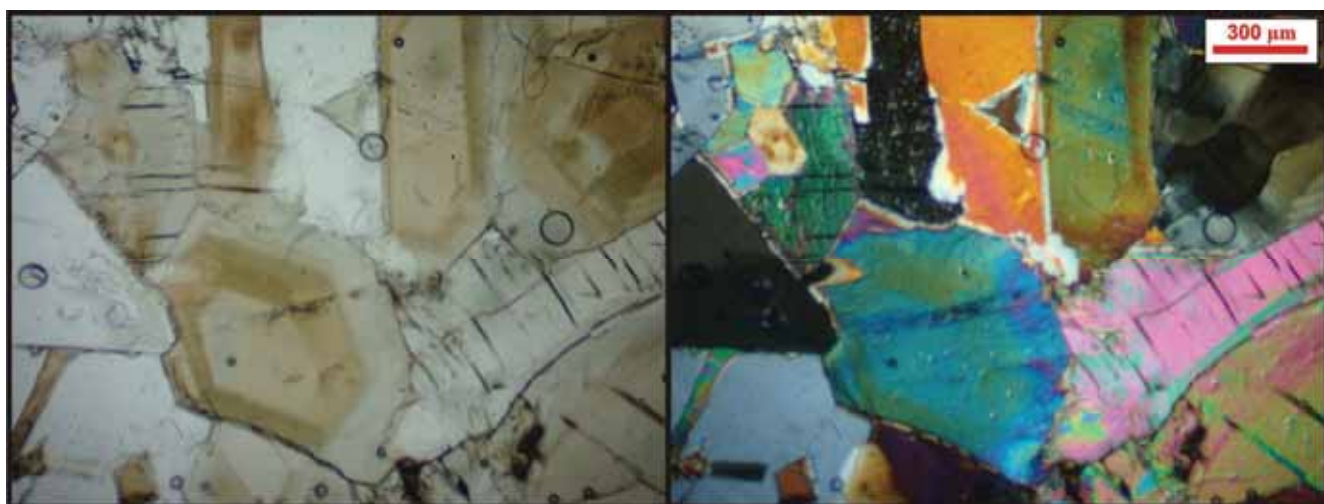
A zinnwaldita aparece como cristais grandes cristais subedrais com bordas retas, no interior do veio, as massas cristalinas anedrais nos interstícios e fraturas dos grandes cristais de quartzo. A granulação alcança 2mm.

O topázio ocorre como cristais anedrais a subedrais com bordas corroídas a retas, concentrados principalmente em volta dos cristais de zinnwaldita. Muitos cristais estão fraturados ou englobando cristais de cassiterita e zinnwaldita.

A cassiterita ocorre como cristais anedrais fragmentados próximos da zona intermediária. Esses cristais possuem bordas corroídas e estão orientados perpendicularmente ao contato.



Cristais de zinnwaldita no interior do veio pegmatítico.



Cristais apresentando em geral bordas retas. Cristal de zinnwaldita com gemação bem formada.

Zona intermediária:

O topázio ocorre como cristais anedrais com bordas difusas a onduladas orientados perpendicularmente ao contato, caracterizando um arranjo tipo pente. No contato os cristais mostram bordas corroídas e formam agregados policristalinos finos de cristais subarredondados sem orientação. Esses agregados possuem bordas retas com cristais maiores de topázio. A granulação média é de 500μm nas porções com cristais orientados e 100μm nos agregados do contato.

O quartzo ocorre como cristais anedrais com bordas corroídas a onduladas, com hábitos subarredondados a alongados perpendicularmente ao contato. Alguns cristais estão sendo englobados por cristais de topázio.

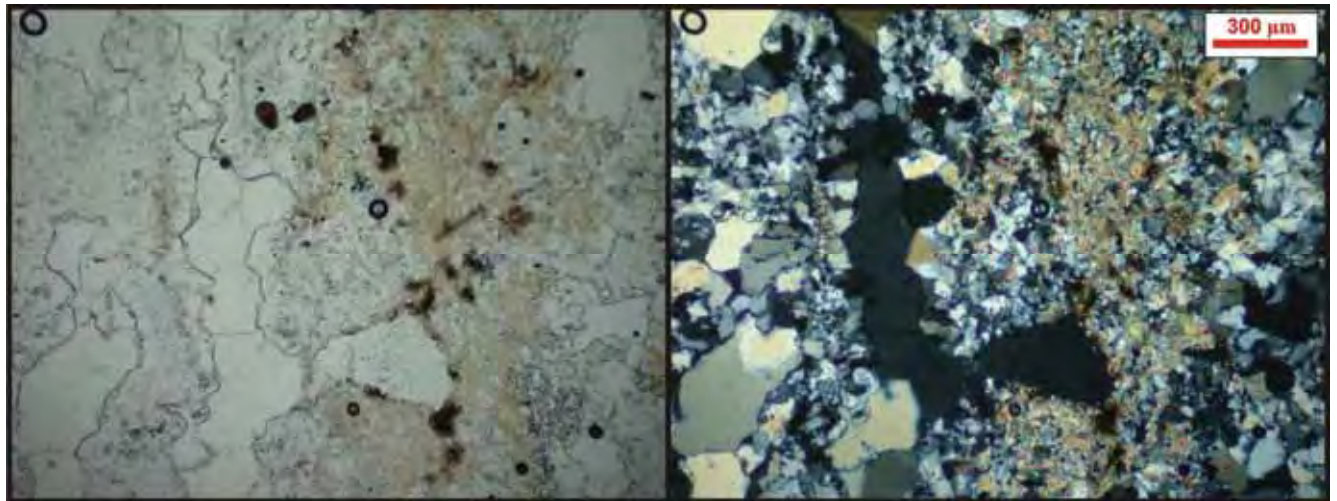
A zinnwaldita ocorre como massas cristalinas muito finas orientadas paralelamente ao contato. Há raros cristais maiores ocorrendo juntamente com os agregados policristalinos de topázio. Muitos cristais estão sendo alterados por minerais opacos, gerando alos marrom escuro. Em algumas porções da zona intermediária as massas de zinnwaldita invadem o veio em pequenas reentrâncias mostrando bordas muito corroídas.

Os minerais opacos ocorrem como cristais anedrais fragmentados e estirados paralelamente ao contato, juntamente com a zinnwaldita. Esses cristais possuem bordas corroídas e hábitos

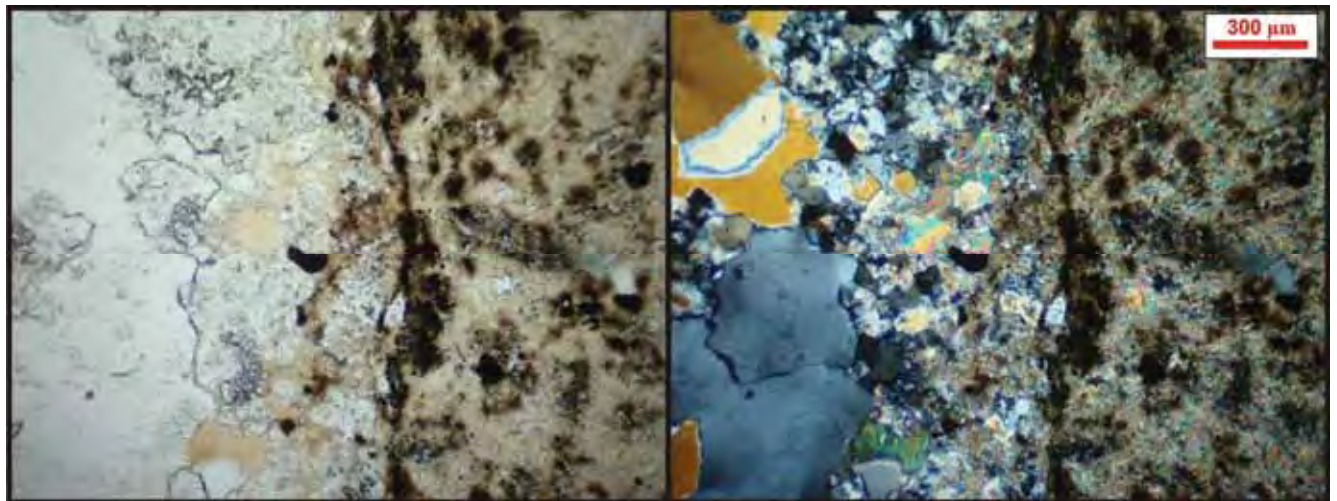
elipsoidais a angulosos. A granulação média é de menos de 100 μ m. Esses cristais geram alteração na zinnwaldita.

A cassiterita ocorre como cristais anedrais angulosos a raros arredondados, com bordas retas a corroídas e granulação média de 200 μ m. Esses cristais estão dispostos nos interstícios dos cristais de topázio e quartzo alongados perpendicularmente ao contato, com poucos fragmentos dispersos na zona intermediária. Os cristais possuem coloração avermelhada nas bordas a negra no interior.

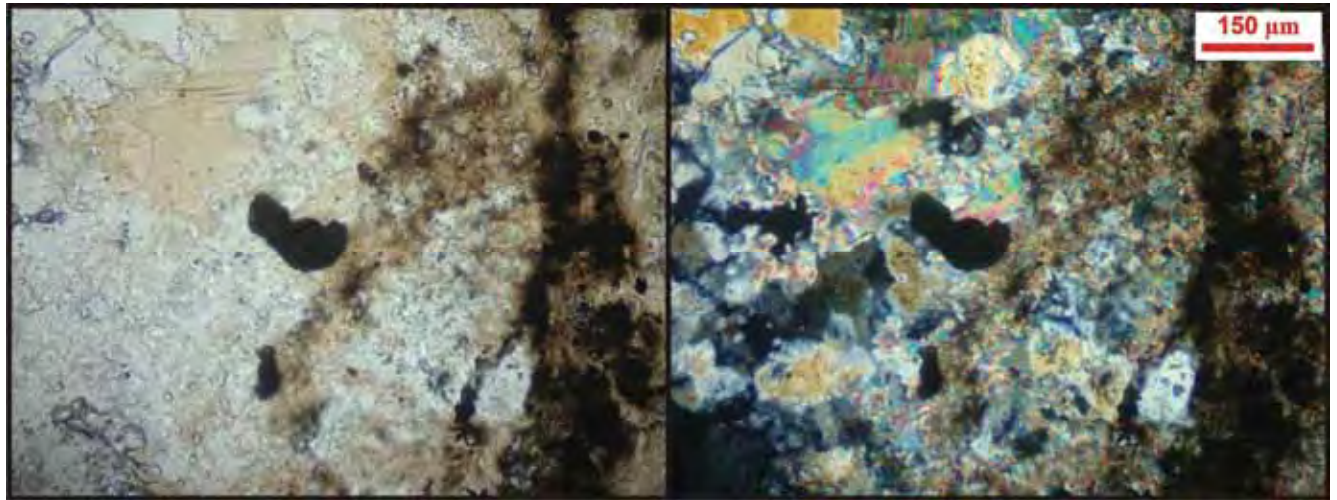
A fluorita ocorre como raros cristais anedrais dispersos na zona intermediária, com bordas corroídas e granulação média de 100 μ m. Os cristais possuem coloração cinza escuro e estão dispostos principalmente nos interstícios dos cristais de topázio.



Acumulo de topázio no contato entre o veio pegmatítico e a encaixante.



Contato brusco com diminuição da granulação e orientação de minerais opacos.



Minerais opacos acumulados no contato.

Zona de Alteração:

A zinnwaldita ocorre como grandes massas policristalinas finas a densas de cristais anedrais. As bordas dessas massas são corroídas a onduladas. Esses agregados parecem estar envolvendo cristais e agregados menores de cristais granulares com bordas bastante corroídas. Aparentemente parece haver uma orientação das massas de zinnwaldita em direção a encaixante. Há cristais de minerais opacos no interior dos agregados, gerando alos de alteração.

O plagioclásio aparece como cristais anedrais e agregados com bordas muito corroídas além de manchas de alteração superficial. A granulação média é de 400μm. Muitos cristais estão associados ao quartzo, ambos sendo envoltos pela zinnwaldita.

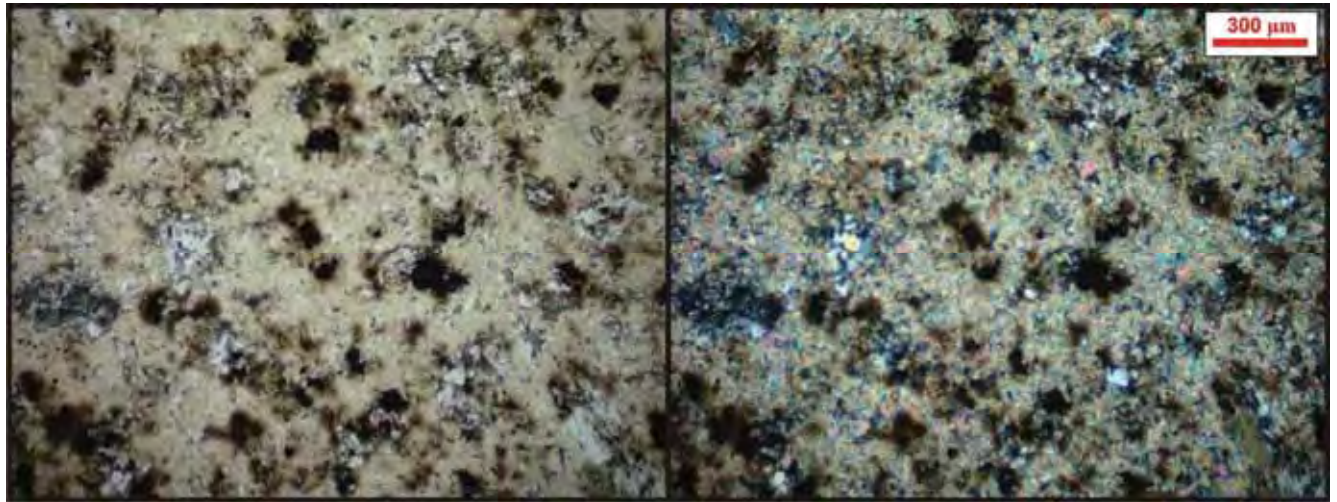
O topázio ocorre em cristais anedrais e massas finas com bordas corroídas, principalmente quando em contato com a zinnwaldita. A granulação média é de 100μm. A maioria dos cristais está concentrada próxima do contato com o veio.

Os minerais opacos ocorrem como cristais anedrais fragmentados com hábitos arredondados dispersos na zona de alteração. A maioria dos cristais esta no interior das massas de zinnwaldita, alterando-as, e apresentam bordas corroídas a pulverizadas. A granulação média é de 200μm, com alguns pequenos agregados de fragmentos chegando a 300μm.

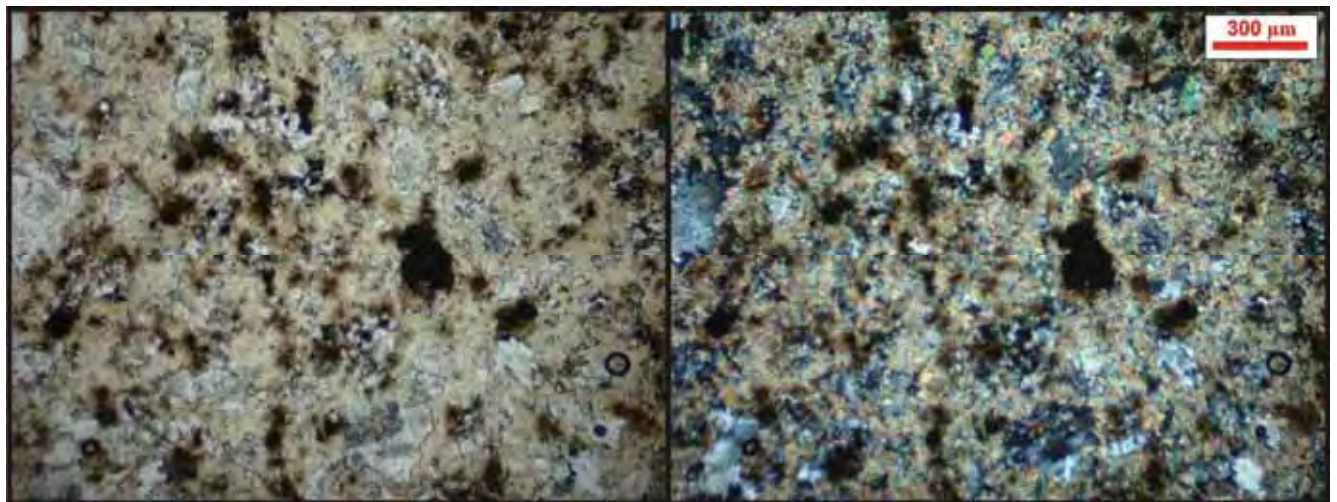
A fluorita ocorre como cristais anedrais dispersos com bordas corroídas e granulação média de 200μm. A maioria dos cristais estão associados a cristais de topázio. A coloração é violeta claro a raramente incolor.

O quartzo ocorre como raros cristais anedrais próximos do contato, com bordas corroídas e granulação máxima de 300μm. Aparentam serem fragmentos do veio pegmatítico.

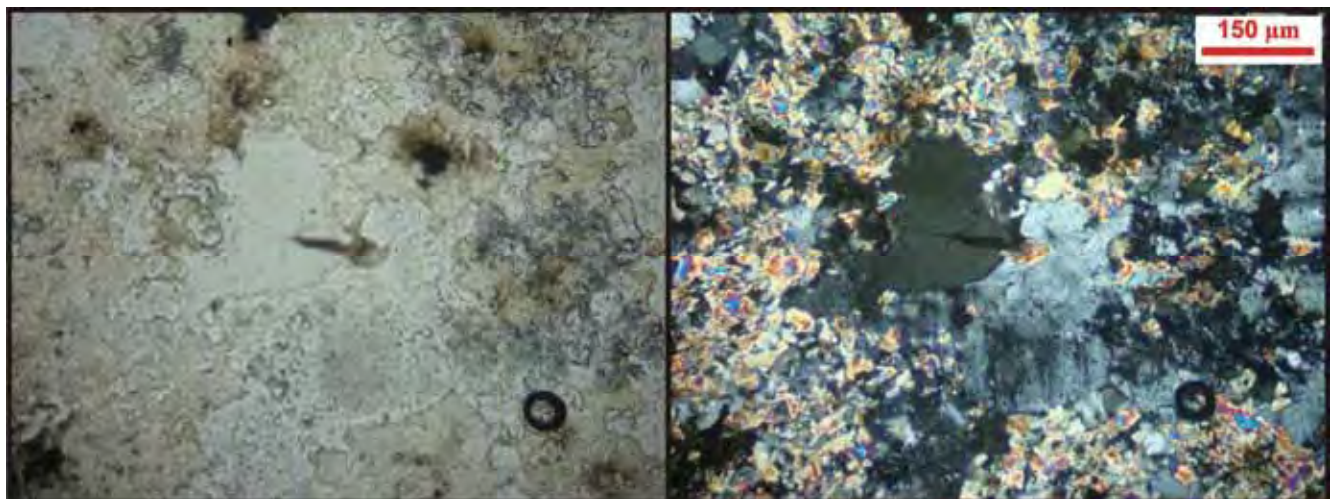
A cassiterita ocorre como cristais anedrais subarredondados com bordas onduladas e granulação média menor que 100μm. Esses cristais estão dispersos na zona de alteração e quando em contato com as massas de zinnwaldita gera alo de alteração semelhante aos minerais opacos. Sua coloração é vermelho escuro a negra.



Zona de alteração rica em agregados microcristalinos de zinnwaldita.



Minerais opacos alterando a zinnwaldita microcristalina.



Cristais de quartzo e feldspato sendo envoltos e corroídos pela zinnwaldita.

AMOSTRA/LÂMINA: B.F.P-4F₁

Descrição Mesoscópica: rocha maciça, melanocrática, fanerítica fina a muito fina e porfiritica, com pórfiros angulosos milimétricos formados por agregados de quartzo, feldspato e mica. O litotipo é cortado por veio irregular, com mais de 3cm de espessura, contatos difusos e composto predominantemente por quartzo, topázio e mica fina concentrada no centro do corpo. O veio possui zona de borda aparentemente formada pela gradação entre o material do veio e da rocha encaixante.

Descrição Microscópica:

Estrutura/Textura: a porção do veio pegmatítico que aparece na seção aparenta ser uma zona intermediária espessa de um veio maior, sendo considerado todo ele como zona intermediária. Essa zona intermediária não possui limites bem definidos com a zona de alteração, apresentando-se irregular, com estrutura maciça a orientada (estiramento e alongamento mineral) e textura inequigranular com locais mostrando arranjo em pente dos cristais e locais mostrando orientação paralela ao contato, além de existirem diversos aglomerados policristalinos dispersos ou orientados paralelamente ao contato. É possível identificar então três granulações principais na zona intermediária (cristais maiores desorientados, cristais alongados em “pente” e aglomerados de pequenos cristais). O contato na seção não é totalmente brusco, com fragmentos do veio sendo englobados por massas de mica orientadas subparalelamente ao contato. A zona de alteração mostra estrutura orientada (massas de micas), aparentemente por fluxo, e textura inequigranular, com massas finas de mica e minerais granulares corroídos.

Composição modal estimada visualmente:

Zona Intermediária:

Topázio ($\pm 68\%$)
Quartzo ($\pm 15\%$)
Fluorita ($\pm 8\%$)
Zinnwaldita ($\pm 4\%$)
Opacos ($\pm 3\%$)
Microclínio ($\pm 1\%$)
Cassiterita ($\pm 1\%$)

Zona de Alteração:

Zinnwaldita: ($\pm 70\%$)
Quartzo ($\pm 10\%$)
Topázio ($\pm 8\%$)
Fluorita ($\pm 8\%$)
Opacos ($\pm 3\%$)
Plagioclásio ($\pm 1\%$)
Cassiterita (traços)

Descrições e relações mineralógicas e texturais:

Zona Intermediária:

O topázio ocorre como cristais anedrais com bordas retas a onduladas, em agregados policristalinos ou cristais maiores alongados perpendicularmente ao contato. A granulação em geral varia entre uma média de menos de 100 μ m nos agregados, esses com cristais arredondados, a 500 μ m nos cristais alongados. Em geral os cristais mostram superfície com manchas de alteração e quando em contato com o microclínio e quartzo apresentam bordas corroídas. Próximo do contato os cristais possuem pequenos fragmentos de zinnwaldita em seu interior.

O quartzo aparece como grandes cristais anedrais com bordas corroídas, concentrados próximo do contato e com granulação média de 900 μ m. Alguns cristais possuem topázio em seu interior, embora no contato eles estejam envolvidos por cristais de topázio, possuindo bordas retas com os mesmos.

A fluorita ocorre sob forma de cristais anedrais a subedrais próximos ao contato, associados ao topázio e com granulação média de 500 μ m. Os cristais apresentam bordas corroídas, em contato

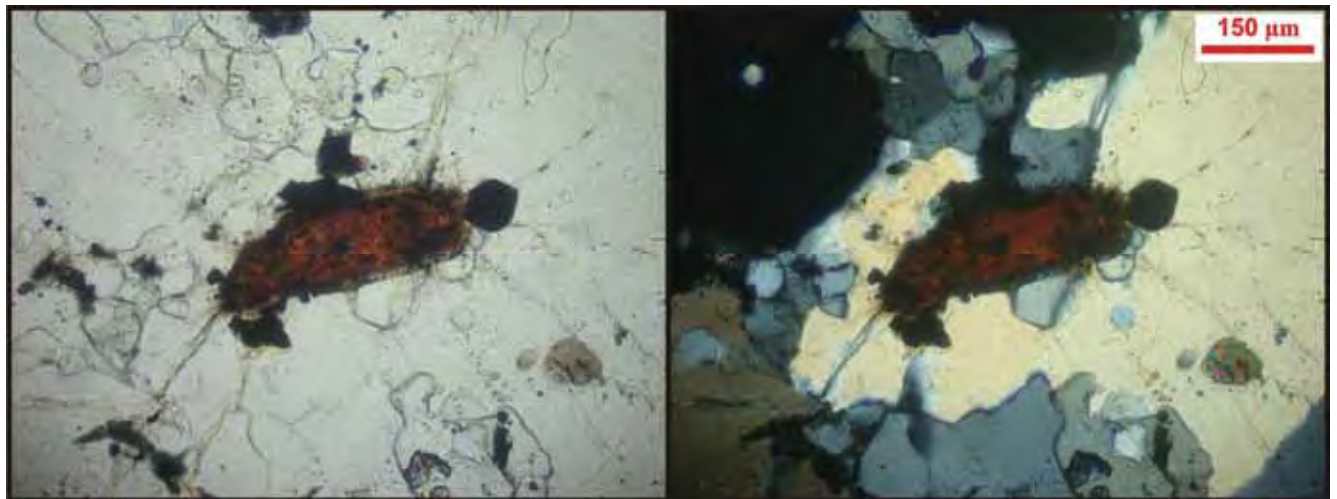
com a zinnwaldita, a retas, em contato com o topázio. A coloração principal é marrom claro, com manchas violeta escuro e raros cristais incolores.

A zinnwaldita ocorre como cristais anedrais com bordas corroídas envoltos por agregados de topázio. Provavelmente esses cristais são fragmentos da zona de alteração.

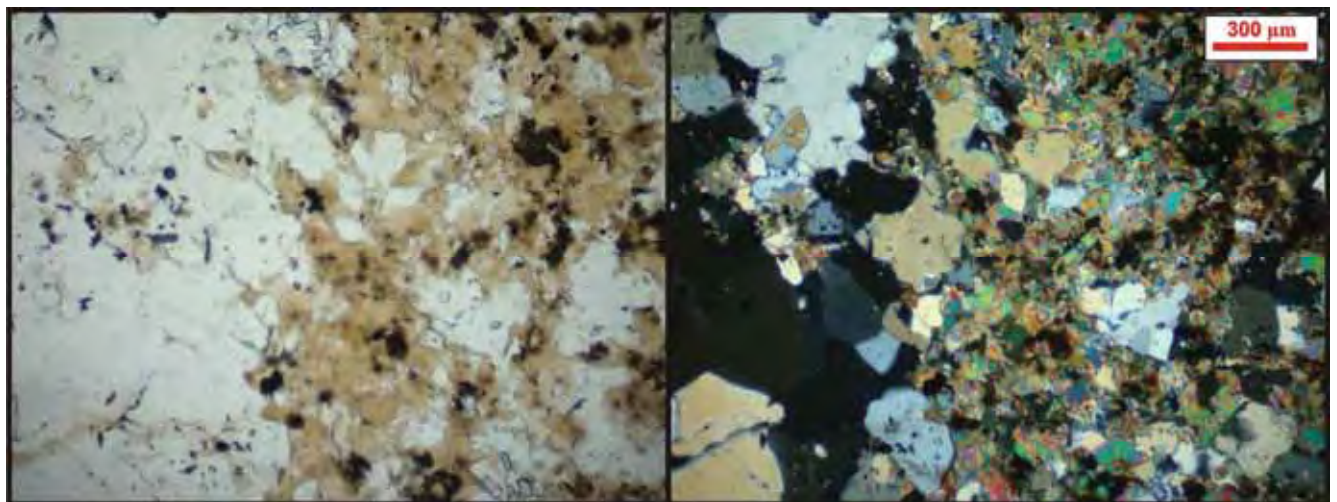
Os minerais opacos ocorrem como cristais anedrais arredondados com bordas corroídas a raramente retas. Esses cristais estão concentrados no contato juntamente com o topázio. Quando em contato com a fluorita geram coloração violeta escuro na mesma.

O microclínio ocorre como cristais anedrais com bordas onduladas a retas, envoltos por quartzo e topázio. A granulação media é de 600µm. Provavelmente são resquícios da zona interna do veio pegmatítico.

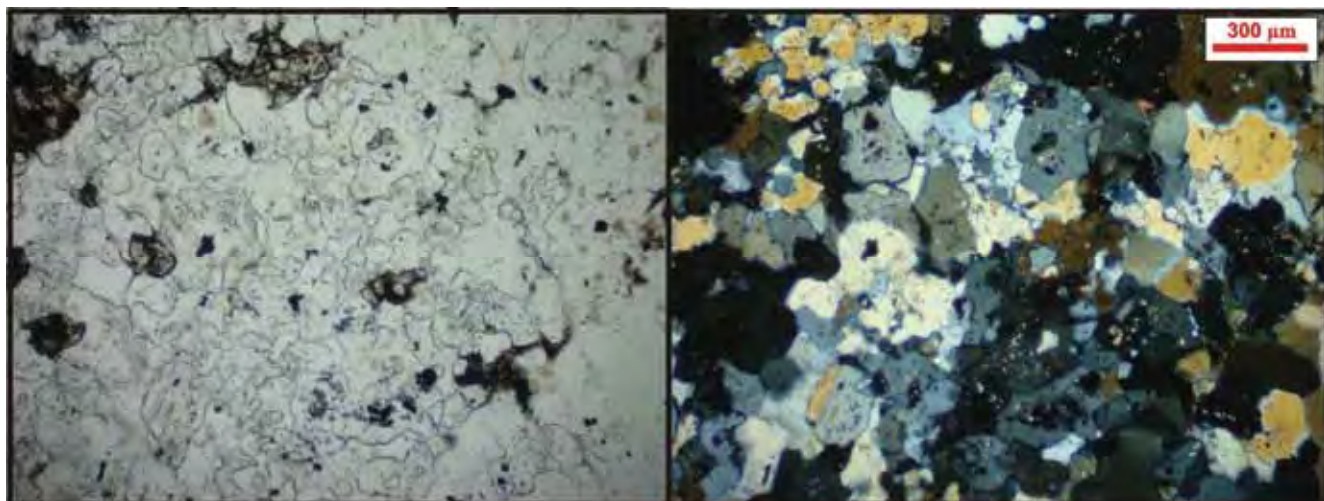
A cassiterita ocorre como cristais anedrais com bordas corroídas, habito elipsoidal e granulação media de 300µm. Os cristais maiores formam fraturas nos cristais adjacentes e estão associados e envoltos por minerais opacos. Nesses cristais é possível identificar alos ou bordas de crescimento diferenciados pela coloração, internamente vermelha e amarela nas bordas do cristal. O maior cristal possui cerca de 1mm.



Cristal anedral de cassiterita na zona intermediária. Cristal com bordas corroídas e habito elipsóide.



Contato mostrando passagem brusca da zona intermediária rica em quartzo para a zona de alteração, rica em zinnwaldita.



Acumulo de topázio no contato.

Zona de Alteração:

A zinnwaldita ocorre sob forma de cristais anedrais a subedrais, com bordas corroídas a retas, dispostos em agregados policristalinos e com granulação média de 100μm. Essas massas de cristais apresentam uma orientação subparalela ao contato e estão englobando fragmentos do veio, principalmente quartzo e topázio.

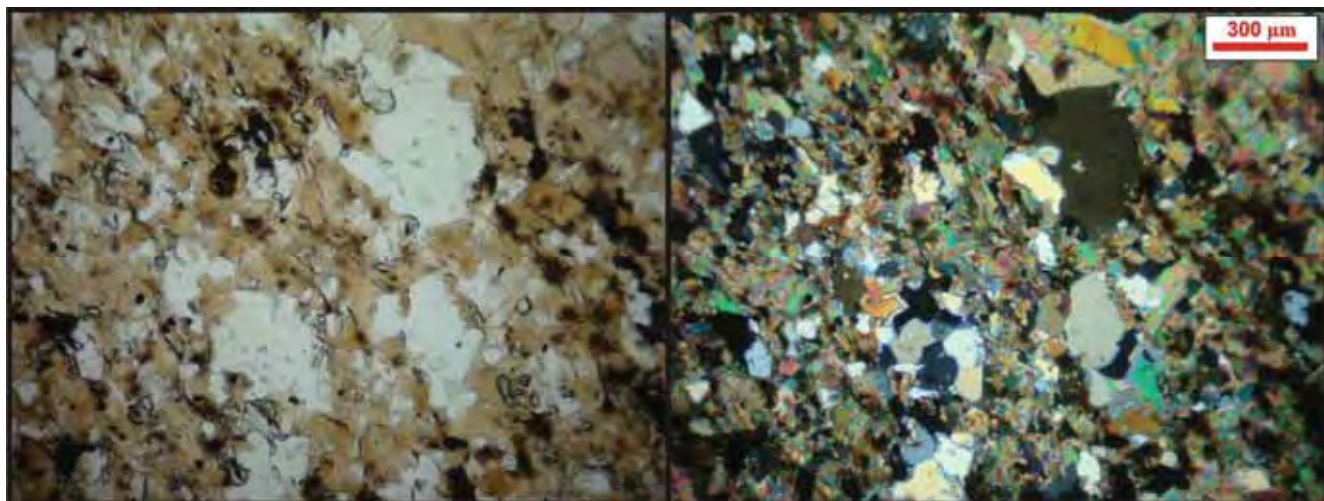
O quartzo e o topázio ocorrem como cristais anedrais corroídos dispersos na zona de alteração e com granulação média de 500μm. Muitos cristais aparentam serem fragmentos do veio, possuindo cristais de zinnwaldita em seu interior. Alguns cristais de topázio formam agregados policristalinos com cristais arredondados.

A fluorita aparece como pequenos cristais anedrais dispersos, com bordas corroídas e onduladas a raramente retas e granulação média de menos de 100μm. Os cristais maiores se mostram fragmentados e aparentam seguir o mesmo sentido das massas de zinnwaldita. A coloração geral é marrom claro, com raros cristais violetas.

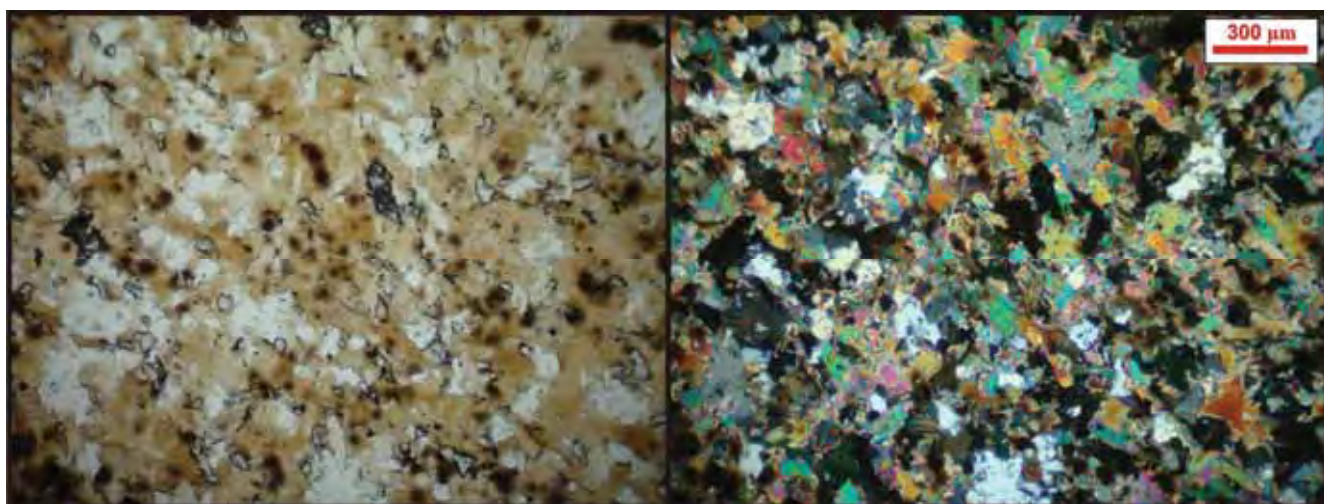
Os minerais opacos ocorrem como cristais anedrais com bordas corroídas, dispersos na zona de alteração e associados a fluorita e seguindo o mesmo sentido da zinnwaldita. A granulação média é de menos de 100μm. Quando em contato com a zinnwaldita geram alos de alteração escuros e irregulares.

O plagioclásio ocorre raramente como cristais anedrais relativamente afastados do contato, com bordas muito corroídas e granulação máxima de 100μm.

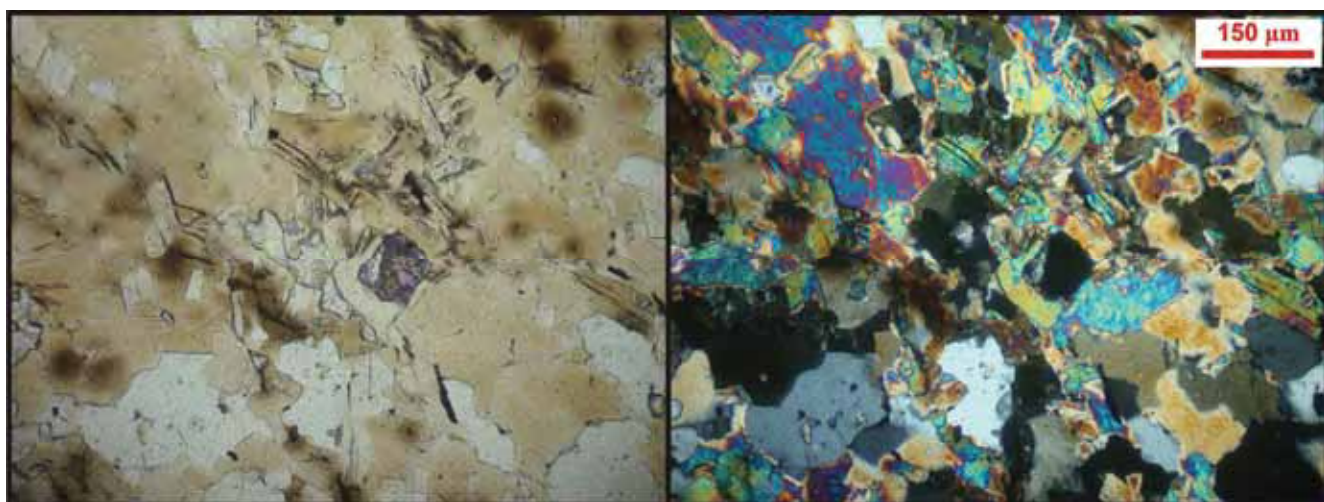
A cassiterita ocorre como fragmentos de cristais anedrais, com bordas onduladas e granulação máxima de 100μm. Formam alos de alteração com a zinnwaldita e fluorita. Os cristais estão dispersos e seguindo a direção das massas de zinnwaldita.



Zona de alteração com cristais de quartzo envoltos por zinnwaldita.



Agregados policristalinos de zinnwaldita aparentemente orientados.



Cristais de zinnwaldita e fluorita na zona de alteração.

AMOSTRA/LÂMINA: BF-289D

Descrição Mesoscópica: rocha maciça, melanocrática, fanerítica muito fina e porfírica, com poucos cristais de mica, quartzo e feldspato maiores que os da matriz, dispersos na mesma.

Descrição Microscópica:

Estrutura/Textura: a rocha mostra estrutura maciça e textura fanerítica muito fina com pórfiros de quartzo e feldspato dispersos. A granulação média é de 200µm.

Composição modal estimada visualmente:

Plagioclásio (± 50%)

Biotita (± 25%)

Opacos (± 17%)

Quartzo (± 5%)

Apatita (± 2%)

Fluorita (± 1%)

Descrições e relações mineralógicas e texturais:

O plagioclásio aparece como cristais anedrais diminutos, com bordas fraturadas a onduladas e com granulação média inferior a 100µm. Alguns cristais formam pórfiros com até 1mm de diâmetro e hábitos elipsoidais. É o constituinte principal da matriz da rocha.

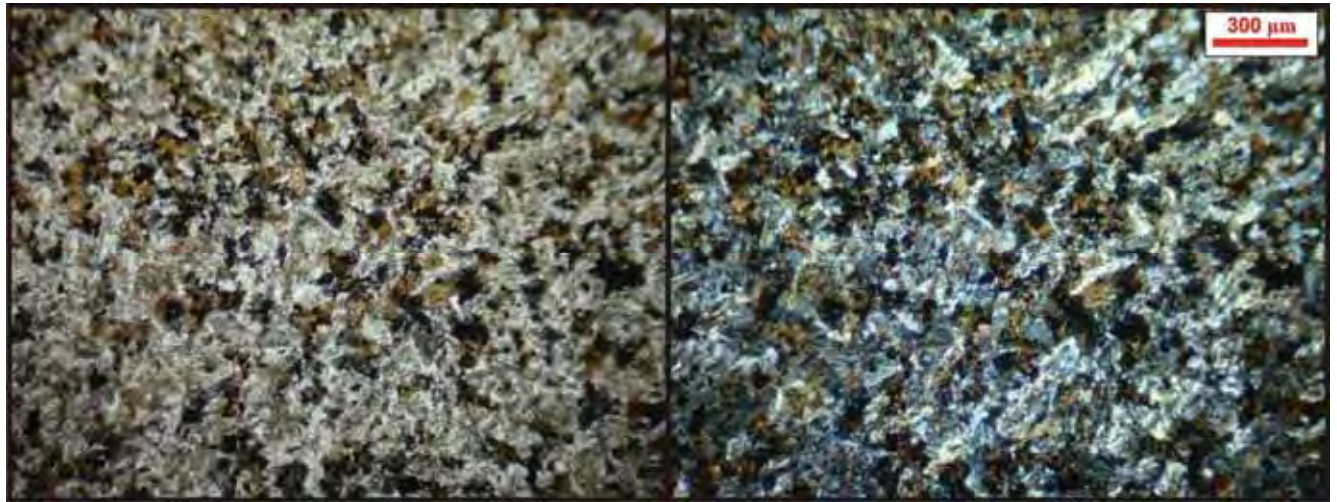
A biotita ocorre como cristais anedrais, com bordas onduladas a retas e granulação média de 100µm, embora existam cristais maiores com até 700µm. Os cristais ocorrem dispersos e em torno dos pórfiros de quartzo e plagioclásio.

Os opacos ocorrem como cristais anedrais fraturados e fragmentados, com bordas retas a corroídas e granulação média de 200µm. Os cristais estão dispersos e muito fraturados, alguns raros apresentando hábito tabular.

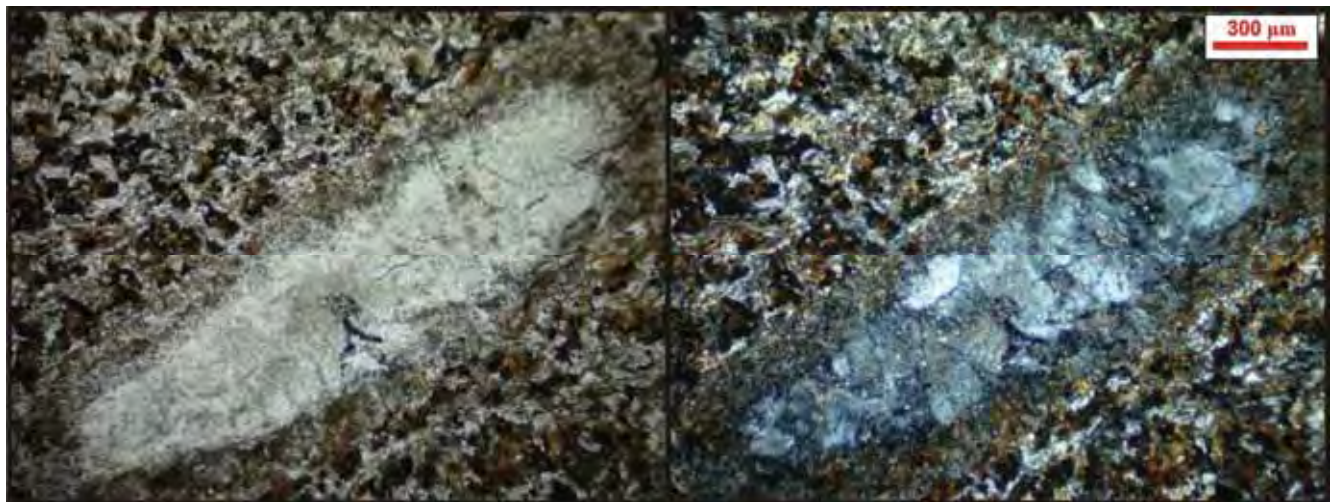
O quartzo ocorre sob forma de cristais anedrais dispersos na matriz com granulação média menor que 100µm. As bordas dos cristais são em geral corroídas e onduladas. Ocorrem pórfiros formados por cristais maiores de quartzo (cerca de 500µm) envoltos por biotita muito fina.

A apatita ocorre como cristais anedrais a subedrais, dispersos, com granulação média de 300µm e cristais muito fraturados. A maioria dos cristais também apresenta bordas corroídas.

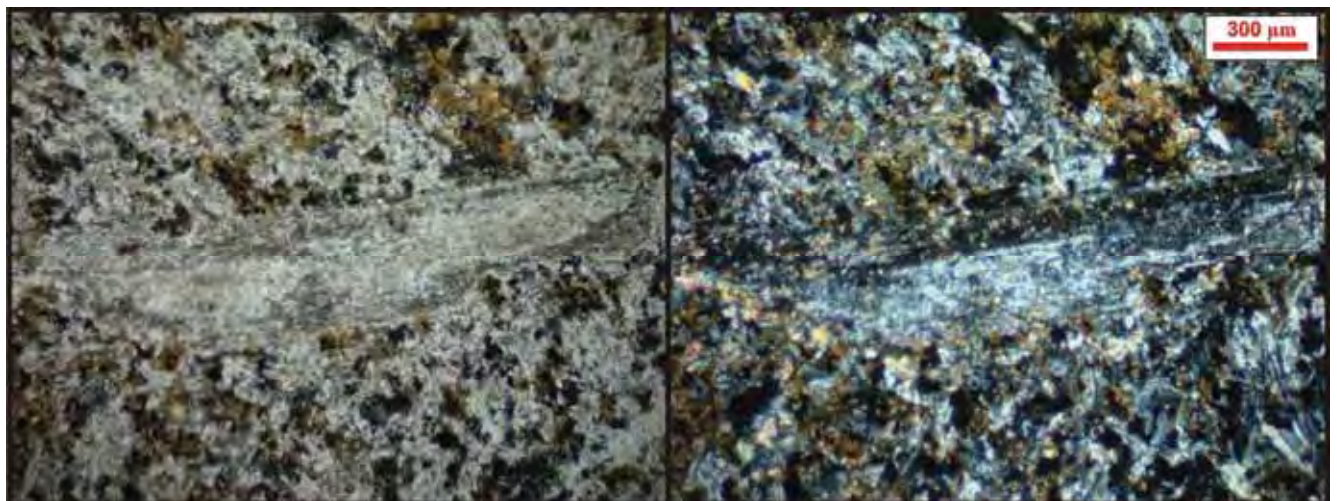
A fluorita aparece como raros cristais subedrais dispersos, com granulação média de 600µm e bordas retas a onduladas. Esses cristais mostram coloração violeta claro.



Estrutura maciça e textura equigranular da matriz.



Pórfiro de quartzo anedral com bordas corroídas.



Pórfiro de plagioclásio com acumulo de cristais de biotita nas bordas.

ANEXO V

**Descrição petrográfica:
Topázio Leucogranito Pórfiro e veios
pegmatíticos**

AMOSTRA/LÂMINA: B.F.P-5D

Descrição Mesoscópica: rocha maciça, leucocrática, fanerítica média e porfiritica, com matriz fina de quartzo e feldspato e pórfiros de quartzo e mica. Esses pórfiros são em geral subarredondados. O litotipo é cortado por dois veios uniformes, compostos por quartzo, topázio e mica, espessuras centimétricas, com contatos bruscos e zonas de alteração submilimétricas a centimétricas. No interior dos veios os grandes cristais de quartzo aparentam estarem crisalizados perpendicularmente as bordas dos veios com a mica e topázio em seus interstícios. As zonas de alteração são irregulares e ricas em mica.

Descrição Microscópica:

Estrutura/Textura: na zona interna a estrutura é maciça e a textura equigranular média com grandes cristais anedrais de quartzo e zinnwaldita, além de fraturas preenchidas por fluorita. O contato é abrupto e irregular com a diminuição brusca da granulação, com grande quantidade de plagioclásio fino a muito fino com hábito prismático e cristais médios de zinnwaldita na porção do veio pegmatítico. Na zona de alteração a estrutura é maciça com granulação média a muito fina com cristais e aglomerados policristalinos dispersos desordenadamente. A textura é holocristalina porfiritica, com os aglomerados e cristais maiores formando pórfiros na matriz, essa fina a muito fina.

Composição modal estimada visualmente:

Veio:	Zona Intermediária:	Zona de Alteração:
Quartzo ($\pm 75\%$)	Quartzo ($\pm 35\%$)	Plagioclásio ($\pm 65\%$)
Zinnwaldita ($\pm 17\%$)	Plagioclásio ($\pm 30\%$)	Quartzo ($\pm 22\%$)
Topázio ($\pm 5\%$)	Zinnwaldita ($\pm 22\%$)	Topázio ($\pm 10\%$)
Fluorita ($\pm 3\%$)	Topázio ($\pm 12\%$)	Zinnwaldita ($\pm 2\%$)
Esfalerita (traços)	Fluorita ($\pm 1\%$)	Fluorita ($\pm 1\%$)
Opacos (traços)	Cassiterita (traços)	Cassiterita (traços)
	Opacos (traços)	Esfalerita (traços)
		Opacos (traços)

Descrições e relações mineralógicas e texturais:

Veio:

O quartzo ocorre como grandes cristais anedrais fraturados, com bordas onduladas a dissolvidas quando em contato com a zinnwaldita e o topázio. Os cristais maiores estão englobando cristais de esfalerita, zinnwaldita e topázio. Próximo ao contato a granulação diminui com alguns cristais mostrando alongamento perpendicular ao contato.

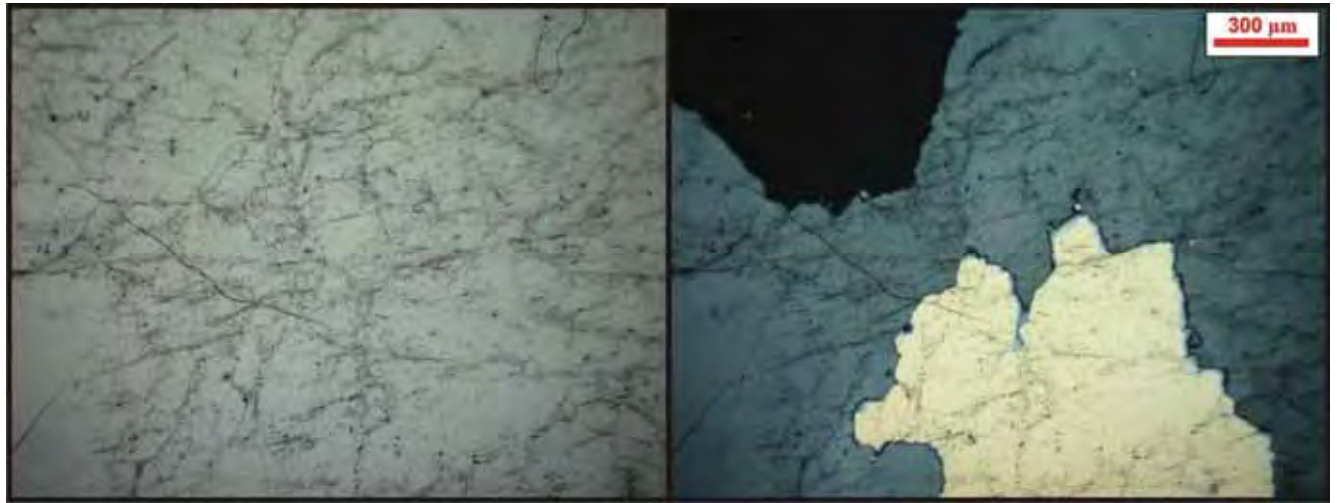
A zinnwaldita aparece como grandes cristais subedrais a cristais menores anedrais nos interstícios dos cristais de quartzo. Os cristais maiores mostram bordas fraturadas quando em contato com outros cristais de zinnwaldita e dissolvidas em contato com o quartzo.

O topázio ocorre como pequenos cristais ($< 200\mu\text{m}$) associados as bordas dos cristais de zinnwaldita, aparecendo também como raros cristais dentro do quartzo. Os cristais são anedrais angulosos a subarredondados, com agregados muito finos na borda de alguns cristais de zinnwaldita.

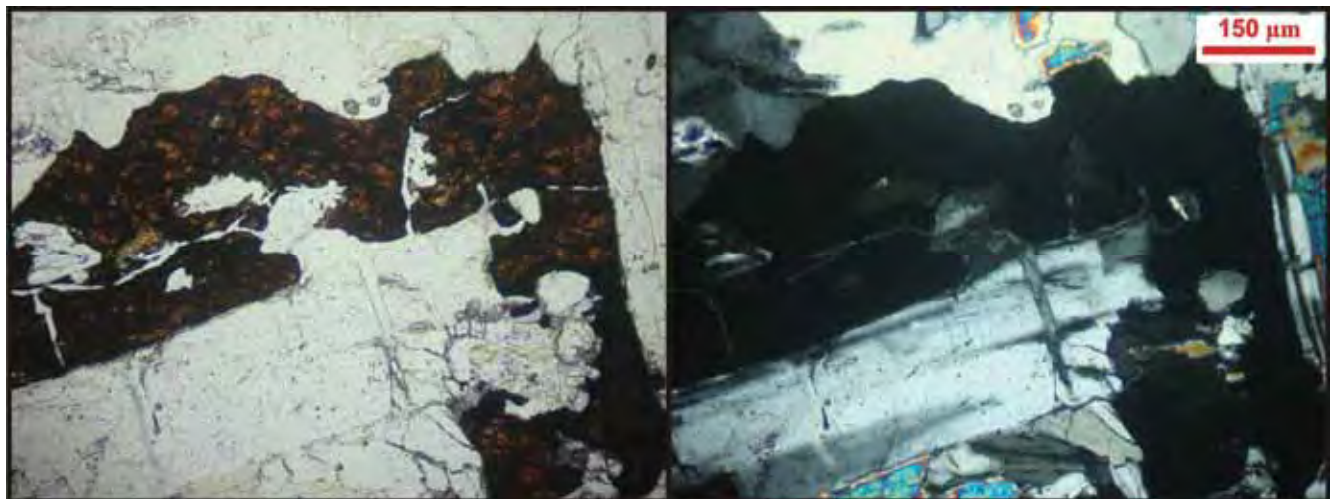
A fluorita ocorre como cristais anedrais angulosos, de coloração incolor a violeta, dispersos e em algumas fraturas do veio possuindo bordas fraturadas a dissolvidas. Os cristais ocorrem principalmente no interior de cristais de quartzo e no interior e bordas de cristais de zinnwaldita.

A esfalerita ocorre como cristais angulosos fraturados dispersos, com coloração de vermelho escuro a verde oliva.

Os minerais opacos ocorrem como pequenos cristais ($<100\mu\text{m}$) subarredondados dispersos pelo veio, associados a esfalerita e zinnwaldita.



Grandes cristais anedrais e subedrais do veio pegmatítico.



Cristal fraturado de esfalerita no veio pegmatítico, próximo do contato.

Zona Intermediária:

O quartzo ocorre principalmente como fragmentos dos cristais maiores do veio e cristais menores anedrais envolvendo cristais de plagioclásio. A granulação média é de 1mm e as bordas são dissolvidas e onduladas.

O plagioclásio aparece como cristais subedrais a anedrais, sendo mais finos no contato em si (média de $100\mu\text{m}$), os subedrais apresentando hábito tabular. Muitos cristais estão sendo envolvidos por quartzo, mostrando bordas dissolvidas, outros cristais menores ocorrem dentro de cristais de zinnwaldita.

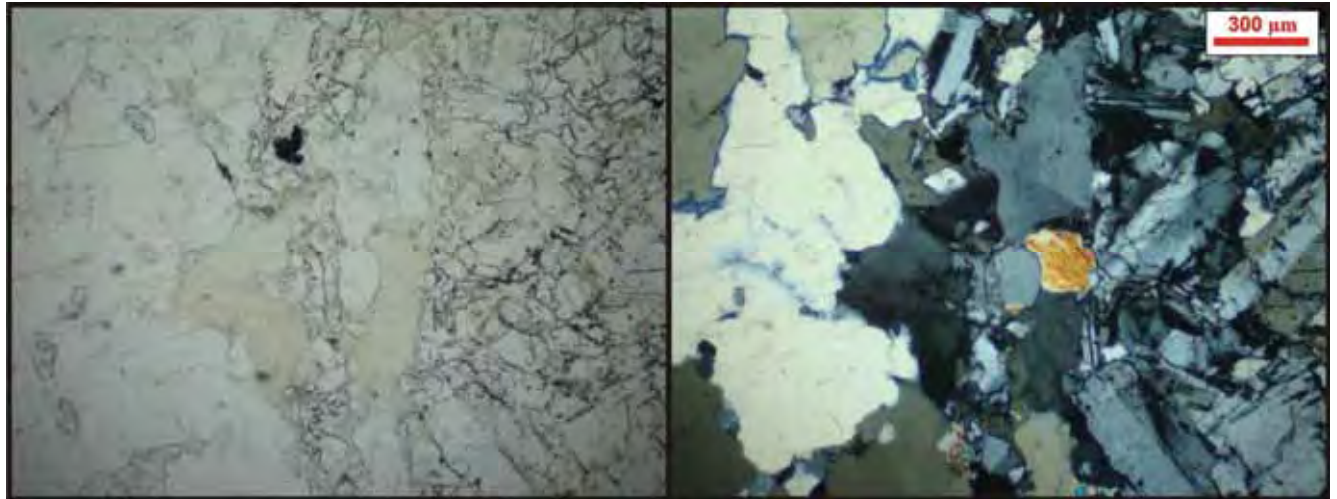
A zinnwaldita ocorre como cristais anedrais fraturados com bordas dissolvidas, alguns com cristais de plagioclásio e topázio em seu interior.

O topázio aparece como cristais anedrais com até 300µm, dispersos e associados a zinnwaldita. Há grande quantidade de topázio muito fino no contato. Alguns cristais aparentam ser englobados por cristais de quartzo.

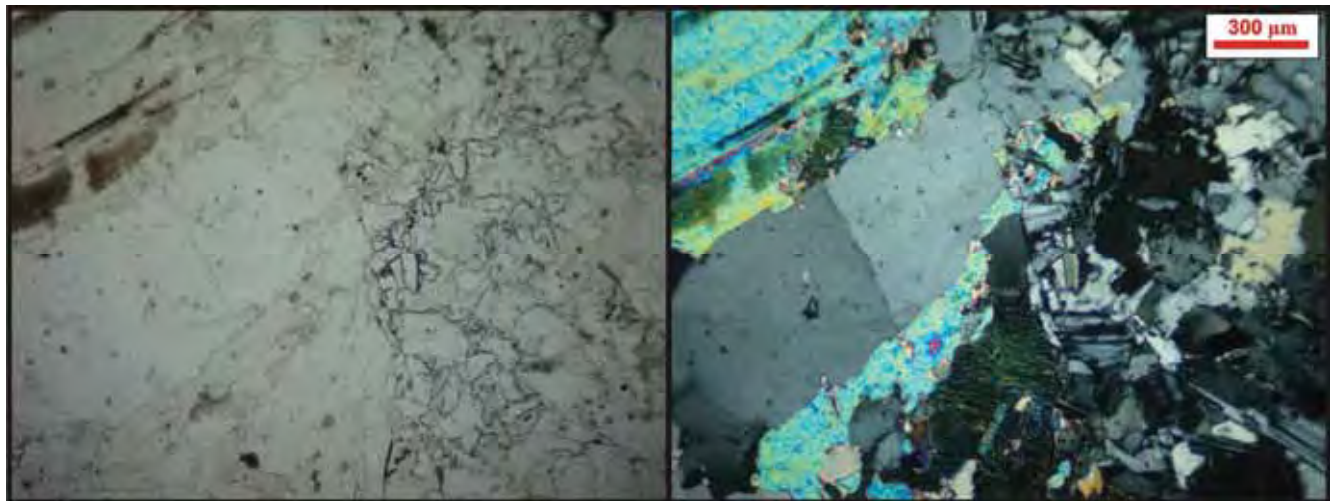
A fluorita ocorre dispersa nos interstícios de outros minerais, em agregados policristalinos anedrais, mostrando coloração violeta e granulação muito fina (<100µm).

A cassiterita ocorre como cristais anedrais amarelados, subarredondados, com bordas dissolvidas e fraturados.

Os minerais opacos ocorrem como raros cristais pequenos dispersos com bordas corridas, um deles no interior de um cristal de zinnwaldita.



Contato entre o veio pegmatítico (esquerda) e zona de alteração, com concentração de topázio e zinnwaldita.



Grandes cristais de quartzo e zinnwaldita com bordas corroídas no contato.

Zona de Alteração:

O plagioclásio ocorre como cristais subedrais a anedrais, dispostos de forma maciça, com cristais com até 1,3mm e agregados policristalinos formados por cristais menores que geram pórfiros em relação a matriz. As bordas são corroídas a retas, com cristais sendo envoltos por quartzo, zinnwaldita e topázio.

O quartzo ocorre como cristais anedrais com texturas poiquiliticas, envolvendo cristais de plagioclásio e, mais raro, cristais de topázio. Nos cristais maiores os cristais inclusos mostram uma

certa orientação anelar, com ripas de plagioclásio alinhados em círculo. Cristais menores de quartzo estão dispersos na matriz.

O topázio aparece como cristais anedrais dispersos na matriz, muitos associados a zinnwaldita e fluorita.

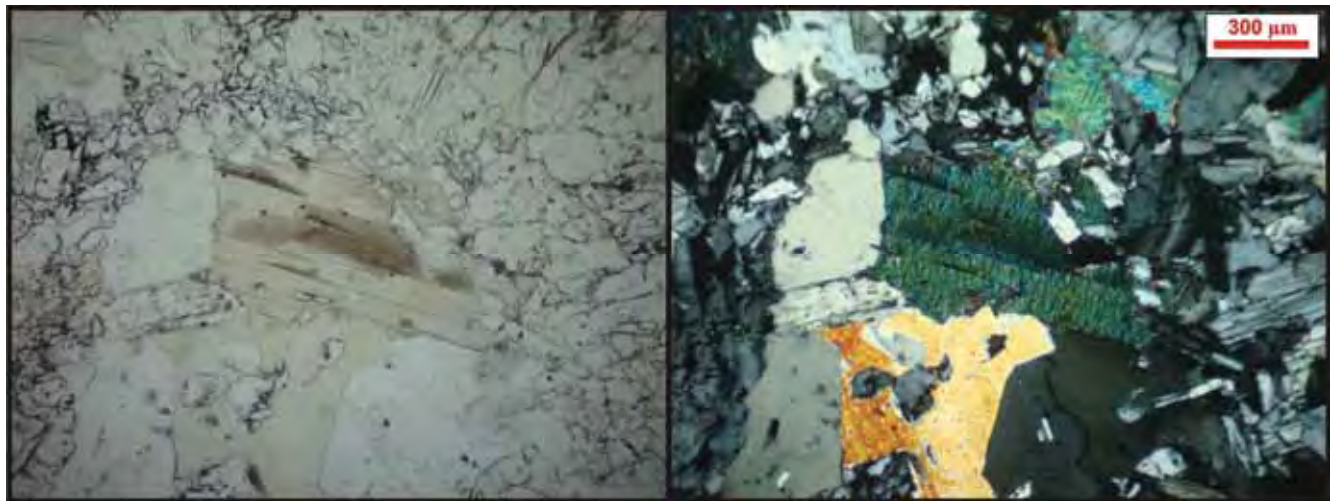
A zinnwaldita ocorre como cristais anedrais dispersos com até 1,5mm, com cristais de plagioclásio e quartzo em seu interior, mostrando bordas corroídas.

A fluorita ocorre como cristais violetas anedrais, nos interstícios e fraturas dos outros minerais, principalmente topázio e quartzo. Possui granulação muito fina com bordas corroídas.

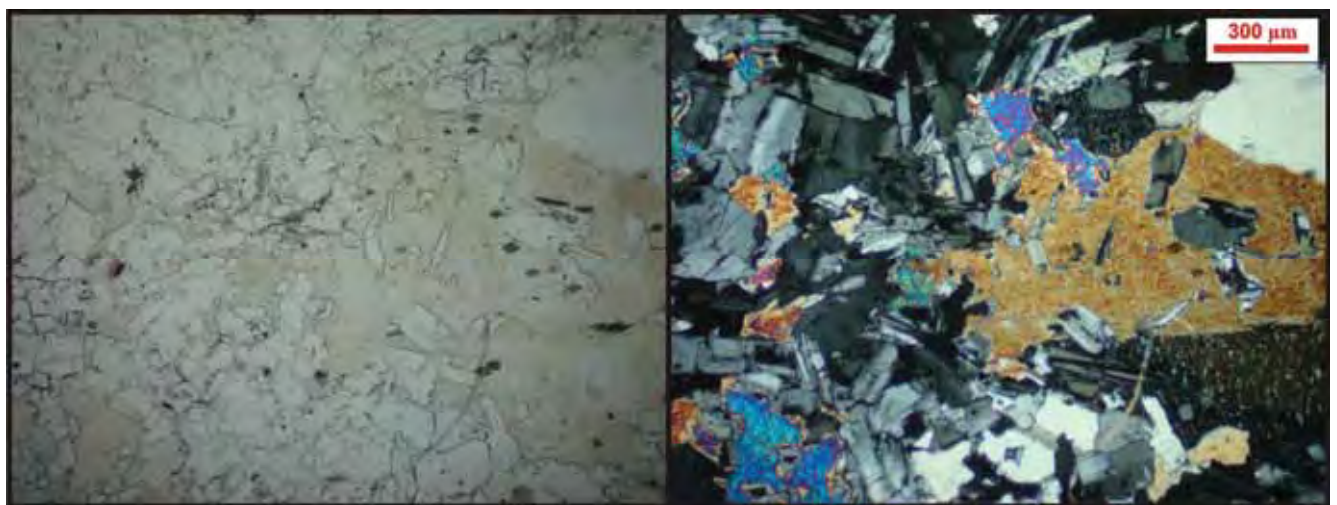
A cassiterita ocorre como cristais anedrais fraturados amarelados dispersos na zona de alteração a maioria estando fraturada.

A esfalerita ocorre como cristais anedrais angulosos, fraturados, dispersos, de coloração vermelho escuro a verde oliva, com bordas corroídas a fraturadas. Há um cristal com 2,3mm, envolto por seus próprios fragmentos. O alinhamento dos fragmentos mostra a direção da movimentação do fluido.

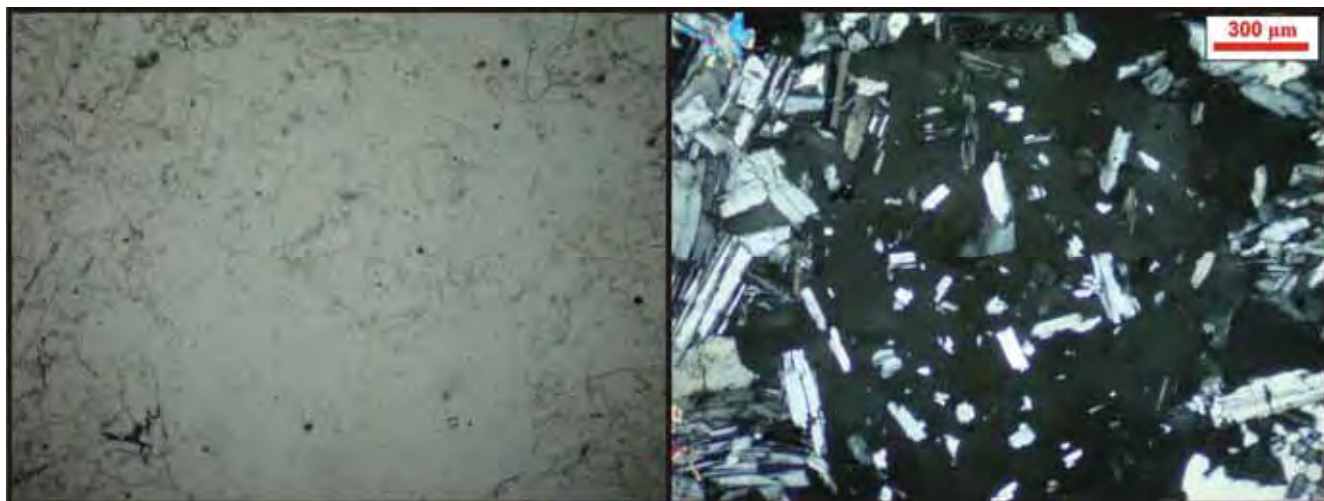
Os minerais opacos aparecem como raros e pequenos cristais anedrais fraturados arredondados dispersos na matriz da zona de alteração.



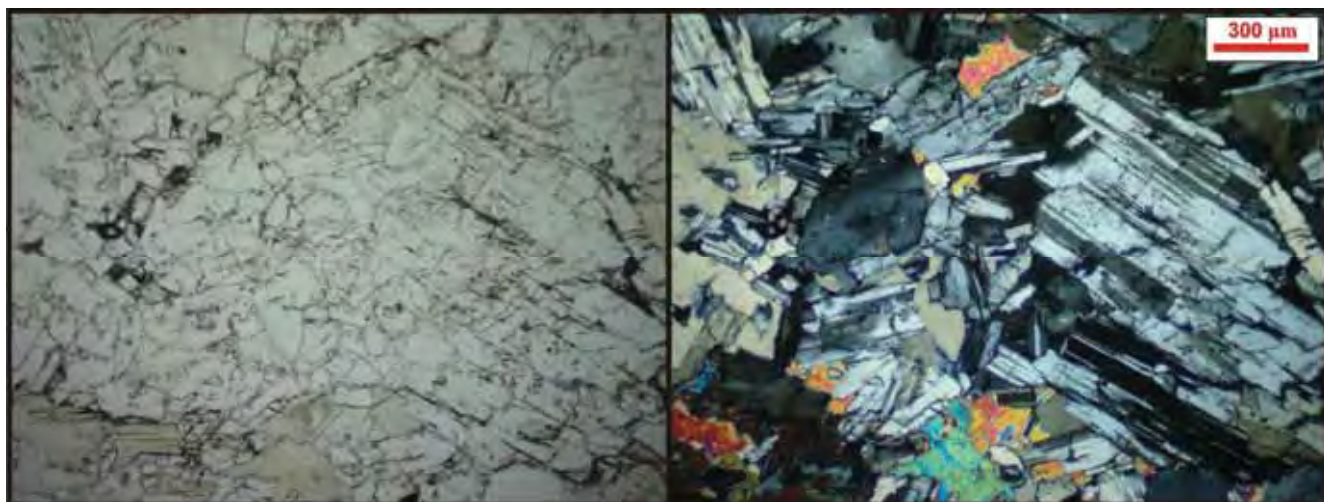
Cristais de quartzo e zinnwaldita envoltos por topázio na zona e alteração.



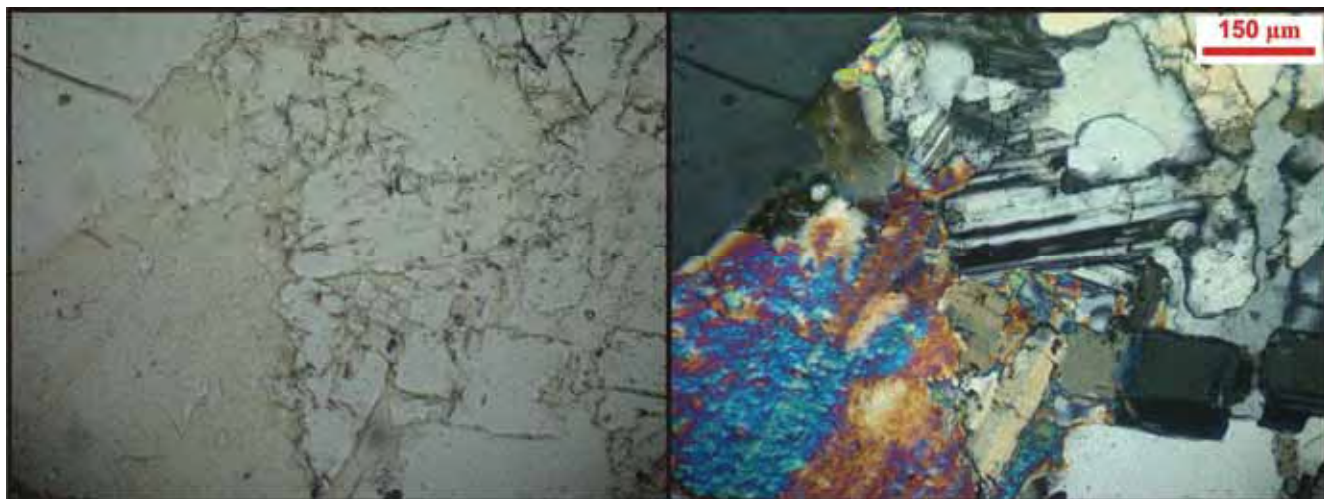
Grande quantidade de albita na zona de alteração, com cristais sendo consumidos pela zinnwaldita.



Quartzo poiquilítico com plagioclásio em seu interior. Os fragmentos aparentam uma orientação.



Pórfiro de plagioclásio na zona de alteração.



Borda corroída entre cristal de zinnwaldita, quartzo e albita.

AMOSTRA/LÂMINA: B.F.P-5E₁

Descrição Mesoscópica: rocha maciça, leucocrática, fanerítica média e porfiritica, com matriz fina de quartzo e feldspato e pórfiros de quartzo e mica. Esses pórfiros são em geral subarredondados. O litotipo é cortado por veio centimétrico regular, composto por quartzo, topázio e mica. Internamente o veio possui cristais anedrais centimétricos de quartzo com mica fina e topázio em seus interstícios. A zona de alteração é submilimétrica e é composta predominantemente por mica.

Descrição Microscópica:

Estrutura/Textura: a rocha mostra estrutura maciça e textura granítica porfiritica, com cristais de quartzo e microclínio com até 3mm. A granulação é serial bimodal, com média de 300µm para os cristais da matriz.

Composição modal estimada visualmente:

Plagioclásio ($\pm 30\%$)

Quartzo ($\pm 27\%$)

Microclínio ($\pm 25\%$)

Topázio ($\pm 17\%$)

Fluorita ($\pm 1\%$)

Zinnwaldita (traços)

Descrições e relações mineralógicas e texturais:

O plagioclásio ocorre sob forma de cristais subedrais a eudrais, tabulares e com bordas fraturadas a retas. Os cristais na matriz possuem granulação média de 300µm, com raros cristais ultrapassando 700µm, estes bastante fraturados. Ocorrem também cristais menores com bordas onduladas no interior de cristais de quartzo, gerando textura anti-mimerquita e cristais com bordas retas no interior de cristais de microclínio, caracterizando uma textura pertítica, porém os cristais não se mostram alinhados, e sim dispostos anelarmente.

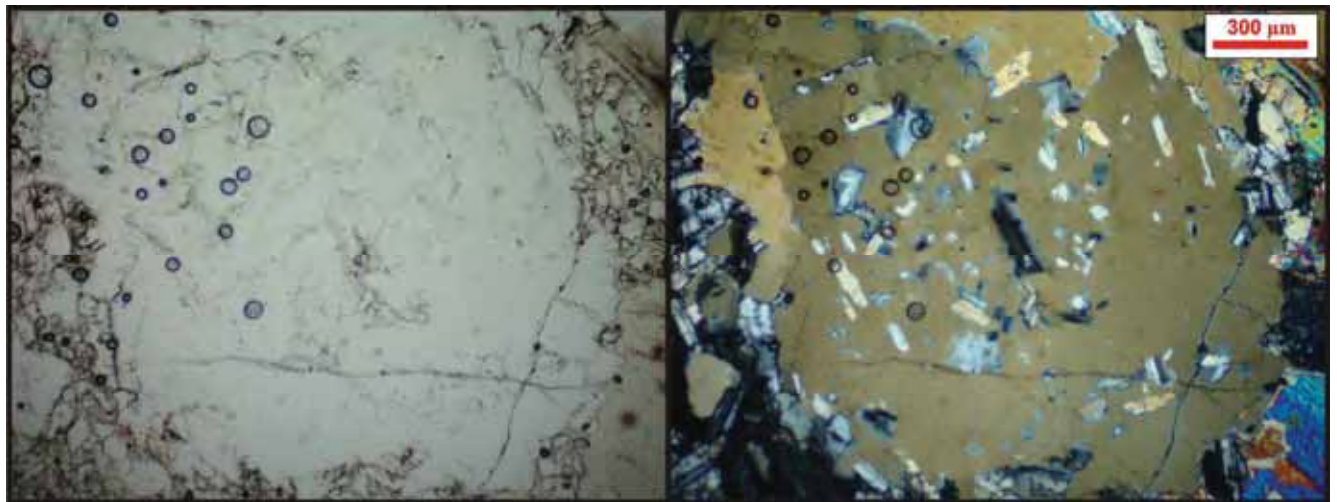
O quartzo aparece como cristais anedrais com até 2,5mm, com bordas fraturadas a corroídas, com raros casos de bordas retas com o microclínio. A maioria dos cristais se mostra englobando cristais menores de plagioclásio, topázio e, mais raro, microclínio. Alguns cristais apresentam também pequenas fissuras e fraturas.

O microclínio ocorre como cristais anedrais com granulação média de 600µm, chegando a pórfiros com 3mm. Os cristais possuem bordas corroídas a fraturadas, com raras bordas retas com o quartzo. Os cristais maiores possuem plagioclásio em seu interior dispostos anelarmente.

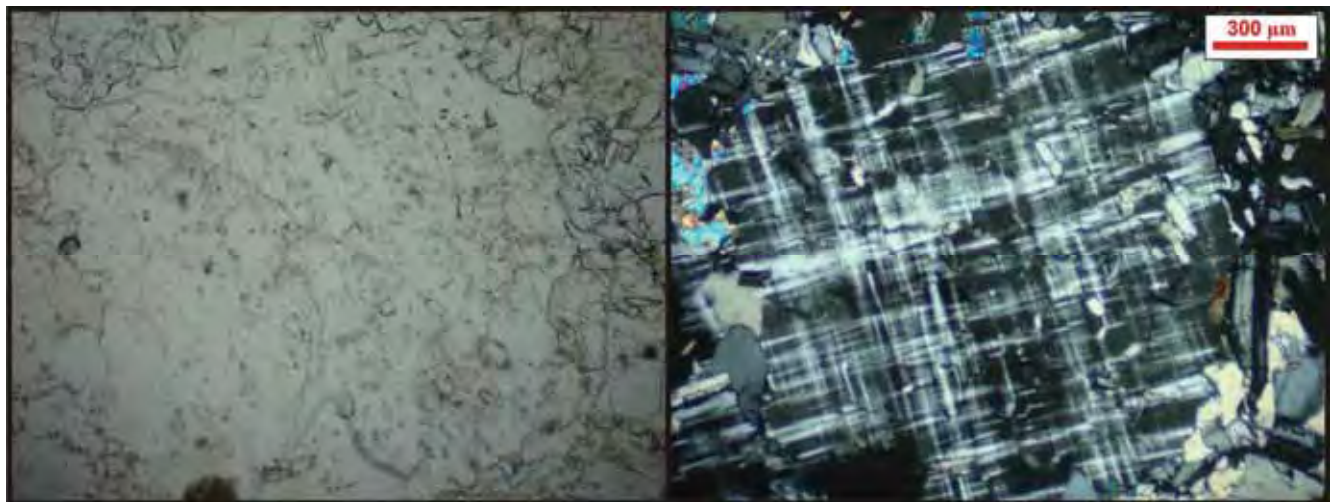
O topázio ocorre como pequenos cristais anedrais, com granulação média de 200µm, hábitos subarredondados e bordas onduladas a corroídas. Os cristais encontram-se dispersos na matriz e no interior de alguns cristais de quartzo. Alguns cristais mostram fraturas, muitas delas preenchidas por fluorita.

A fluorita ocorre dispersa em cristais anedrais e agregados policristalinos preenchendo fraturas no topázio e plagioclásio, apresentando bordas corroídas. A coloração da fluorita é violeta claro a violeta escuro.

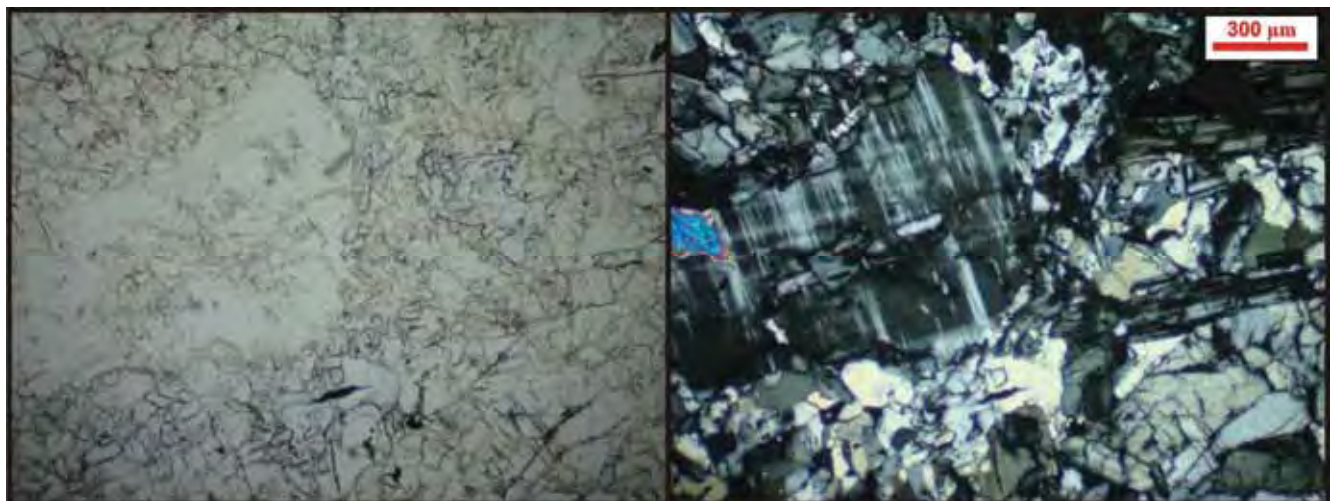
A zinnwaldita ocorre como cristais anedrais a subedrais com bordas corroídas e granulação média de 500µm. Encontra-se dispersa com muitos cristais aparentando serem dissolvidos por quartzo e microclínio.



Pórfiro de quartzo poiquítico, com cristais de plagioclásio aparentemente orientados.



Pórfiro de microclínio apresentando bordas corroídas.



Aspecto geral da rocha (leucogranito), matriz fina a media com pórfiro de microclínio.

AMOSTRA/LÂMINA: B.F.P-5E₂

Descrição Mesoscópica: rocha maciça, leucocrática, fanerítica média e porfiritica, com matriz fina de quartzo e feldspato e pórfiros de quartzo e mica. Esses pórfiros são em geral subarredondados. O litotipo é cortado por veio centimétrico regular, composto por quartzo, topázio e mica. Internamente o veio possui cristais anedrais centimétricos de quartzo com mica fina e topázio em seus interstícios. A zona de alteração é submilimétrica e é composta predominantemente por mica.

Descrição Microscópica:

Estrutura/Textura: o veio apresenta estrutura maciça e textura equigranular média, com cristais apresentando aspecto dendrítico e muitas fraturas. O contato (zona intermediária) é brusco macroscopicamente porém levemente gradacional em seção delgada, com grandes cristais subedrais de zinnwaldita e fragmentos do veio, formando estrutura levemente orientada nas micas e prismas, e maciça nos fragmentos, sendo a textura inequigranular com feições de serrilhamento nos fragmentos. A zona de alteração mostra estrutura maciça e textura inequigranular com feições engrenadas e poiquiliticas.

Composição modal estimada visualmente:

Veio:

Quartzo ($\pm 70\%$)
Zinnwaldita ($\pm 17\%$)
Topázio ($\pm 10\%$)
Fluorita ($\pm 3\%$)

Zona Intermediária:

Zinnwaldita ($\pm 35\%$)
Quartzo ($\pm 30\%$)
Topázio ($\pm 25\%$)
Fluorita ($\pm 7\%$)
Plagioclásio ($\pm 3\%$)
Opacos (traços)

Zona de Alteração:

Plagioclásio ($\pm 40\%$)
Quartzo ($\pm 25\%$)
Topázio ($\pm 18\%$)
Zinnwaldita ($\pm 15\%$)
Fluorita ($\pm 2\%$)

Descrições e relações mineralógicas e texturais:

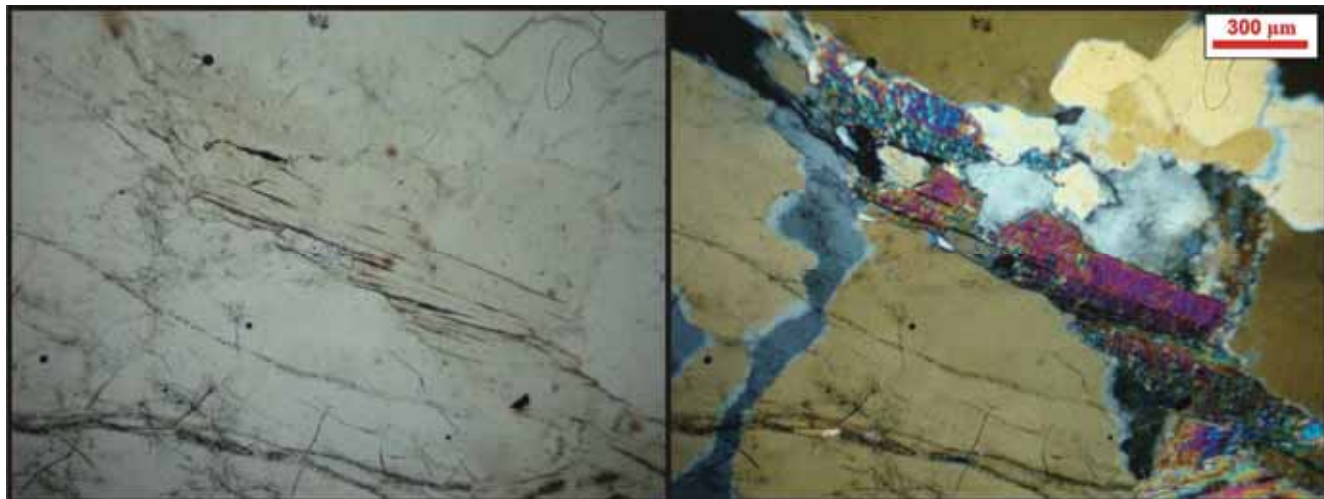
Veio:

O quartzo ocorre como cristais anedrais com textura lobulada a dendrítica, com granulação média de 1mm com cristais alcançando mais de 5mm. Os cristais se mostram fraturados com bordas onduladas a fragmentadas com raras bordas retas entre cristais de quartzo. Alguns cristais possuem topázio em seu interior.

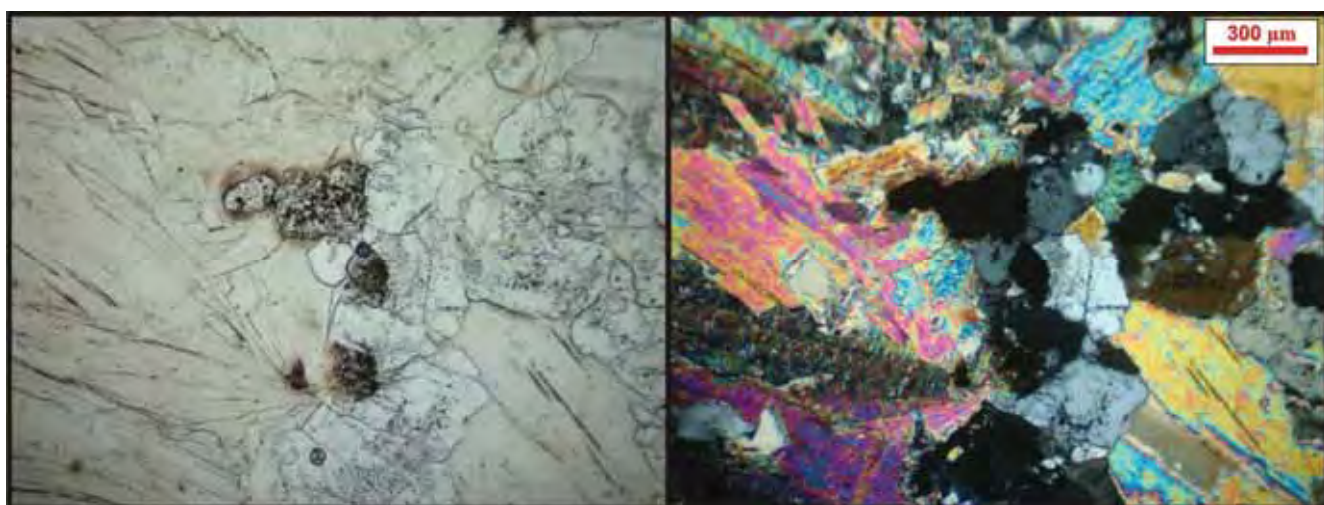
A zinnwaldita aparece como cristais anedrais a subedrais, com bordas corroídas e granulação média de 2mm. Os cristais estão nos interstícios dos cristais maiores de quartzo e preenchendo algumas fraturas. As bordas com cristais de zinnwaldita são em geral retas, mas com os demais minerais, principalmente o quartzo, são corroídas com textura serrilhada.

O topázio ocorre como cristais anedrais próximos do contato, com granulação média de 300 μ m e cristais alcançando 1mm. Os cristais estão bastante fraturados com alguns desses fragmentos subarredondados. A maioria dos cristais está associada a fluorita e cristais menores são encontrados no interior de cristais de quartzo.

A fluorita apresenta cristais anedrais e agregados policristalinos, com bordas corroídas a lobuladas e cristais bastante fraturados. A coloração varia de incolor, verde oliva e violeta escuro, alguns cristais apresentando manchas escuras de alteração. Em contato com a zinnwaldita a fluorita gera bordas de alteração marrom escuro (textura metamix).



Cristal de zinnwaldita e quartzo anedrais com bordas onduladas.



Cristais de fluorita gerando textura metamix com a zinnwaldita.

Zona Intermediária:

A zinnwaldita ocorre como cristais anedrais a subedrais, com granulação de até 4mm e bordas corroídas e retas em contato com outros cristais de zinnwaldita. Os cristais estão em geral aglomerados em bandas subparalelas ao contato estando esses cristais subhorizontais ao mesmo. Alguns cristais estão associados a fluorita, topázio e poucos estão envolvendo cristais de plagioclásio.

O quartzo aparece como cristais anedrais fraturados com bordas corroídas e lobuladas. A granulação média é de 500μm e os cristais ocorrem isolados ou em aglomerados com bordas internas retas, provavelmente fragmentos do veio pegmatítico.

O topázio ocorre como aglomerados de pequenos cristais anedrais subarredondados nas bordas dos cristais de zinnwaldita e quartzo. Alguns cristais ocorrem no interior de cristais de quartzo. A granulação média é de 300μm.

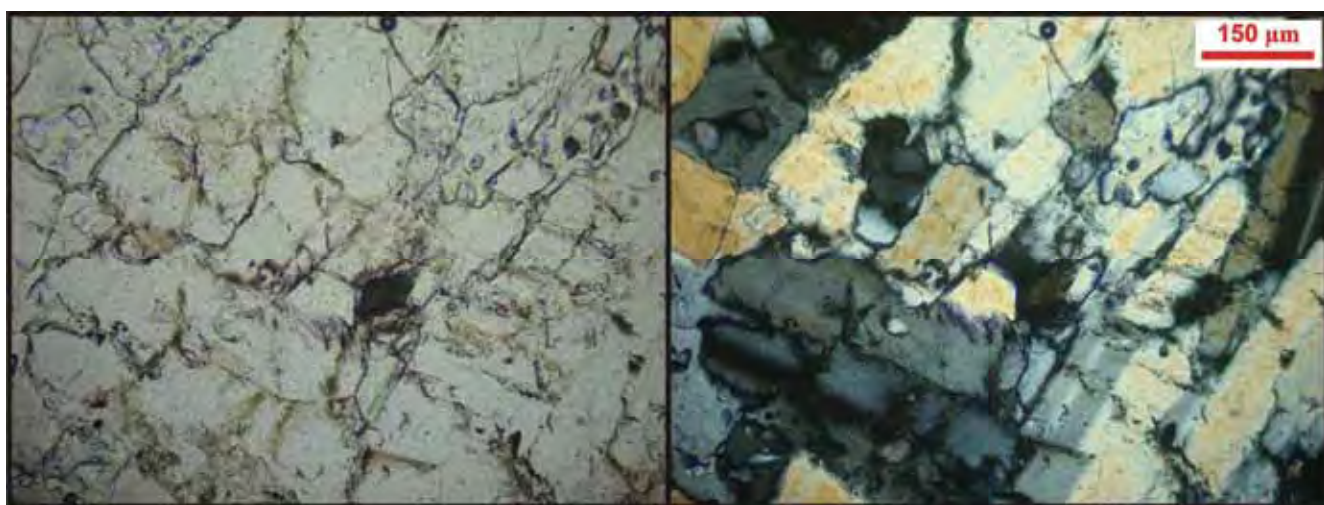
A fluorita ocorre como cristais anedrais e agregados policristalinos no interior da zinnwaldita e nos contatos entre zinnwaldita e quartzo. Os cristais possuem coloração violeta escuro. Quando ocorre no interior da zinnwaldita gera bordas marrom escuro de alteração (metamix).

O plagioclásio ocorre juntamente com os cristais de topázio e próximos a aglomerados de quartzo. Os cristais são anedrais a subedrais com habito prismático. As bordas são onduladas a retas com muitos cristais anedrais.

Os opacos ocorrem como raros cristais anedrais fraturados associados a fluorita, formando bordas de alteração preta com a mesma. As bordas em geral são corroídas com algumas serrilhadas.



Grande quantidade de topázio na zona intermediária.



Cristais de albita e mineral opaco euedral na zona intermediária.

Zona de Alteração:

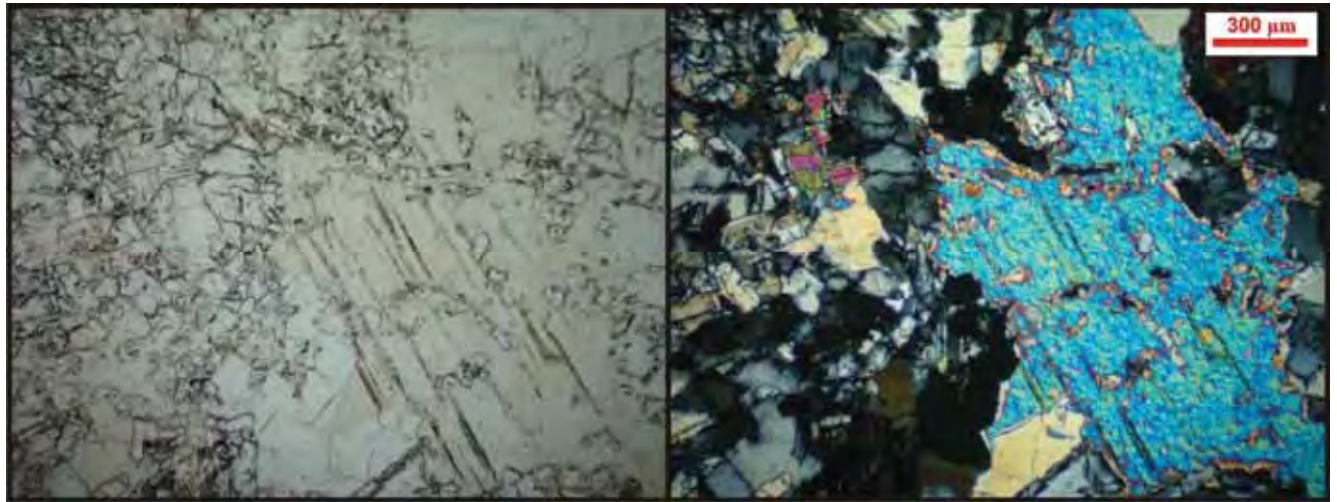
O plagioclásio ocorre como cristais anedrais, subedrais a raros euedrais, com a maioria mostrando bordas corroídas a onduladas. A granulação média é de 300μm. Muitos cristais estão no interior de cristais de quartzo (anti-mimerquita) ocorrem também em cristais de zinnwaldita, nesses casos gerando bordas de alteração com birrefringência alta. Os cristais estão dispersos não apresentando orientação.

O quartzo ocorre como cristais anedrais com bordas onduladas e granulação média de 700μm. A maioria dos cristais está englobando cristais de plagioclásio, possuindo bordas retas com os mesmos.

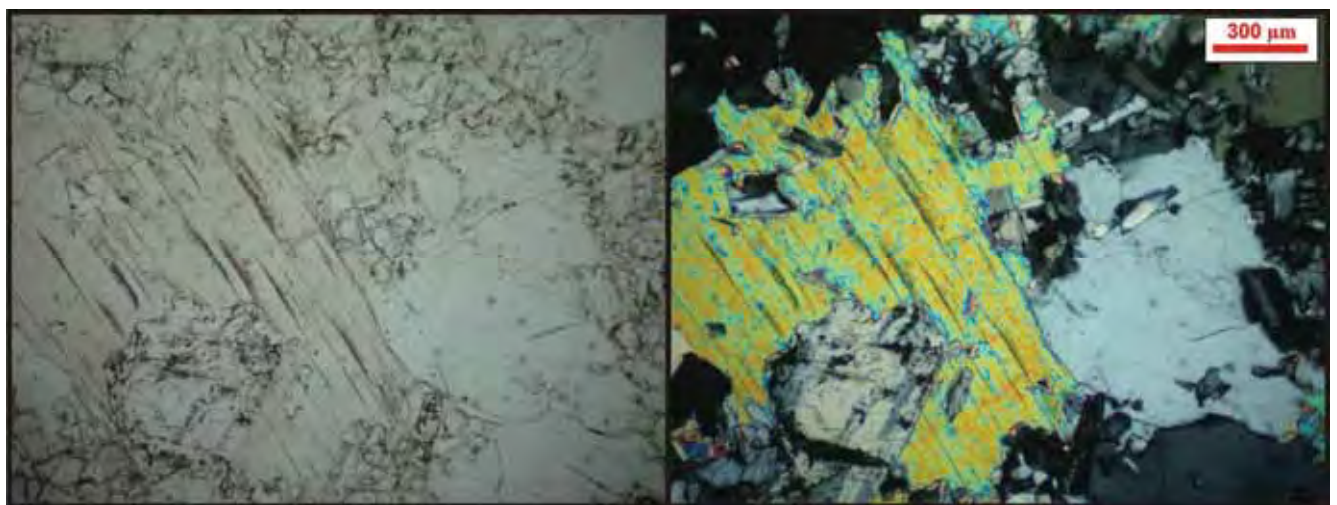
O topázio aparece como cristais anedrais subarredondados bastante fraturados e com bordas onduladas. A maioria dos cristais forma a matriz com o plagioclásio, envolvendo cristais de quartzo e zinnwaldita.

A zinnwaldita ocorre como cristais anedrais a subedrais com bordas corroídas, alguns bastante fraturados. Alguns cristais possuem bordas retas com cristais de quartzo e plagioclásio em seu interior. Os cristais não mostram uma orientação. Há fragmentos de cristais maiores dispersos na matriz.

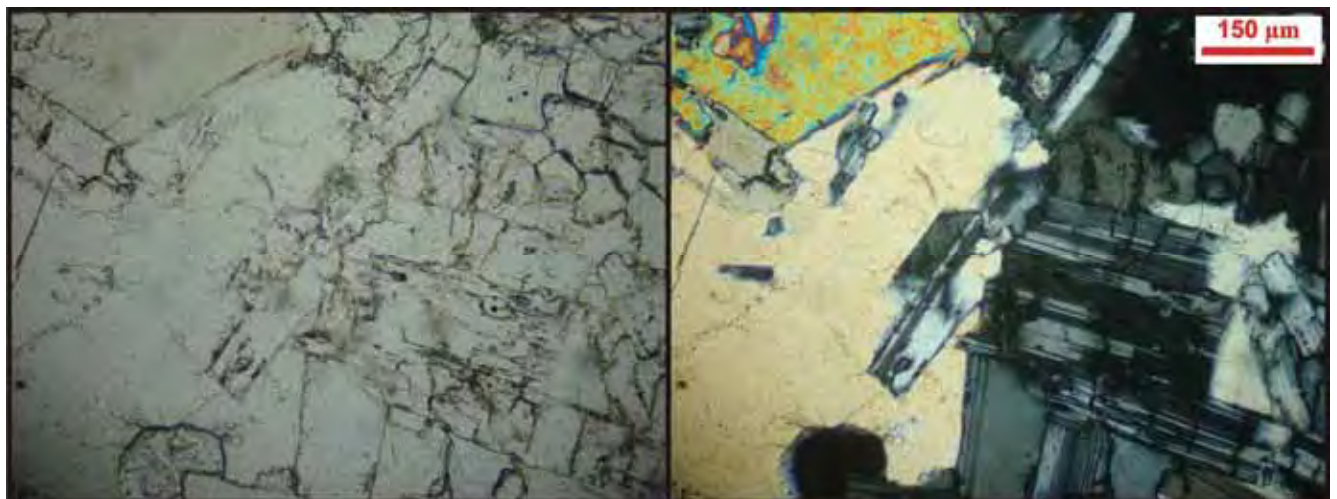
A fluorita ocorre como cristais anedrais com bordas onduladas e granulação média de 200μm. Os cristais estão nos interstícios de cristais de quartzo e zinnwaldita, além de serem encontrados em algumas fraturas da zona de alteração. A coloração em geral é incolor com poucos casos apresentando tons violeta. Os cristais maiores estão fragmentados. Em contato com a zinnwaldita gera bordas de alteração marrom escura.



Grande cristal de zinnwaldita envolto por topázio.



Cristais de plagioclásio sendo consumidos pela zinnwaldita.



Cristais euedrais de albita no interior de cristal anedral de quartzo.

ANEXO VI

**Descrição petrográfica:
Biotita Anfibolito e veios pegmatíticos**

AMOSTRA/LÂMINA: B.F.P-6A

Descrição Mesoscópica: rocha fortemente foliada, com granulação fina e coloração verde escuro. Presença de micas e minerais prismáticos orientados de forma relativamente homogênea e bem distribuída.

Descrição Microscópica:

Estrutura/Textura: a rocha apresenta forte foliação e textura nematoblástica, com a orientação dos cristais de anfibólio, envolvendo cristais estirados de quartzo e plagioclásio, além da presença de micas, em menor proporção, também orientadas.

Composição modal estimada visualmente:

Hornblenda ($\pm 55\%$)

Plagioclásio ($\pm 20\%$)

Biotita ($\pm 12\%$)

Quartzo ($\pm 8\%$)

Opacos ($\pm 5\%$)

Descrições e relações mineralógicas e texturais:

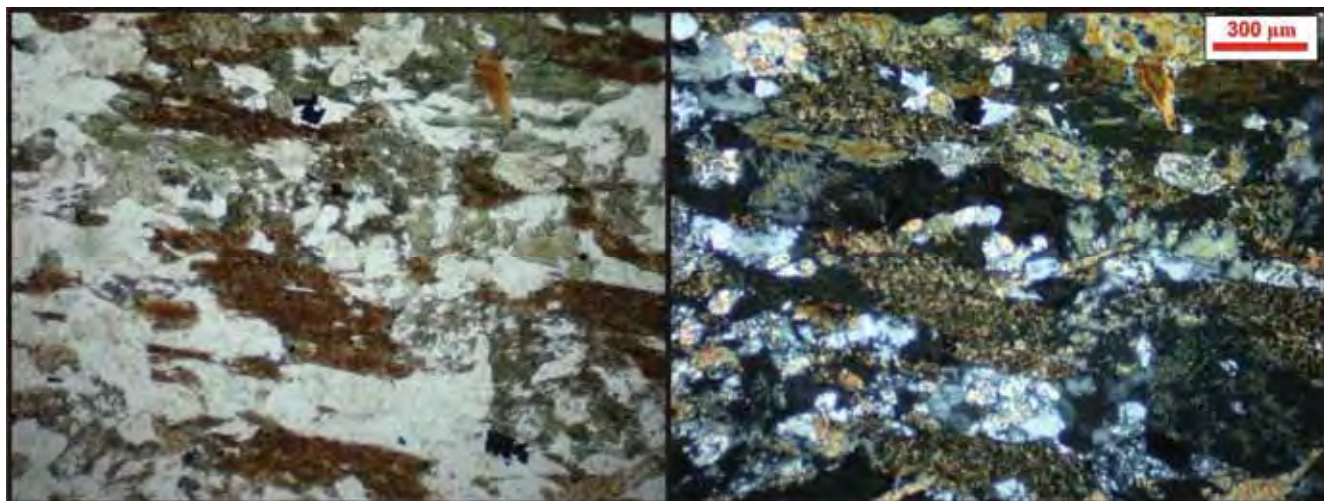
A hornblenda ocorre como cristais anedrais a subedrais, com raros mostrando seção basal euedral. Esses cristais em geral mostram bordas retas e onduladas, sendo possível identificar dissolução de alguns cristais. A granulação média é de $700\mu\text{m}$ com cristais alcançando 1mm em sua seção de maior alongação. A hornblenda encontra-se orientada com cristais muito fraturados e muitos apresentando seção basal rotacionada. Muitos cristais mostram quartzo e plagioclásio em seus interiores, aparentemente sendo corroídos pela hornblenda.

O plagioclásio sob a forma de cristais anedrais, com coloração clara rosada, bordas corroídas e fraturadas, e granulação média de $400\mu\text{m}$. Os cristais mostram forte sericitização, com geração de sericita microcristalina na superfície dos plagioclásios. Muitos cristais aparentam estarem sendo consumidos pela hornblenda, gerando bordas onduladas com as mesmas. Devido a grau de alteração não é possível identificar com precisão qual o plagioclásio presente na seção, sendo ele marcado pela forte birrefringência que a sericita gera em sua superfície.

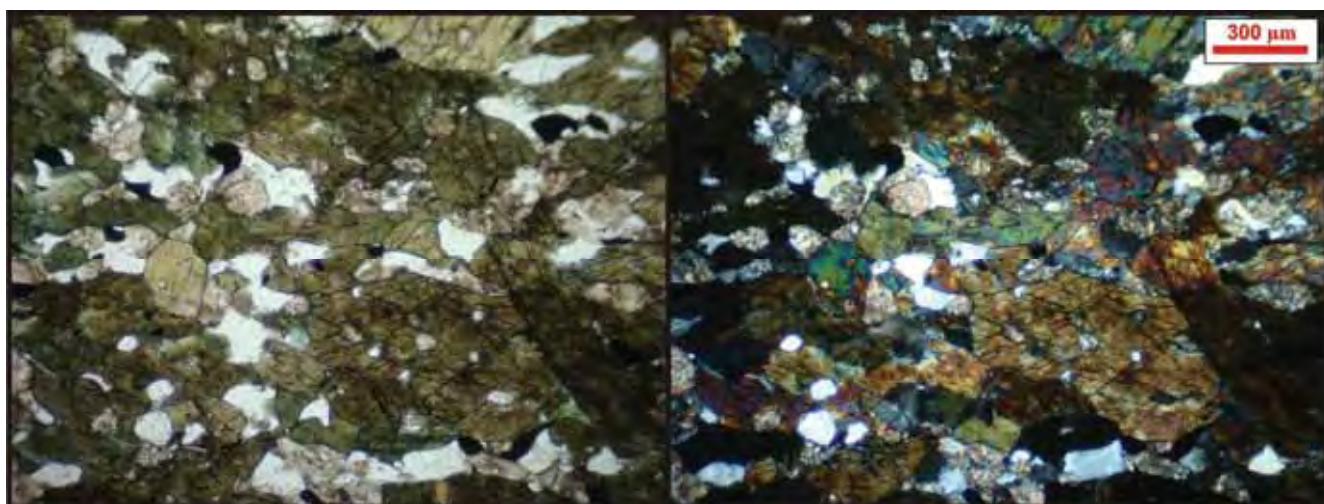
A biotita ocorre como cristais anedrais a subedrais, com coloração marrom escuro, bordas corroídas a raras retas e granulação média de $900\mu\text{m}$ (maior alongação). Os cristais encontram-se orientados e concentrados em delgadas bandas. A biotita mostra bordas corroídas com os demais cristais da seção e superfície fosca, provavelmente causada por desequilíbrio do sistema.

O quartzo ocorre como cristais anedrais, com bordas onduladas e granulação média de $300\mu\text{m}$. Os cristais estão estirados e alongados na direção da orientação geral dos cristais. O quartzo está além de disperso, concentrado em delgadas bandas difusas, juntamente com o plagioclásio e a biotita. Alguns cristais geram agregados microcristalinos.

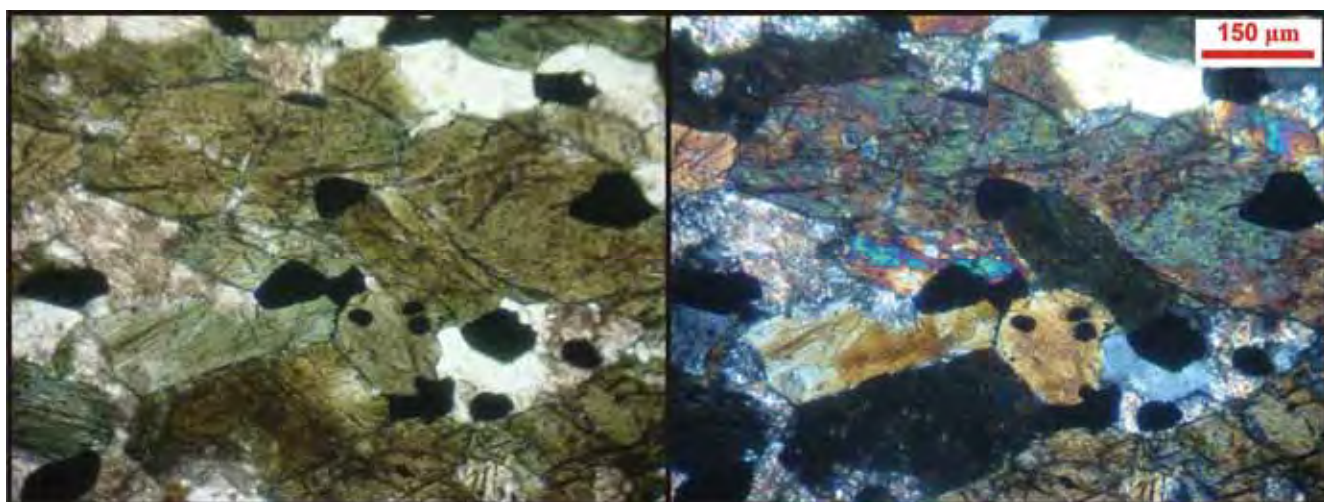
Os minerais opacos ocorrem como cristais anedrais, a maioria com hábitos angulosos, bordas corroídas a retas e granulação média de $300\mu\text{m}$. Os cristais encontram-se dispersos no interior e principalmente nos interstícios dos demais minerais da seção, estando orientados juntamente com os mesmos. Aparentemente a maioria dos cristais opacos é representada por limonita.



Textura lepidoblástica com orientação dos cristais de biotita.



Seções basais subedrais da biotita e cristais de plagioclásio fortemente sericitizados (coloração rosada).



Minerais opacos orientados com bordas onduladas a retas.

AMOSTRA/LÂMINA: B.F.P-6C

Descrição Mesoscópica: rocha fortemente foliada, com granulação fina e coloração verde escuro. Presença de micas e minerais prismáticos orientados de forma relativamente homogênea e bem distribuída. O litotipo é cortado por veio uniforme com 2,5cm de espessura e contatos bruscos com a encaixante. O veio é composto por quartzo, feldspato e fluorita, com cristais finos a muito finos, não ocorrendo zoneamento aparente. A zona de alteração é milimétrica, rica em mica e com contato gradacional com a encaixante.

Descrição Microscópica:

Estrutura/Textura: o veio apresenta estrutura maciça e textura inequigranular com cristais alcançando até 1,5mm. A zona intermediária mostra um contato relativamente brusco com a encaixante e a diminuição da granulação média, a estrutura é maciça a levemente orientada e a textura é inequigranular muito fina. A zona de alteração mostra uma orientação, aparentemente de fluxo, das micas e uma textura do tipo lepdoblastica.

Composição modal estimada visualmente:

Veio:

Plagioclásio ($\pm 80\%$)
Zinnwaldita ($\pm 8\%$)
Quartzo ($\pm 7\%$)
Topázio ($\pm 3\%$)
Fluorita ($\pm 2\%$)
Opacos (traços)
Cassiterita (traços)

Zona Intermediária:

Topázio ($\pm 50\%$)
Plagioclásio ($\pm 20\%$)
Zinnwaldita ($\pm 15\%$)
Quartzo ($\pm 13\%$)
Cassiterita ($\pm 1\%$)
Opacos ($\pm 1\%$)

Zona de Alteração:

Zinnwaldita ($\pm 45\%$)
Plagioclásio ($\pm 25\%$)
Quartzo ($\pm 15\%$)
Topázio ($\pm 10\%$)
Opacos ($\pm 5\%$)

Descrições e relações mineralógicas e texturais:

Veio:

O plagioclásio ocorre como cristais subedrais a anedrais, com bordas corroídas a retas e granulação média de 1mm. Os cristais mostram superfície fosca alterada provavelmente indicando sericitização. Em contato com o quartzo possui bordas onduladas. Alguns poucos cristais mostram cristalização radial, mas a maioria encontra-se dispersa no veio em cristais anedrais.

A zinnwaldita ocorre como cristais anedrais a subedrais, com coloração verde claro, bordas corroídas e fraturadas, com granulação média de 900µm. Muitos cristais estão alterados e a maioria possui bordas de alteração com os minerais opacos.

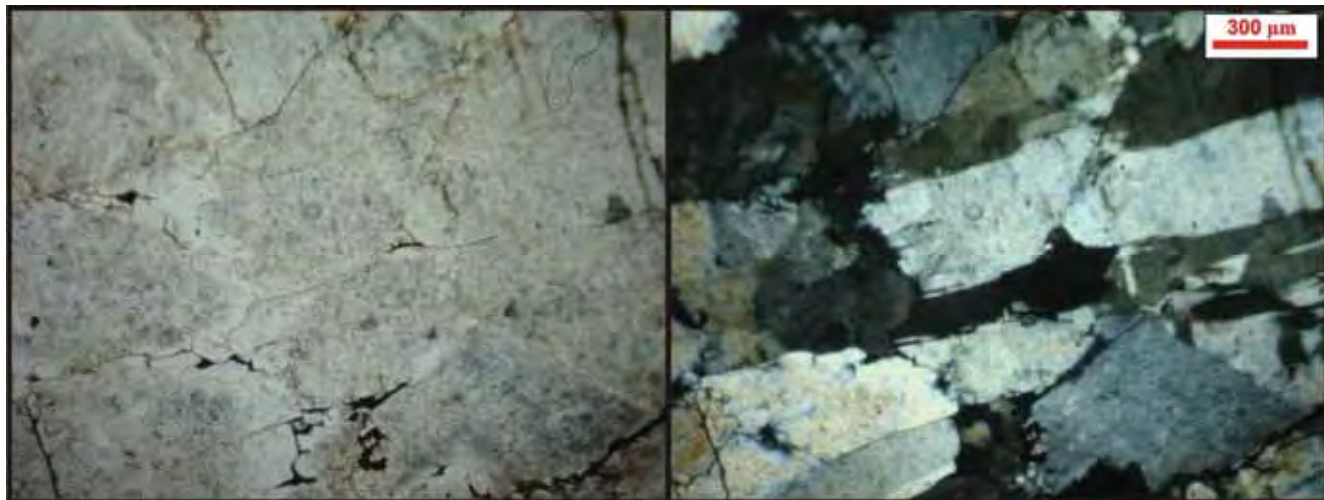
O quartzo ocorre como cristais anedrais com bordas onduladas a corroídas e granulação média de 300µm. Os cristais estão concentrados próximos do contato e raramente dispersos no veio. Os cristais estão bastante alterados e muitos aparentam ser corroídos pelo plagioclásio.

O topázio aparece como cristais anedrais, com bordas corroídas e granulação média de 400µm. Os cristais estão concentrados próximos ao contato e a maioria está associada ao quartzo, ocorrendo no interior de seus cristais.

A fluorita ocorre como poucos cristais anedrais dispersos no veio, com bordas corroídas e granulação média de 100µm. Sua coloração é marrom clara a incolor. Os cristais estão localizados principalmente nos interstícios dos cristais de plagioclásio.

Os minerais opacos ocorrem como cristais anedrais próximos do contato, com bordas fraturadas e granulação média de 100µm.

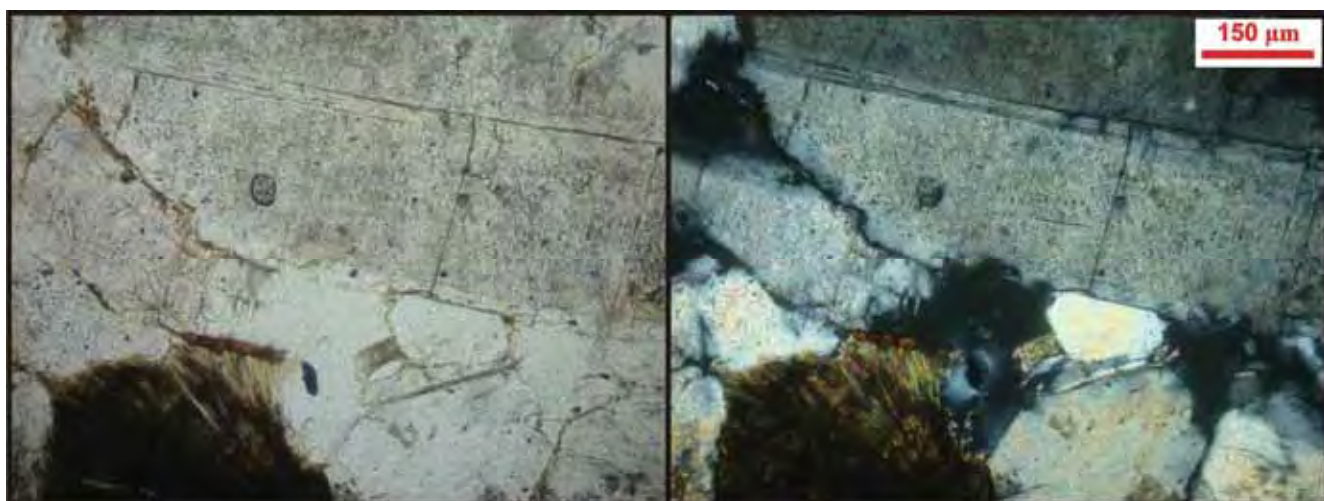
A cassiterita ocorre como um grande cristal anedral, hábito arredondado, bastante fraturado, com bordas corroídas e cerca de 2mm de diâmetro. Esse cristal possui cavidades angulosas em seu interior e feições de dissolução em todo o cristal.



Cristais de albita do veio pegmatítico.



Textura inequigranular dos cristais no veio pegmatítico.



Cristais anedrais de albita e cassiterita com bordas corroídas.

Zona Intermediária:

O topázio ocorre como cristais anedrais arredondados, com bordas onduladas a corroídas e granulação bimodal, com cristais maiores na parte do veio (media de 400μm) e menores na parte da zona de alteração (media de 100μm). Os cristais estão associados ao quartzo e a zinnwaldita.

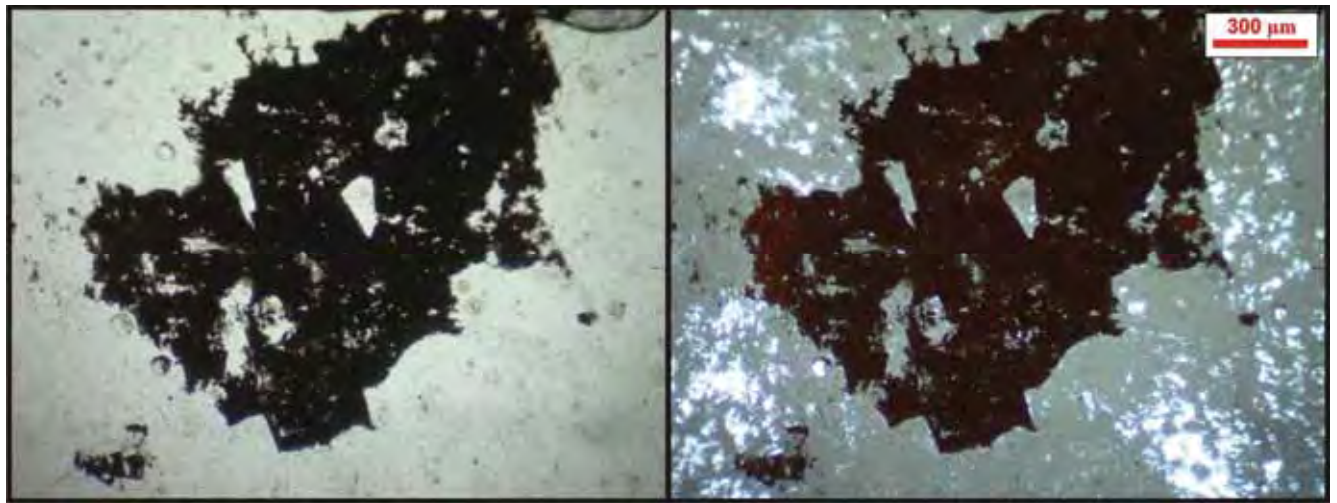
O plagioclásio ocorre como cristais anedrais, com bordas corroídas a onduladas e granulação media de 500μm. Em algumas porções do contato, na parte do veio, os cristais mostram arranjo em pente, com cristais alongados perpendicularmente ao contato.

A zinnwaldita ocorre como cristais anedrais, com bordas corroídas e granulação media de 300μm. Os cristais em geral aparentam estarem orientados paralelamente ao contato. A zinnwaldita ocorre majoritariamente na parte externa da zona intermediária.

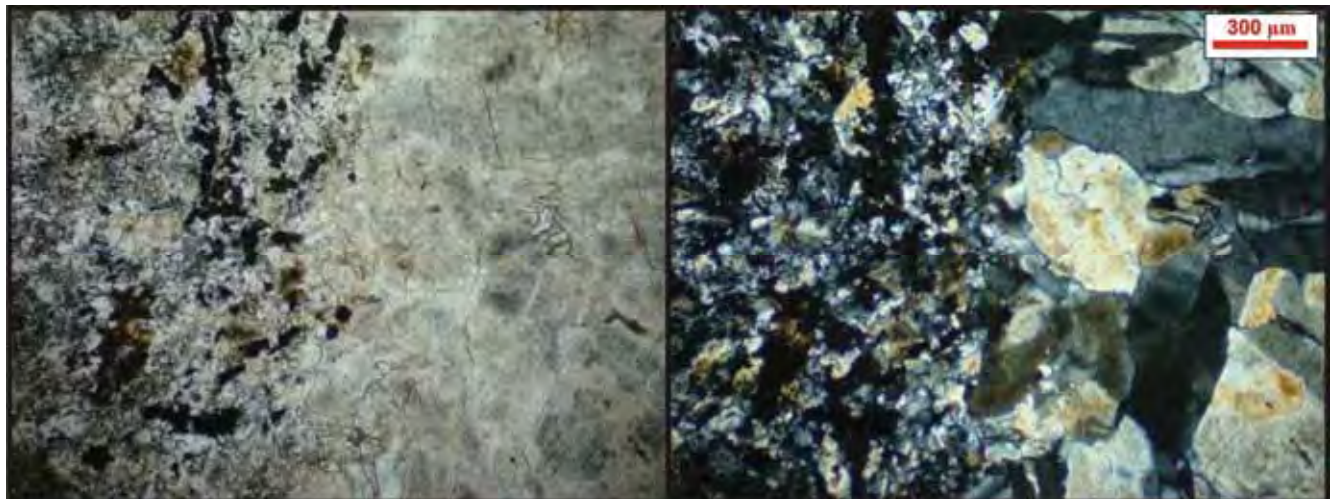
O quartzo ocorre como cristais anedrais, com bordas corroídas e granulação media de 200μm. Esses cristais encontram-se bastante dissolvidos quando junto do plagioclásio e zinnwaldita, apresentando bordas onduladas com outros cristais de quartzo e raros cristais de topázio em seu interior.

A cassiterita ocorre como pequenos cristais anedrais, com bordas corroídas e granulação media menor que 100μm. Esses cristais aparentam serem fragmentos de cristais maiores, possuindo em geral hábitos arredondados e dispostos raramente em agregados policristalinos.

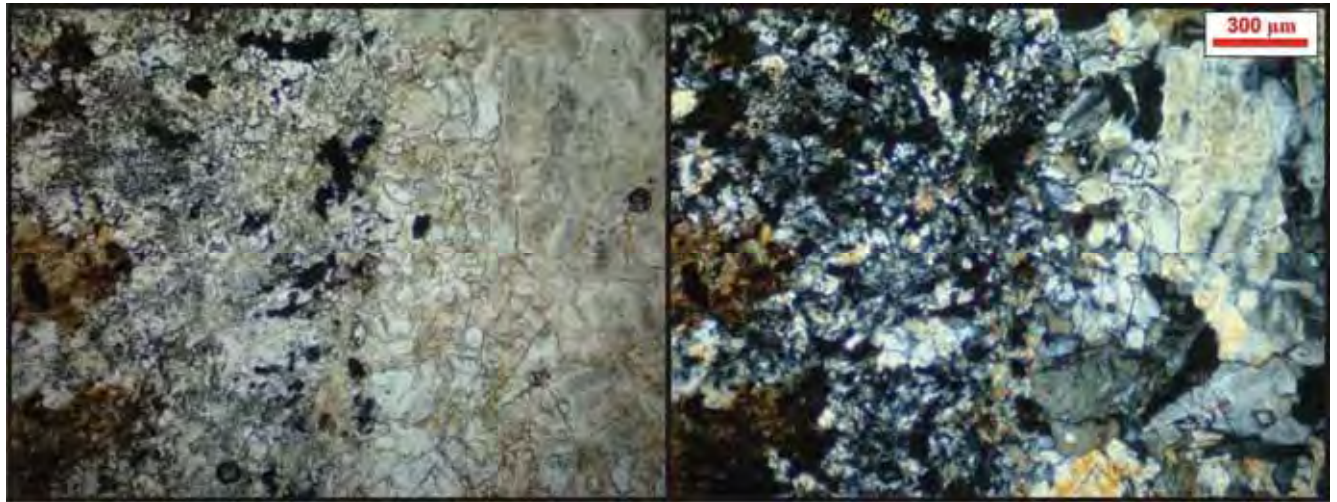
Os minerais opacos aparecem como cristais anedrais, com bordas fragmentadas e granulação média de 200 μ m. Os cristais estão alinhados paralelamente ao contato e possuem hábitos em geral angulosos e raramente arredondados.



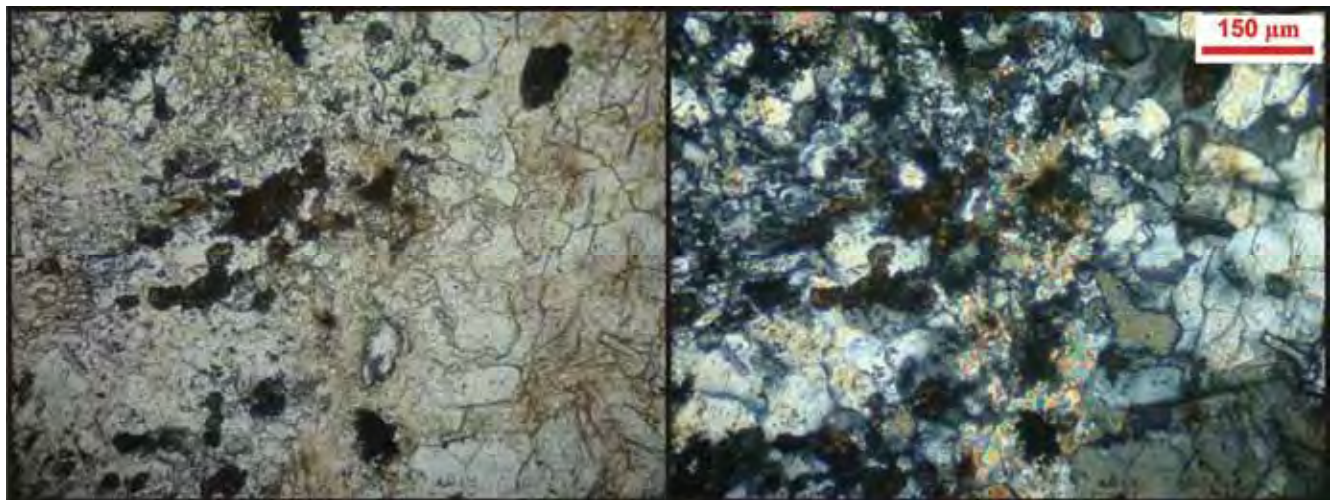
Grande cristal anedral de cassiterita. Bordas corroídas e fragmentadas.



Acumulação de minerais opacos no contato.



Diminuição da granulação no contato.



Cristais anedrais de cassiterita no contato entre o veio e a encaixante.

Zona de Alteração:

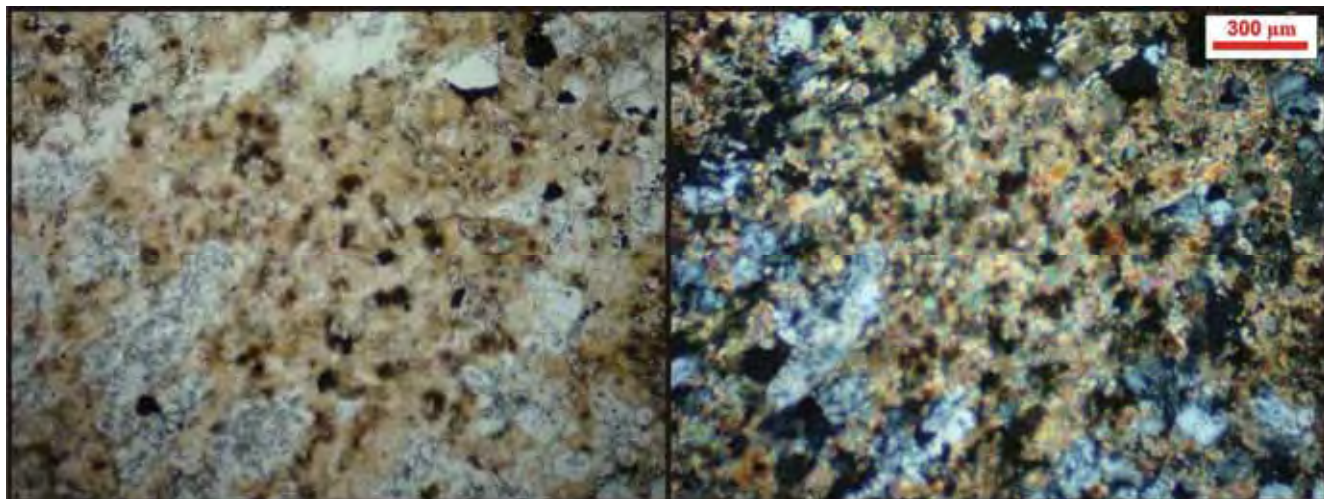
A zinnwaldita ocorre sob forma de agregados policristalinos anedrais, com bordas corroídas e difusas e granulação média menor que $100\mu\text{m}$. Esses agregados mostram aparente orientação, oblíqua a subparalela ao contato e estão envolvendo os demais minerais. Quando em contato com minerais opacos geram bordas de alteração marrom escura.

O plagioclásio aparece como cristais anedrais com bordas corroídas e granulação média de $500\mu\text{m}$. Os cristais mostram-se bastante alterados e sendo corroídos pela zinnwaldita. Em algumas porções o plagioclásio gera agregados policristalinos com cristais arredondados.

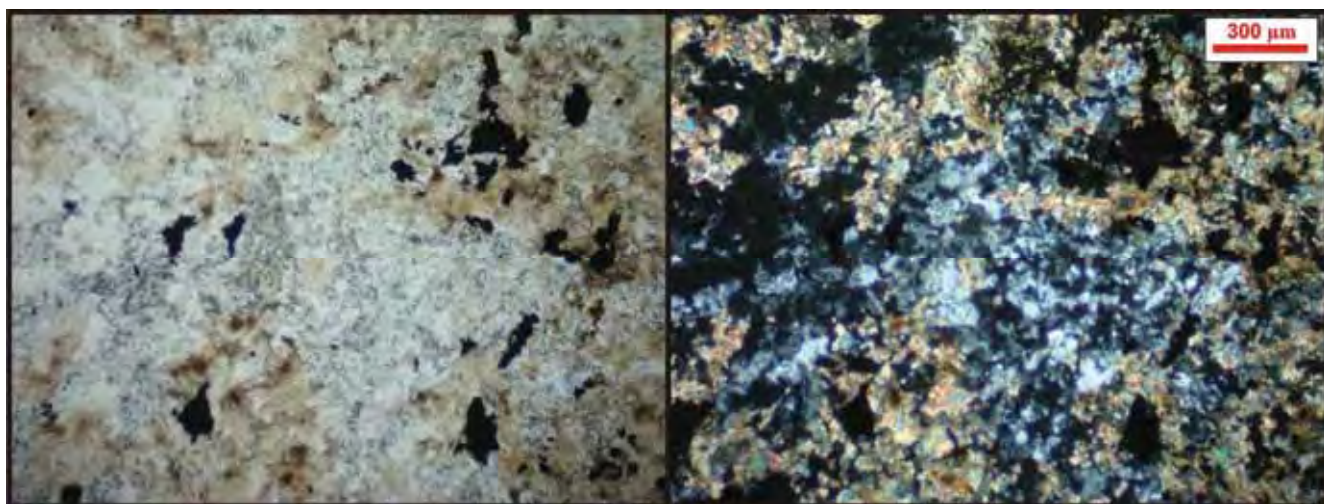
O quartzo ocorre como cristais anedrais, com bordas corroídas e granulação média de $200\mu\text{m}$. Muitos cristais estão sendo corroídos pela zinnwaldita e a maioria apresenta fragmentos da mesma em seu interior.

O topázio ocorre como cristais anedrais arredondados, com bordas corroídas e granulação média de $200\mu\text{m}$. Os cristais estão concentrados próximos do contato e apresentam bordas onduladas quando em contato com o quartzo.

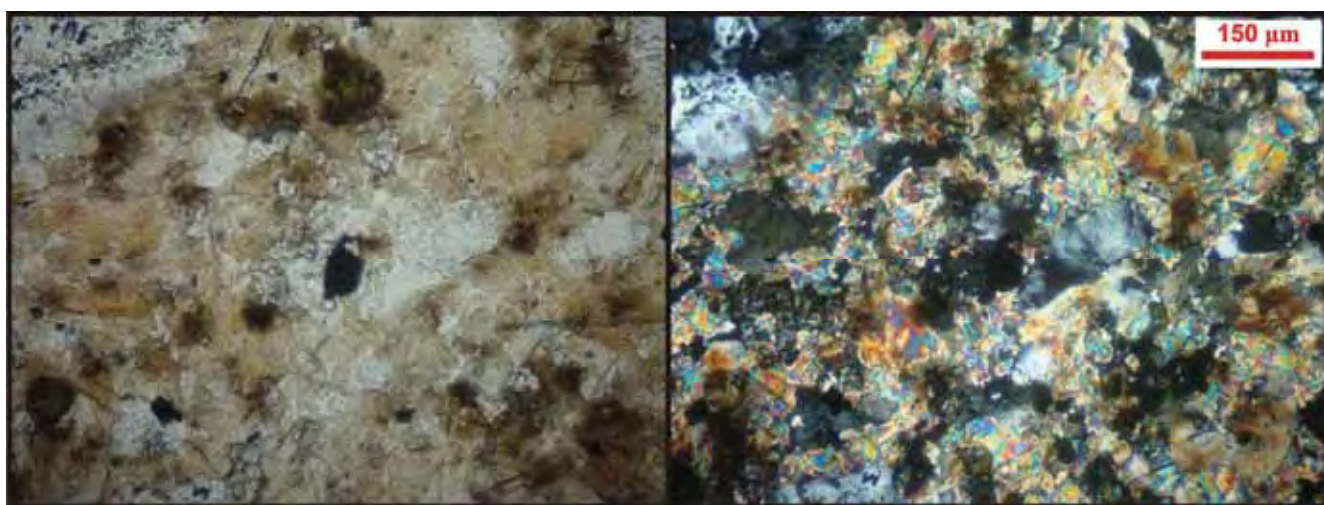
Os minerais opacos encontram-se dispersos em cristais anedrais angulosos com bordas fraturadas a corroídas e granulação média de $200\mu\text{m}$. Os cristais em geral seguem a orientação dos demais minerais com o alinhamento dos fragmentos de cristais maiores. Esses minerais geram alterações na zinnwaldita, gerando bordas marrom escuras corroídas.



Agregados microcristalinos de zinnwaldita na zona de alteração.



Cristais anedrais angulosos de minerais opacos.



Texturas do tipo metamix entre os minerais opacos e a zinnwaldita.

AMOSTRA/LÂMINA: B.F.P-7B

Descrição Mesoscópica: rocha fortemente foliada, com granulação fina e coloração verde escuro. Presença de micas e minerais prismáticos orientados de forma relativamente homogênea e bem distribuída. O litotipo é cortado por veio irregular, com cerca de 3cm de espessura e contatos ondulares com a encaixante. O veio é composto por de quartzo e topázio maciços com raros cristais dispersos pelo corpo. A zona de alteração possui espessura submilimétrica e é aparentemente composta por micas, apresentando contato gradacional com a encaixante. Há presença de vênulas irregulares saindo do corpo principal (veio de quartzo e topázio).

Descrição Microscópica:

Estrutura/Textura: a estrutura do veio é maciça com textura inequigranular bimodal, com cristais maiores de quartzo e plagioclásio envoltos por agregados policristalinos de pequenos cristais. A zona intermediária possui estrutura levemente orientada (fluxo) com cristais do veio sendo englobados por massas de zinnwaldita microcristalina, esta sendo inserida nos interstícios dos minerais de forma perpendicular ao contato. O contato é em geral abrupto com porções mostrando fragmentos do veio sendo corroídos pela zinnwaldita da zona intermediária. A zona de alteração é marcada pela grande quantidade de zinnwaldita microcristalina em grandes agregados aparentemente orientados perpendicularmente ao contato. Essa zona pode ser dividida em duas porções: a primeira, que ocorre logo após a zona intermediária, onde os cristais de zinnwaldita são menores e a quantidade de topázio é maior. A segunda parte da zona de alteração possui cristais mais desenvolvidos de zinnwaldita e cristais de biotita sendo alteradas para zinnwaldita. A passagem entre a zona intermediária e as zonas de alteração é gradacional. Há uma pequena vênula saindo do veio principal, esta apresentando, devido a sua espessura, as mesmas características que a zona intermediária.

Composição modal estimada visualmente:

Veio:

Plagioclásio ($\pm 45\%$)
Quartzo ($\pm 35\%$)
Topázio ($\pm 18\%$)
Fluorita ($\pm 2\%$)
Opacos (traços)

Zona Intermediária:

Quartzo ($\pm 30\%$)
Plagioclásio ($\pm 30\%$)
Topázio ($\pm 20\%$)
Zinnwaldita ($\pm 15\%$)
Fluorita ($\pm 4\%$)
Opacos ($\pm 1\%$)

Zona de Alteração interna:

Zinnwaldita ($\pm 75\%$)
Topázio ($\pm 15\%$)
Quartzo ($\pm 5\%$)
Fluorita ($\pm 3\%$)
Opacos ($\pm 2\%$)
Cassiterita (traços)

Zona de Alteração externa:

Zinnwaldita ($\pm 67\%$)
Topázio ($\pm 10\%$)
Biotita ($\pm 7\%$)
Quartzo ($\pm 5\%$)
Plagioclásio ($\pm 5\%$)
Fluorita (3%)
Opacos (3%)

Descrições e relações mineralógicas e texturais:

Veio:

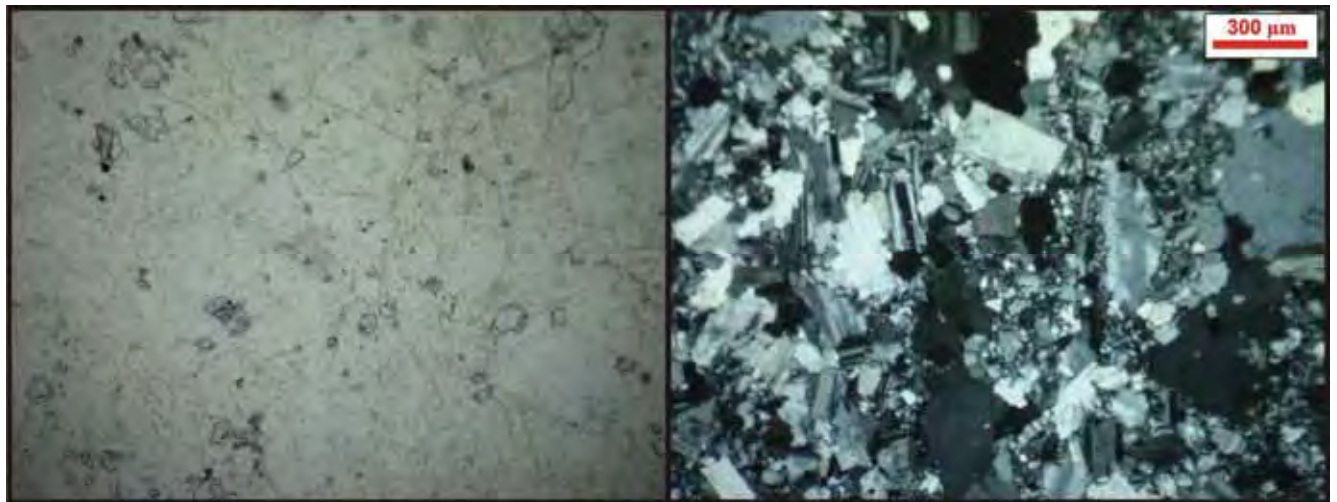
O plagioclásio ocorre sob forma de cristais anedrais a subedrais, com bordas corroídas, a maioria dos cristais apresenta habito tabular e a granulação media é de 700 μ m. Os cristais mais desenvolvidos estão envoltos por agregados policristalinos, de quartzo e plagioclásio, e possuem bordas corroídas com os mesmos. Os cristais de plagioclásio tendem a se concentrarem no interior do veio.

O quartzo ocorre como cristais anedrais com bordas corroídas e granulação bimodal, com cristais maiores com até 900 μ m e pequenos cristais em agregados policristalinos com menos de 100 μ m. O quartzo possui bordas corroídas com os demais minerais e possui cristais de plagioclásio no interior de alguns cristais (textura poiquilitica). Assim como o plagioclásio os cristais maiores estão sendo envoltos pelos agregados policristalinos finos oriundos do contato.

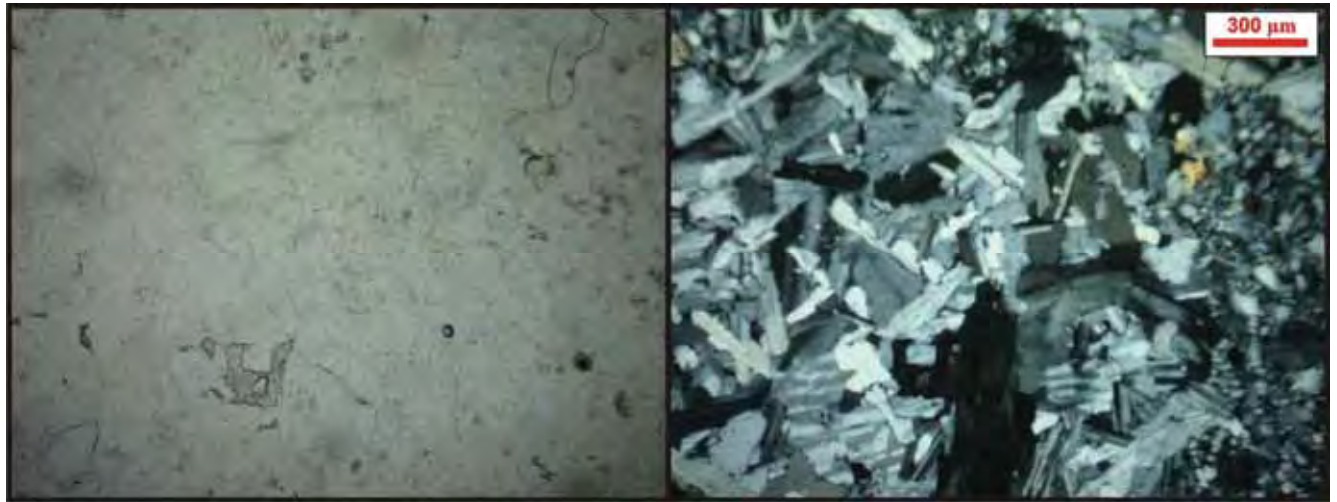
O topázio ocorre como cristais anedrais com bordas corroídas e granulação media de 200 μ m. Os cristais são dispersos no interior do veio, com hábitos em geral angulosos, mas a maioria esta concentrada próximo do contato. Muitos cristais estão no interior de cristais de quartzo.

A fluorita ocorre dispersa em cristais anedrais com até 300 μ m, ocorrendo principalmente nos interstícios dos minerais do veio. Sua coloração é marrom claro a violeta claro e encontra-se associada ao topázio.

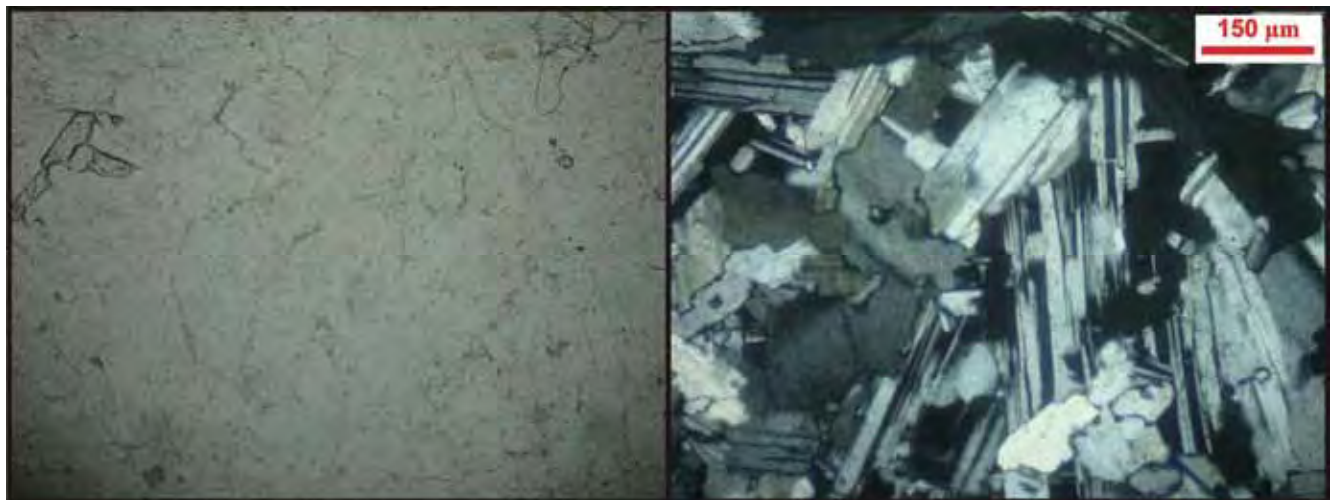
Os minerais opacos ocorrem como raros cristais anedrais angulosos dispersos no veio, com granulação media menor que 100 μ m e poucos hábitos tabulares.



Veio rico em albita com granulação bimodal.



Cristais de albita anedrais com hábitos tabulares.



Contatos retos e ondulares dos cristais de albita e quartzo.

Zona Intermediária:

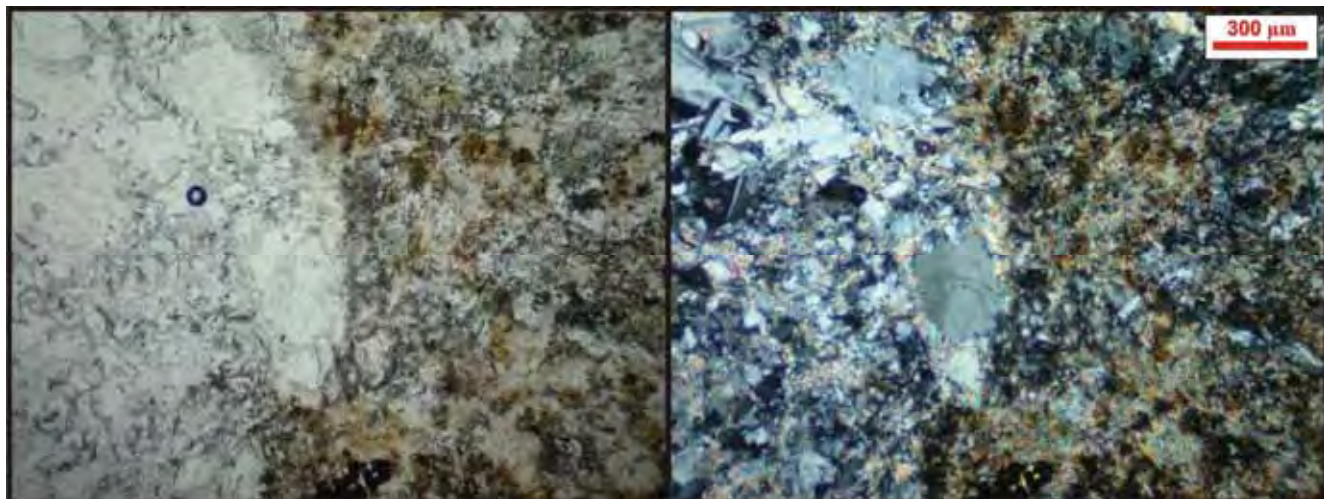
O quartzo e plagioclásio aparecem como cristais anedrais, com bordas corroídas e granulação média de 300µm. Os cristais estão sendo envoltos por agregados policristalinos de quartzo, plagioclásio e topázio, além de massas de zinnwaldita microcristalina inseridas nos interstícios perpendicularmente ao contato. Aparentemente os cristais maiores são fragmentos do veio e os agregados policristalinos oriundos da recristalização que ocorreu no contato.

O topázio ocorre como cristais anedrais, com bordas onduladas a corroídas e granulação média de 400µm, embora muitos cristais estejam em massas difusas. O topázio está concentrado no contato envolvendo os fragmentos do veio.

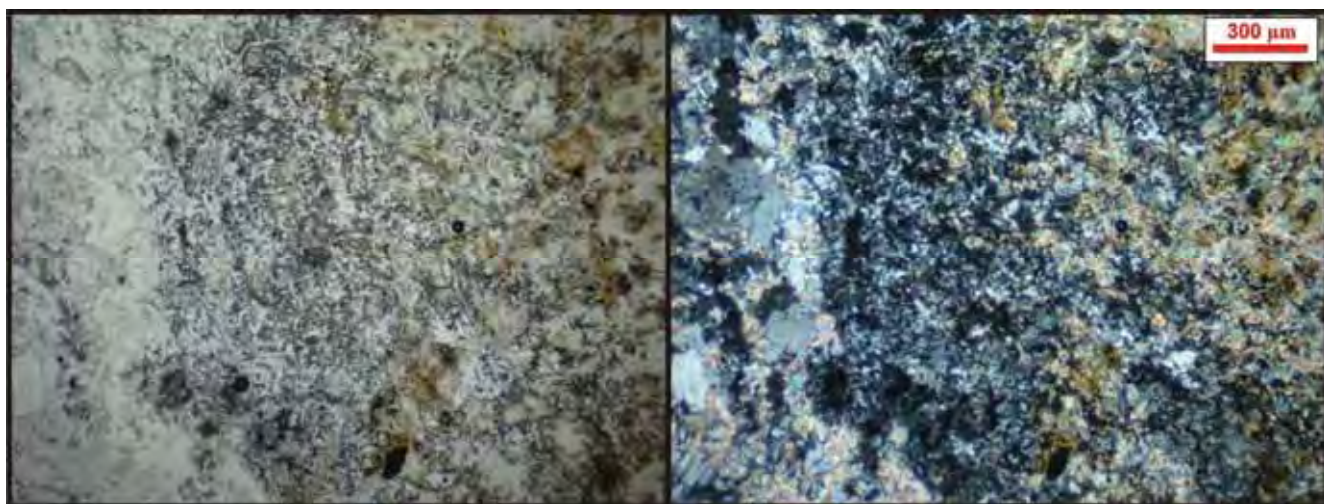
A zinnwaldita ocorre sob forma de massas microcristalinas anedrais com bordas corroídas. Essas massas originam-se do contato em são inseridas no veio pelos interstícios dos cristais maiores de quartzo e plagioclásio de forma perpendicular ao contato.

A fluorita ocorre como cristais anedrais, com bordas corroídas e menos de 100µm, dispersos na zona intermediária. A fluorita encontra-se associada ao topázio e ocorre, na maioria dos casos, no entorno de seus cristais.

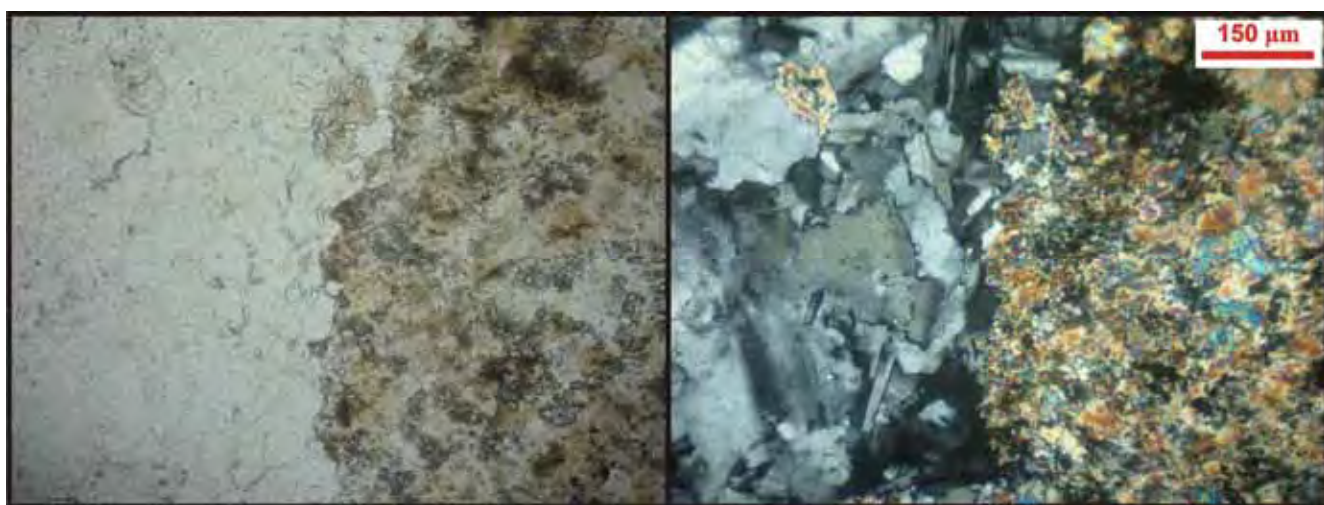
Os minerais opacos ocorrem como cristais anedrais fraturados, com bordas corroídas e granulação média de 500µm. A maioria dos cristais está localizada na porção da zona de alteração do contato e possuem hábitos angulosos a raros arredondados.



Contato brusco entre o veio e a zona de alteração na encaixante.



Acumulo de topázio microcristalino no contato.



Cristais de quartzo e albita sendo corroídos no contato.

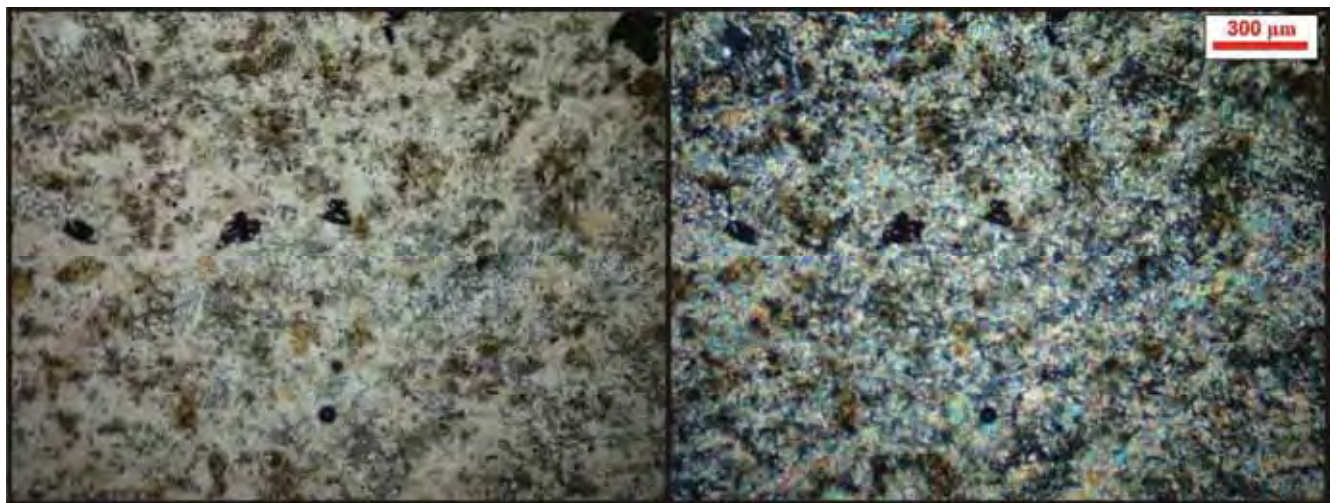
Zona de alteração interna:

A zinnwaldita ocorre como massas microcristalinas anedrais com bordas corroídas e difusas. Essas massas envolvem os demais minerais e aparecem a partir do contato. Aparentemente ocorre uma orientação dessas massas com direção sub perpendicular ao contato, provavelmente geradas pelo fluxo de fluido durante a recristalização.

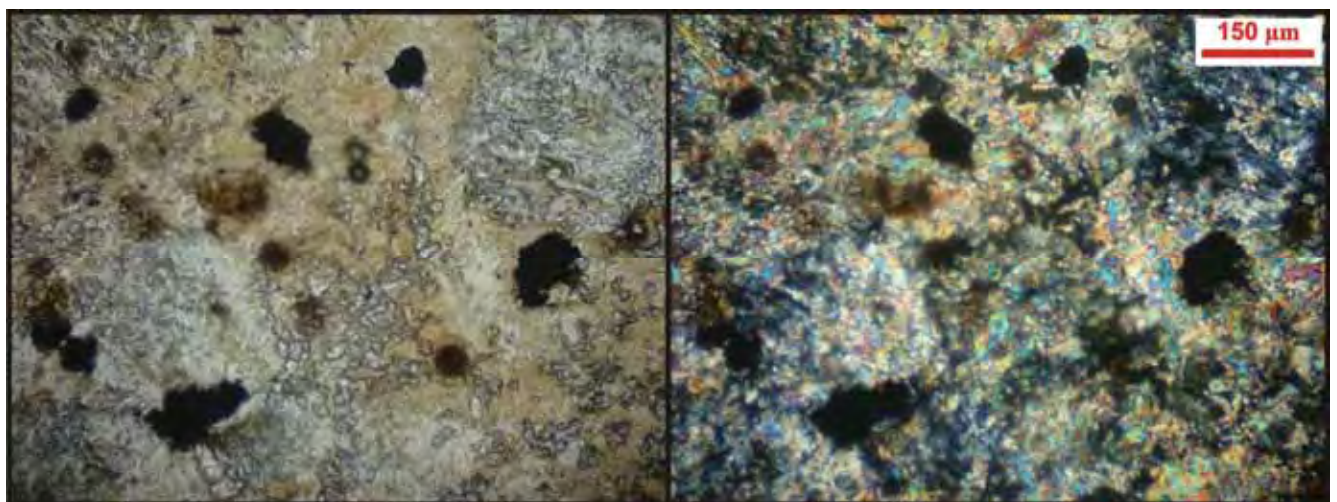
O topázio, quartzo e fluorita ocorrem como agregados policristalinos anedrais com bordas corroídas pela zinnwaldita. Esses agregados estão sendo envoltos pelas massas de zinnwaldita e aparentemente são corroídos pelas mesmas.

Os minerais opacos aparecem como cristais anedrais fraturados e fragmentados, dispersos pela zona de alteração e corroídos pela zinnwaldita. A granulação média é de 200 μ m.

A cassiterita ocorre como raros cristais anedrais, dispersos e com menos de 100 μ m de diâmetro. Assim como os demais cristais esta sendo corroída pelas massas de zinnwaldita.



Agregados microcristalinos de zinnwaldita da zona de alteração interna.



Minerais opacos gerando textura tipo metamix nos cristais de zinnwaldita.

Zona de alteração externa:

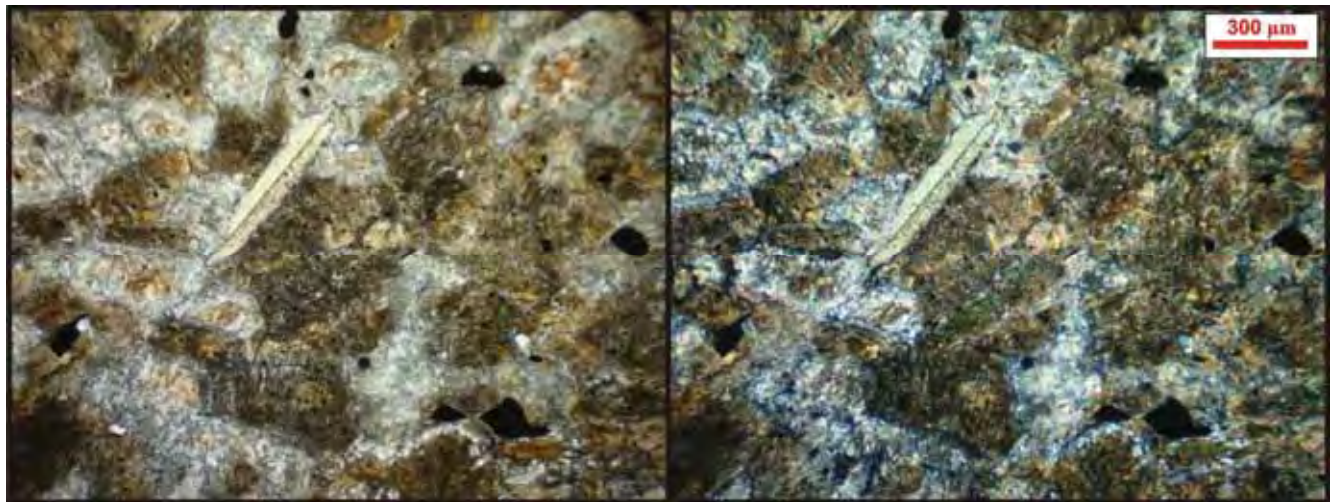
A zinnwaldita ocorre sob forma de massas microcristalinas e cristais maiores anedrais a subedrais, com granulação média de 600 μ m. A maioria dos cristais está localizada envolta de cristais alterados de biotita, possuindo bordas corroídas com a mesma.

O topázio, quartzo e plagioclásio ocorrem como agregados policristalinos muito finos, são anedrais e possuem granulação média menor que 100 μ m. Esses cristais estão associados a zinnwaldita aparentemente corroídos pela mesma.

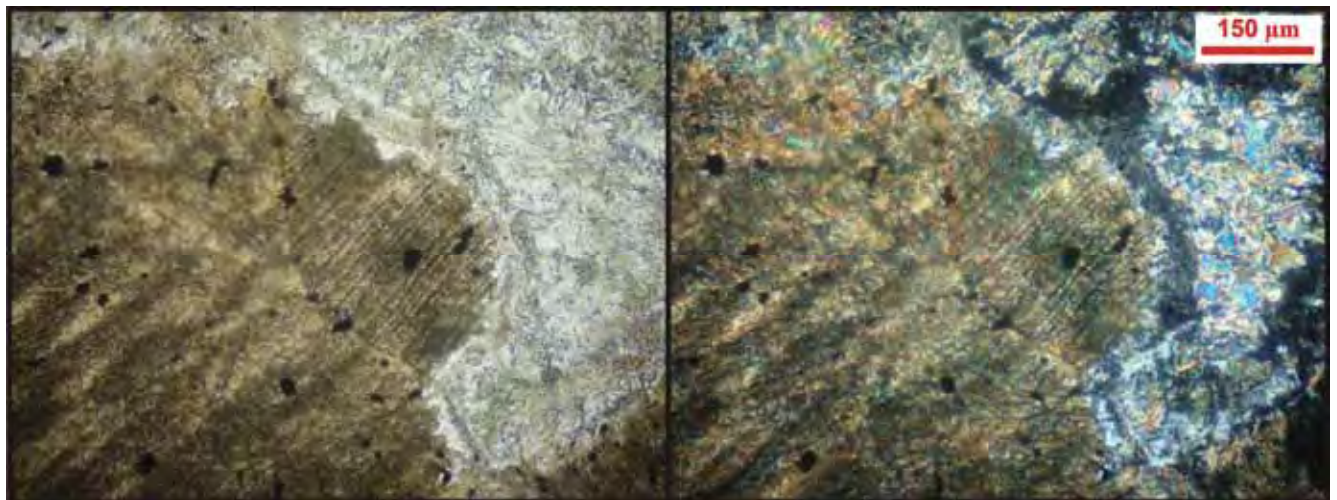
A biotita ocorre como cristais anedrais muito alterados com granulação média de 600 μ m. Em alguns locais é possível encontrar estruturas reliquias de antigos cristais de biotita. Aparentemente as biotitas estão sendo transformadas em zinnwaldita.

A fluorita ocorre como cristais anedrais, com bordas corroídas e granulação média menor que 100 μ m. A coloração geral é violeta muito claro. Os cristais ocorrem principalmente como massas nos interstícios dos cristais maiores.

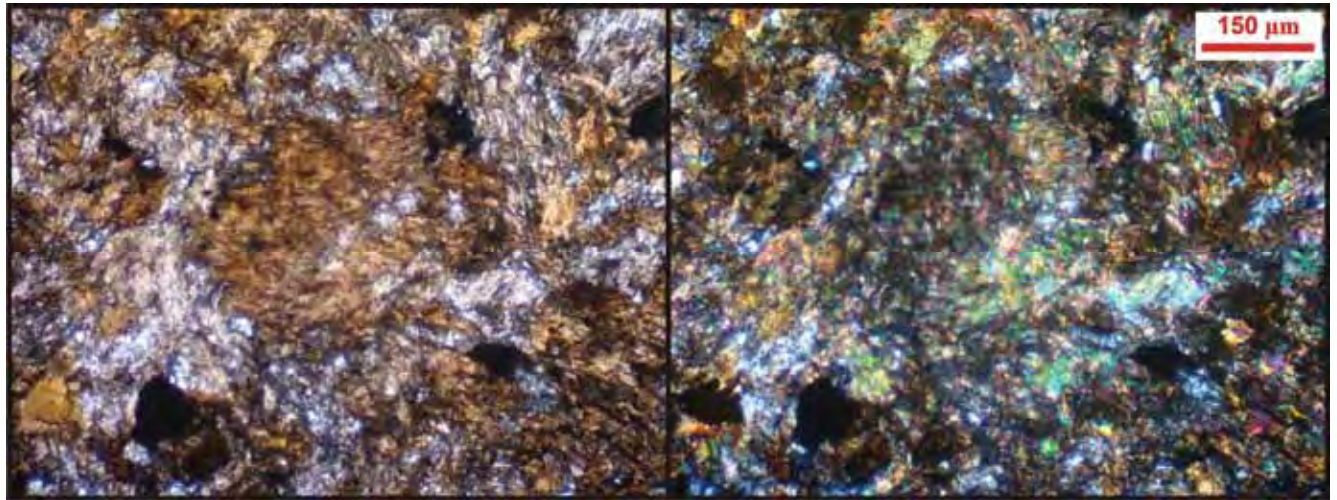
Os minerais opacos ocorrem de forma semelhante ao da zona de alteração interna, porém com uma granulação média de 400 μ m.



Cristais de biotita alterados gerando zinnwaldita microcristalina nas bordas.



Clivagem reliquiar de biotita.



Zinnwaldita em torno de cristal alterado de biotita.