

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Câmpus de Rio Claro

ALINE DE CASSIA CARLIN

CARACTERIZAÇÃO PETROGRÁFICA E GEOQUÍMICA DAS
ROCHAS ENCAIXANTES DA MINERALIZAÇÃO DE OURO
DO ALVO LAVRA VELHA – IBITIARA (BA)

Trabalho de Formatura apresentado ao Instituto
de Geociências e Ciências Exatas - Câmpus de
Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista
Júlio de Mesquita Filho, para obtenção do grau
de Geólogo.

Rio Claro - SP

2013

551.9 Carlin, Aline de Cassia
C282c Caracterização petrográfica e geoquímica das rochas
encaixantes da mineralização de ouro do alvo Lavra Velha -
Ibitiara (BA) / Aline de Cassia Carlin. - Rio Claro, 2013
144 f. : il.

Trabalho de conclusão de curso (Geologia) - Universidade
Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Orientador: Sebastião Gomes de Carvalho
Coorientador: Rafael Rodrigues de Assis

1. Geoquímica. 2. Metalogenia. 3. Supergrupo Espinhaço.
4. Chapada Diamantina. 5. Granitoide Ibitiara. 6.
Hidrotermalismo. 7. Aulacógeno do Paramirim. I. Título.

ALINE DE CASSIA CARLIN

CARACTERIZAÇÃO PETROGRÁFICA E GEOQUÍMICA DAS
ROCHAS ENCAIXANTES DA MINERALIZAÇÃO DE OURO
DO ALVO LAVRA VELHA – IBITIARA (BA)

Trabalho de Formatura apresentado ao Instituto
de Geociências e Ciências Exatas - Câmpus de
Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista
Júlio de Mesquita Filho, para obtenção do grau
de Geólogo.

Comissão Examinadora

Prof. Dr. Sebastião Gomes de Carvalho (orientador)

Prof. Dr. Antenor Zanardo

Prof. Dr. Washington Barbosa Leite Junior

Rio Claro, 28 de novembro de 2013.

Assinatura do(a) aluno(a)

assinatura do(a) orientador(a)

AGRADECIMENTOS

Inicialmente agradeço à empresa Yamana Gold pelo apoio prestado na realização e viabilidade deste trabalho, além de todo o aprendizado adquirido durante o período de estágio. À Unesp pela disponibilidade dos laboratórios e trabalhos técnicos.

Aos professores Sebastião Gomes de Carvalho e Antenor Zanardo, pela orientação e pelo grande aprendizado durante este trabalho. Aos geólogos Rodrigo (Beíça), Diego (Cindi), Gustavo (Miojo) pela paciência e ajuda durante o estágio, Tiago Elói, pela proposta deste tema para o trabalho de conclusão de curso, e Igor, pela orientação deste trabalho, pelo acompanhamento desde as saídas de campo à revisão dos textos, além da parceria e amizade.

Agradeço à minha família, tias Elza, Danja e a minha avó Iolanda, que assumiram desde os meus três anos o papel de mães, pais, tias, avós, irmãs e amigas. Obrigada pelo apoio, pela confiança e pela educação, que tanto lutaram para que tivesse sempre a melhor.

À minha turma de graduação Alcool n' Geo, sempre tão unida. À Mafê, Marina, Marry pela grande amizade, pela ajuda, pela companhia, pela parceria e por fazerem parte de todas as minhas histórias em Rio Claro. Luana, Lulus, pela amizade, por se tornar parte da minha família, pelas viagens, conversas, desabafos, choro e risos.

Ao Zé (sempre prestativo) pela grande amizade. Ao Lady por me fazer descobrir que não sou alérgica a abelhas e pela grande parceria em Campo 2. Ao Melado e Igor, pela paciência em Campo 1, e por terem se tornado meus grande amigos. Ao Andrey por toda paciência, companhia e pelos momentos presente que me oferece conforto e alegria. Em especial à (Ana) Patricia por todos esses 4 anos de convivência na faculdade. Obrigada por ser minha melhor amiga, por ter se tornado minha irmã, por ter aguentado toda minha insanidade durante todos os períodos de provas, seminários, campo 2, TCC e todo o resto. Particularmente neste trabalho, pelas intermináveis discussões geológicas e pelos cafés na madrugada.

RESUMO

O prospecto de ouro Lavra Velha, localizado na cidade de Ibitiara (BA), situa-se no domínio fisiográfico do Espinhaço Setentrional, na borda oeste da Chapada Diamantina – porção central do Estado da Bahia. Insere-se no Bloco Gavião, um dos compartimentos tectônicos do Cráton São Francisco (Almeida, 1977). Ocorre associados à brechas hidrotermais alojadas em rochas ácidas a intermediárias, classificadas como tonalitos, granodioritos e dioritos, com forte alteração, interceptadas por um sistema de veios e vênulas constituídos por associação mineral hidrotermal composta por hematita, turmalina, quartzo e sericita, localizadas no limite norte do granito Ibitiara. Regionalmente afloram rochas arqueanas (Complexo Paramirim) e paleoproterozóicas (Granitóide Ibitiara e Granito Matinos), consideradas o embasamento da área, recobertas por associações plutono-vulcanossedimentares, do Grupo Rio dos Remédios, de idade paleo a mesozoproterozóica, que possuiam vez são intrudidas por rochas máficas. Para caracterização do conjunto de rochas encaixantes da mineralização aurífera foram utilizadas, de forma integrada, técnicas petrográficas, analíticas e de mapeamento geológico. Com o desenvolvimento deste trabalho, tais rochas previamente classificadas como rochas vulcânicas da Formação Novo Horizonte, foram consideradas pertencentes a uma porção do Granitóide Ibitiara, mais atingida pelo metamorfismo hidrotermal, ou com alta pressão de fluidos. Predomina na área metamorfismo de fácies xisto verde, com baixa deformação, associado a grande concentração e circulação de fluido. Processos de alteração hidrotermal são frequentes e respondem pelas principais modificações mineralógicas/texturais e pela intensa sericitização generalizada.

Palavras-chave: Supergrupo Espinhaço, Chapada Diamantina, Granitóide Ibitiara, hidrotermalismo, mineralização de ouro.

ABSTRACT

The Lavra Velha gold prospect is located in Ibitiara city, in the Espinhaço Setentrional physiographic domain, on the west edge of Chapada Diamantina – central part of Bahia. It is inserting on Gavião Block, a compartment of São Francisco Cráton (Almeida, 1977). The Lavra Velha gold dump is formed by an association of hydrothermal breccia lodged in acid and intermediate rocks, classifying in tonalite, granodiorite and diorite, with high alteration, cut off by a vein and venules system constituted by hydrothermal association composed by hematite, tourmaline, quartz and sericite, located in the north limit of Ibitiara granite. In the regional geological context the area is represented by Archaean rocks (Paramirim Complex) and Paleoproterozoic rocks (Ibitiara granitoid and Matinos Granite) constituted the basement, following by paleo to mesozoic pluton-vulcanic-sedimentary association of Rio dos Remédios Group, intruded by mafic rocks. It was used geochemistry and petrographic analysis compiling to field works data to characterize the rocks where the gold mineralization is inserting. Previously these rocks were classifying in volcanic rocks of Novo Horizonte Formation. Developing this monograph's work the petrogenetic characteristics suggesting that these rocks called volcanic actually belong to Ibitiara granitoid as a portion more metamorphosed. The green schist is the predominant metamorphism in the area with low deformation, associated to high concentration of fluid circulating. The hydrothermal alteration is the process responsible for rocks modifications and strong sericitization generalize.

Keywords: Espinhaço supergroup, Chapada Diamantina, Ibitiara granitoid, Rio dos Remédios Group, hydrothermalism, gold mineralization.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS.....	3
RESUMO.....	4
ABSRTACT	5
ÍNDICE DE FIGURAS	9
1. INTRODUÇÃO	13
1.1. Localização e acesso da área	13
1.2. Aspectos Fisiográficos	14
1.2.1. Feições morfológicas e hidrografia.....	14
1.2.2. Aspectos climáticos e vegetação.....	15
2. OBJETIVOS	17
3. MÉTODOS E ETAPAS DE TRABALHO.....	18
3.1. Revisão Bibliográfica.....	18
3.2. Trabalho de campo	18
3.3. Análise petrográfica das rochas	18
3.4. Análise de dados geoquímicos.....	19
3.5. Trabalho de escritório	19
4. GEOLOGIA REGIONAL	20
4.1. Introdução	20
4.2. Unidades Litoestratigráficas.....	21
4.2.1. Embasamento (Pré-Espinhaço)	22
4.2.1.1. Complexo Paramirim.....	22
4.2.1.2. Granitoide Ibitiara	22
4.2.1.3. Granito Matinos.....	23
4.2.2. Bacia Espinhaço Oriental (Rifte-Sag).....	23

4.2.2.1. Fase Pré-rifte.....	23
4.2.2.1.1. Sequência deposicional Serra da Gameleira	23
4.2.2.2. Fase Sin-rifte	24
4.2.2.2.1. Tectonossequência Novo Horizonte	24
4.2.2.2.2. Tectonossequência Lagoa de Dentro/Ouricuri do Ouro	25
4.2.2.3. Fase Pós-rifte (Sag).....	25
4.2.2.3.1. Supersequência Mangabeira/Açuruá	25
4.2.3. Bacia Chapada Diamantina (Sinéclise).....	26
4.2.3.1. Supersequência Tombador/Caboclo	26
4.2.4. Rochas Máficas Intrusivas	26
4.3. Geologia Estrutural	27
4.4. Modelo Evolutivo	28
5. CONTEXTUALIZAÇÃO GEOLÓGICA DO ALVO LAVRA VELHA.....	32
5.1. Litoestratigrafia do alvo Lavra Velha	34
5.1.1. Complexo Ibitiara.....	34
5.1.2. Rochas tidas como Vulcânicas – Lavra Velha	37
5.1.2.1. Rochas quartzo-feldspáticas plutônicas alteradas.....	38
5.1.2.2. Rochas quartzo-feldspáticas subvulcânicas alteradas	40
5.1.3. Tonalito sericitizado e cloritizado	43
5.1.4. Formação Ouricuri do Ouro.....	44
5.1.4.1. Conglomerados	44
5.1.5. Rochas Intrusivas.....	45
5.2. Petrografia das amostras de rochas coletadas do contexto regional.....	48
5.2.1. Complexo Paramirim	48
5.3. Granito Matinos.....	49
5.4. Formação Serra da Gameleira	52
5.5. Rochas vulcânicas da Formação Novo Horizonte.....	54

5.5.1. Dacito Pórfiro	54
5.5.2. Riolito	55
5.6. Metamorfismo	56
6. ASPECTOS LITOGEOQUÍMICOS	58
6.1. Granitóides Ibitiara e Matinos	58
6.2. Rochas Vulcânicas	61
6.3. Rochas máficas	62
7. DISCUSSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS	65
8. CONCLUSÕES.....	67
BIBLIOGRAFIA	68
ANEXO 1 – DESCRIÇÃO DAS LÂMINAS PETROGRÁFICAS	72

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1: Mapa de localização de Ibitiara (BA) e acesso ao município a partir da capital do Estado, Salvador. A área, a norte de Ibitiara está destacada pelo círculo amarela (Fonte: Google Maps).....	14
Figura 1.2: Forma de relevo com vales (centro) e serras ao redor. Visão para SE, sobre o Alvo Lavra Velha.....	15
Figura 1.3: Imagem retirada do Google Earth para ilustrar a geomorfologia na região de Ibitiara (BA). Em destaque a área do Alvo Lavra Velha, a 15 km da cidade de Ibitiara. A principal feição da área é uma dobra anticlinal, onde o alvo localiza-se próximo à charneira, e os flancos são bem representados pelas serras de cristas aproximadamente norte sul, que cercam a cidade (localizada em um vale).....	15
Figura 4.1: Mapa tectônico simplificado do Cráton São Francisco, destacando seus compartimentos litotectônicos e o Corredor do Paramirim. Modificado de Cruz (2004).	20
Figura 4.2: Proposta de Modelo Evolutivo durante o Arqueano/Paleoproterózoico da Área do Projeto Vale do Paramirim (Arcanjo <i>et al.</i> 2000).	29
Figura 4.3: Bacia de flexura onde se depositaram os sedimentos pré-ritfe das bacias da Chapada Diamantina Ocidental e do Espinhaço Setentrional. Estraido de Guimarães <i>et al.</i> (2008).	30
Figura 4.4: Síntese da evolução das fases riftes e sinéclise da sequencia Espinhaço, do Estateiano ao Criogeniano. Extraído de Loureiro <i>et al.</i> (2009).....	31
Figura 5.1: Mapa geológico com localização dos pontos de onde foram coletadas as amostras para realização da análise petrográfica. O mapa da parte superior destaca em vermelho a área do Alvo Lavra Velha e tem como principal objetivo mostrar onde foram coletadas as amostras do contexto regional. O mapa principal, logo abaixo, se refere à área do Projeto Lavra Velha, e destaca as amostras coletadas das rochas encaixantes da mineralização.....	33
Figura 5.2: A: Visão geral do afloramento de tonalito do Complexo Ibitiara, da antiga pedreira do município, às margens da rodovia BA-152, que liga as cidades de Ibitiara a Novo Horizonte; B: nível com forte magnetização da rocha; C: destaca enclaves de composição máfica (lado esquerdo superior) e granodiorítica (centro).....	34
Figura 5.3: A: destaca fratura preenchida por carbonato com bordas epidotizadas, cuja atitude é N10W/60E.; B: a pirita (py) encontra-se no plano de fratura N20E/75W, subparalela à foliação; C: delimita-se a faixa albitizada do tonalito.....	39
Figura 5.4: Imagens das rochas do Complexo Ibitiara vistas em microscópico, com luz transmitida e nicóis cruzados. A: Biotita tonalito cloritizado e sericitizado (LV-3, Anexo1) exibindo textura granítica, com pseudomorfos de plagioclásio saussuritizados, biotita deformada alterando para clorita e quartzo mobilizado; B: Granodiorito sericitizado com feldspatos albitizados e intensamente sericitizados (LV-19, Anexo 1); C:	

Leuco-quartzo monzodiorito sericitizado, com formação de carbonatos sobre a matriz da rocha(LV-17, Anexo1); D: Tonalito cloritizado com cristais de magnetita formados sobre a clorita (LV-13,Anexo 1).....37

Figura 0.5: Tufos vulcânicos com forte alteração hidrotermal. A alteração da rocha em A é essencialmente sericítica; em B turmalinas ocorrem associadas; em C a rocha encontra-se silicificada e exibe cristais porfiríticos angulares de quartzo em matriz fina sericítica; e em D hematitizada. A sericita é o mineral secundário hidrotermal predominante desta rocha.....38

Figura 5.6: Imagens ao microscópio (com luz transmitida e nicóis cruzados) das rochas classificadas inicialmente em tufos vulcânicos, do domínio Lavra Velha. A: Rocha plutônica quartzo-feldspática metamorfisada, com cristais de quartzo mobilizados e pseudomorfos de feldspato completamente sericitizado (LV-15, Anexo 1); B: Blastogranito sericitizado com pseudomorfos de feldspatos completamente substituídos por sericita e estrutura gnaissica preservada (LV-1, Anexo 1); C: Rocha tonalítica deformada e sericitizada com pseudomorfos de feldspato sericitizado deformado (LV-4, Anexo 1). D: Granodiorito sericitizado e deformado, com mobilização e recristalização do quartzo e deformação e sericitização dos feldspatos (LV-26, Anexo 1) ; E: Rocha quartzo-feldspática gnaissica com filetes de estilpnomelano alternadas à bandas quartzo-sericítica. São formadas bandas de quartzo por mobilização (LV-6, Anexo 1); F: Rocha anterior (em E) com magnetitas martitizadas no contato entre rocha e veio de quartzo com turmalina (LV-6, Anexo 1).....40

Figura 0.7: A: destaque para o contato entre as rochas quartzo-feldspáticas subvulcânicas alteradas e tonalito, além de chamar atenção pelos diferentes comportamentos reológicos das rochas; B: rocha quartzo-feldspática subvulcânica alterada com vênulas de quartzo+magnetita+hematita. Estas rochas estão descritas no ponto 21 do Anexo 2.....41

Figura 0.8: Blocos de brecha com quartzo+magnetita+hematita.....41

Figura 0.9: Detalhe de bloco de brecha, citado anteriormente. A massa cinza é composta por magnetita e predominantemente hematita.....41

Figura 0.10: Fratura preenchida por brechas de quartzo+hematita+magnetita em afloramento de riolito com granito pórfiro. A linha azul indica a direção da fratura, cuja atitude é EW/20S. A fotografia superior foi tirada com visada para WNW e a inferior para norte.....42

Figura 5.11: Imagens de microscópio eletrônico com luz transmitida e nicóis cruzado em A, B e C; A: Rocha subvulcânica deformada e sericitizada (LV-11, Anexo1). Destaque para a camada de quartzo mobilizado no centro da foto; B: Rocha subvulcânica deformada e sericitizada, com pseudomorfos de feldspato sericitizado; C: Rocha quartzo-feldspática sericitizada, com pseudomorfos de feldspatos sericitizados e quartzo, orientados, além de filetes de anastomosados de óxidos e hidróxidos de ferro (LV-36, Anexo1); E: Mesma rocha de C, com formação tardia de minerais de magnetita martitizada.....43

Figura 5.12: Fotografia em microscópio petrográfico, com luz transmitida e nicóis cruzados. Tonalito sericitizado e cloritizado (LV-02, Anexo 1). A: Rocha com pseudomorfos de plagioclásio substituídos por sericita e uma massa de biotita alterando à clorita, com epidoto associado; B: Neoformação de biotita, com aspecto de leque, sobre domínio de mineral sericítico.....44

Figura 0.13: Afloramento reliquiar do conglomerado com alguns clastos superiores a 30 cm.....44

Figura 0.14: Detalhe do afloramento de conglomerado com clastos achatados e orientados.....45

Figura 0.15: Bloco de gabro isotrópico.....45

Figura 5.16: Imagens de microscópio eletrônico de metagabros. A: Rocha alterada, foliada, com intensa cloritização, pseudomorfos de feldspatos e minerais opacos orientados (LT, nicóis descruzados) – amostra LV-10 (Anexo 1); B: Pseudomorfos de plagioclásio, completamente sericitizados e orientados e carbonato mobilizado (amostra LV-08, Anexo 1); C: Fotografia da amostra LV-24 (Anexo 1), que representa a rocha mais preservada dentre as demais. No centro pseudomorfose de piroxênio, sendo substituído por anfibólio (actinolita). Destaque para textura ofítica-subofítica reliquiar, pouco preservada; D: Destaque ao mineral do centro da fotografia: núcleos vermelhos de rutilo, com envoltória de titanita (LV-12, Anexo 1). LT, nX.....47

Figura 5.17: Imagens das rochas em *mev*. A: minerais de ilmenita (1) com inclusões de rutilo (amostra LV-08, Anexo 1); B: Mineral de pirita (1), envolto e substituído por hidróxido de ferro (goethita) (2), descrito na amostra LV-24 (Anexo 1); C: Ilmenita (1) com bordas de titanita(2) na amostra LV-24 (Anexo 1). D: Detalhe da ilmenita, com exsolução de magnetita.47

Figura 5.18: Afloramento de ortogneisse Paramirim localizado próximo ao município de Alvinópolis, de onde foi retirada a amostras LV-33 (descrita no Anexo 1).....48

Figura 5.19: Imagem microscópica de ortogneisse, de composição granodiorítica, formada por cristais de feldspato parcial a completamente substituídos por sericita. A: Porção da rocha menos deformada, com minerais não deformados. Destaca-se a passagem de biotita para clorita e as associações de muscovita e epidoto; B: Domínio da rocha com orientação dos minerais, responsáveis pela foliação. LT, nX (Luz transmitida, nicóis cruzados).....49

Figura 5.20: Rochas granitos Matinos em afloramento, exibindo uma sequência de rochas menos deformadas a mais deformadas, devido à atuação de uma zona de cisalhamento.....50

Figura 5.21: Fotografias das amostras ao microscópio eletrônico com luz transmitida e nicóis cruzados. A: Granito cisalhado com porfiroclastos de quartzo com bordas recristalizadas e sombra de pressão e pseudomorfos de feldspatos completamente sericitizados (amostra LV-27 – Anexo 1); B: Granodiorito alterado, com cristais de feldspatos albitizados e sericitizados, biotita se alterando para clorita e cristais de quartzo intersticiais (amostra LV-30 – Anexo 1); C: Granodiorito alterado, com pseudomorfos de feldspatos albitizados e sericitizados, e formação de clorita e muscovita

intersticiais; D: Granito cisalhado com textura filonítica com filetes de estilpnomelano(?) marcando as zonas de microcisalhamento e limitando as bandas quartzo-sericíticas, e magnetitas martitizadas.....52

Figura 5.22: Metarenito arcoseano, corresponde a amostra LV-35 (Anexo 1). A: Rocha inequigranular, constituída por cristais microgranulares de quartzo (recristalizados), pseudomorfos de feldspato completamente substituídos por sericita e cianita sobreposto a eles; B; Detalhe de porfiroblastos de cianita formados sobre matriz de rocha, com cristais de quartzo orientados.....53

Figura 5.23: Grade petrogenética para metassedimentos pelíticos, retirada de Yardley (1994). O círculo em vermelho, destaca o campo metamórfico interpretado para os metassedimentos da Formação Serra da Gameleira.....54

Figura 5.24: Imagem de microscópio eletrônico de dacito pórfiro da Formação Novo Horizonte. A: cristal de quartzo arredondado com auréola do próprio mineral e feições de embainhamento; B: No centro da foto cristal de feldspato completamente substituído por pirofilita. LT, nX.....55

Figura 5.25: Fotografia ao microscópio de riolito da Formação Novo Horizonte. A: Apesar da forte alteração, são perceptíveis alguns cristais de quartzo e feldspatos. A figura B ilustra que em algumas porções da rocha, a formação de óxidos-hidróxidos de ferro é mais intensificada.....56

Figura 6.1: Diagrama de TAS (MIDDLEMOST, 1985) com a distribuição das amostras de granitóides, representados por tonalito, granodiorito e granito. Pode haver pequena variação de classificação da rocha devido a processos de alteração que atingem as rochas.....59

Figura 6.2: Diagrama AFM (Irvine & Baragar, 1971). Classificação geoquímica das rochas.....60

Figura 6.3: Diagrama K₂O x SiO₂ de Peccerillo & Taylor (1976): classificação de séries cálcio-alcálinas.....60

1. INTRODUÇÃO

O prospecto aurífero Alvo Lavra Velha situa-se no domínio fisiográfico do Espinhaço Setentrional, porção central do Estado da Bahia – nordeste do Brasil. Insere-se no Bloco Gavião, um dos compartimentos tectônicos do Cráton São Francisco (Almeida, 1977). Localiza-se na borda oeste da Chapada Diamantina, que vem sendo uma região tradicionalmente explorada por garimpeiros de ouro desde os tempos coloniais. Prospeções e lavras históricas foram conduzidas nessa região pelos Bandeirantes, que fundaram os primeiros assentamentos em Rio de Contas, Mato Grosso, Catolés e Morro do Fôgo, durante o século XVIII. O Ouro na região foi inicialmente lavrado de depósitos aluvionares, e assim que exauridos, as fontes primárias começaram a ser alvo das pesquisas.

O Alvo Lavra Velha se encontra em estágio inicial de pesquisa e demanda por estudos geológicos tanto das rochas encaixantes como também da própria mineralização. Nesse aspecto a caracterização petrográfica e geoquímica das rochas encaixantes e das associações minerais de origem hidrotermal, certamente representam uma importante contribuição para o entendimento geológico dessa importante ocorrência de minério.

O presente estudo pretende contribuir com um melhor entendimento dos processos geológicos formadores dessas concentrações minerais auríferos por sua vez pode permitir a extensão e ampliação local das atuais zonas mineralizadas. Do mesmo modo um aumento no conhecimento da geologia local pode implicar no reconhecimento de novos alvos de escala regional, além de colaboração com novos dados geológicos sobre este tipo de mineralização.

1.1. Localização e acesso da área

A área estudada localiza-se 15 km a norte do município de Ibitiara, porção centro-oeste do Estado da Bahia, aproximadamente 500 km a oeste de Salvador.

O acesso ao município a partir da capital do Estado, Salvador, é feito através rodovia BR-324 até Feira de Santana, onde é tomada BR-116, até o cruzamento com a BR-242. Segue-se a oeste pela BR-242, passando pelo município de Seabra e pelo Parque Nacional da Chapada Diamantina, até a rodovia BA-152, onde localiza-se a cidade de Ibitiara (Figura 1.1).

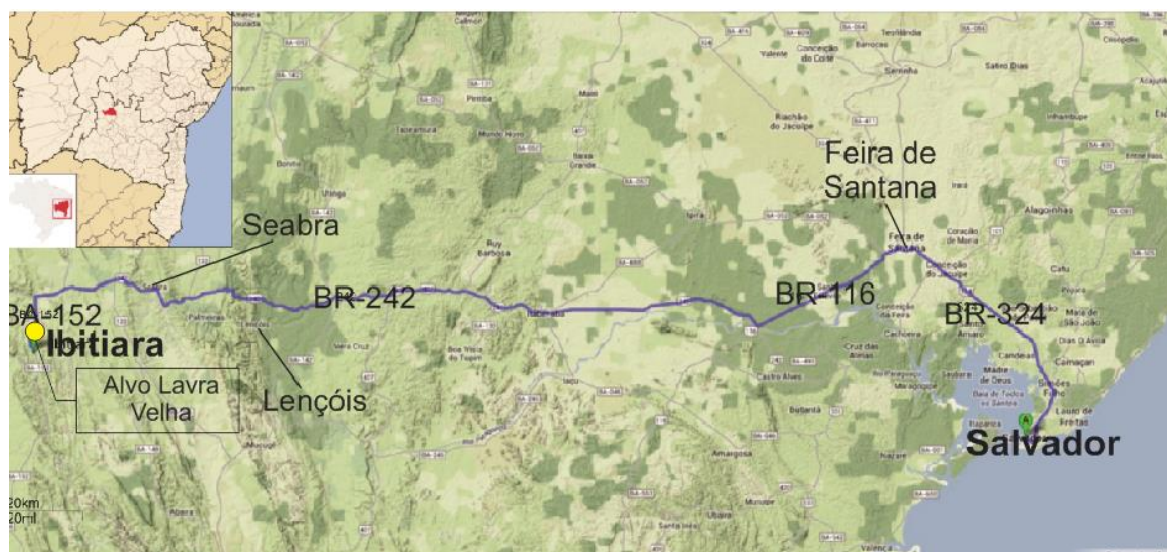


Figura 1.1: Mapa de localização de Ibitiara (BA) e acesso ao município a partir da capital do Estado, Salvador. A área, a norte de Ibitiara está destacada pelo círculo amarelo (Fonte: Google Maps).

1.2. Aspectos Fisiográficos

1.2.1. Feições morfológicas e hidrografia

Do ponto de vista geomorfológico a área está inserida quanto ao aspecto morfológico do Estado da Bahia, no domínio fisiográfico da Chapada Diamantina. Segundo Oliveira *et al.* (1973), as características principais desse compartimento fisiográfico é dada pela oposição entre o planalto montanhoso, onde a área está inserida, e a planície drenada pelo Rio Paramirim e seus afluentes.

As formas dominantes neste contexto são extensas cristas e vales, de direção aproximada norte-sul, definido por sinclinais e anticlinais alternadas, que refletem o padrão estrutural regional (Guimarães *et al.*, 2005).

A área localiza-se em uma grande estrutura anticlinal, representada por montanhas com cristas de direção aproximadamente norte-sul (NNW-SSE), que circundam um extenso vale, com terrenos aplainados, correspondente ao embasamento, porém coberto por depósitos detríticos, onde se localiza o município de Ibitiara (Figuras 1.2). O depósito do minério encontra-se a norte de Ibitiara, no contexto de relevos montanhosos, próximo a charneira desta anticlinal (Figura 1.3).

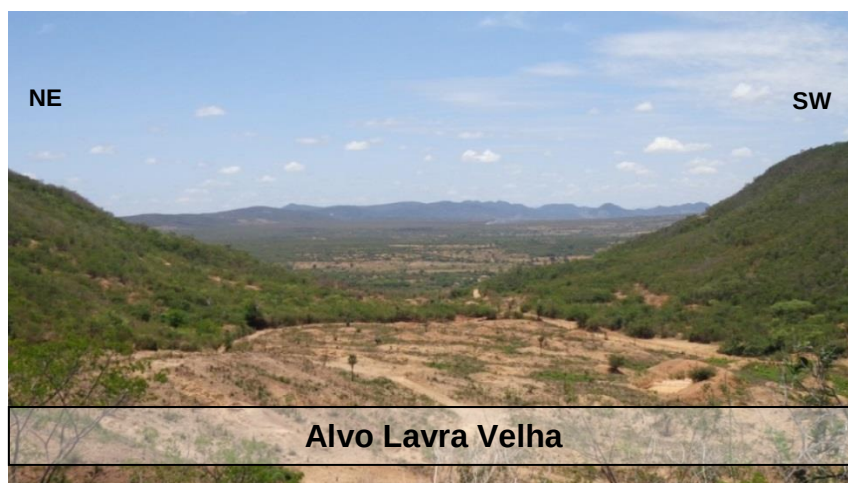


Figura 1.2: Forma de relevo com vales (centro) e serras ao redor. Visão para SE, sobre o Alvo Lavra Velha.



Figura 1.3: Imagem retirada do Google Earth para ilustrar a geomorfologia na região de Ibitiara (BA). Em destaque a área do Alvo Lavra Velha, a 15 km da cidade de Ibitiara. A principal feição da área é uma dobra anticlinal, onde o alvo localiza-se próximo à charneira, e os flancos são bem representados pelas serras de cristas aproximadamente norte sul, que cercam a cidade (localizada em um vale).

A evolução geológica e geomorfológica impede que a região seja rica em elementos de drenagem como rios e córregos. O município de Ibitiara localiza-se próximo a um dos afluentes do lado direito do Rio São Francisco e possui as Lagoas Ibitiara, do Dionísio e Lagoa de Baixo.

1.2.2. Aspectos climáticos e vegetação

O clima predominante na região é quente e seco, do domínio semi-árido, com média anual das temperaturas mínimas e máximas, variando de 18 a 36°C.

O índice pluviométrico é de 950 mm/ano, de acordo com dados mais recentes da ANA (Agência Nacional da Água), coletados entre 1961 e 1990.

O bioma ao qual se insere é a caatinga, com predominância da vegetação xerófila. As cactáceas constituem elementos fundamentais na paisagem vegetal do local.

A paisagem, nas áreas mais rebaixadas, próxima ao alvo é constituída por campos de murundus, que são geoformas representadas por morrotes (ou montículos), com diâmetro de 1 a 2 metros, distribuídos em malha aproximadamente regular quando visualizados em imagem aérea. Para alguns autores, os murundus correspondem a relevos residuais, enquanto para outros ele seria promovido pela microfauna principalmente de térmitas (cupins).

Os murundus, inicialmente foram utilizados como guias prospectivos porque em alguns deles encontrava-se pintas de ouro.

2. OBJETIVOS

O principal objetivo do trabalho foi o de caracterizar quanto aos aspectos petrográficos e geoquímicos, as rochas encaixantes do depósito de ouro do Alvo Lavra Velha, localizado a norte da cidade de Ibitiara (BA).

Para que este objetivo fosse atingido foi necessária a realização de estudos macroscópicos e microscópicos das litologias encaixantes das concentrações auríferas, objetivando o conhecimento das associações mineralógicas, os processos metamórficos atuantes ao decorrer do tempo geológico, as principais associações minerais com ênfase as de origem hidrotermal e a caracterização das principais deformações na área e seu entorno. Além disso, utilizou-se dados de análise geoquímica para auxiliar no trabalho de investigação petrográfica visando obter informações sobre os fluidos hidrotermais. Quando possível foram identificados os prováveis protólitos para as rochas.

Especial atenção foi dada à caracterização das rochas encaixantes buscando compreender as interações entre os processos hidrotermais, encaixantes e gênese da mineralizações auríferas.

3. MÉTODOS E ETAPAS DE TRABALHO

A fim de atender os objetivos propostos, o trabalho foi dividido nas etapas descritas a seguir:

3.1.Revisão Bibliográfica

No trabalho de revisão bibliográfica buscou-se coletar a documentação básica necessária ao trabalho, incluindo a leitura de artigos técnicos e científicos, livros, mapas, anais de congressos e relatórios de projetos relacionados à área de trabalho. O trabalho de mapeamento, de Guimarães *et al.* (2005), “Projeto Ibitiara-Rio de Contas”, realizado pela CPRM/CBPM, é a principal fonte de informações utilizadas no presente trabalho.

3.2.Trabalho de campo

Os trabalhos de campo foram realizados em duas fases principais, designadas como de reconhecimento geológico e de coleta de amostras.

Na primeira fase, foi realizado um reconhecimento em escala regional das principais características geológicas e tectônicas, principais direções estruturais e os diferentes litotipos presentes na área e seus arredores. Esta fase teve também como objetivo mapear áreas de interesse para coleta de amostras representativas dos diferentes processos geológicos que atuam na área.

Na segunda fase coletou –se, nas áreas selecionadas na primeira fase, 36 amostras em afloramentos e testemunhos de sondagem. Todo o material amostrado foi descrito e comparado com outras descrições já existentes no banco de dados da empresa, com a finalidade de selecionar amostras que fossem representativas das rochas encaixantes da mineralização para estudos químicos e mineralógicos.

Também foram selecionadas e coletadas algumas amostras no contexto regional, buscando informações para correlacionar com os conhecimentos produzidos por outros autores que trabalharam na região.

3.3.Análise petrográfica das rochas

A partir das amostras selecionadas foram confeccionadas lâminas em seções delgadas polidas no laboratório de laminação da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP – Campus de Rio Claro).

Observou-se na análise microscópica os aspectos microtectônicos, os minerais transparentes e opacos, estruturas e texturas, buscando definir as possíveis paragêneses

minerais das rochas. Para descrição das lâminas foram utilizados microscópios petrográficos/metalográficos de luz refletida e transmitida, da marca ZEISS Axioskop 40, Olympus e Leica.

3.4. Análise de dados geoquímicos

Entre as 36 amostras coletadas foram selecionadas 14 para serem analisadas quimicamente. Estas amostras, leve a moderadamente alteradas/hidrotermalizadas, foram consideradas representativas dos diferentes litotipos que ocorrem na área (rochas vulcânicas e subvulcânicas, granitóides e rochas intrusivas básicas).

O método analítico utilizado foi de fusão com metaborato de lítio (LiBO_2) e a análise de rocha total pelo método ICP-AES (*Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry*), que consiste na decomposição da amostra, separação por troca iônica dos elementos da matriz e leitura no instrumento, para determinação de elementos maiores (SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO , MgO , Na_2O , K_2O , Cr_2O_3 , TiO_2 , MnO , P_2O_5 , SrO , BaO e LOI). O método ICP-MS (*Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry*), que consiste na extração de íons do plasma bombeados dentro de um orifício controlado por um sistema à vácuo, foi utilizado para determinação de ETR e alguns elementos traços (Ba, Ce, Cr, Cs, Dy, Er, Eu, Ga, Gd, Hf, Ho, La, Lu, Nb, Nd, Pr, Rb, Sm, Sn, Sr, Ta, Tb, Th, Tl, Tm, U, V, W, Y, Yb, Zr).

3.5. Trabalho de escritório

Esses trabalhos constatarem principalmente de elaboração de mapas, através do software ArcGIS 10.1, de diagramas geoquímicos de classificação de rochas, ambiência tectônica, entre outros, através do software GCDKit 2.3. Além desses, também foi realizado o trabalho de integração de dados petrográficos, litogeoquímicos e dados de campos e elaboração final do trabalho de conclusão de curso, correspondente à monografia.

Foram interpretados os dados integrados entre petrografia, litogeoquímica, dados de campo, obtidos nas etapas anteriores, e feitas correlações com informações existentes na literatura.

4. GEOLOGIA REGIONAL

4.1.Introdução

A área de trabalho insere-se no bloco Gavião, na porção norte do Cráton São Francisco (Figura 4.1), unidade tectônica definida e delimitada inicialmente por Almeida (1977). Corresponde a um dos segmentos crustais preservados da deformação e metamorfismo durante a aglutinação do Gondwana Ocidental, no Brasileiro (CRUZ *et al.*, 2007).

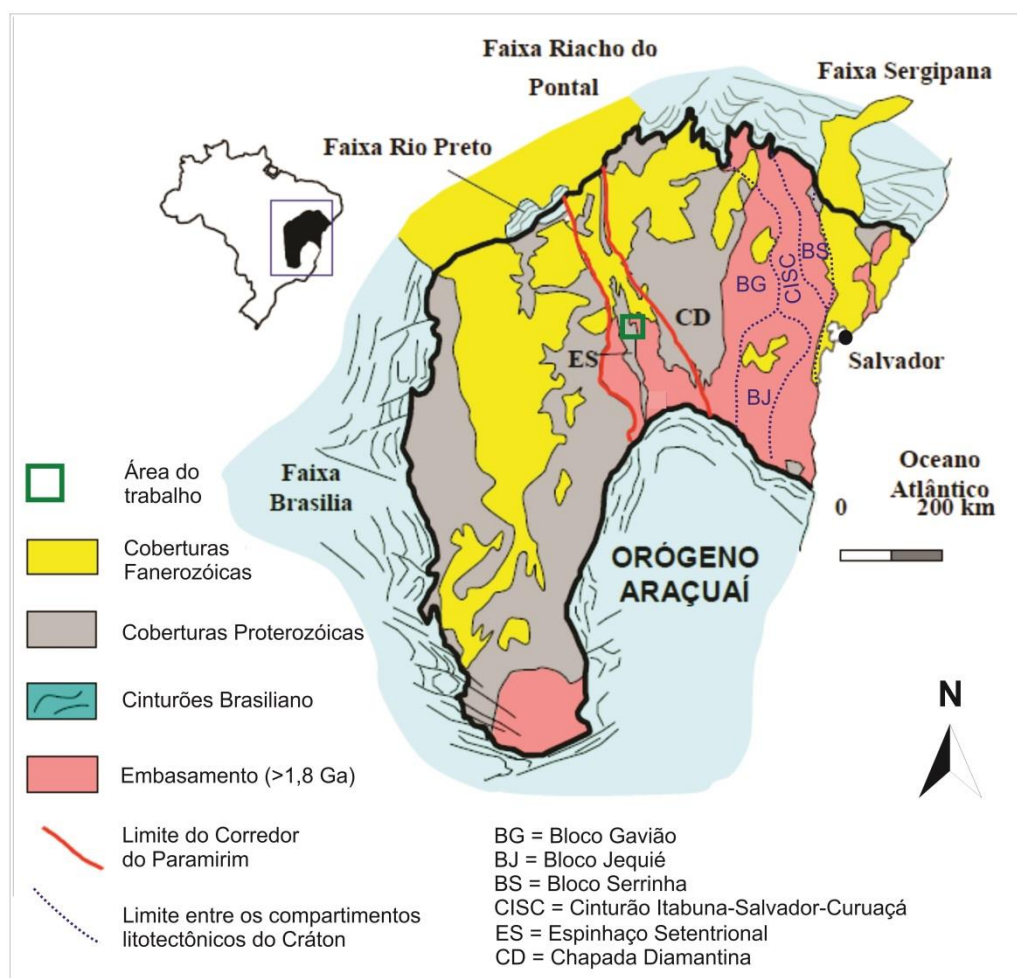


Figura 4.1: Mapa tectônico simplificado do Cráton São Francisco, destacando seus compartimentos litotectônicos e o Corredor do Paramirim. Modificado de Cruz (2004).

O Bloco Gavião compreende o núcleo arqueano do cráton, e representa seu segmento de rochas mais antigas. É constituído por ortognaisses TTG (Tonalito, Trondhjemitos e Granodioritos), com idades entre 3,2 e 3,4 Ga e sequências supracrustais do Arqueano e Paleoproterozóico (BASTOS-LEAL *et al.*, 1998).

A principal estrutura que se destaca na região seccionando a porção leste do Bloco Gavião é denominada Aulacógeno do Paramirim, nucleadas em torno de 1,75 Ga (BRITO NEVES *et al.*, 1980), limitado pelas faixas brasileiras Riacho do Pontal e Rio Preto a NNW, e

pela Faixa Araçuaí a SSE (Figura 4.1). Corresponde a um rifte intracontinental, ensialítico, quase integralmente invertido com orientação NNW/SSE, preenchido pelos Supergrupos Espinhaço e São Francisco.

4.2. Unidades Litoestratigráficas

Regionalmente a área é representada por rochas arqueanas, seguidas por associações plutono-vulcanossedimentares de idade paleo a mesoproterozóica, intrudidas por rochas máficas (GUIMARÃES *et al.*, 2005).

O embasamento Arqueano é constituído por ortognaisses migmatíticos com termos graníticos subordinados, correspondente na região ao Complexo Paramirim, e palco de intrusões graníticas paleoproterozóicas, representadas pelo granitóide Ibitiara.

Do Estateriano ao Calimiano foram implantadas duas bacias intracratônicas superpostas e diacrônicas: uma do tipo rifte-sag (Bacia do Espinhaço Oriental), onde se situa a área de estudo, e outra do tipo sinéclise (Bacia Chapada Diamantina).

A evolução da Bacia Espinhaço Oriental é marcada por três fases tectônicas: pré-rifte, sin-rifte e pós-rifte, que serão descritas a seguir. A sequência tectonossedimentar é ilustrada no Quadro 4.1.

Quadro 4.1: Sequência litoestratigráfica da região. Destacado em um retângulo vermelho as rochas que ocorrem na área de trabalho. Retirado do Relatório da CPRM – Projeto Ibitiara – Rio de Contas, 2005.

EON	ERA	PERÍODO	LITOESTRATIGRAFIA				ESTRATI- GRAFIA	TECTÔNICA FORMADORA		AMBIENTES E SISTEMAS DEPOSICIONAIS		
			Super- grupo	Grupo	Formação		Tectonos./ Seq	Fase Tect.	Tipo de Bacia			
1500	Meso- proterozóico	Calimiano	Espinhaço	Chapada Diamantina	Caboclo		Tombador/ Caboclo		Sinéclise	Mar.	mar. litorâneo plataforma rasa	
					Tombador			Cont.		Eólico-fluvial		
				Paraguai	Açuruá		Mangabeira /Açuruá	Pós-rifte		Mar.	marinho raso e litorâneo	
					Mangabeira						Eólico	
1600	Paleoproterozóico	Estateriano	Espinhaço	Rio dos Remédios	Ouricuri do Ouro		Lagoa de Dentro/ Ouricuri do Ouro	Sin-rifte	Rifte-sag	Cont.	Fluvial, leque aluvial, deltáico e eólico	
					Lagoa de Dentro						Lacustre	
					Novo Horizonte		Novo Horizonte				Vulcanismo ácido alcalino continental	
					Serra da Gameleira		Serra da Gameleira	Pré-rifte			Eólico	
2,05 Ga												
2,15 Ga	Arqueano	Paleoproterozóico	Riachão	R. granitoides	Ibitiara e Queimada Nova			Cálco-alcalino sódico		2,09 Ga	U-Pb	Orogênico

Fonte: Guimarães *et al.* (2005)

4.2.1. Embasamento (Pré-Espinhaço)

O Embasamento do Supergrupo Espinhaço na região é representado pelo Complexo Paramirim, Granitoide Ibitiara (Paleoproterozóico) e Granito Matinos, descritos a seguir.

4.2.1.1.Complexo Paramirim

O Complexo Paramirim (Paleo-Mesoarqueano) é representado na região por ortognaisses migmatíticos e ortognaisses granodioríticos (ARCANJO, *et al.* 2000). O limite com as unidades superiores do Supergrupo Espinhaço é marcado por discordância erosiva ou zonas de cisalhamento compressional (GUIMARÃES *et al.*, 2005).

Os ortognaisses migmatíticos são cinza, médios a grossos, e incluem tonalitos, granodioritos e monzogranitos, com sienogranitos e sienitos subordinados. Podem apresentar migmatitos bandados, *schlieren* ou nebulíticos. Segundo Teixeira (2000), as rochas são cálcio-alcalinas potássicas, peraluminosas, prováveis produtos de fusão parcial de uma crosta de composição TTG, com contribuição sedimentar. Os ortognaisses granodioríticos, pouco expressivos, são rochas de granulação média, cinza a rosada, com termos tonalíticos subordinados (GUIMARÃES *et al.*, 2005).

De acordo com Guimarães *et al.* (2005) apresentam foliações orientadas a NW-SE e N-S com fortes mergulhos para sudoeste e oeste.

4.2.1.2.Granitoide Ibitiara

O Granitoide Ibitiara corresponde a dioritos, tonalitos e granitos cálcio-alcalinos, sódicos e peraluminosos, datados pelo método U-Pb (em zircões) com idade $2091 \pm 6,6$ Ma (TEIXEIRA, 2005).

Segundo Guimarães *et al.* (2005), o tonalito apresenta coloração cinza-escuro, granulação fina e cristais de plagioclásio saussuritizado assimilados por outros cristais maiores de feldspato potássico. É comum ocorrer associado granodiorito de granulação grossa a porfírica, com fenocristais de quartzo e feldspato sericitizado envolvidos por matriz fina, com sericita e quartzo. Pode abranger xenólitos de biotita gnaiss cinza-escuro, finamente granulado e deformado.

Ainda de acordo com este autor, o hidrotermalismo é evidenciado pelos processos de epidotização, potassificação e sericitização. As rochas são geralmente isotrópicas. Em alguns limites tectônicos apresentam-se deformados segunda zonas de cisalhamento de direção NW-SE.

4.2.1.3. Granito Matinos

Essa unidade é representada por granodioritos e granitos, predominantemente monzogranitos, com termos tonalíticos subordinados.

Segundo Teixeira (2005), são rochas metaluminosas a peraluminosas, potássicas, do tipo A, provavelmente relacionado ao mesmo magmatismo que gerou o Grupo Rio dos Remédios, com tendência cálcio-alcalina.

Arcanjo *et al.* (2000) descrevem como principais representantes litológicos biotita granodiorito/monzogranitos porfiríticos, foliados a gnáissicos, com fenocristais de microclínio e plagioclásio, que variam de 1,5 a 2,5 cm, em matriz média a grossa de quartzo, feldspato e biotita.

Ainda segundo Arcanjo *et al.* (2000), os granitóides estão associados à deformação bastante heterogênea, justificando os granitóides quase isotrópicos, outros foliados, ortognaisses e ortognaisses protomiloníticos a miloníticos. Delgadas zonas de cisalhamento dúcteis de direção geral NNW-SSE, subverticais para WSW, associam-se a granitóides completamente transformadas, que constituem corredores de quartzo-sericita-clorita xistos.

4.2.2. Bacia Espinhaço Oriental (Rifte-Sag)

De acordo com Guimarães *et al.* (2005), durante o Estateriano um sistema de riftes intracontinentais gerados por tafrogênese, nos Estados da Bahia e Minas Gerais, originaram bacias preenchidas por rochas magmáticas e sedimentares do Supergrupo Espinhaço.

Dividem-se, no Estado da Bahia, as bacias em Espinhaço Setentrional e Oriental. A evolução da Bacia do Espinhaço Oriental, domínio cujo a área de trabalho está inserida, se iniciou há ca. 1,75 Ga (SCHOBENHAUS, 1996) e é dividida em três principais fases tectônicas: pré-rifte, sin-rite e pós-rifte.

4.2.2.1. Fase Pré-rifte

Essa fase antecede o rifteamento estateriano e corresponde ao estiramento flexural da crosta. É representada pela Formação Serra da Gameleira, na base do Supergrupo Espinhaço.

4.2.2.1.1. Sequência deposicional Serra da Gameleira

Segundo Guimarães *et al.* (2005), ocorre em discordância regional, erosiva e angular sobre as rochas gnáissicas arqueanas e granitóides Paleoproterozóicos e é formada por associações de litofácies siliciclásticas continentais, em ambiente desértico, por processos

eólicos atuantes sobre grãos de areia não coesiva depositada acima de um lençol freático de nível relativamente profundo.

A sequência é representada por metaquartzarenito bimodal, metagrauvaca e metarcóseos, associados à metaconglomerado polimítico, metaconglomerado oligomítico, metarenitos, e metabrechas de depósitos de eventos esporádicos. As frequentes estruturas sedimentares encontradas são as estratificações cruzada e *flaser* nos metaquartzarenitos e laminação nos metargilitos.

4.2.2.2.Fase Sin-rifte

A fase sin-rifte é representada pelo Grupo Rio dos Remédios, formado pelas tectonossequências Novo Horizonte e Lagoa de Dentro/Ouricuri do Ouro. São limitadas entre si pelas unidades da fase pré-rifte por discordância erosiva, e pelas unidades do embasamento arqueano e da fase pós-rifte por discordância erosiva e angular.

4.2.2.2.1. Tectonossequência Novo Horizonte

A unidade é representada por litofácies vulcânica, subvulcânica, piroclástica e epiclástica de derivação vulcânica, representadas por dacito, riolito, quartzo pórfiro e feno andesito (GUIMARÃES *et al.*, 2005),.

Segundo Guimarães *et al.* (2005) o conjunto vulcânico/subvulcânico encontra-se muito modificado pela atuação de fluidos (magmáticos, primários ou secundários), exibindo vários padrões de alteração hidrotermal (potassificação, propilitização, greisenização e silicificação), e deformação, sendo comum a presença de sericita xistos, sericita-quartzo xistos, milonitos e ultramilonitos, gerados por zonas de cisalhamento.

De acordo com Teixeira (2005), essas unidades vulcânicas/subvulcânicas são resultantes de um magmatismo peraluminoso e alcalino do tipo A2, com contribuição crustal, de ambiente anorogênico, provavelmente.

O contato com as unidades, inferior e superior, é marcado por duas superfícies discordantes de escala regional, localmente mascaradas por zonas de cisalhamento (GUIMARÃES *et al.*, 2005).

Datações de U-Pb realizadas em zircões de metarriolitos da tectonossequência fornecem as idades para época do vulcanismo de 1752 ± 4 Ma (SCHOBENHAUS *et al.*, 1994) e 1748 ± 4 Ma (BABINSKY *et al.*, 1994), além de 1734.1 ± 6.7 Ma em dacitos porfíricos (CAMPOS, 2013), e associam-se à formação do rifte Espinhaço. As idades Ar-Ar de 404 ± 3 e 499 ± 2 obtidas por Guimarães *et al.* (2005), realizadas em muscovita de

metarriolitos, atestam a participação do evento orogenético Brasileiro na reestruturação das bacias Espinhaço Oriental e Chapada Diamantina.

4.2.2.2.2. Tectonossequência Lagoa de Dentro/Ouricuri do Ouro

Tectonossequência formada por sedimentação continental terrígena, de sistemas aluviais e eólicos pertencentes à Formação Ouricuri do Ouro e lacustre da Formação Lagoa de Dentro (GUIMARÃES *et al.*, 2005).

Os contatos entre as duas formações são de modo geral gradacionais e interdigitados, com ciclos deposicionais granocrescentes/granodecrescentes e descontinuidades sedimentares intrabaciais.

As litofácies conglomeráticas associam-se a sistemas aluviaise lacustres. Lateral e verticalmente aos conglomerados, ocorrem arenitos mal-selecionados e litarenitos, representando depósitos de sistema fluvial entrelaçado de alto gradiente e baixa sinuosidade, evoluído do sistema de leque aluvial. Arenitos bem selecionados, bimodais, com estratificação cruzada relacionam-se a sistema eólico e predominaram na fase final de evolução do rifte (GUIMARÃES *et al.*, 2005).

4.2.2.3.Fase Pós-rifte (Sag)

Essa fase é caracterizada pelo desaparecimento dos sistemas aluviais, subsidência mecânica, e pelo surgimento de uma sedimentação regulada por subsidência passiva pela eustasia e mudança de ambiente semi-árido para árido, desértico.

Corresponde a esta fase a supersequência Mangabeira/Açuruá, em contato erosivo e/ou tectônico com a tectonossequência Lagoa de Dentro/Ouricuri do Ouro.

4.2.2.3.1. Supersequência Mangabeira/Açuruá

A supersequência organiza-se em nove litofácies dispostas em um arranjo vertical que encerra dois tratos de sistemas: trato inferior, característico de um período de nível do mar baixo, e trato superior, transgressivo (GUIMARÃES *et al.*, 2005).

Segundo Guimarães *et al.* (2005) os depósitos de sistemas de mar baixo apresentam poucas variações faciológicas e alta homogeneidade litológica e composicional, representados por unidades formadas a partir de processos eólicos em ambiente desértico costeiro e retrabalhamento do topo por correntes marinhas deste trato.

O trato de sistemas superior é característico de sedimentação marinha rasa e litorânea, constituída por múltiplos sistemas deposicionais associados espacialmente. Apresenta granocrescência ascendente, variando entre metargilito, metarritmito e metarenito.

Assim, considera-se a bacia pós-rifte uma paleodepressão ampla, rasa e com inclinações pouco pronunciadas (GUIMARÃES *et al.*, 2005).

4.2.3. Bacia Chapada Diamantina (Sinéclise)

A Bacia Chapada Diamantina tem sua origem relacionada a outro evento cratogênico durante o Calimiano. Tem orientação N-S e é preenchida por depósitos continentais costeiros eólicos-fluviais e marinho rasos em clima semi-árido severo, correspondentes à supersequência Tombador/Caboclo (GUIMARÃES *et al.*, 2005).

4.2.3.1. Supersequência Tombador/Caboclo

Segundo Guimarães *et al.* (2005) essa supersequência engloba as formações Tombador e Caboclo e o limite entre as unidades é marcado por uma superfície transgressiva (GUIMARÃES *et al.*, 2005).

De acordo com Pedreira (1994), a Formação Tombador é representada por arenitos e conglomerados, com estratificação cruzada acanalada e tabular, formados em leques aluviais e rios entrelaçados com dunas eólicas. A Formação Caboclo corresponde a folhelhos, argilitos/siltitos e camadas de arenito, com estruturas de fendas de dessecação, marcas onduladas, ondulações truncadas, espinha de peixe, além de lentes de calcário com estramtolitos. Formados em planícies de maré, barras de plataforma e litoral.

4.2.4. Rochas Máficas Intrusivas

Ocorrem intrudidos no conjunto metavulcanossedimentar do Supergrupo Espinhaço na forma de diques e *sills* com orientação preferencial N-NW.

De acordo com Guimarães *et al.* (2005) são representado na área por gabro isotrópico, cinza-escuro e verde, de granulação média a grossa, com textura intergranular e cristais com até 1 cm de comprimento de plagioclásio saussuritizado e augita parcialmente tremolitizada.

Tem filiação de natureza toleítica continental, com contaminação crustal (TEIXEIRA, 2005). Podem apresentar retrometamorfismo com ação de fluidos hidrotermais, com geração de anfibólios de baixa temperatura, clorita, saussuritização dos plagioclásios.

Guimarães *et al.* (2005) fornecem a idade obtida pelo método U-Pb em zircões de $1496\pm 3,2$ Ma e Babinsky *et al.* (1999) de 1514 Ma. Recentemente Campos (2013) obteve, por este mesmo método, a idade de 2165 ± 18 Ma.

4.3. Geologia Estrutural

O Aulacógeno do Paramirim, ao qual se insere a região do trabalho, localizado no Cráton São Francisco, desenvolveu-se durante o Paleo/Meso/Neoproterozóico, caracterizado por um sistema de falhas e dobras com trend NNW/SSE (CRUZ *et al.*, 2007).

Cruz *et al.* (2007) caracteriza duas famílias de estruturas nesta região. A primeira de natureza distensional (D_n) que ocorre predominantemente no substrato, marcada por falhas normais de alto ângulo, orientadas a NNW/SSE. A segunda (D_p) de natureza compressional, nucleada durante a inversão do aulacógeno, é separada em quatro fases de deformação.

A primeira fase da estrutura D_p corresponde ao deslocamento da cobertura em relação ao embasamento, e estruturas desenvolvidas em NNW/SSE vergentes para ENE. As duas fases posteriores reativam as estruturas pré-existentes, gerando falhas reversas que envolvem o embasamento e a cobertura, nucleando zonas de cisalhamento reversas a oblíquas e dobras com trend NNW. A última fase desenvolve-se sobre estruturas previamente deformadas em zonas de alta deformação, gerando dobras abertas, com eixos orientados a NNW vergentes para WSW (CRUZ *et al.*, 2007).

De acordo com Alkmim *et al.* (1993), o evento compressional intracontinental gera uma macrozona com direção NNW-SSE no Aulacógeno do Paramirim, envolvendo o embasamento e as unidades que o preenchem. Esta macrozona corresponde ao Corredor de Deformação do Paramirim, nucleado no Neoproterozoico.

O grau de inversão da bacia cresce gradativamente de norte para sul, de leste para oeste na Chapada Ocidental, oeste para leste no domínio do Espinhaço, de acordo com Danderfer Filho (2000) e Cruz *et al.* (2007). O metamorfismo sin-deformacional cresce de norte para sul, assim como a deformação, atingindo temperaturas máximas entre 400 e 520°C (DANDERFER FILHO, 2000).

Uma síntese da geologia estrutural no Projeto Ibitiara-Rio de Contas coloca que a trama regional NNW-SSE é composta pela articulação de dois grandes conjuntos de estruturas. O primeiro é definido por sinclinais com duplo caimento suave, normais ou localmente invertidas, articuladas por antiformes estreitas, as vezes com zona de fechamento rompida por cisalhamento, com trend NNW-SSE e vergência para nordeste. O segundo

conjunto de estruturas é formado por zonas de cisalhamento dúctil a dúctil-rúpteis, que atingem embasamento e cobertura, e formam um padrão conjugado com as dobras.

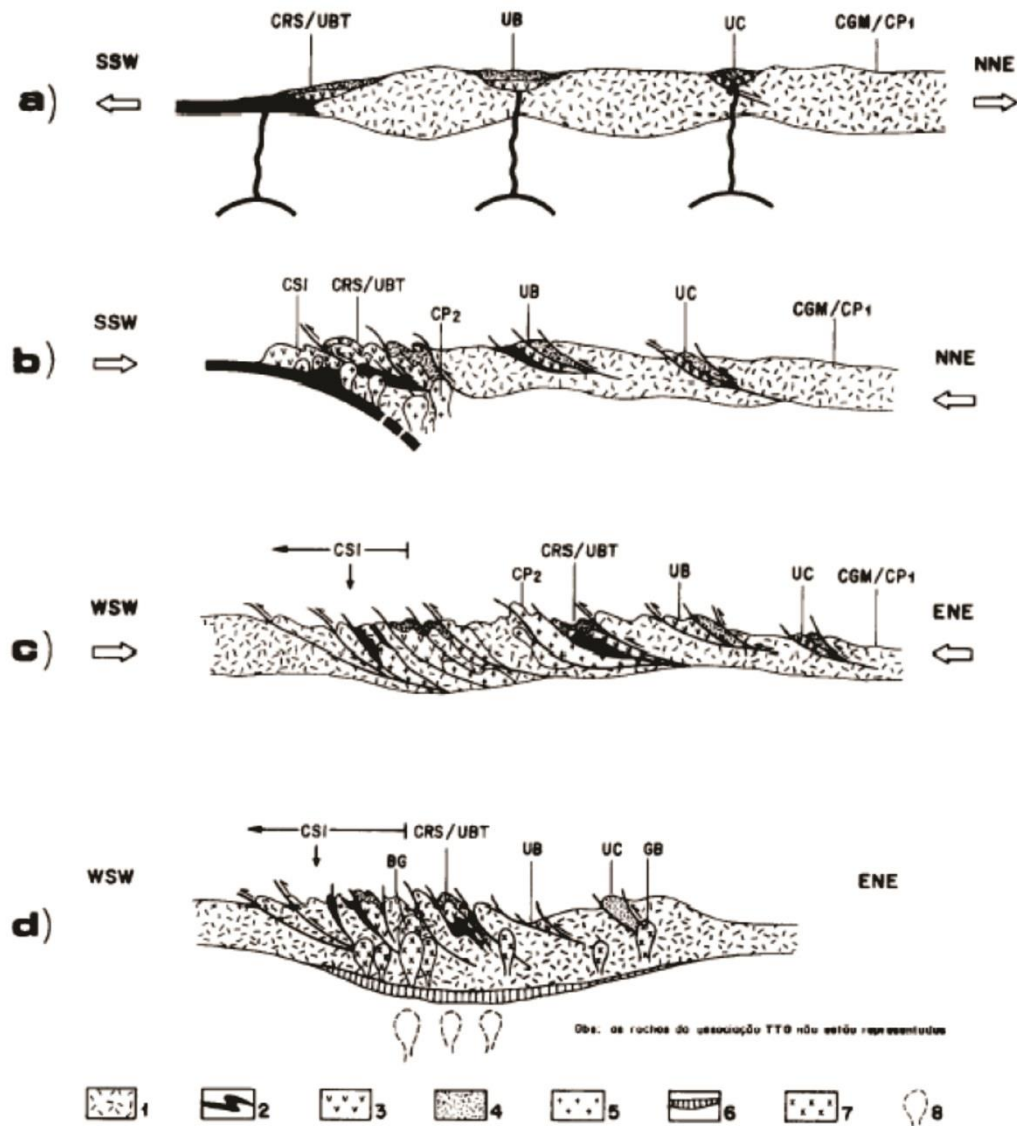
4.4. Modelo Evolutivo

O Cráton São Francisco representa um compartimento tectônico consolidado durante o Paleoproterozóico, delimitado por faixas de dobramento orogênicas Brasilianas: Brasília, a sul e oeste, Rio Preto a noroeste, Riacho do Pontal e Sergipana, a norte e Araçuaí a sudeste (ALMEIDA, 1977), ilustrado na Figura 4.1.

Segundo Barbosa & Sabaté (2001), na porção norte do cráton são individualizados quatro componentes litotectônicos maiores: os Blocos Gavião, onde se insere a área de trabalho, Jequié e Serrinha, e o Cinturão Itabuna-Salvador-Curuaçá (Figura 4.1).

O Bloco Gavião, do paleo ao mesoarqueano, funcionou como embasamento sobre o qual depositou diversas sequências vulcanossedimentares (ARCANJO *et al.*, 2000; BARBOSA & SABATÉ, 2002) . A aproximação entre os Blocos Gavião e Jequié foi concluída em torno de 2,7 Ga e a colisão destes com o Bloco Serrinha no período Orosiriano (ARCANJO *et al.*, 2000).

Neste contexto, o Complexo Paramirim representa um segmento de formação da crosta siálica primitiva, anterior a 3,3 Ga (SCHOBENHAUS, 1993). Entre 3,3 e 3,2 Ga ocorre fragmentação da crosta, com estruturação de um sistema de riftes com direção predominante WNW-ESSE, conforme sugere Arcanjo *et al.* (2000), cujo modelo proposto de evolução pode ser observado na Figura 4.2, a seguir.



1 - Crosta sílica primordial; 2 - Crosta oceânica; 3 - Associação vulcanossedimentar; 4 - Associação sedimentar; 5 - Associação TTG; 6 - Fusão parcial da crosta inferior; 7 Granitos; 8 Fusão mantélica.

CGM - Complexo Gnáissico - Migmatítico; CP₁ - Complexo Paramirim (Apb, Apg, Apgr, Apag); CP₂ - Complexo Paramirim (Apo, Apm); UB - Unidade Boquira; UC - Unidade Cristais; UBT - Unidade Botuporã; CRS - Complexo Riacho de Santana; CSI - Complexo Santa Isabel; GB - Granito Boquira; BG Batólito Guanambi.

Figura 4.2: Proposta de Modelo Evolutivo durante o Arqueano/Paleoproterózoico da Área do Projeto Vale do Paramirim (Arcanjo *et al.* 2000).

Segundo Schobbenhaus (1993) e Arcanjo *et al.* (2000), o período entre 3,0 e 2,7 Ga é marcado por orogênese, com subducção de placa oceânica sob placa oceânica na direção NNE, gerando plutons TGG – protólitos de porções do Complexo Paramirim, e prisma acrescionário.

Ainda de acordo com Schobbenhaus (1993), de 2,2 a 2,0 Ga (Paleoproterozóico), ocorre o espessamento crustal, gerando fusão parcial da crosta sílica inferior e migmatização

das litologias existentes. Este mesmo autor relaciona este estágio ao período de relaxamento pós-compressional do orógeno, com geração de magmatismo híbrido produzindo intrusões granitóides, representado na área pelo Granitóide Ibitiara.

No final do Paleoproterozóico, durante o período Estateriano (1,75 Ga), inicia-se a tafrogênese responsável pela instalação do Aulacógeno do Paramirim, estudado por Cruz (2004), definido por Pedrosa-Soares *et al.* (2001), denominado Aulacógeno do Espinhaço por Moutinho da Costa & Inda (1982), como um rifte abortado que trunca o cráton com direção N-S.

Segundo Loureiro *et al.* (2009) esta fase se inicia com os riftes do Espinhaço Setentrional, a oeste e da Chapada Diamantina, a leste, separados por um *horst* correspondente ao Bloco do Paramirim (Figura 4.3). Anterior a esta fase são depositados sedimentos eólicos da Formação Serra da Gameleira.

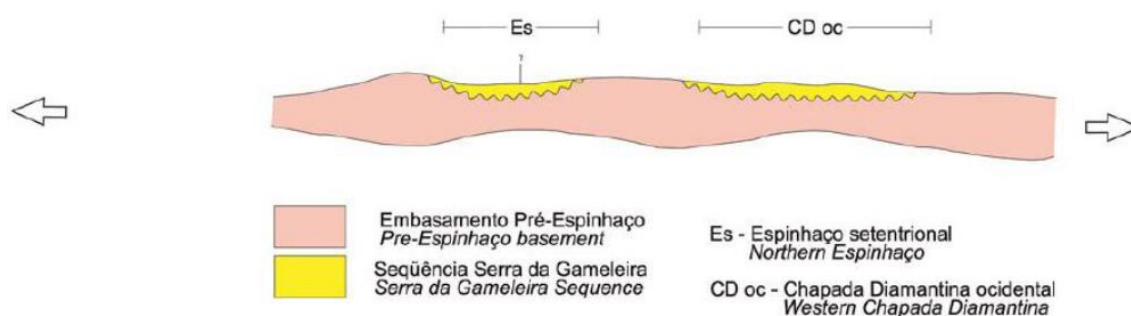
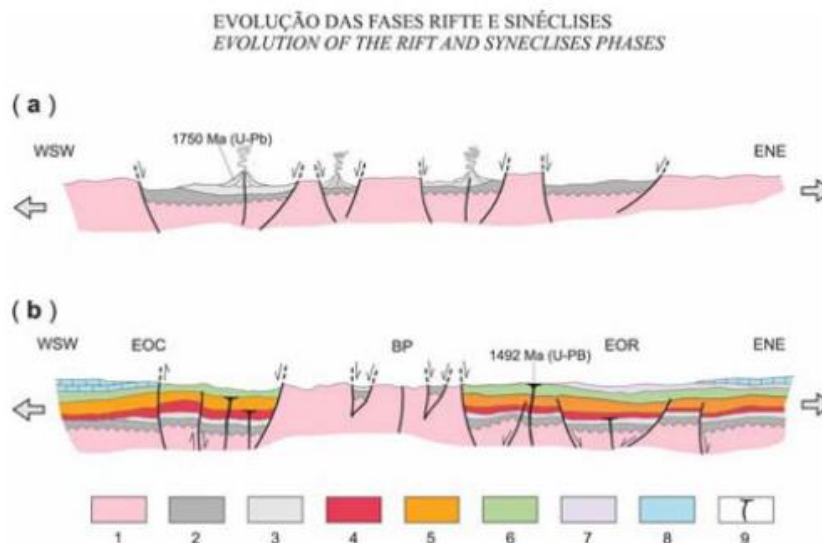


Figura 4.3: Bacia de flexura onde se depositaram os sedimentos pré-rifte das bacias da Chapada Diamantina Ocidental e do Espinhaço Setentrional. Estraído de Guimarães *et al.* (2008).

Durante 1,75 e 1,7 Ga (Mesoproterozóico) com a implantação do rifte Espinhaço (SHOBENHAUS, 1993), atua na região o magmatismo correspondente à Suíte Intrusiva Lagoa Real e ao vulcanismo Rio dos Remédios (ARCANJO *et al.*, 2000). Segundo Loureiro *et al.* (2009), a evolução segue com a deposição da sequência clástica representada pelas Formações Lagoa de Dentro e Ouricuri do Ouro (Figura 4.4).

O final do Estateriano (1,65 Ga) é caracterizado por uma relativa calma tectônica, com subsidência termal e instalação de uma bacia de sinéclise (tipo *sag*), preenchida por sedimentos do grupo Paraguaçu (Figura 4.4b) (LOUREIRO *et al.*, 2009).



1-Embasamento pré-Espinhaço; 2-Sequência Serra da Gameleira (Fase pré-Rifte); 3-Sequências Novo Horizonte (Fase Sinrifte); 4-Tectono-sequência Lagoa de Dentro/Ouricuri do Ouro (Fase Sinrifte); 5-Supersequência Mangabeira/Açuruá (Fase Pós-rifte); 6-Supersequência Tombador/Caboclo (Sinéclise); 7- Sequência Morro do Chapéu (Sinéclise); 8-Sequência Salitre e Sete Lagoas (Sinéclise); 9-Intrusivas Máficas.

EOC-Espinhaço Ocidental; EOR-Espinhaço Oriental; BP-Bloco Paramirim

Figura 4.4: Síntese da evolução das fases rifte e sinéclise da sequência Espinhaço, do Estateiano ao Criogeniano.
Extraído de Loureiro *et al.* (2009)

Há cerca de 1,0 Ga (Neoproterozóico) ocorre a segunda fase extensional com o soerguimento do Espinhaço/Chapada, gerando novo rifteamento, acompanhado por intrusões de rochas básicas (SHOBBENHAUS, 1993).

No Ediacarano (630 – 540 Ma) o ciclo orogênico Brasileiro é responsável pela inversão parcial do Aulacógeno do Paramirim (SCHOBBENHAUS, 1996; DANDERDER Fº, 2000; CRUZ, 2004; CRUZ & ALKMIM 2006), consolidando a feição tectônica referente ao Corredor do Paramirim (ALKMIM *et al.*, 1993). Essas colisões também foram responsáveis pelos cinturões dobrados Brasileiros que o delimita. Este processo de inversão foi responsável pelo retrabalhamento das sequências supracrustais e do embasamento do Corredor do Paramirim (CRUZ, 2004).

5. CONTEXTUALIZAÇÃO GEOLÓGICA DO ALVO LAVRA VELHA

Foram realizados na área do alvo Lavra Velha trabalhos de mapeamento geológico com intuito de identificar os litotipos que ocorrem aflorando no campo, e relacioná-los às amostras selecionadas para a realização dos trabalhos petrográficos e geoquímicos, sejam elas de afloramentos ou testemunhos de furos de sondagem.

A sequência litoestratigráfica do alvo mapeado tem a base formada pelo Complexo Ibitiara, seguidos pelas rochas quartzo-feldspáticas plutônicas e subvulcânicas, até então classificadas em rochas vulcânicas, e conglomerados da Formação Ouricuri do Ouro, cortados por sills e diques de rochas máficass intrudidos. Ocorrem ainda brechas hidráulicas associadas a essas rochas hidrotermalizadas.

No presente capítulo serão discorridas as observações macroscópicas, mesoscópicas e microscópicas de determinadas rochas que ocorrem na área de trabalho, além de rochas coletadas do contexto regional, como as correspondentes da Formação Serra da Gameleira, Formação Novo Horizonte e Granito Matinos. As descrições petrográficas de todas as amostras encontram-se disponibilizadas no Anexo 1.

A Figura 5.1 corresponde ao mapa geológico regional e ao Alvo Lavra Velha com localização das amostras, ou furos de onde foram coletadas.

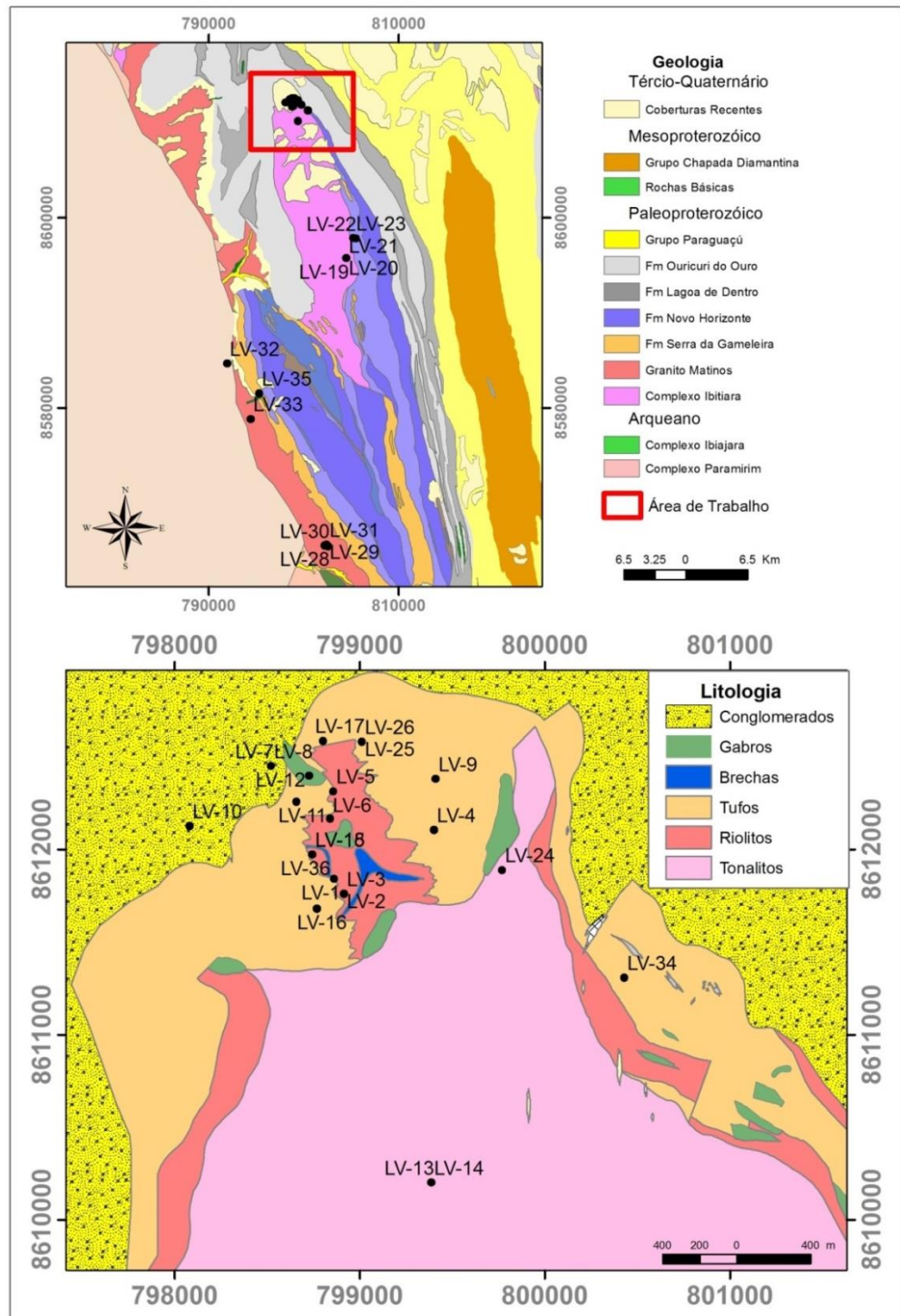


Figura 5.1: Mapa geológico com localização dos pontos de onde foram coletadas as amostras para realização da análise petrográfica. O mapa da parte superior destaca em vermelho a área do Alvo Lavra Velha e tem como principal objetivo mostrar onde foram coletadas as amostras do contexto regional. O mapa principal, logo abaixo, se refere à área do Projeto Lavra Velha, e destaca as amostras coletadas das rochas encaixantes da mineralização.

5.1.Litoestratigrafia do alvo Lavra Velha

5.1.1. Complexo Ibitiara

O Granitoide Ibitiara é representado por tonalitos (predominantes), granodioritos, dioritos e quartzo monzodiorito. Tonalitos e quartzo monzodiorito apresentam coloração cinza e granulação fina, equigranular, enquanto granodioritos e dioritos são leucocráticos e inequigranulares com granulação variando de média a grossa.

Na antiga pedreira, próximo à cidade de Ibitiara, na rodovia BA-152 que liga esta cidade ao município de Novo Horizonte, afloram rochas do granitoide Ibitiara, com predomínio dos tonalitos e porções de composição granodiorítica. Abrange enclaves de rocha metamáfica de granulação fina (Figura 5.2).

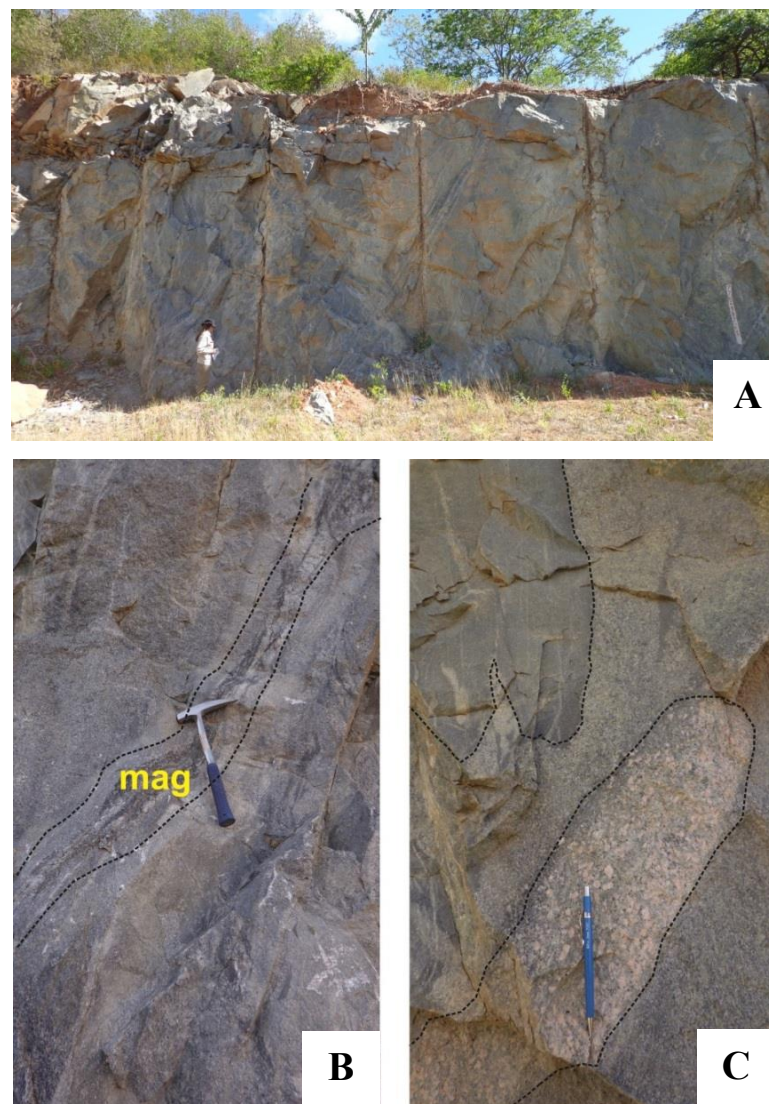


Figura 5.2: A: Visão geral do afloramento de tonalito do Complexo Ibitiara, da antiga pedreira do município, às margens da rodovia BA-152, que liga as cidades de Ibitiara a Novo Horizonte; B: nível com forte magnetização da rocha; C: destaca enclaves de composição máfica (lado esquerdo superior) e granodiorítica (centro).

Carbonatos e epidoto constituem vênulas e preenchem fraturas (Figura 5.3A), assim como pirita, que normalmente associa-se à magnetita (Figura 5.3B).



Figura 5.3: A: destaca fratura preenchida por carbonato com bordas epidotizadas, cuja atitude é N10W/60E.; B: a pirita (py) encontra-se no plano de fratura N20E/75W, subparalela à foliação; C: delimita-se a faixa albitizada do tonalito.

As amostras do granitóide Ibitiara selecionadas para análise petrográfica foram coletadas na já referida antiga pedreira, correspondentes às amostras LV-19, LV-20 e LV-21, e nos testemunhos de sondagens que são LV-03, LV-13, LV-14 e LV-17.

Os tonalitos são formados em média por 20% de quartzo, entre 64 e 72% de feldspato (plagioclásio) sericitizado, com biotita/clorita variando entre 5 e 10%. Carbonatos nestas rochas apresentam de 1 a 4% da composição total. Os minerais traços são titanita, apatita,

zircão, epidoto e allanita. As amostras referentes a este litotipo são LV-03, LV-13, LV-14 e LV-20 (Anexo 1).

Os granodioritos têm em média 25% de quartzo, 50% de plagioclásio sericitizado e 15% de feldspato potássico albitizado e saussuritizado. Clorita, carbonato e minerais opacos completam a composição destas rochas. Os elementos traços são os mesmos presentes no tonalito. Foram assim classificadas as amostras LV-19 e LV-21 (Anexo 1).

A presença de 8% de quartzo, aproximadamente 80% de plagioclásio (feldspato predominante) sericitizado e restante da composição de carbonato, compõem a rocha denominada quartzo monzodiorito, representada pela amostra LV-17 (Anexo 1).

Microscopicamente predomina nestas amostras textura blastogranular hipidiomórfica com estrutura granítica reliquiar. As rochas são formadas por pseudomorfos de feldspato, em sua maioria plagioclásio, albitizados e substituídos parcial ou completamente por sericita/muscovita. São encontrados associados à sericita, resultantes da saussuritização dos feldspatos, cristais de epidoto, carbonato (que também formam veios e vênulas) e cristais microgranulares de quartzo. (FIG 5.4 A, B e C).

O quartzo apresenta leve extinção ondulante e localmente mobilização dos cristais, com formação de agregados policristalinos. A clorita associa-se a sericita/muscovita, à alteração de biotitas primárias, e ainda a minerais opacos (Figura 5.4 D). Os minerais acessórios destas rochas são zircão, apatita, titanita e allanita.

Representam os minerais opacos: magnetitas, martitas, hematita especular e sulfetos (pirita), associados a hidróxido de ferro. Também pode ocorrer ilmenita (ou titanomagnetita), com exsolução de magnetita, as vezes bordeadas com titanita e rutilo.

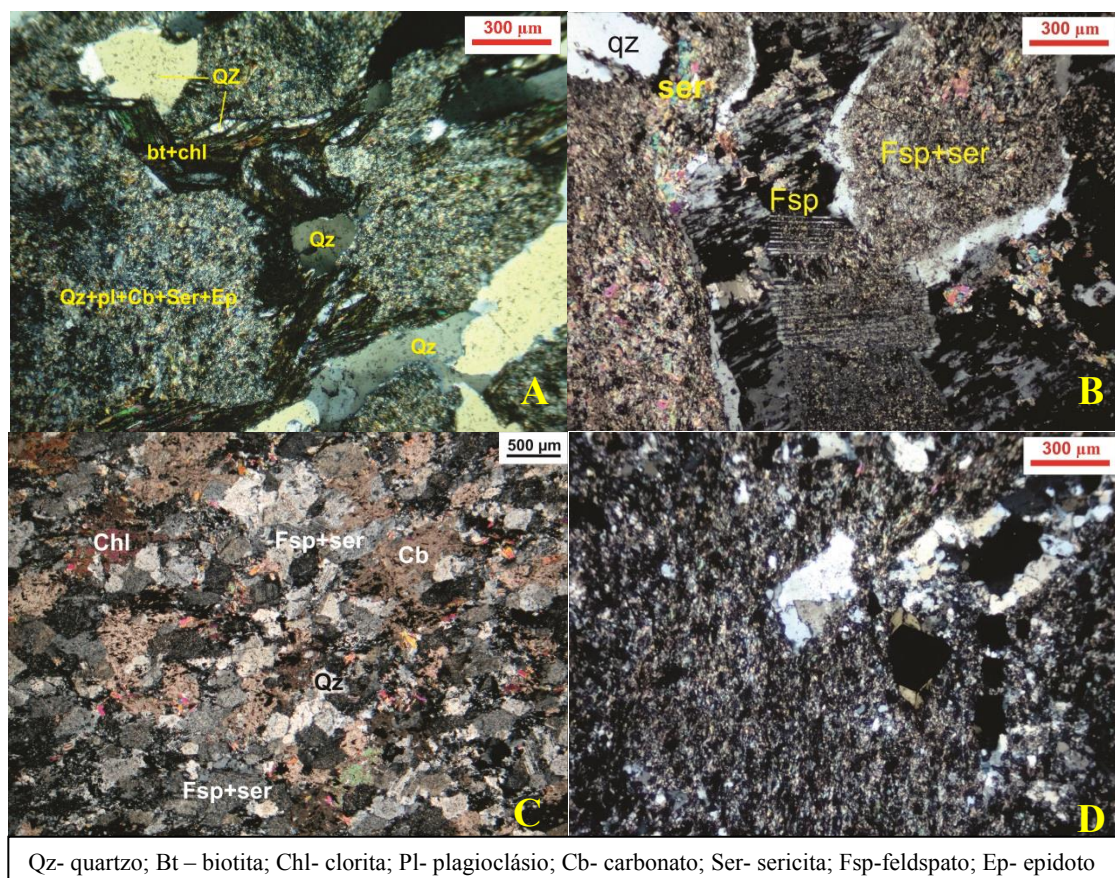


Figura 5.4: Imagens das rochas do Complexo Ibitiara vistas em microscópico, com luz transmitida e nicóis cruzados.

A: Biotita tonalito cloritizado e sericitizado (LV-3, Anexo1) exibindo textura granítica, com pseudomorfos de plagioclásio saussuritizados, biotita deformada alterando para clorita e quartzo mobilizado; B: Granodiorito sericitizado com feldspatos albitizados e intensamente sericitizados (LV-19, Anexo 1); C: Leuco-quartzito monzodiorito sericitizado, com formação de carbonatos sobre a matriz da rocha (LV-17, Anexo1); D: Tonalito cloritizado com cristais de magnetita formados sobre a clorita (LV-13, Anexo 1).

A paragénese mineral dos granitóides Ibitiara é albita-sericita-clorita-carbonato-epidoto, classificando o metamorfismo que atuou sobre tais rochas de fácies Xisto Verde e caráter mais ou menos estático.

5.1.2. Rochas tidas como Vulcânicas – Lavra Velha

O conjunto de rochas inseridas neste grupo foi previamente classificado em rochas vulcânicas de acordo com as observações macroscópicas e feições encontradas em campo, descritas nos relatórios internos da empresa Yamana Gold. Outro fator que influenciou tal classificação foi a comparação espacial com as descrições em trabalhos já existentes, como de Guimarães et al. (2005), de rochas vulcânicas e subvulcânicas da Formação Novo Horizonte sobre o complexo Ibitiara.

As amostras foram coletadas em afloramentos e principalmente testemunhos de furo de sondagem no Alvo Lavra Velha. As rochas que foram inicialmente denominadas tufo

vulcânico são representadas pelas amostras LV-01, LV-04, LV-05, LV-06, LV-07, LV-09, LV-15, LV-25 e LV-26, descritas no Anexo 1, e correspondem a protólitos plutônicos de composição quartzo-feldspática, classificados em tonalitos, granodioritos e quartzo dioritos. As rochas até então tidas como riolito, correspondem às amostras LV-11, LV-16, LV-34 e LV-36, descritas em Anexo 1, tem protólitos quartzo-feldspáticos de origem subvulcânica e plutônica, cuja composição varia de granodiorítica à tonalítica.

A paragênese para estes três referidos litotipos é constituída de albita-clorita-estilpnomelano-sericita, típicas de metamorfismo de fácies Xisto Verde com forte atuação de fluidos com alta pressão ou hidrotermais, cujo caráter mais estático predomina.

Em contato com essas rochas, ocorre uma rocha previamente denominada granito pórfiro, referente à amostra LV-02 (Anexo 1), e é classificada neste trabalho como tonalito.

5.1.2.1. Rochas quartzo-feldspáticas plutônicas alteradas

Estratigraficamente estas rochas eram consideradas como sequência superior ao granitoide Ibitiara, porém o estudo das amostras coletadas e os dados de campo mostram que ambas pertencem ao mesmo domínio.

Em afloramento estas rochas quartzo-feldspáticas encontram-se muito alteradas e comumente friáveis. Marcam fortemente halos de alteração hidrotermal, que são: sericita+turmalina; sericita+turmalina+hematita; sericita+magnetita/martita $\pm$ turmalina $\pm$ hematita (Figura 5.5). Também pode ocorrer processo de silicificação da rocha.



Figura 5.5: Tufos vulcânicos com forte alteração hidrotermal. A alteração da rocha em A é essencialmente sericítica; em B turmalinas ocorrem associadas; em C a rocha encontra-se silicificada e exibe cristais porfíricos angulares de quartzo em matriz fina sericítica; e em D hematitizada. A sericita é o mineral secundário hidrotermal predominante desta rocha.

São rochas de coloração cinza amarelada a avermelhada, subfaneríticas, holocristalinas e inequigranulares, formadas essencialmente por quartzo e pseudomorfos de feldspatos substituídos completamente por sericita, com textura blastogranítica e estrutura gnaissica predominante. Associado a estas rochas é comum a presença de veios de quartzo branco com turmalina, encontrados normalmente em afloramentos de blocos.

As amostras com predomínio de alteração sericítica (LV-01, LV-04, LV-09 e LV-26) têm cerca de 30% da composição em quartzo e em média 65% de pseudomorfos de feldspatos sericitizados.

Já as amostras cuja principal alteração é hematítica-magnetítica-sericítica (LV-05, LV-06, LV-15 e LV-25) o quartzo varia de 25 a 60% na composição, enquanto a sericita de 25 a 67%. Também ocorrem minerais de biotita alterando para clorita, alcançando até 12% da composição. Apresentam estrutura gnaissica.

A amostra LV-07 apresenta forte cloritização e é formado por 40% de quartzo, 40% de sericita e 20% de carbonato e clorita – minerais orientados responsáveis pela xistosidade da rocha.

Os cristais de quartzo apresentam leve extinção ondulante e grãos recristalizados, além de formarem agregados, que atingem tamanho milimétrico. Os feldspatos são encontrados como pseudomorfos de cristais completamente substituídos por sericita, com pequenas ocorrências de quartzo microgranular, carbonato e epidoto (Figura 5.6 A, B, C, D). Localmente, são identificadas texturas de feldspatos albitizados (*chess board*).

Podem ocorrer nestas amostras biotitas primárias alteradas para clorita e muscovita. Comumente nas rochas de estrutura gnáissica as bandas quartzosas e quartzo-sericíticas são limitadas por filetes anastomosados de sericita/muscovita e estilpnomelano (Figura 5.6E).

Os minerais opacos presentes são magnetitas martitizadas titanomagnetitas ou ilmenitas com exsolução de magnetita, além de pirita e associação de hidróxido de ferro.

Os possíveis protólitos da unidade, de composição quartzo-feldspáticas e natureza plutônica, são granodioritos, tonalitos ou quartzo dioritos.

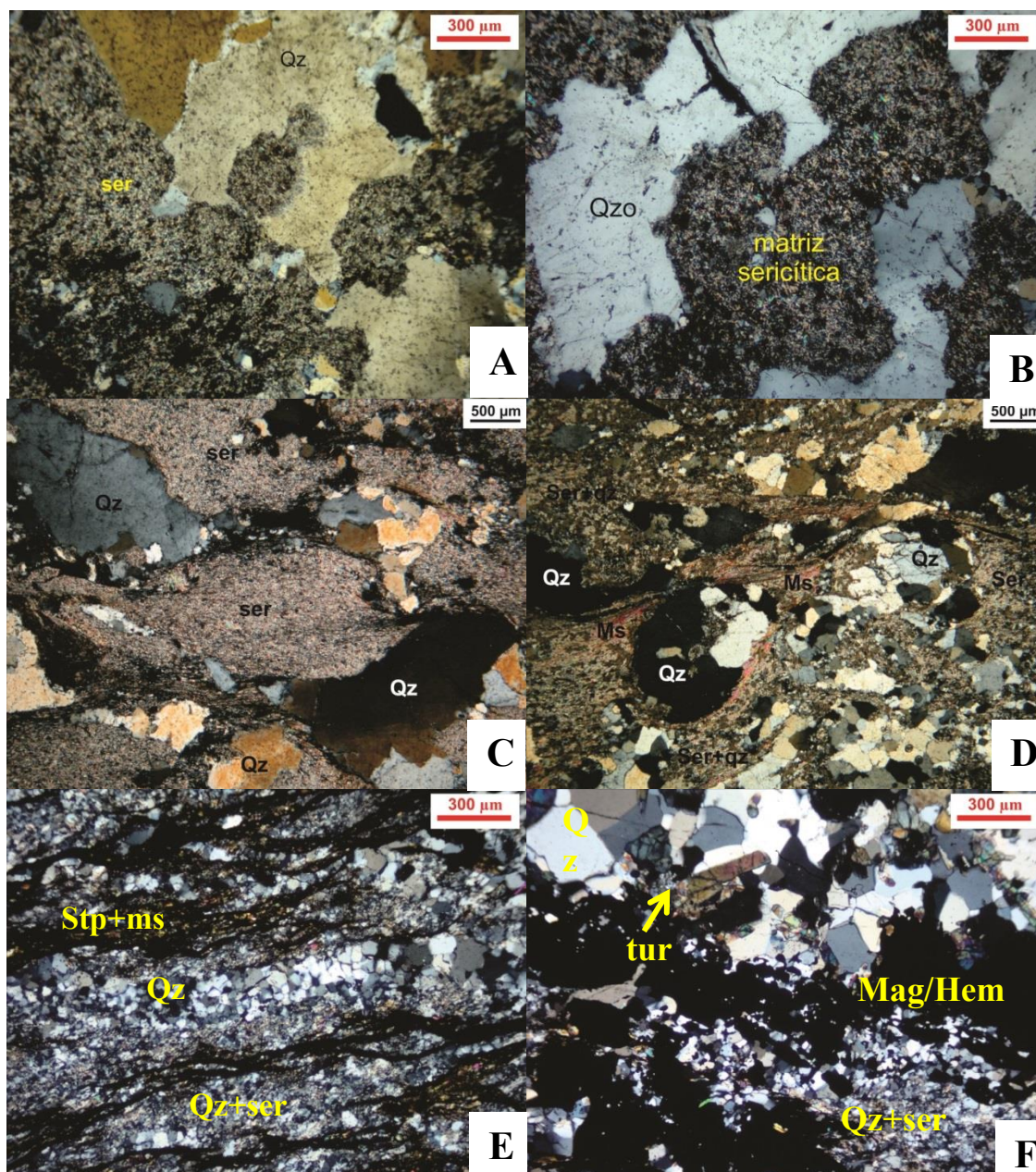


Figura 5.6: Imagens ao microscópio (com luz transmitida e nicóis cruzados) das rochas classificadas inicialmente em tufo vulcânicos, do domínio Lavra Velha. A: Rocha plutônica quartzo-feldspática metamorfizada, com cristais de quartzo mobilizados e pseudomorfos de feldspato completamente sericitizado (LV-15, Anexo 1); B: Blastogranito sericitizado com pseudomorfos de feldspatos completamente substituídos por sericite e estrutura gnaissica preservada (LV-1, Anexo 1); C: Rocha tonalítica deformada e sericitizada com pseudomorfos de feldspato sericitizado deformado (LV-4, Anexo 1). D: Granodiorito sericitizado e deformado, com mobilização e recrystalização do quartzo e deformação e sericitização dos feldspatos (LV-26, Anexo 1); E: Rocha quartzo-feldspática gnaissica com filetes de estilpnomelano alternadas à bandas quartzo-sericitica. São formadas bandas de quartzo por mobilização (LV-6, Anexo 1); F: Rocha anterior (em E) com magnetitas martitizadas no contato entre rocha e veio de quartzo com turmalina (LV-6, Anexo 1). Ms: moscovita; tur: turmalina; mag: magnetita; hem: hematita.

5.1.2.2. Rochas quartzo-feldspáticas subvulcânicas alteradas

As rochas quartzo-feldspáticas subvulcânicas, classificadas previamente em riolitos, associam-se em afloramentos às rochas de origem plutônica, descritas anteriormente no subitem 5.1.2.1. A coloração da rocha é geralmente cinza com tonalidades avermelhadas ou arroxeadas e a granulação é fina, um dos fatores responsáveis por seu maior grau de

faturamento. Também são encontradas no mesmo domínio rochas tonalíticas, anteriormente classificadas em granito pórfiro (Figura 5.7A).

São comuns nestas rochas subvulcânicas vênulas e veios de quartzo, turmalina, hematita e magnetita, muitas vezes com ocorrência de ouro (Figura 5.7B).

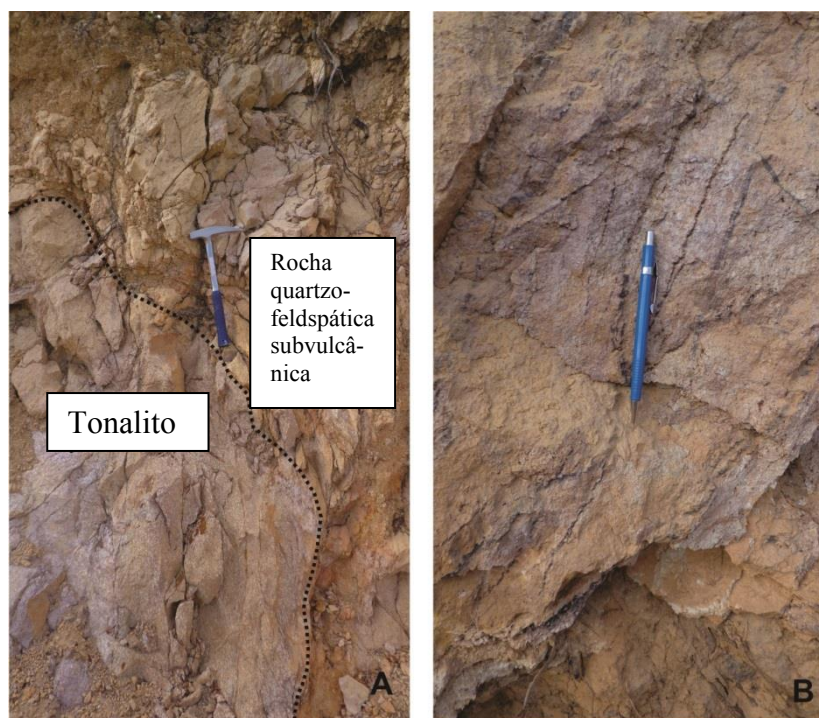


Figura 5.7: A: destaque para o contato entre as rochas quartzo-feldspáticas subvulcânicas alteradas e tonalito, além de chamar atenção pelos diferentes comportamentos reológicos das rochas; B: rocha quartzo-feldspática subvulcânica alterada com vênulas de quartzo+magnetita+hematita. Estas rochas estão descritas no ponto 21 do Anexo 2.

Associam-se aos afloramentos deste litotipo blocos de brechas formadas por hematita, quartzo, magnetita/martita e menos frequente sulfetos, que também podem preencher fraturas (Figura 5.8, 5.9 e 5.10).



Figura 5.8: Blocos de brecha com quartzo+magnetita+hematita



Figura 5.9: Detalhe de bloco de brecha, citado anteriormente. A massa cinza é composta por magnetita e predominantemente hematita.



Figura 5.10: Fratura preenchida por brechas de quartzo+hematita+magnetita em afloramento de riolito com granito pórfiro. A linha azul indica a direção da fratura, cuja atitude é EW/20S. A fotografia superior foi tirada com visada para WNW e a inferior para norte.

Ao microscópio, os cristais de quartzo são arredondados a subangulosos, com leve extinção ondulante, constituindo parte da matriz predominantemente sericítica ou veios, quando mobilizados (Figura 5.11A). É responsável por 60% da composição das amostras LV-11 e LV-34 e aproximadamente 35% em LV-16 e LV-36 (Anexo 1).

Os minerais de sericita/muscovita constituem os pseudomorfos de plagioclásios. Estão geralmente orientados ou deformados devido à estrutura de gnaissificação das rochas (Figuras 5.11B e 5.11C). Formam com o quartzo os minerais essenciais constituintes destas rochas.

Filetes orientados de sericita e estilpnomelano(?) limitam as bandas quartzo-feldspáticas sericitizadas e marcam a foliação da rocha (Figura 5.11C). Os minerais opacos presentes nestas rochas são titanomagnetitas/hematitas, magnetitas martitizadas e pirita e associação de hidróxido de ferro (Figura 5.11D).

Os protólitos sugeridos para estas rochas têm composição quartzo-feldspática e origem subvulcânica, com exceção da amostra LV-34, de provável natureza plutônica, e classificação quanto à mineralogia granodiorítica à tonalítica.

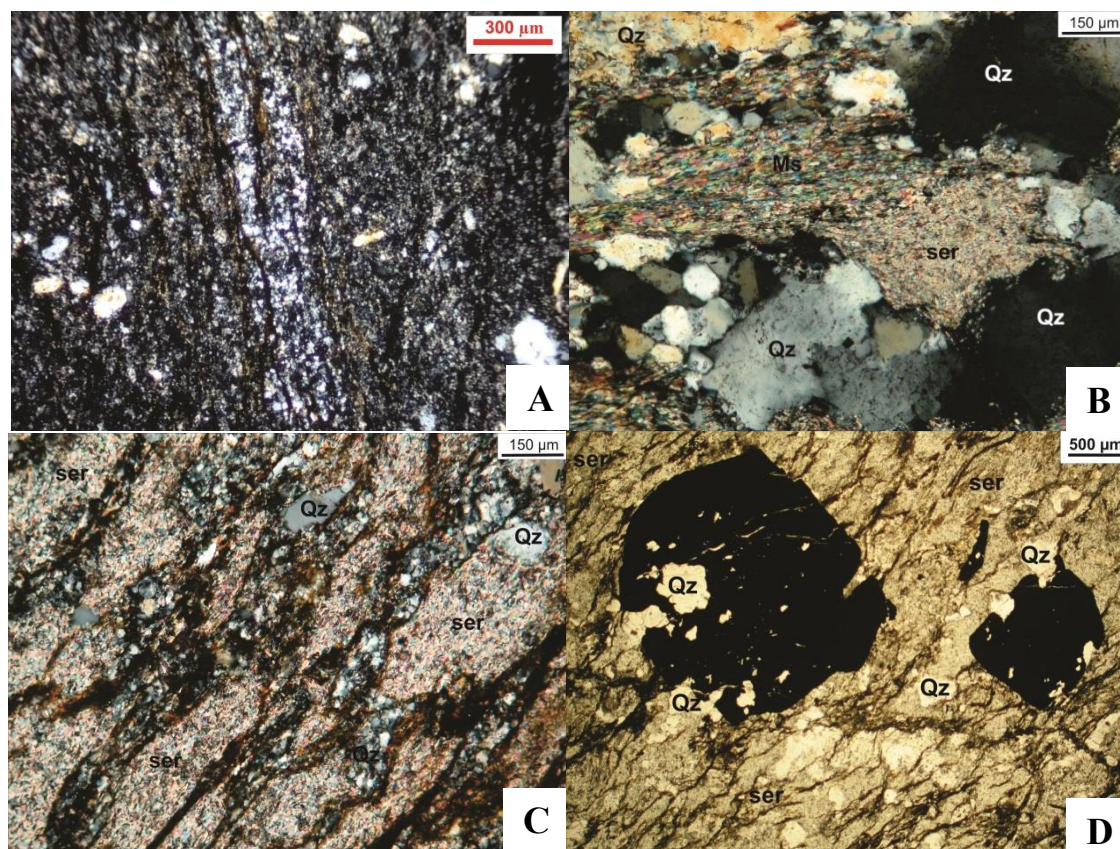


Figura 5.11: Imagens de microscópio eletrônico com luz transmitida e nicóis cruzado em A, B e C; A: Rocha subvulcânica deformada e sericitizada (LV-11, Anexo1). Destaque para a camada de quartzo mobilizado no centro da foto; B: Rocha subvulcânica deformada e sericitizada, com pseudomorfos de feldspato sericitizado; C: Rocha quartzo-feldspática sericitizada, com pseudomorfos de feldspatos sericitizados e quartzo, orientados, além de filetes de anastomosados de óxidos e hidróxidos de ferro (LV-36, Anexo1); D: Mesma rocha de C, com formação tardia de minerais de magnetita martitizada.

5.1.3. Tonalito sericitizado e cloritizado

A rocha tonalito sericitizado-cloritizado é fânerítica e equigranular de granulação média, com coloração branca nos feldspatos alterados, envoltos por uma matriz alaranjada, com óxidos e hidróxidos de ferro.

Microscopicamente, a rocha apresenta estrutura granítica e é formada por quartzo, plagioclásio sericitizado, feldspato potássico albitizado, biotita, clorita, estilpnomelano(?) e traços de epidoto, apatita e zircão (Figura 5.12A).

O cristal de quartzo não exhibe evidências de deformação ou recrystalização, como extinção ondulante, e os feldspatos são completamente substituídos por sericita, ocorrendo na forma de pseudomorfos. Estes são os minerais essenciais da rocha e correspondem respectivamente a 20 e 70% da sua composição total.

A primária, deformada e orientada, de cor marrom escuro e aspecto fibroso, é substituída por clorita, muscovita e estilpnomelano (?), enquanto a biotita secundária se

apresenta normalmente em forma de leque, com coloração marrom claro a amarelada (Figura 5.12B). Constituem cerca de 10% da rocha.

Relaciona-se a protólito de origem plutônica e composição tonalítica.

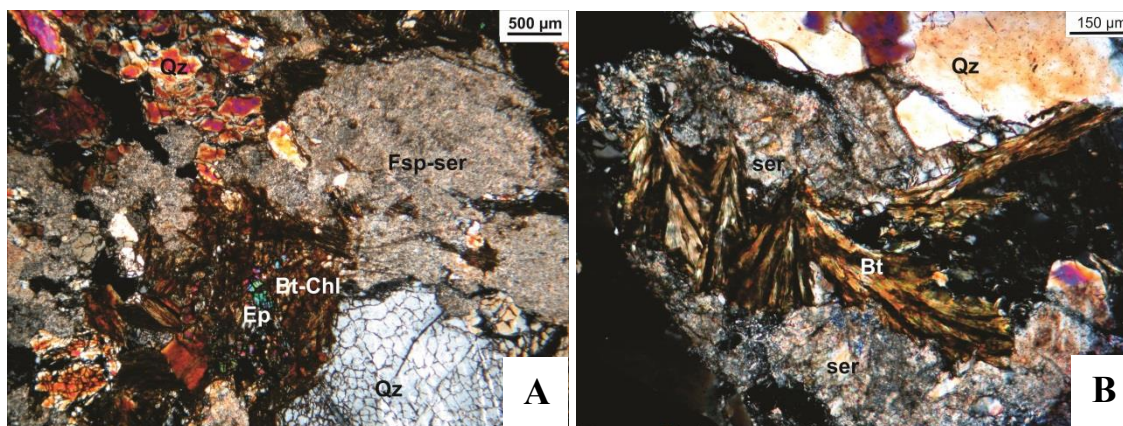


Figura 5.12: Fotografia em microscópio petrográfico, com luz transmitida e nicóis cruzados. Tonalito sericitizado e cloritizado (LV-02, Anexo 1). A: Rocha com pseudomorfos de plagioclásio substituídos por sericita e uma massa de biotita alterando à clorita, com epidoto associado; B: Neoformação de biotita, com aspecto de leque, sobre domínio de mineral sericítico.

5.1.4. Formação Ouricuri do Ouro

5.1.4.1. Conglomerados

Na área do prospecto, a sequência superior às rochas do granitoide Ibitiara são os conglomerados polimíticos da Formação Ouricuri do Ouro.

A rocha é suportada por clastos predominantemente arredondados, com granulação variando de seixo a bloco, em matriz quartzarenítica (Figuras 5.13). Correspondem a metarenitos rosa, arroxeados e cinza, quartzitos cinza e brancos (estes às vezes angulosos), rochas metavulcânicas ácidas e BIF's. Os clastos localmente estão achatados e orientados (Figura 5.14).



Figura 5.13: Afloramento reliquiar do conglomerado com alguns clastos superiores a 30 cm.



Figura 5.14: Detalhe do afloramento de conglomerado com clastos achatados e orientados.

5.1.5. Rochas Intrusivas

As rochas desta unidade são representadas na área por metagabros e ocorre mais frequentemente sob a forma de blocos. São rochas isotrópicas cinzas, de granulação fina, normalmente afanítica (Figura 5.15). Está diretamente relacionada ao solo vermelho exposto na área, que auxilia sua delimitação espacial durante o mapeamento.



Figura 5.15: Bloco de gabro isotrópico.

As amostras que representam esta unidade de rochas intrusivas são LV-08, LV-10, LV-12 e LV-24, cujas descrições petrográficas encontram-se no Anexo 1. Com exceção da amostra LV-24, coletada em um afloramento a leste do corpo mineralizado do alvo Lavra Velha, as amostras foram selecionadas de furos de testemunho desta mesma área.

Microscopicamente as rochas mais alteradas (LV-08 e LV-10) apresentam estrutura primária completamente obliterada, dando origem à xistosidade e à textura blastotraquítica, com pseudomorfos de plagioclásio (Figuras 5.16A e B). As amostras LV-12 e LV-24, pouco menos atingidas pelo metamorfismo, apresentam parte da estrutura granular hipidiomórfica preservada e textura ofítica a subofítica reliquiar, com fantasmas de plagioclásio e piroxênio (Figura 5.16B).

Os pseudomorfos de plagioclásio saussuritizados encontram-se substituídos por sericita, epidoto e carbonato e orientados nas rochas mais deformadas. Há evidências de albitização em raros cristais de plagioclásio, obliterados por processo sucessivo de saussuritização.

A cloritização é intensa e predomina sobretudo na composição das amostras LV-08 e LV-10 (Figuras 5.16A e B), formando cerca de 50% da composição da rocha total, envolvendo os pseudomorfos de feldspatos e cristais de carbonato mobilizados e orientados (Figura 5.16B). Nas rochas menos alteradas são identificadas biotita e flogopita.

Nas amostras mais preservadas (LV-12 e LV-24), são reconhecidos pseudomorfos de piroxênio (augita), substituídos parcialmente a integralmente por minerais de actinolita e formação de clorita, principalmente nos interstícios entre estes cristais (Figura 5.16C).

O mineral opaco predominante é ilmenita (ou titano-magnetita) com exsolução de magnetita e/ou rutilo. Também ocorre rutilo com coroa de titanita e pirita com alteração de hidróxido de ferro (Figura 5.17).

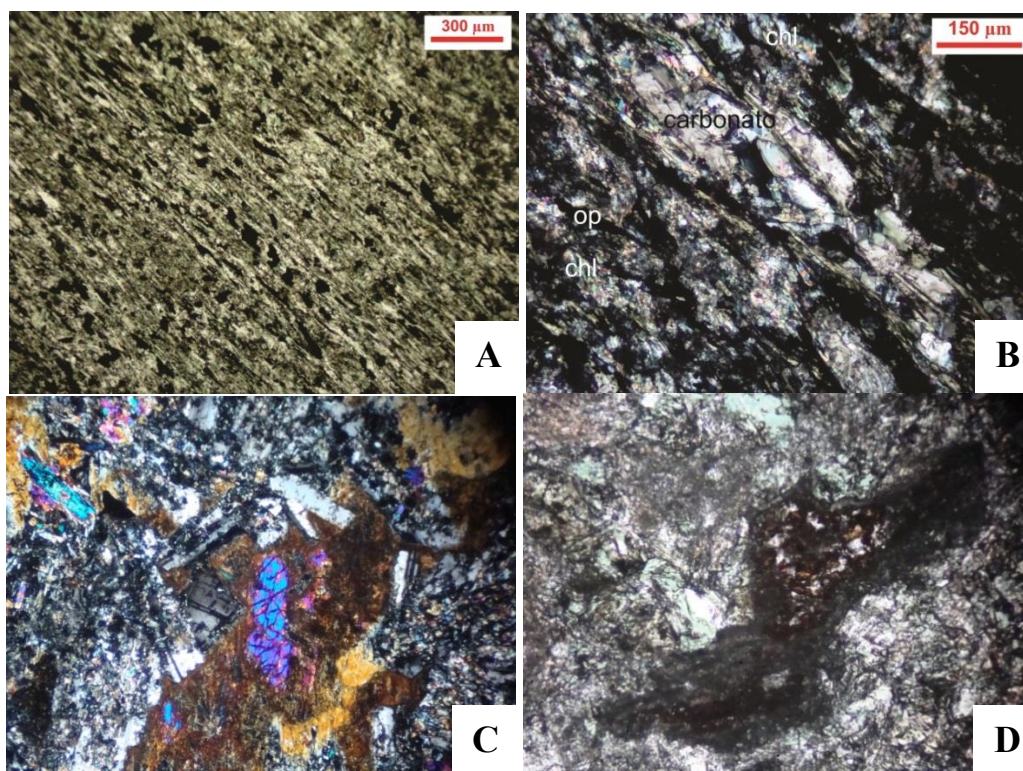


Figura 5.16: Imagens de microscópio eletrônico de metagabros. A: Rocha alterada, foliada, com intensa cloritização, pseudomorfos de feldspatos e minerais opacos orientados (LT, nicóis descruzados) – amostra LV-10 (Anexo 1); B: Pseudomorfos de plagioclásio, completamente sericitizados e orientados e carbonato mobilizado (amostra LV-08, Anexo 1); C: Fotografia da amostra LV-24 (Anexo 1), que representa a rocha mais preservada dentre as demais. No centro pseudomorfose de piroxênio, sendo substituído por anfibólio (actinolita). Destaque para textura ofítica-subofítica reliquiar, pouco preservada; D: Destaque ao mineral do centro da fotografia: núcleos vermelhos de rutilo, com envoltória de titanita (LV-12, Anexo 1). LT, nX.

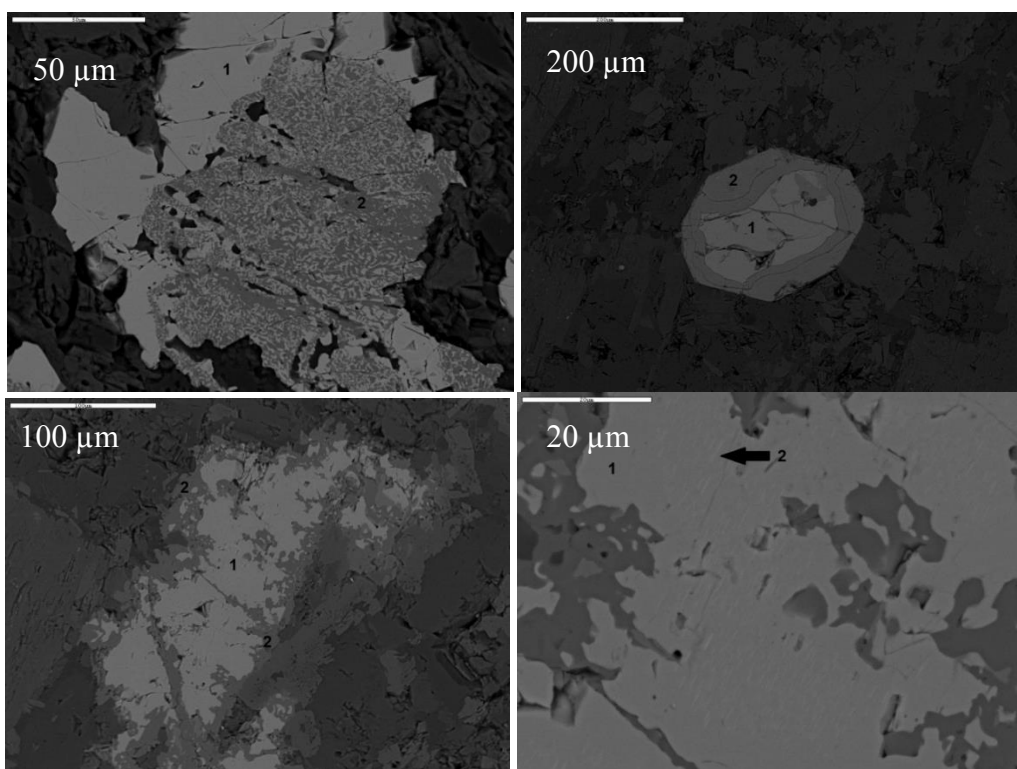


Figura 5.17: Imagens das rochas em *mev*. A: minerais de ilmenita (1) com inclusões de rutilo (amostra LV-08, Anexo 1); B: Mineral de pirita (1), envolto e substituído por hidróxido de ferro (goethita) (2), descrito na amostra LV-24 (Anexo 1); C: Ilmenita (1) com bordas de titanita(2) na amostra LV-24 (Anexo 1). D: Detalhe da ilmenita, com exsolução de magnetita.

A paragénese mineral para os metagabros é sericita-clorita-carbonato-epidoto-actinolita e os classifica na fácies metamórfica Xisto Verde, com forte atuação de fluidos hidrotermais. Localmente processos dinâmicos são responsáveis pela deformação e consequentemente pela xistosidade das rochas.

5.2. Petrografia das amostras de rochas coletadas do contexto regional

Além das amostras coletadas dos diferentes litotipos do alvo Lavra Velha, foram amostradas outras rochas do contexto regional com a intenção de compará-las em relação às feições estruturais, mineralógicas e principalmente tipo de processo metamórfico atuante, com as rochas do referido alvo.

As unidades regionais representadas por tais amostras são: Complexo Paramirim e Granito Matinos, que compõem o embasamento junto ao Granitoide Ibitiara; Formação Novo Horizonte, sobrepostas ao embasamento e a Formação Ouricuri do Ouro; e Formação Serra da Gameleira, descritas a seguir.

5.2.1. Complexo Paramirim

O Complexo Paramirim está inserido a oeste da área do Alvo Lavra Velha (Figura 5.1). Representa esta unidade a amostra LV-33, que corresponde a um ortogneisse de composição granodiorítica. A amostra foi coletada em um afloramento próximo ao domínio do Granito Matinos (Figura 5.18).

A rocha gnáissica apresenta coloração cinza claro. É fanerítica e equigranular com minerais de granulação fina. Sua composição é quartzo, feldspatos sericitizados, muscovita/sericita, biotita, epidoto, titanita e minerais acessórios de apatita, além de pequenas quantidades de magnetita martitizada.



Figura 5.18: Afloramento de ortogneisse Paramirim localizado próximo ao município de Alvinópolis, de onde foi retirada a amostras LV-33 (descrita no Anexo 1).

Macroscopicamente o quartzo exibe textura sacaroidal e microscopicamente apresenta extinção ondulante e encontra-se recrystalizado e mobilizado para formar bandas orientadas. Representam cerca de 30% da composição total da rocha.

Os minerais de feldspato potássico, quando ainda preservados, encontram-se albitizados, assim como o plagioclásio. Os cristais de maneira geral estão parcialmente ou completamente sericitizados. A sericita cresce preferencialmente nas direções de clivagem destes cristais, quando não estão deformados. São representados no gnaiss por aproximadamente 45% de plagioclásio e 20% de feldspato potássico.

O epidoto é identificado constituindo uma massa mineral associado à biotita e muscovita (Figura 5.19). A titanita também se associa a biotita.

O protólito da rocha tem natureza plutônica e composição granodiorítica.

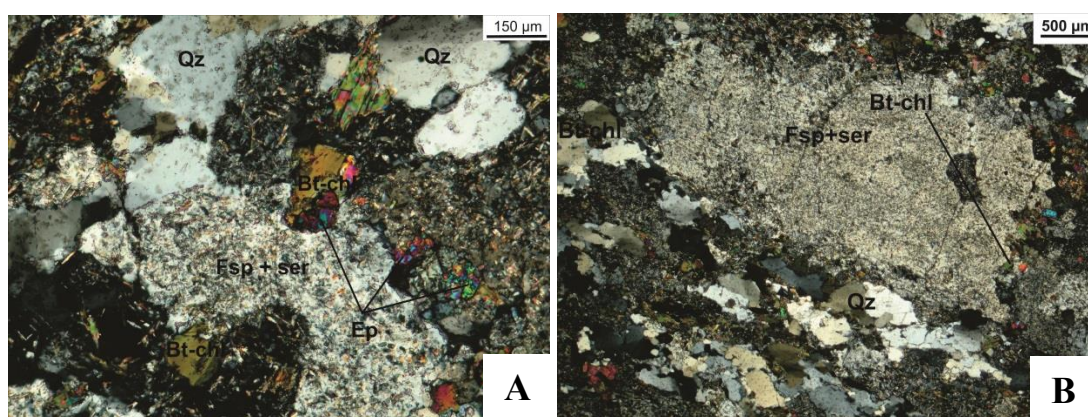


Figura 5.19: Imagem microscópica de ortogneiss, de composição granodiorítica, formada por cristais de feldspato parcial a completamente substituídos por sericita. A: Porção da rocha menos deformada, com minerais não deformados. Destaca-se a passagem de biotita para clorita e as associações de muscovita e epidoto; B: Domínio da rocha com orientação dos minerais, responsáveis pela foliação. LT, nX (Luz transmitida, nicóis cruzados).

A paragénes mineral desta rocha granodiorítica é constituída por albita-clorita-sericita-epidoto, típica de metamorfismo de fácies xisto verde com participação de fluidos hidrotermais.

5.3.Granito Matinos

O granito Matinos está localizado a oeste do alvo, na borda da sequência metavulcanossedimentar que formam os Grupos Rio dos Remédios e Paraguaçu (Figura 5.1). As amostras (LV-27, LV-28, LV-29, LV-30, LV-31 e LV-32) foram coletadas em afloramentos e testemunhos de furos de sondagem, principalmente do prospecto alvo Pinha Preta, no município de Ibiajara, onde apresentam boas exposições de afloramentos.

As rochas graníticas apresentam variações estruturais e texturais devido à zona de cisalhamento localizada na porção mais a sul da área, próximo ao alvo Pinha Preta, onde as amostras são mais deformadas (cisalhadas), ilustrado na Figura 5.20.

O Granito Matinos é representado por monzogranitos e granodioritos, além de rochas designadas apenas granitos, devido à dificuldade de identificação do protólito nas rochas muito alteradas e deformadas.



Figura 5.20: Rochas granitos Matinos em afloramento, exibindo uma sequência de rochas menos deformadas a mais deformadas, devido à atuação de uma zona de cisalhamento.

Microscopicamente os feldspatos podem ser encontrados parcialmente ou completamente saussuritizados e/ou sericitizados, em rochas menos e mais alteradas, respectivamente. Quando estes cristais se apresentam um pouco preservados, é possível identificar a textura *chess board*, típica de substituição metassomática de microclínio por

albita, indicando sua origem hidrotermal. Já nas rochas mais alteradas e deformadas, os pseudomorfos de feldspato sericitizados apresentam microestrutura sigmoidais que podem ser empregadas como indicadores cinemáticos (Figura 5.21A).

Os cristais de quartzo podem apresentar extinção ondulante e recrystalização dos grãos, principalmente nas bordas (Figura 5.21A). Também ocorrem em interstícios (Figura 5.21B) ou como produto de saussuritização do feldspato, compondo uma matriz microgranular predominantemente sericítica, envolvendo cristais de quartzo recrystalizados e pseudomorfos de feldspato (Figura 5.21A). Nas rochas mais deformadas estão mobilizados e assim como os feldspatos, apresentam microestruturas referentes à sombras de pressão e indicadores cinemáticos (Figura 5.21A).

O filossilicato predominante é sericita/muscovita, compondo os pseudomorfos de feldspatos, a matriz fina da rocha e preenchendo os interstícios entre os grãos de quartzo e feldspato (Figura 5.21C). A biotita é encontrada apenas nas rochas menos alteradas, deformadas e associadas ou substituídas por clorita e muscovita. Localmente ocorrem leucoxênio e estilpnomelano nos domínios micáceos (Figura 5.21D).

Os minerais acessórios são zircão, apatita, epidoto, titanita, rutilo, allanita, além de ocorrências de turmalina e carbonato.

Os minerais opacos correspondem a magnetitas, geralmente martitizadas (substituídas por hematita), e em menor quantidade titanomagnetitas ou ilmenitas. É comum que minerais de pirita, quando presentes, estejam alterando para hidróxido de ferro. Encontram-se sobre os cristais da matriz das rochas e as vezes podem estar orientados. (Figura 5.21D).

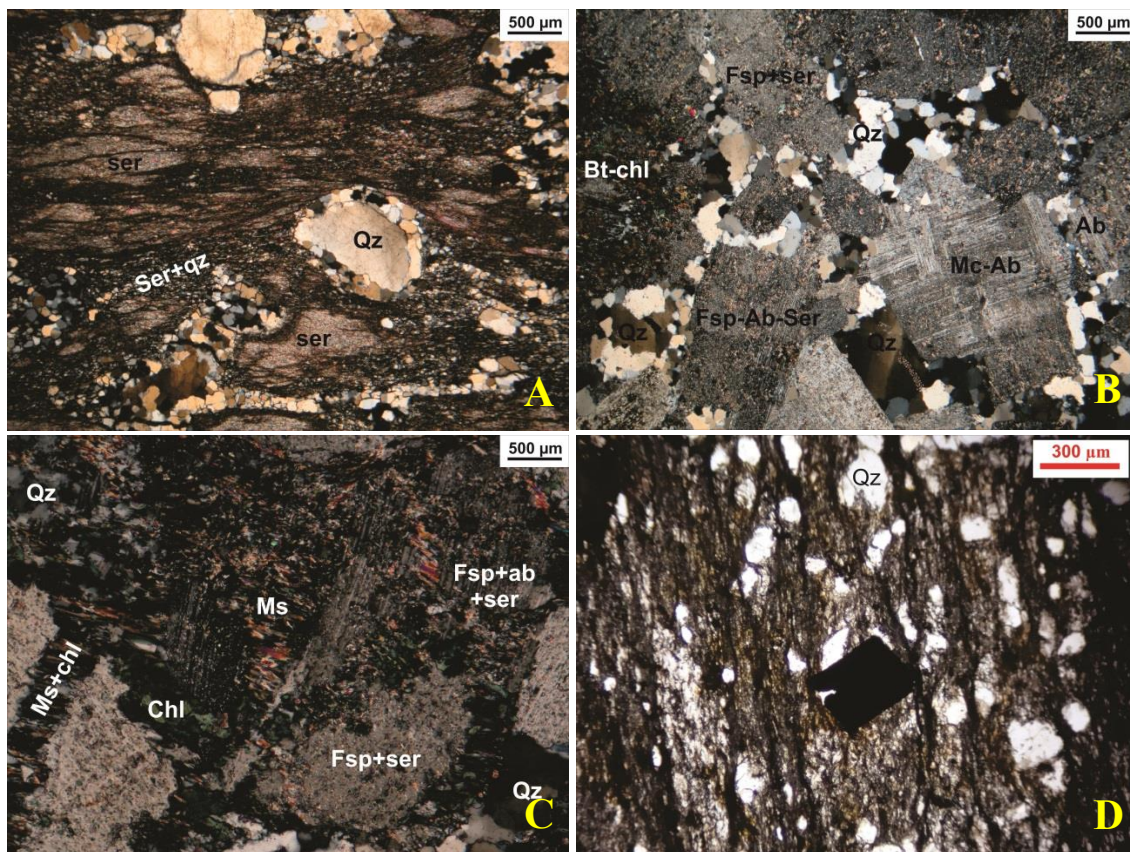


Figura 5.21: Fotografias das amostras ao microscópio eletrônico com luz transmitida e nicóis cruzados. A: Granito cisalhado com porfiroclastos de quartzo com bordas recrystalizadas e sombra de pressão e pseudomorfos de feldspatos completamente sericitizados (amostra LV-27 – Anexo 1); B: Granodiorito alterado, com cristais de feldspatos albitizados e sericitizados, biotita se alterando para clorita e cristais de quartzo intersticiais (amostra LV-30 – Anexo 1); C: Granodiorito alterado, com pseudomorfos de feldspatos albitizados e sericitizados, e formação de clorita e muscovita intersticiais; D: Granito cisalhado com textura filonítica com filetes de estilpnomelano(?) marcando as zonas de microcisalhamento e limitando as bandas quartzo-sericíticas, e magnetitas martitizadas.

A paragênese mineral destes granitos é formada pela associação sericita-clorita-biotita, correspondente a metamorfismo de fácies xisto verde e natureza mais ou menos estática a dinâmica (quanto mais próximo à zona de cisalhamento).

Nota-se que quanto mais próximo à zona de cisalhamento, os filossilicatos (sericita) predominam relativamente na composição total da rocha, além de comporem pseudomorfos de feldspatos, que apresentam microestrutura de indicadores cinemáticos. A atuação de um mecanismo de transpressão é responsável pela expulsão da sílica para zonas de trantensão, possibilitando desta forma a concentração de filossiliciatos e formação de veios de quartzos nestas zonas.

5.4. Formação Serra da Gameleira

A coleta de amostra para análise petrográfica desta unidade foi realizada próximo ao município de Alvinópolis na Serra do Jerônimo, situado a sul-sudoeste do Alvo Lavra Velha.

A rocha classificada em metarenito arcoseano, tem coloração cinza arroxeada e estrutura xistosa, com porfiroblastos de cianita em matriz quartzosa fina e holocristalina.

Microscopicamente a rocha apresenta xistosidade e é composta por quartzo, feldspatos parcialmente sericitizados, muscovita/sericita, cianita e minerais opacos.

Os minerais de quartzo apresentam leve extinção ondulante e encontram-se alongados e orientados, com muscovita entre os grãos, marcando a estrutura xistosa.

Cristais de feldspatos são completamente substituídos por sericita, constituindo os pseudomorfos daquele mineral, e os minerais opacos encontram-se disseminados no domínio mais interno da rocha e nas bordas formam filetes orientados, associados à sericitização mais intensa (Figura 5.22).

Os porfiroblastos de cianita encontram-se orientados e desenvolvidos sobre os cristais da rocha, associados principalmente à sericita.

A rocha corresponde provavelmente a um protólito de arenito arcoseano.

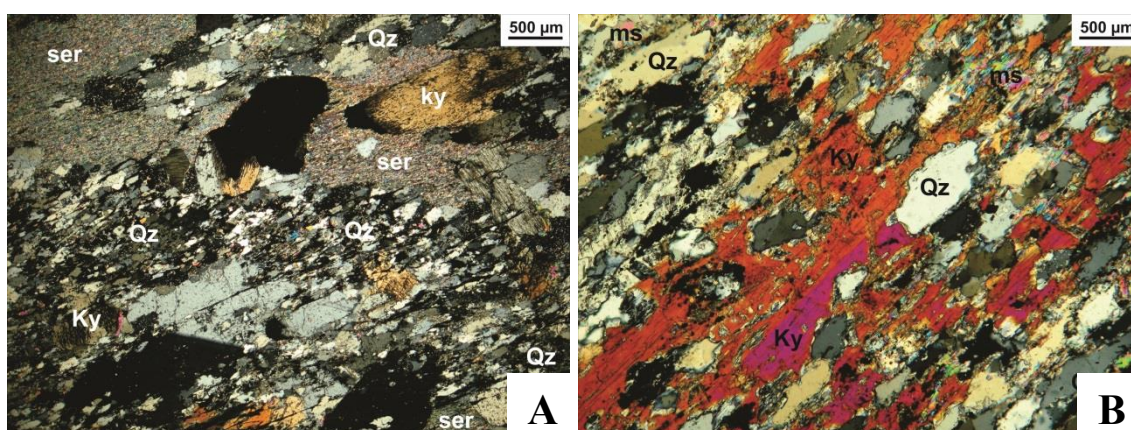
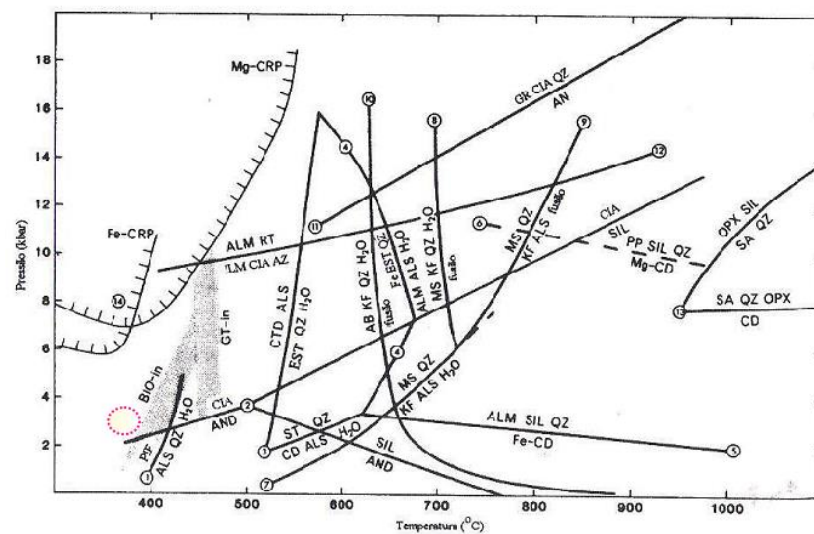


Figura 5.22: Metarenito arcoseano, corresponde a amostra LV-35 (Anexo 1). A: Rocha inequigranular, constituída por cristais microgranulares de quartzo (recristalizados), pseudomorfos de feldspato completamente substituídos por sericita e cianita sobreposto a eles; B; Detalhe de porfiroblastos de cianita formados sobre matriz de rocha, com cristais de quartzo orientados.

A paragênese mineral é formada por sericita-cianita. A ausência de biotita indica que estas rochas não alcançaram temperaturas superiores a 400°C durante o metamorfismo. Na grade petrogenética para metassedimentos pelíticos de Yardley (1994), o metamorfismo desta rocha corresponde a fácies xisto verde, com temperaturas entre 350°C e 400°C, e pressão entre 2 e 4 kbar (Figura 5.23). Sob essas condições, o ambiente de colocação desse metamorfismo foi estimado entre 10 e 15 km de profundidade, com participação de grande concentração de fluido hidrotermal.



AB = albita; ALM = almandina; ALS = aluminossilicato; AN = anortita; AND = andaluzita; BIO = biotita; CD = cordierita; CIA = cianita; CRF = carfolita; CTD = cloritóide; EST = estauroлита; GD = granada; GR = grossulária; ILM = ilmenita; KF = feldspato K; MS = muscovita; OPX = ortopiroxênio; PIF = pirofilita; PP = piropo; QZ = quartzo; RT = rutilo; SIL = silimanita. As fontes de dados para as curvas são as seguintes: 1 Kerrick (1968); 2 Holdaway (1971) (veja também fig. 3.12); 3 limites P-T mais baixos de estauroлита Fe + quartzo ajustados aos dados de Richardson (1968) e Rao e Johannes (1979); 4 Yardley (1981b), compilado de Richardson (1968), Ganguly (1972) e Rao e Johannes (1979); 5 e 6 Holdaway e Lee (1977); 7 Chatterjee e Johannes (1974); 8 e 9 Thompson (1982) (calculadas), notar que a curva 9 é para condições na ausência de H₂O; 10 Luth et al. (1964); 11 Goldsmith (1980); 12 Bohlen et al. (1983a); 13 limites para safirina + quartzo no sistema do termo final Mg puro Grew, (1980); 14 limites inferidos para carfolita de Chopin e Schreyer (1983). As bandas sombreadas representam as condições aproximadas das isógrads da biotita e da granada. Linhas tracejadas indicam associações metaestáveis. N. B. As incertezas experimentais são invariavelmente muito maiores que a espessura das linhas traçadas

Figura 5.23: Grade petrogenética para metassedimentos pelíticos, retirada de Yardley (1994). O círculo em vermelho, destaca o campo metamórfico interpretado para os metassedimentos da Formação Serra da Gameleira.

5.5. Rochas vulcânicas da Formação Novo Horizonte

Amostra de dacito (LV-22) e riolito (LV-23) foram coletadas em afloramentos, intemperizados, localizados na Serra da Torre, flanco leste da dobra anticlinal (Figura 5.1), e são representantes da Formação Novo Horizonte.

5.5.1. Dacito Pórfiro

O dacito pórfiro é uma rocha de matriz afanítica, coloração cinza arroxeada com fenocristais de quartzo arredondados e feldspatos sericitizados.

Microscopicamente, a matriz apresenta granulação muito fina e é constituída por quartzo, sericita e hematita.

Os fenocristais de quartzo correspondem a 30% da composição total da rocha e apresentam a forma arredondada e feições de embainhamento em alguns cristais, típicas de quartzo de rochas vulcânicas (Figura 5.24A). Além disso, os cristais podem ser envoltos por auréola de reação.

Pseudomorfos de feldspatos são preenchidos por pirofilita e correspondem a 65% da composição da rocha (Figura 5.24B).

São rochas vulcânicas de composição dacítica intensamente sericitizada.

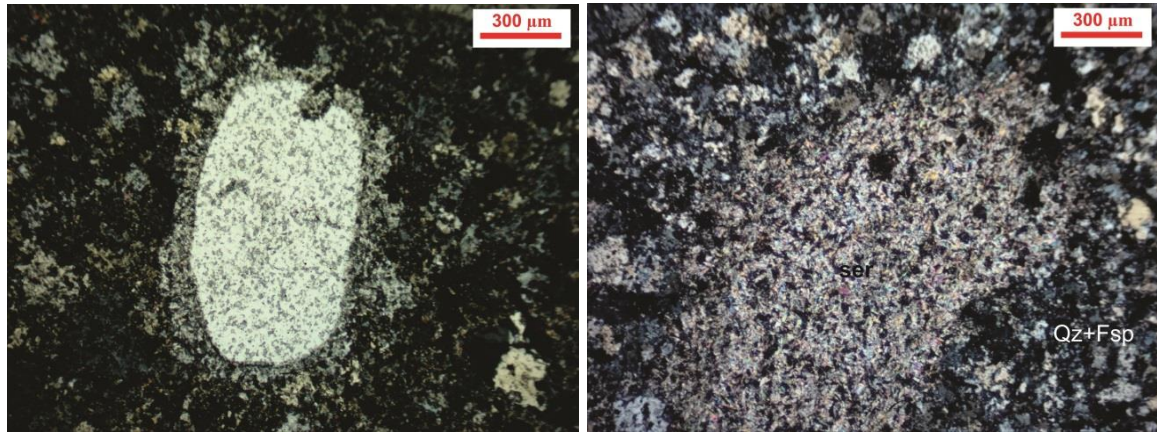


Figura 5.24: Imagem de microscópio eletrônico de dacito pórfiro da Formação Novo Horizonte. A: cristal de quartzo arredondado com auréola do próprio mineral e feições de embainhamento; B: No centro da foto cristal de feldspato completamente substituído por pirofilita. LT, nX.

5.5.2. Riolito

A amostra LV-23, correspondente ao riolito, é uma rocha compacta, afanítica, com cor vermelha.

Microscopicamente é uma rocha composta por quartzo, sericita e hematita com forte alteração de óxido-hidróxido de ferro, que mascara a estrutura da rocha e a identificação e quantificação dos minerais (Figura 5.25A). Desta maneira sua classificação em riolito é mantida, porém é necessário a utilização de outros métodos capazes de reconhecer sua mineralogia e estrutura para classificá-la mais precisamente.

Nesta rocha então denominada riolito, os feldspatos encontram-se substituídos por sericita e ainda ocorrem pseudomorfos de plagioclásio tabulares.

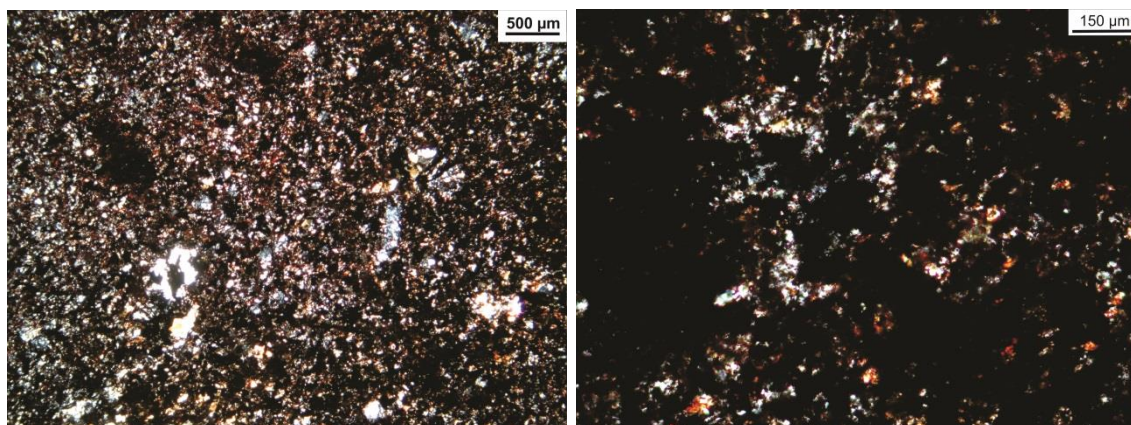


Figura 5.25: Fotografia ao microscópio de riolito da Formação Novo Horizonte. A: Apesar da forte alteração, são perceptíveis alguns cristais de quartzo e feldspatos. A figura B ilustra que em algumas porções da rocha, a formação de óxidos-hidróxidos de ferro é mais intensificada.

5.6. Metamorfismo

As associações mineralógicas metamórficas identificadas nas unidades descritas no presente capítulo classificam o metamorfismo na fácies Xisto Verde, com forte atuação de fluidos de alta pressão ou hidrotermais, cujo caráter varia de mais ou menos estático a dinâmico, influenciado por zonas de cisalhamento.

Os principais processos de alteração hidrotermal atuantes nas rochas são albitização, cloritização, saussuritização/sericitização, formação de óxidos de ferro, além de carbonatação sobre os metagabros e tonalitos, que também registram atuação de processos de epidotização.

A albitização ocorre nas fases iniciais do hidrotermalismo, com sobreposição de clorita, seguindo com saussuritização dos feldspatos, responsáveis pela formação de sericita/muscovita, epidoto e carbonato.

Próximo às fases finais ocorre a formação de óxidos de ferro, concomitante ou brevemente substituídos por outros óxidos. A magnetita e a ilmenita normalmente são os primeiros minerais a se cristalizarem. A ilmenita quando desestabilizada permite que elementos de Ti liberado no sistema formem titanita nas suas bordas. Com baixas temperaturas, num evento mais tardio, ocorre o processo de martitização, onde a hematita substitui magnetitas.

O processo de epidotização observado principalmente nas rochas (tonalitos) menos alteradas do Granitoide Ibitiara, provavelmente ocorrem nos estágios iniciais do hidrotermalismo. Nas rochas mais alteradas é pouco frequente ou inexistente a ocorrência de epidoto.

A formação de biotitas secundárias observadas nas amostras das rochas quartzo-feldspáticas plutônicas e subvulcânicas alteradas, do alvo Lavra Velha, sugerem que o

metamorfismo tenha atingido temperaturas na ordem de 400°C. Já o metarenito arcoseano da Formação Serra da Gameleira propõe temperaturas entre 350°C e 400°C, e pressão entre 2 e 4 kbar, obtendo uma profundidade entre 10 e 15 km.

6. ASPECTOS LITOGEOQUÍMICOS

O presente capítulo tem como principal objetivo apresentar as interpretações obtidas a partir dos dados de análises geoquímicas realizadas em amostras representativas dos diferentes litotipos no prospecto Lavra Velha. Em 14 amostras foram realizadas análises químicas por ICP-AES e ICP-MS para conhecimento principalmente da composição química das rochas em questão, por elementos maiores, menores e terras raras.

Para identificação dos protólitos e seus respectivos ambientes de formação, foram utilizadas principalmente os resultados analíticos dos elementos traços e terras raras (ETR). Normalmente estes elementos menores substituem os maiores e menores das estruturas dos minerais, e suas abundâncias são extremamente sensíveis a mudanças no ambiente geoquímico, caracterizando os grupos como bons indicadores das condições sob as quais os litotipos foram formados.

Os ETRs são considerados os últimos elementos traços solúveis, logo são relativamente imóveis durante o metamorfismo de baixo grau, intemperismo e alteração hidrotermal.

Com essa finalidade foram analisados dois litotipos de rochas granitóides (Ibitiara e Matinos), diferentes litotipos de rochas vulcânicas e rochas máficas (metagabros), além de rochas apresentando maior ou menor intensidade de alteração hidrotermal, conforme descritos a seguir.

6.1. Granitóides Ibitiara e Matinos

As amostras selecionadas para análise química deste grupo foram LV-13 e LV-21, referentes ao granitóide Ibitiara e amostras LV-28, LV-31 e LV-32 do granito Matinos, cuja descrição petrográfica encontra-se no Anexo 1.

Dentre as amostras do Complexo Ibitiara a LV-21 contém porções de rocha mais preservada quanto à deformação e metamorfismo, e é composta por quartzo, plagioclásio sericitizado, feldspato potássico albitizado, biotita, cristais secundários de clorita, carbonatos e magnetita martitizada, além de traços de titanita, epidoto, apatita, zircão e allanita. A amostra LV-13 é formada essencialmente por minerais de quartzo e pseudomorfos de plagioclásio, com intensa sericitização, cloritização e carbonatação, e menores quantidades de magnetita, rutilo e apatita (traços).

As rochas referentes ao granito Matinos apresentam estágios de evolução em deformação e alteração crescente da amostra LV-32 para LV-28. A amostra LV-32 corresponde à rocha mais preservada, formada essencialmente por quartzo, feldspato

potássico (parcialmente albitizado), plagioclásio (levemente sericitizado e albitizado), biotita e magnetita, com minerais traços de titanita, zircão, apatita e epidoto. A amostra LV-31 encontra-se cisalhada e é caracterizada pela forte alteração hidrotermal, com ocorrência de turmalina, carbonato e aumento relativo de quartzo na composição. Ambos os feldspatos encontram-se obliterados, principalmente devido a forte albitização. A amostra LV-28 é intensamente cisalhada e composta por matriz de massa fina de quartzo e filossilicatos (predomina sericita), com cristais de quartzo mobilizados, às vezes com inclusões de rutilo, e magnetitas disseminadas. Os minerais presentes nessas rochas apresentam composições químicas coerentes com a história evolutiva esboçada para a área.

Elementos maiores

Com relação a esses elementos verifica-se que os teores de SiO_2 nos referidos granitóides variam de 65 a 73,3%. Para Al_2O_3 as rochas apresentam teor médio de 13,52%, exceto para a amostra LV-28, cujo teor é 18,8%.

Apresentam de modo geral caráter peraluminoso, de acordo com os valores IAS (índice de alumina saturação) maiores que 1, calculado pela razão $\text{Al}_2\text{O}_3/(\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}+\text{CaO})$, e potássico (com exceção ao caráter sódico da amostra LV-21, com $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}=0,49$).

O diagrama TAS de Middlemost (1985), na Figura 6.1, classifica as amostras em granitos e tonalitos para o Complexo Ibitiara e granodioritos e granito para o Granito Matinos.

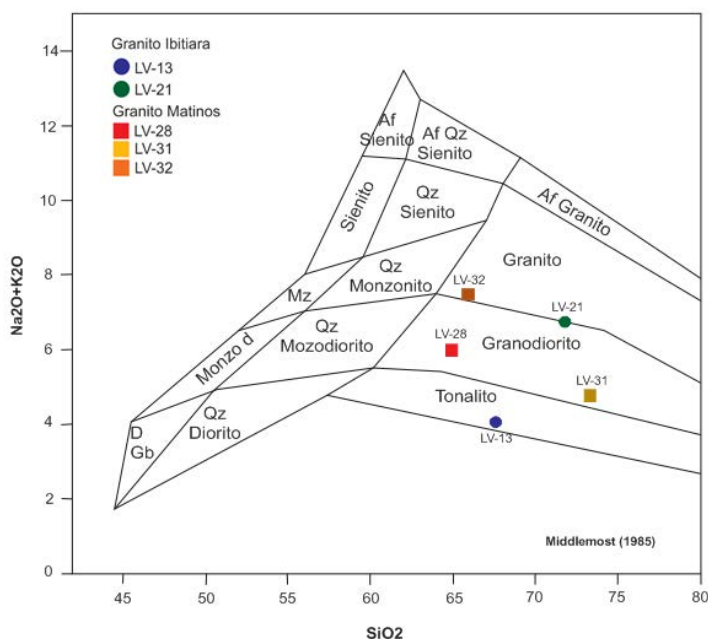


Figura 6.1: Diagrama de TAS (MIDDLEMOST, 1985) com a distribuição das amostras de granitóides, representados por tonalito, granodiorito e granito. Pode haver pequena variação de classificação da rocha devido a processos de alteração que atingem as rochas.

Quando plotados no diagrama AFM (IRVINE & BARAGAR, 1971) verifica-se que o conjunto de rochas representam em uma série magmática cálcio-alkalina (Figura 6.2), variando de acordo com o diagrama K_2OxSiO_2 de Peccerillo & Taylor (1976), de médio a alto-k, na Figura 6.3. No diagrama AFM nota-se um enriquecimento de FeO para as amostras LV-28 e LV-31 do Granito Matinos, que pode ser justificado pela maior quantidade relativa de hematita e magnetita, quando comparadas as demais. Os elevados teores de potássio, com destaque à amostra LV-28 no diagrama de Peccerillo & Taylor (1976), justificam-se principalmente pelo forte processo de sericitização atuante nas rochas.

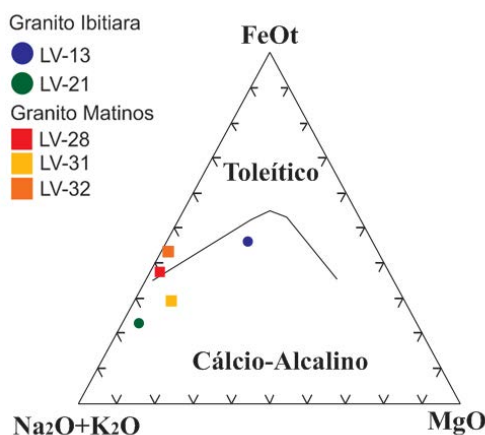


Figura 6.2: Diagrama AFM (Irvine & Baragar, 1971). Classificação geoquímica das rochas.

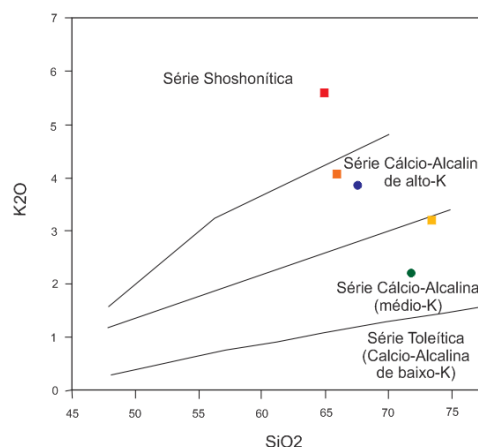


Figura 6.3: Diagrama $K_2O \times SiO_2$ de Peccerillo & Taylor (1976): classificação de séries cálcio-alkalinas.

Elementos traços

A análise desses elementos utilizando o diagrama multielementar, normalizado para manto primitivo de Sun & McDonough (1989), para o granitóide Ibitiara mostra espectros oscilantes, principalmente entre os elementos mais móveis, o que condiz à presença de processos pós-magmáticos nestas rochas.

As amostras apresentam anomalias negativas menos pronunciadas em Ti, Sr, P e mais acentuada em Nb. Enriquecimentos em Ba e K deve estar relacionado à presença de fluidos hidrotermais. A ocorrência de mineralizações de barita na região justifica a anomalia em Ba.

O Granito Matinos mostra-se semelhante ao Granitóide Ibitiara, com anomalias negativas dos elementos Nb, P, Sr e Ti.

Anomalias negativas de Nb e Ti são típicas de granito tipo I, em ambientes de arco vulcânico ou sincolisionais, onde a presença de Nb geralmente é atribuída à atuação de zona

de subducção durante a geração da rocha. Já anomalias de Sr e P são comuns para magmatismo do tipo A, e origem crustal (Teixeira, 2005).

Contudo deve ser levada em conta a alteração hidrotermal das rochas, que pode ter sido responsável por remover parte desses elementos (Nb, P, Sr e Ti). A anomalia de Sr pode ser justificada pela remoção deste elemento com o Ca no processo de sericitização dos plagioclásios. O Ti é representado por rutilos aciculares inclusos em cristais de quartzo, com ocorrência comum na região. Os teores anômalos de P podem corresponder a apatitas ou monazitas.

O diagrama de ETR de Boynton (1984) para os granitóides Ibitiara apresenta espectros empobrecidos em ETRP e ausência de anomalia em Eu, típico de rochas cálcio-alcalinas. O comportamento divergente dos espectros sugere fontes magmáticas distintas para as rochas da mesma unidade, com maior diferenciação para o magma corresponde à amostra LV-21.

Os espectros do granito Matinos além de exibirem empobrecimento de ETRP e apresentam leve anomalia negativa de Eu.

Os diagramas utilizados para classificação dos tipos de granitos e respectivos ambientes geotectônicos classificaram o granitoide Ibitiara em granitos ígneos (Tipo I) de ambiente de arco vulcânico, ou magmático (VAG). O Granito Matinos encontra-se bem distribuído entre os campos em ambos os diagramas, inviabilizando sua classificação pela inconfiabilidade dos resultados.

6.2. Rochas Vulcânicas

As amostras inseridas neste grupo são de riolito oxidado, correspondente à amostra LV-23 e de rochas quartzo-feldspáticas plutônicas e subvulcânicas alteradas, do domínio do alvo Lavra velha, classificadas até o momento em rochas vulcânicas (LV-01, LV-06, LV-11, LV-16e LV-34).

As amostras dessas rochas ocorrem na área do Alvo Lavra Velha, associadas ao domínio do Granitóide Ibitiara e da ocorrência do minério de ouro, com exceção à LV-23, extraída do contexto regional (na Serra da Torre) e correspondente à Formação Novo Horizonte. É formada por muscovita e quartzo, com intensa hematitização.

A amostra LV-01 é composta essencialmente por quartzo e sericita/ muscovita, constituindo pseudomorfos de feldspatos, além de zircão e rutilo. A amostra LV-06 é formada predominantemente por quartzo, sericita, além de estilpnomelano associado a esta mica e hidróxido de ferro nas microzonas de cisalhamento. A rocha é cortada por veio de quartzo rico em turmalina e os minerais opacos correspondem a martitas e sulfetos (pirita).

A composição da amostra LV-11 é semelhante à LV-06 e se diferenciam apenas pelo maior grau de deformação da primeira. A rocha LV-16 é formada por quartzo e predominantemente pseudomorfos de feldspatos completamente substituídos por muscovita/sericita (supera a metade da composição total da rocha). A amostra LV-34 apresenta proporção de quartzo maior em relação aos pseudomorfos de sericita (cerca de 60% contra 40%) quando comparada às demais rochas

Elementos maiores

As rochas interpretadas como vulcânicas de modo geral tem grande variação nos teores de SiO_2 (53,5 a 85,2% da rocha total) e Al_2O_3 (9,87 a 16,5). São classificadas em peraluminosas, com índices de alumina saturação (IAS) elevados e superiores a um, e subalcalinas, da série cálcio-alcalinas, com índice agpaítico (IA) baixo (teores entre 0,47 e 0,56), de baixo a alto-k. A grande variação de potássio nestas rochas está certamente associada aos processos hidrotermais de sericitização e localmente pirofilitização.

Elementos traços

O comportamento oscilante dos espectros no diagrama multielementar, normalizado para manto primitivo, evidencia ação de processos pós-magmáticos, com anomalias negativas de Sr, Ti, Nb, e Th e positiva de K. Anomalias positivas de U e Ba são compatíveis ao potencial de mineralização de depósitos de urânio e bário, que constituem as baritas. A anomalia de Ti na amostra LV-23 deve-se ao fato da rocha encontrar-se fortemente hematitizada.

Os espectros do diagrama de ETR sugerem para a amostra LV-23 (riolito oxidado) fonte magmática distinta das demais rochas, com maior enriquecimento relativo em ETR pesados e muito baixo, ou ausente, fracionamento destes elementos.

Quando comparados os diagrama de ETR entre as rochas tidas como vulcânicas e os granitos (Matinos e Ibitiara), nota-se maior similaridade entre as rochas vulcânicas e o granitóide Ibitiara.

6.3. Rochas máficas

Este grupo de rochas é representado pelas amostras LV-08, LV-12 e LV-24, descritas no Anexo1, cujo grau metamórfico é crescente da última para a primeira.

A amostra LV-24, apesar de ser a mais preservada entre as demais, encontra-se alterada, com vestígios de minerais de augita e labradorita e formação principalmente de

actinolita e clorita. Também ocorre localmente biotita/flogopita. São atuantes os processos de albitização e sericitização nos plagioclásios, com formação de epidoto e muscovita/sericita.

As amostras LV-12 e LV-08 encontram-se completamente alteradas. A primeira é formada essencialmente por clorita, actinolita, albita, epidoto, rutilo e titanita; apresentam pseudomorfos de piroxênio e plagioclásio. A amostra LV-08 além de intensamente cloritizada encontra-se fortemente sericitizada e carbonatada, com minerais de albita associados e traços de quartzo e epidoto.

Elementos maiores

O teor médio de MgO é de 7,8%. Os valores de $mg\#$, calculado pela equação “ $mg\# = 100Mg/(Fe+Mg)_{molar}$ ”, variam de 26,2 a 43,6, que correspondem à magmas diferenciados. Contudo, os teores baixos de SiO_2 (44,5 a 46,3%) sugerem pouco fracionamento do magma.

Apresentam teores mais elevados em Na_2O e Fe_2O_3 (ferro total) nas rochas mais alteradas, e empobrecimento de CaO para estas mesmas rochas.

As rochas máficas analisadas são provenientes de magmatismo toleítico, pouco diferenciado e magnesiano, conforme indicam os diagramas AFM (IRVINE & BARAGAR, 1971) e $Al/(Fe+Ti)/Mg$ de Jensen (1976). São discriminadas em ambiente geotectônico continental ou intraplaca.

Elementos traços

No diagrama Zr x Ti, que mostra uma relação do magmatismo máfico com o manto, as amostras posicionam-se acima da linha de razão Ti/Zr, indicando que não houve contaminação crustal, pelo menos não expressivo.

No diagrama La x Ce as amostras formam um trend, com razão entre os estes elementos constantes, indicando que as rochas sejam oriundas de uma mesma fonte em um único evento, ou de eventos distintos e composição de fonte semelhante.

O diagrama multielementar apresenta anomalia positiva para os elementos Ba (com exceção da amostra LV-08), K, Sr (exceto LV-08), Nd e Eu; e anomalia negativa para os elementos Rb, Th, Nb e P.

Os elementos mais móveis, do lado esquerdo do diagrama (Ba, Rb, Th, K), mostram significativas oscilações e sugerem ação de processos pós-magmáticos sobre estas rochas, responsáveis pela mobilização destes elementos. As anomalia positivas de Sr e Eu estão relacionadas ao acúmulo de plagioclásio e/ou epidoto, e indicam que não houve fusão parcial ou cristalização fracionada (magmas menos evoluídos).

O diagrama de distribuição de ETR apresentam espectros planos, pouco fracionados, com leve enriquecimento em ETRL (elementos terras raras leves). Tal comportamento é característico de gabros e basaltos toleíticos continentais (Teixeira, 2005).

7. DISCUSSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

As informações obtidas através da análise petrográfica e litogeoquímica permitiu que fossem feitas as seguintes considerações:

- As rochas encontram-se completamente alteradas, com predominância do processo de sericitização. Assim, o uso de análise geoquímica para caracterização destas rochas alteradas, deve ser minucioso devido à mobilidade de elementos durante os processos hidrotermais. Neste caso, o uso de alguns elementos menores e traços são os mais aconselháveis, enquanto normalmente os valores de elementos maiores são os mais discrepantes para a rocha. Além disso, a pequena quantidade de amostras coletadas é pouco representativa para cada unidade.
- O granitoide Ibitiara corresponde a um complexo rochoso, oriundo possivelmente de mais de uma fonte magmática, formado por rochas ácidas e intermediárias, representadas por diferentes litotipos. São eles: tonalito (predominante), granodiorito, diorito e quartzo monzodiorito. Tem caráter cálcio-alcalinos, peraluminosos e potássicos (médio a alto-k). Pode apresentar assinatura sódica. A natureza do magmatismo é do tipo I, em ambiente de arco magmático.
- O Granito Matinos é formado por rochas de composição monzogranítica e granodiorítica, com caráter peraluminoso e potássico. De acordo com o contexto geológico em que está inserido, sugere-se que estes granitos sejam produtos de anatexia da crosta continental, sendo do tipo cordilheirano.
- Teixeira (2005) e Guimarães *et al.* (2005) sugerem para granito Matinos magmatismo tipo A e alcalino, devido principalmente à sua colocação em ambiente intraplaca de acordo com diagrama Nb+Y x Rb (PEARCE *et al.*, 1984), apesar de apresentarem características de granito tipo I. Contudo, segundo Wernick (2003), a ocorrência de granitos intraplaca é bastante restrito, pontual e associados a focos térmicos muito profundos (plumas mantélicas).
- As rochas até então designadas de vulcânicas do domínio do alvo Lavra Velha pertencem a um magmatismo subalcalino, da série cálcio-alcalino, potássico, peraluminoso e são classificadas em granodiorito, tonalito e quartzo monzodiorito. Os elementos terras raras advogam que as rochas vulcânicas analisadas são semelhantes às rochas do Granitoide Ibitiara, exceto para a amostra LV-23, que corresponde à rocha vulcânica da Formação Novo

Horizonte. Petrograficamente as estruturas destas rochas do alvo Lavra Velha correspondem a protólitos de origem plutônica e subvulcânica.

- É sugerido, dentre as semelhanças, que as rochas até então denominadas vulcânicas (domínio Lavra Velha) integrem a unidade do Granitoide Ibitiara, representando sua porção mais alterada.
- Os metagabros tem origem relacionada a magma pouco diferenciado, de natureza toleítica continental e ambiente intraplaca. A cristalização fracionada é pouco evidente ou inexistente e não apresentam indícios de contaminação crustal.
- O metamorfismo predominante na área é de fácies xisto verde, com baixa deformação, ou baixo *strain*, e forte atuação de fluidos de alta pressão ou hidrotermais. Os principais processos hidrotermais são albitização, cloritização, saussuritização/sericitização e formação de óxidos de ferro.
- A presença de zonas de cisalhamento controlam as estruturas das rochas e o comportamento do metamorfismo sobre elas atuantes, conforme observado nas amostras do granito Matinos.

8. CONCLUSÕES

Inicialmente acreditava-se que as rochas encaixantes da mineralização de ouro do alvo Lavra Velha correspondiam às rochas vulcânicas da Formação Novo Horizonte.

Com o desenvolvimento do presente trabalho, as rochas encaixantes não forneceram evidências diagnósticas para dizer que são de fato rochas vulcânicas e foram classificadas em tonalitos, granodioritos e dioritos intensamente alteradas, cujos protólitos tem origem plutônica com colocação próxima à superfície. Sugere-se que estas rochas pertençam à unidade do Granitoide Ibitiara, considerando as semelhanças petrográficas e geoquímicas entre elas.

Desta forma, o Granitoide Ibitiara mostra grande potencialização para futuros trabalhos de prospecção de ouro nesta área.

BIBLIOGRAFIA

ALKMIM, F.F. O que faz de cráton um cráton? O Cráton do São Francisco e as revelações Almeidianas ao delimitá-lo. In: V. Mantesso Neto, A. Bartorelli, C. Dal Ré Carneiro e B. Brito Neves. **Geologia do Continente Sul-Americano**: evolução da obra de Fernando Flávio Marques Almeida. São Paulo: Editora Beca, 2004. Cap. 1, p.17-35.

ALKMIM, F. F.; CHEMALE Jr., F.; ENDO, I. A deformação das coberturas proterozóicas do Cráton São Francisco e seu significado tectônico. **Revista da Escola de Minas**, n.1, p.22-38, 1996.

ALKMIM, F. F.; NEVES, B.B.B.; ALVES, J.A.C. Arcabouço Tectônico do Cráton do São Francisco: uma revisão. In: Misi, A; DOMINGUEZ, J.M.L. **O Cráton do São Francisco**. Salvador: SBG, 1993. p. 45-62.

ALMEIDA, F. F. M. O Cráton do São Francisco. *Revista Brasileira Geociências*, v. 7, n. 4, p. 349-364, 1977.

ARCANJO, J. B. A.; VARELA, P. H. L.; MARTINS, A. A. M.; LOUREIRO, H. S. C.; NEVES, J. P. Projeto Vale do Paramirim: Estado da Bahia. Salvador: CPRM, 2000. 105 p. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil - PLGB. Convênio CBPM/CPRM. Escala 1:200.000. Relatório interno.

BABINSKI, M.; NEVES, B.B.B.; NOCE, C.M. Problemas da Metodologia U/Pb com Zircões de Vulcânicas Continentais: Caso do Grupo Rio dos Remédios Supergrupo Espinhaço, no Estado da Bahia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 38, 1994, Balneário de Camboriú. **Anais...** 1994. v. 2, p. 409-410.

BARBOSA, J. S. F. & SABATÉ, P. 2002. Geological feature and the paleoproterozoic of four archean crustal segments of the São Francisco Craton, Bahia, Brazil. A synthesis. *An. Acad. Bras. Cienc.*, 2: 343-359.

BARBOSA, J. S. F.; SABATÉ, P.; LEITE, C. M. M. 2001. Os quatro blocos arqueanos do embasamento do Cráton do São Francisco na Bahia e a colisão no paleoproterozóico. In: SBG/NNE, Simpósio Nacional de Estudos Tectônicos, 8, *Anais*, p. 131-133.

BARBOSA, J. S. F.; SABATÉ, P.; MARINHO, M.M. O Cráton do São Francisco na Bahia: Uma Síntese. *Revista Brasileira de Geociências*, v.33, n.1, p. 3-6, 2003.

BARRETO, L. A.; BRUNI, D. C.; EULÁLIO, H. N.; NEVES, J. P.; TOLEDO, L. A. A.; MOURÃO, L. M. F.; SILVA, L. C.; AZEVEDO, R. R.; MELO, R. C. de; MALOUF, A. F. Projeto Rochas Efusivas: geologia e prospecção geoquímica no Sudeste da Chapada Diamantina-Ba. Salvador: CPRM, 1975. 18 v. Convênio SME/CPM/CPRM.

CAMPOS, L. D. **O depósito de Au-Cu Lavra Velha, Chapada Diamantina Ocidental: um exemplo de depósito da classe IOCG associado aos terrenos paleoproterozoicos do bloco gavião.** 2013. 104 p. Tese de Mestrado – Instituto de Geociências, Universidade Federal de Brasília, Brasília, 2013.

CRUZ, S. C. P. **A interação tectônica entre o Aulacógeno Paramirim e o Orógeno Araçuaí-Congo.** 2004. 465 f. Tese de Doutorado – Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2004.

CRUZ, S. C. P.; ALKMIM, F. F. A Interação Tectônica entre o Aulacógeno do Paramirim e o Orógeno Araçuaí-oeste Congo. In: SIMPOSIO SOBRE O CRÁTON DO SÃO FRANCISCO, 3, 2005, Salvador. **Anais...** Salvador: CBPM, 2005. p. 215-218.

CRUZ, S.C.P.; DIAS, V.M.; ALKMIM, F.F. A interação tectônica embasamento/cobertura em aulacógenos invertidos: um exemplo da Chapada Diamantina Ocidental. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 37, p. 111-127, 2007.

DANDERFER FILHO, A. **Geologia sedimentar e evolução tectônica do Espinhaço Setentrional, estado da Bahia.** 2000. 497f. Tese de Doutorado – Instituto de Geociências, Universidade Federal de Brasília, Brasília, 2000.

FONSECA, A. C. Geoquímica dos ETR. Ceará. Disponível em <<http://www.geobrasil.net/geoinfo/docs%5Cgeoquimica.pdf>> Acesso em 10 set. 2013.

GUIMARÃES, J.T. *et al.* Geologia da Chapada Diamantina – Projeto Ibitiara-Rio de Contas. Salvador: CBPM/CPRM, 2008. **Série Arquivos Abertos**, v. 31, 68 p.

GUIMARÃES, J. T. Tafrogêneses Responsáveis pela Deposição das Coberturas Meso-neoproterozóicas na parte Central do Estado da Bahia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 40, 1998, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: SBG, 1998. p. 9.

GUIMARÃES, J.T., MARTINS, A. A. M., ANDRADE FILHO, E.L., LOUREIRO, H. S. C., ARCANJO, J. B. A., NEVES J. P., ABRAM, M.B., SILVA, M.G., BENTO, R.V. (Org.). 2005. Projeto Ibitiara-Rio de Contas: Estado da Bahia. Salvador: CPRM. 193 p. il. Programa Recursos Minerais do Brasil. Convênio CBPM/CPRM. Escala 1:200.000. Relatório interno.

LEAL, L. R. B. **Geocronologia U/Pb (SHRIMP), 207Pb/206Pb, Rb/Sr, Sm/Nd e K/Ar dos Terrenos Granito-Greenstone ne do Bloco do Gavião**: Implicações para a Evolução Arqueana e Proterozóica do Cráton do São Francisco, Brasil. 1998. 178 f. Tese de Doutorado - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.

LEAL, A. B. M.; PAUL, D.; SILVEIRA, W. P.; LEAL, L. R. B.; CRUZ, S. C. P.; SANTOS, J. P. Geoquímica das rochas meta-vulcânicas máficas do greenstone belt de Riacho de Santana, Bahia, Brasil. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 38, n. 3, 2008. Disponível em <http://papegeo.igc.usp.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0375-75362008000500005&lng=pt&nrm=iso>. acessos em 10 set. 2013.

LEAL, L.R.B.; TEIXEIRA, W.; CUNHA, J.C.; MACAMBIRA, M.J.B. Archaean tonalitic-trondhjemitic and granitic plutonism in the Gavião Block, San Francisco Craton, Bahia, Brazil: geochemical and geochronological characteristics. *Revista Brasileira de Geociências*, v.28, n.2, p. 209-220, 1998.

LOUREIRO, H. S. C.. *et al.* Geologia e Recursos Minerais da Parte Norte do Corredor de Deformação do Paramirim: Projeto Barra-Oliveira dos Brejinhos. Salvador: CBPM/CPRM, 2009. **Série Arquivos Abertos**, v. 33, 122 p.

MOUTINHO DA COSTA, L. A.; JANDA, H. A. V. O **Aulacógeno do Espinhaço**. *Ciências da Terra*, n. 2, p. 13-18, 1982.

NARDI, L. V. S.; BITENCOURT, M. F. A-type granitic rocks in post-collisional settings in southernmost Brazil: their classification and relationship with tectonics and magmatic series. *Canadian Mineralogist*, v. 47, n. 6, p. 1493-1503, 2009

OLIVEIRA, J. J.; GALBRAITH, J. H.; SIEFERMANN, G. R. Caracterização do material originário dos solos de parte da quadrícula de Ibitiara como subsídio para estudos geoquímicos. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 3, p. 128-139, 1973.

PASSCHIER, C. W. & TROUW, R. A. J. *Microtectonics*. 2nd ed. Germany: Springer-Verlag, 2005. 366p.

PEDROSA-SOARES, A. C.; NOCE C. M.; WIEDEMANN, C. M.; PINTO, C. P. 2001. The Araçuaí-West-Congo Orogen in Brazil: an overview of a confined orogen formed during Gondwanaland assembly. *Precamb. Res.*, 1-4: 307-323.

SCHOBENHAUS, C. As tafrogêneses superpostas Espinhaço e Santo Onofre, Estado da Bahia: revisão e novas propostas. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 26, n. 4, p. 265-276, 1996.

SCHOBENHAUS, C. **O Proterozóico Médio no Brasil com Ênfase à Região Centro-Leste**: uma revisão. Freiburg, 1993. 166 p. il. Tese (Doutorado) – Faculdade de Geociências, Universidade de Freiburg.

SCHOBENHAUS, C.; HOPPE, A.; BAUMANN, A. & LORCK, A. 1994, Idade U/Pb do vulcanismo Rio dos Remédios, Chapada Diamantina, Bahia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 38, 1994, Balneário Camboriú. **Anais...** Balneário Camboriú: SBG-DNPM-CPRM, v.2, p. 397-399.

SILVA, A. B. Aprimoramento da Gestão Ambiental no Estado da Bahia. Salvador, 2010. Disponível em: <http://www.iica.int/Esp/regiones/sur/brasil/Lists/Documentos/TecnicosAbertos/Attachments/295/PLANO%20ESTADUAL%20BAHIA%20-0PAD%20VERS%C3%83O%20FINAL%20-%20IICA.pdf> Acesso em: 25 set. 2013.

TEIXEIRA, L. R. Projeto Ibitiara - Rio de Contas: relatório temático de litogeoquímica. Salvador: CPRM, 2005. 33 f. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil - PLGB. Relatório interno.

TEIXEIRA, L. R. Projeto Vale do Paramirim: relatório temático de litogeoquímica. Salvador: CPRM, 2000. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil – PLGB. Relatório interno.

WERNICK, E. Rochas magmáticas: conceitos fundamentais e classificação modal, química, termodinâmica e tectônica. São Paulo: Editora UNESP, 2004.

YARDLEY, B.W.D. Introdução a petrologia metamórfica; Traduzido por Reinhardt A. Fuck.. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1994. 340p.

ANEXO 1

DESCRIÇÃO DAS LÂMINAS PETROGRÁFICAS

Descrição Petrográfica Lavra Velha					
Amostra LV-01		Furo: FLV-10 (16,45 m)		Coordenadas: 798914; 8611761; 1059m	
Descrição macroscópica:					
Rocha cinza esverdeada, formada por cristais de quartzo angulosos, aparentemente recrystalizados, em matriz fina intensamente sericitizada. Apresenta leve magnetização e vênulas preenchidas por sericita (Fig. 1).					
Descrição microscópica:					
A rocha é formada por quartzo, com alguns cristais recrystalizados e leve extinção ondulante, e por uma matriz de rocha fina composta por quartzo e sericita (Figura 2 e 3), constituindo pseudomorfos de feldspatos. Os minerais opacos associam-se à matriz sericitica de maneira disseminada, e são em maioria representados por hematita. Minerais traços de zircão e rutilo. A granulção varia de média a grossa, com agregados de quartzo atingindo 5mm). Os opacos são principalmente magnetitas martitizadas. Alguns domínios são constituídos apenas de sericita/muscovita, o que podem indicar núcleos dos pseudomorfos de feldspatos. De modo geral os minerais formadores de rocha dispõem-se orientados e são responsáveis pela estrutura gnaissica da rocha.					
Considerações:					
A rocha pretérita é provavelmente de origem plutônica (o quartzo intersticial é uma das evidências). Corresponde a um granito atingido por processos metamórficos de baixo grau e pouco dinâmico, associado à hidrotermalismo (atuação de alta pressão de fluido). A completa substituição de feldspatos não permite que a rocha seja classificada quanto a composição mineralógica					
Composição mineralógica (%)					
Quartzo		55	Opacos		1
Sericita/muscovita		44	Traços de zircão e rutilo		
Nome da rocha					
Blastogranito sericitizado					



Figura 0.1: Rocha com cristais porfíricos de quartzo em matriz feldspática saussuritizada e vênulas preenchidas por sericita e magnetita.

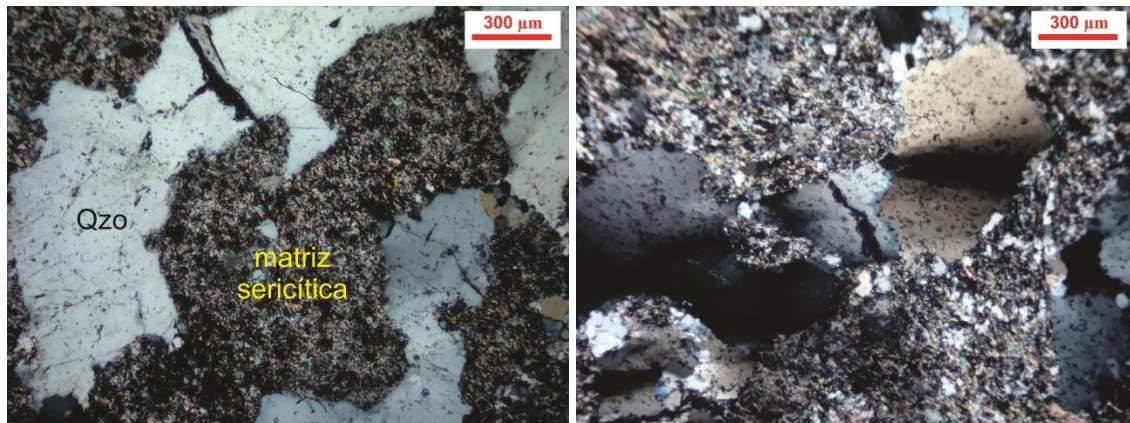


Figura 0.2: Imagem destacando a relação grãos de quartzo e matriz de rocha. Na imagem A observa-se principalmente o contato irregular e o formato anguloso dos cristais de quartzo. A imagem B mostra a extinção ondulante dos grãos de quartzo. LT, nX (Luz transmitida, nicóis cruzados).

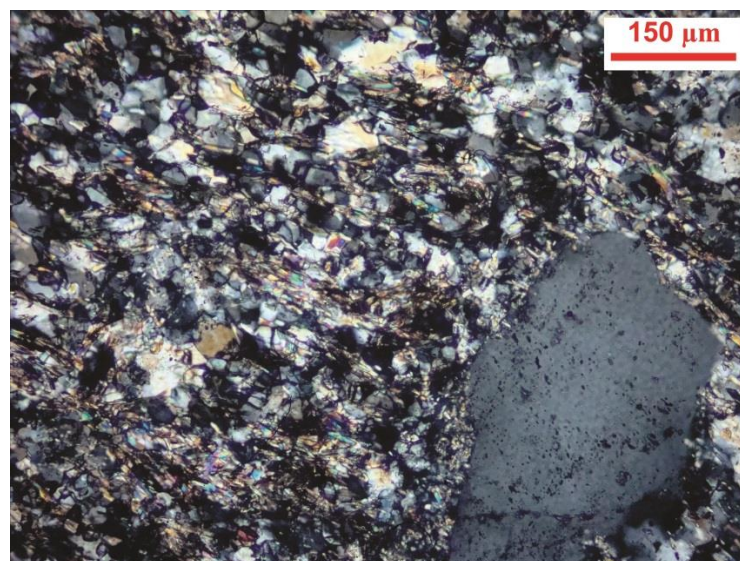


Figura 0.3: Detalhe da matriz feldspática sericitizada, com um grão de quartzo na porção direita inferior. LT,nX.

Descrição Petrográfica Lavra Velha			
Amostra LV-02	Furo: FLV-10 (89,00 m)	Coordenadas: 798914; 8611761; 1059 m	
Descrição macroscópica:			
Rocha com cristais de feldspato alterado, de coloração branca, predominante na rocha e quartzo envoltos por matriz rica em óxido de ferro, de cor marrom. Apresenta leve magnetização, é holocristalina e subfanerítica.			
Descrição microscópica:			
Rocha de estrutura granítica e granulação média, formado por quartzo, plagioclásio sericitizado, feldspato potássico albitizado, biotita, clorita, estilpnomelano? e traços de epidoto, apatita e zircão (Figura 5).			
A biotita aparece sob duas formas distintas:			
• Biotita primária: mineral deformado e orientado, marrom escuro, com aspecto fibroso. Formam clorita, muscovita e estilpnomelano como produtos de alteração (Figura 5). • Biotita secundária: mineral neoformado, geralmente em forma de leque, com coloração marrom claro a amarelada (Figura 6).			
Considerações:			
Rocha de origem plutônica e composição tonalítica, com feldspato potássico. Sugere-se para a evolução metamórfica da rocha uma fase de deformação, indicada principalmente pela deformação da biotita, anterior à fase responsável pela intensa sericitização (hidrotermalismo).			
A biotita secundária, assim como o epidoto, se forma no estágio inicial do hidrotermalismo (com temperatura relativa mais alta), anterior à formação de sericita.			
Composição mineralógica (%)			
Plagioclásio (pseudomorfo)	60	Feldspato potássico	10
Quartzo	20	Biotita/clorita	10
Nome da rocha			
Tonalito sericitizado e cloritizado			



Figura 0.4: Tonalito sericitizado e cloritizado. Rocha de granulação média, holocrystalina e subfanerítica.

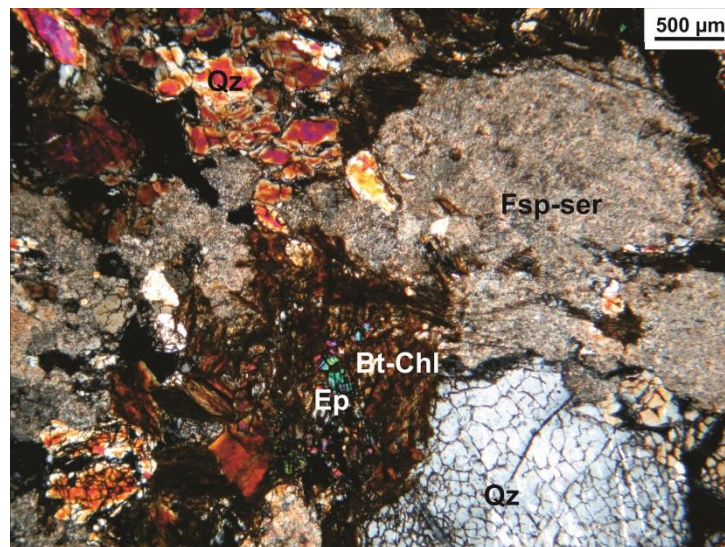


Figura 0.5: Rocha com estrutura granítica preservada. Feldspatos sericitizados em contato com quartzo e com uma massa de alteração de biotita, com minerais de clorita, muscovita e epidoto. LT, nX.

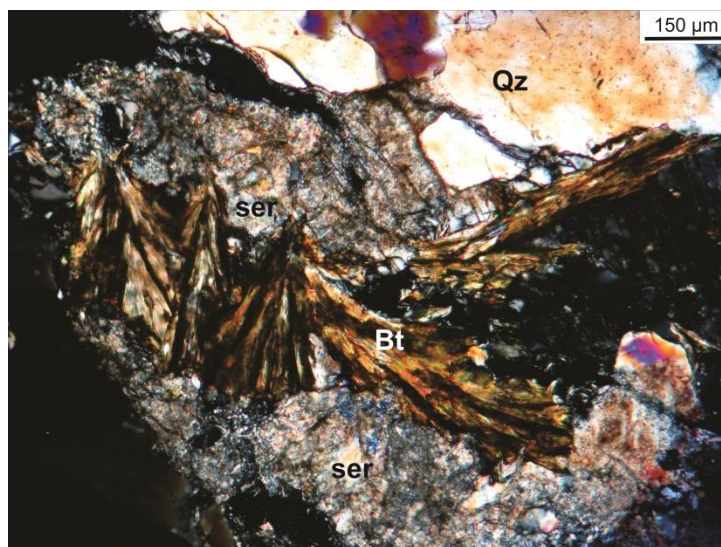


Figura 0.6: Formação de biotita secundária em formato de leque sobre a matriz predominantemente sericítica.

Descrição Petrográfica Lavra Velha			
Amostra LV-03	Furo: FLV-10 (127,10 m)	Coordenadas: 798914; 8611761; 1059 m	
Descrição macroscópica: Rocha holocristalina, equigranular, de coloração cinza com tonalidade esverdeada, associadas provavelmente à cloritização (Figura 7).			
Descrição microscópica: Rocha com estrutura granítica e textura blastogranular hipidiomórfica, formada por quartzo, plagioclásio, sericita, biotita/clorita carbonato, epidoto e minerais acessórios de titanita, zircão e apatita. O plagioclásio pode apresentar alguns cristais parcialmente preservados, com geminação tipo albita ainda presente, porém predominam os minerais saussuritizados, formando epidoto, carbonato e sericita. Os cristais de quartzo exibem leve extinção ondulante (Figura 8) e é comum formarem <i>ribbons</i> policristalino com contato entre grãos lobulado a poligonal. A biotita encontra-se deformada alterando para clorita e muscovita (Figura 8 e 9). Existem cristais neoformados preservados, de coloração amarela, geralmente formando leques.			
Considerações: Rocha de protólito plutônico e composição tonalítica. É possível identificar pelo menos dois eventos metamórficos sobre esta rocha. O metamorfismo que atinge a rocha inicialmente é responsável pela deformação e recristalização dos cristais, principalmente quartzo, feldspato e biotita. A passagem de fluidos, posterior ou tardia a este metamorfismo anterior, foi responsável pelos processos hidrotermais de saussuritização do plagioclásio e cloritização.			
Composição mineralógica			
Pseudomorfos de plagioclásio/sericita	66	Carbonatos+epidoto+sericita	4
Quartzo	20	Traços de titanita, zircão, apatita	
Biotita/Clorita	10		
Nome da rocha			
Biotita tonalito cloritizado e sericitizado			



Figura 0.7: Imagem do metatonalito equigranular, com porções escuras de cloritização e "manchas" brancas representando os plagioclásios.



Figura 0.8: Destaque a mineralogia principal constituinte da rocha. Destaque às biotitas se alterando para clorita e ao plagioclásio saussuritizado.

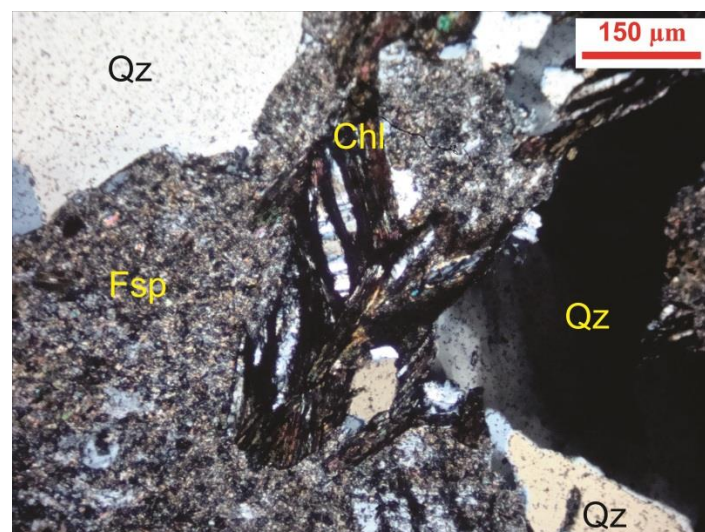


Figura 0.9: Minerais de feldspato saussuritizado, quartzo com extinção ondulante e no centro substituição de biotita por clorita.

Descrição Petrográfica Lavra Velha			
Amostra LV-04	Furo: FLV-26 (43,40 m)	Coordenadas: 799401; 8612106; 1139m	
Descrição macroscópica: Rocha cinza clara com manchas alaranjadas de oxidação e magnetita associada inequigranular; silicificada e sericitizada (Figura 10).			
Descrição microscópica: Rocha de estrutura granítica, composta por quartzo e pseudomorfos de feldspatos sericitizados. Exibe pseudomorfos de plagioclásio orientados. Os cristais de quartzo apresentam leve extinção ondulante e os grãos variam de microgranulares (na matriz da rocha) a 3,0 mm. Leucoxênio (?) associa-se a minerais opacos, oriundos de oxidação. Pode ocorrer traços de biotita intersticial.			
Considerações: O protólito desta rocha além de plutônico é oriundo de magma dacítico. São rochas correspondentes à granodioritos ou tonalitos (mais prováveis).			
Composição mineralógica			
Quartzo	30	Opacos + hidróxidos de ferro	2
Sericita/muscovita	68		
Nome da rocha			
Rocha quartzo-feldspática (tonalito) completamente sericitizada			



Figura 0.10: Rocha de composição tonalítica completamente sericitizada. Rocha inequigranular com magnetita associada, silicificada e sericitizada.

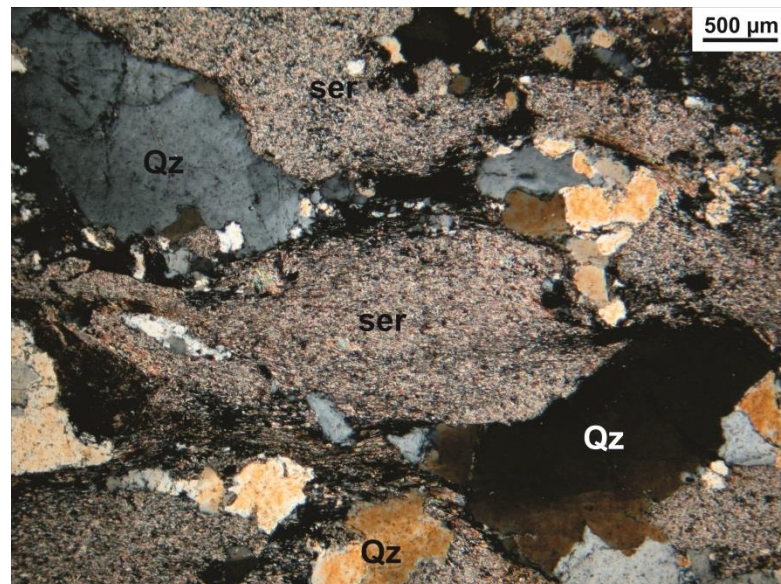


Figura 0.11: Pseudomorfos de feldspatos sericitizados e orientados.

Descrição Petrográfica Lavra Velha			
Amostra LV-05	Furo: FLV-54 (51,30 m)	Coordenadas: 798856; 8612315; 1024m	
Descrição macroscópica: Rocha cinza claro com porções marrom (Figura 12), devido à oxidação de ferro, levemente magnetizada. Apresenta aspecto levemente sedoso, devido á sericitização, e tem granulação fina. Subfanerítica a afanítica e holocristalina. Ainda apresenta cristais euhedrais a subhedrais de magnetita disseminada.			
Descrição microscópica: Rocha brechada, com cristais de quartzo em matriz fina predominantemente sericítica (Figura 13). Também compõem a rocha biotita, ilmenomagnetitas/hematitas, magnetitas martitizadas, leucoxênio e traços de epidoto e turmalina. O quartzo exibe leve extinção ondulante, tem grãos com tamanho médio de 0,2mm. Formam agregados que alcançam 1mm. A matriz da rocha é composta predominantemente por sericita/muscovita, além de quartzo microgranular. Feldspatos ocorrem na forma de pseudomorfos, completamente substituídos por sericita. A biotita encontra-se sendo substituída por muscovita (Figura 14). Os opacos encontram-se disseminados sobre a rocha.			
Considerações: Sugere-se para esta rocha protólito de origem plutônica. A brechação modifica a textura inicial da rocha. A grande concentração de passagem de fluido gera além da brechação da rocha, as magnetitas tardias e possivelmente o próprio processo de martitização.			
Composição mineralógica (%)			
Quartzo	25	Opacos	1
Muscovita/sericita	67	Traços de epidoto e turmalina	
Biotita (associada à muscovita)	12		
Nome da rocha			
Rocha quartzo-feldspática intensamente sericitizada, oxidada, com magnetitas martitizadas disseminadas.			



Figura 0.12: Rocha com alteração de cor amarela ocre (oxidação).

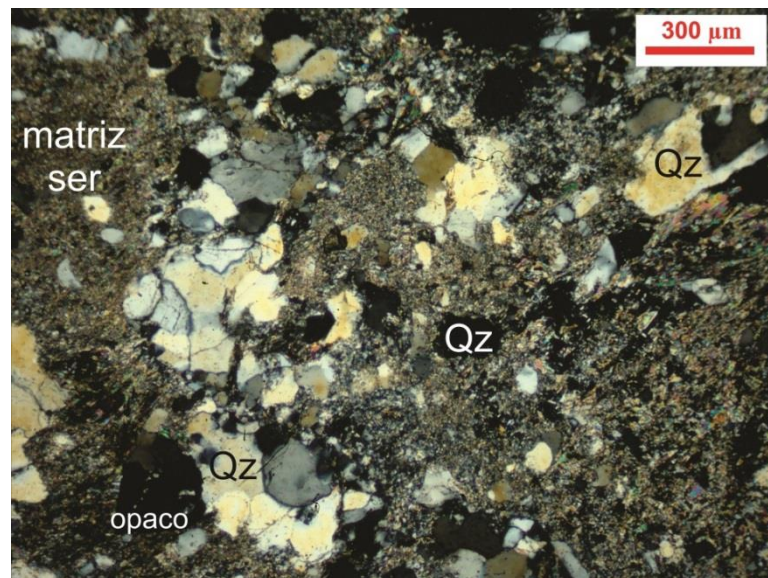


Figura 0.13: Cristais de quartzo em matriz microgranular sericítica da rocha.

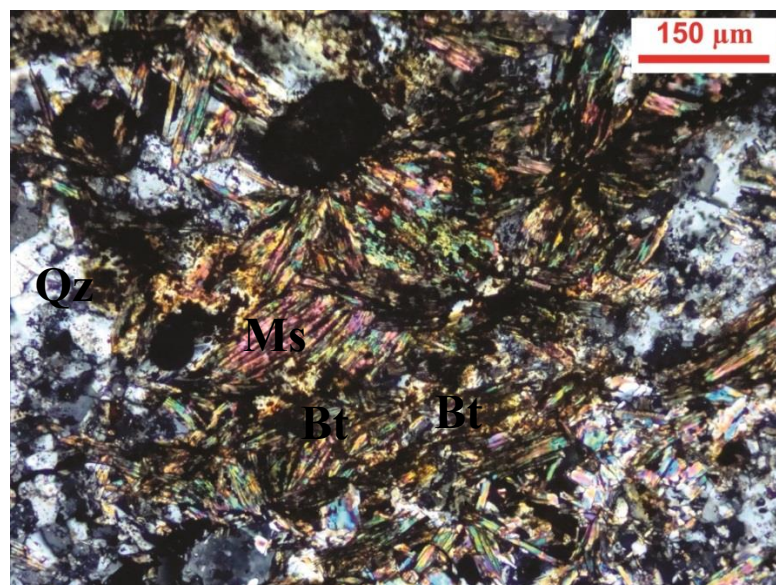


Figura 0.14: Detalhe de minerais de muscovita associados a biotita, num processo de substituição, ou transformação. A imagem inferior é semelhante à superior, porém com luz polarizada.

Descrição Petrográfica Lavra Velha							
Amostra LV-06		Furo: FLV-45 (70,25 m)		Coordenadas: 798839; 8612169; 1022m			
Descrição macroscópica:							
Rocha de coloração marrom clara com vênulas alaranjas de óxido de ferro, holocristalina e subfanerítica. Fortemente sericitizada, com foliação penetrativa, ocorrência de hematita e magnetita, em veios, vênulas ou disseminadas, subhedral a euhedral. Ocorrem cristais porfíricos de quartzo em matriz sericítica (Figura 15).							
Descrição microscópica:							
Rocha granoblástica, com estrutura gnaissica, composta essencialmente por quartzo, sericita/muscovita, biotita/clorita, minerais opacos, acessórios de apatita, prehnita e zircão com hidróxido de ferro (Figura 16 e 17).							
A rocha é constituída por bandas de quartzo e bandas quartzo-feldspáticas. A primeira normalmente é formada por mobilização dos cristais, previamente já existentes. As bandas quartzo-feldspáticas estão provavelmente associadas a antigos domínios com presença de feldspatos, considerando os núcleos de seus pseudomorfos, as porções de maior concentração sericítica, que podem formar indicadores cinemáticos. O que as limitam são filetes com feição anastomosada de sericita, estilpnomelano e hidróxido de ferro.							
Quartzo forma sombra de pressão nas martitas.							
A magnetita é substituída por hematita, pelo processo de martitização. Ocorre também hematita especular, pirita e hidróxido de ferro associado (goethita).							
Os opacos distribuem-se pela rocha de maneira disseminada, porém concentram-se próximo ao contato veio-rocha (Figura 18).							
O veio tem direção concordante à foliação da rocha e é composto por cerca de 75% de quartzo, 23% de turmalina e 2% de opacos, dentre eles martitas, piritas e hidróxido de ferro (Figura 19).							
A forte deformação e atuação hidrotermal modificaram completamente a estrutura de rochas primária.							
Considerações:							
Protólito de composição quartzo-feldspática, de granulação fina, atribuído provavelmente ao ambiente subvulcânico.							
Durante o processo de deformação que a rocha é submetida há forte atuação de hidrotermalismo.							
A origem da magnetita associa-se ao período tardi-deformação, com desenvolvimento de sombra de pressão e pouca influencia sobre a foliação da rocha ao seu redor. A pirita está presente nos veios e se correlata ao processo de martitização.							
Composição mineralógica (%)							
Quartzo		60		Opacos		5	
Sericita		25		Biotita/clorita		10	
Nome da rocha							
Rocha subvulcânica quartzo-feldspática intensamente sericitizada com magnetitas martitizadas							

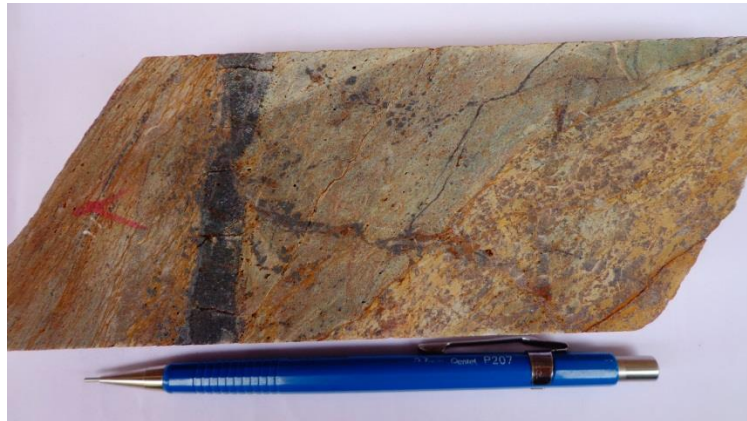


Figura 0.15: Rocha sericítica interceptada por veios e vênulas de composição quartzosa, minerais opacos e turmalina.

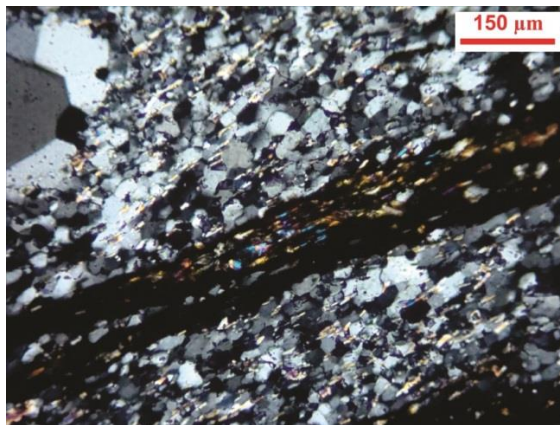


Figura 0.17: Imagem destacando a estrutura gnaissica da rocha, além de textura granoblástica e composição essencialmente quartzo-feldspática. Os filetes são compostos por biotita, clorita e sericita. Marcam um bandamento na rocha, embora não sejam contínuos em toda a rocha. LT, nX.

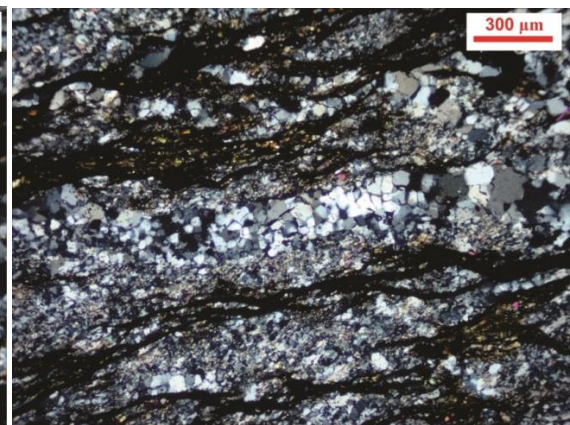


Figura 0.16: Detalhe da matriz da rocha, apresentada na figura anterior. Nota-se a presença de minerais de sericita, orientados, na matriz quartzosa. LT, nX.

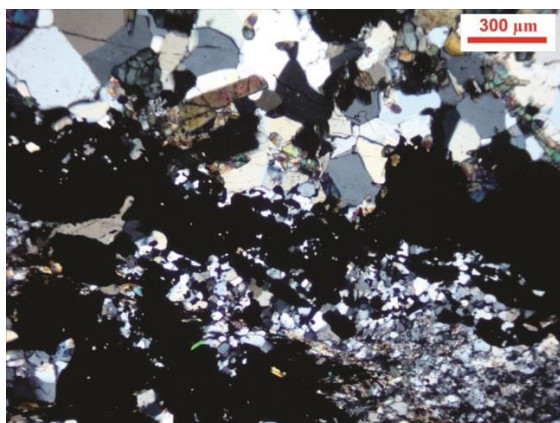


Figura 0.19: No centro da imagem notam-se minerais opacos marcando contato rocha (porção inferior) e veio (porção superior). LT, nX.

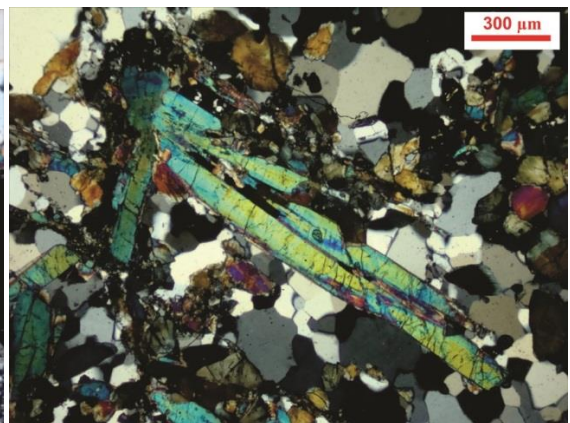


Figura 0.18: Detalhe do veio composto essencialmente por quartzo e turmalina. LT, nX.

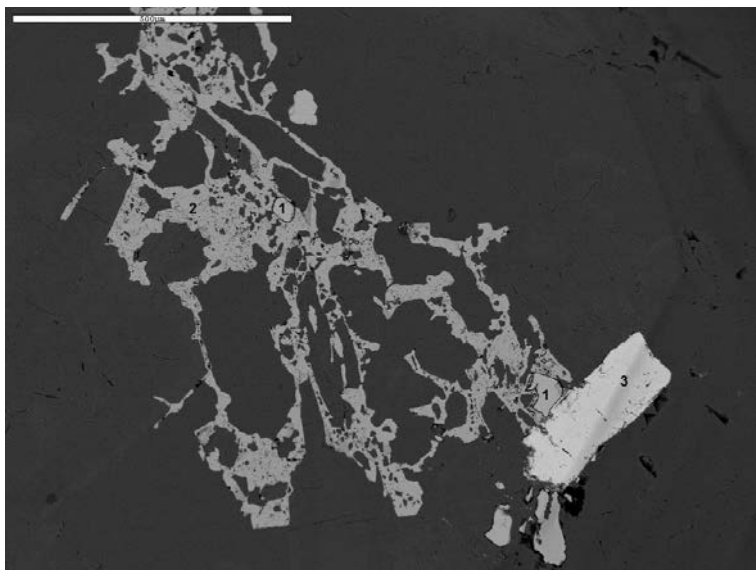


Figura 0.20: Imagem obtida em microscópio eletrônico de varredura (mev). 1- Pirita; 2-óxido de ferro; 3- xenotímio.

O óxido de ferro pode corresponder a hematita substituindo magnetitas ou a hidróxidos de ferro. Esta massa de opacos ocorre no interior do veio de quartzo. Escala equivale a 500µm.

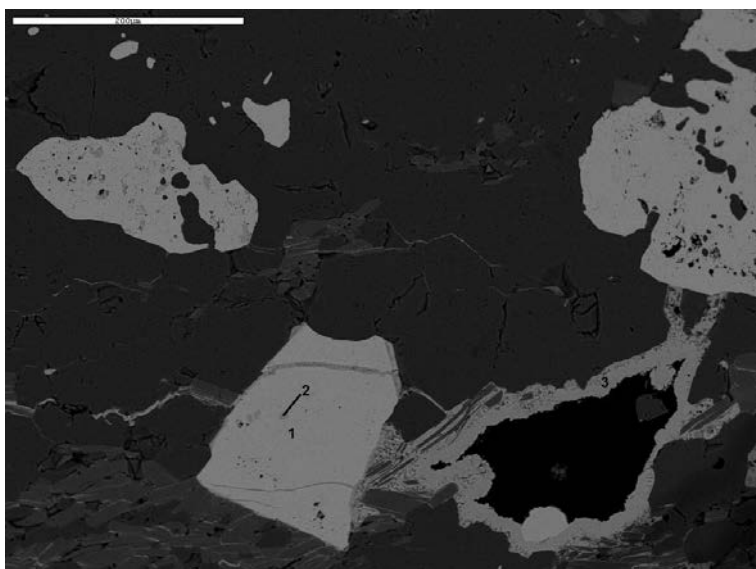


Figura 0.21: Imagem de mev. 1:hematita; 2: magnetita; 3: goethita. Domínio da fase hidrotermal de formação de óxido de ferro. Ocorre o processo de martitização da magnetita. Escala equivale a 200µm.

Descrição Petrográfica Lavra Velha							
Amostra LV-07		Furo: FLV-58 (148,8 m)		Coordenadas: 798521; 8612451; 999m			
Descrição macroscópica:							
Rocha verde, com porções cinza, intensamente cloritizada. A clorita marca a foliação da rocha, que é subfanerítica, holocristalina e de granulação fina (Figura 22).							
Descrição microscópica:							
Rocha com estrutura xistosa (Figura 23), inequigranular, composta por quartzo, sericita/muscovita, clorita, carbonato e traços de apatita, zircão e titanita. Os cristais de quartzo apresentam leve extinção ondulante e são orientados na direção da foliação. Ocorrem como porfiroclastos, formando <i>ribbons</i> , exsolução ou grãos microgranulares constituindo a massa predominantemente sericítica, oriundos de alteração de feldspato. O carbonato é formado sobre os minerais da rocha. Cortada por veio de quartzo com carbonato cristalizado como sombra de pressão, apresenta direção de mobilização concordante à foliação da rocha (Figura 24).							
Considerações:							
Rocha pretérita de origem plutônica de composição equivalente a um provável tonalito. O veio que corta esta rocha deve estar relacionado a mecanismo de distensão.							
Composição mineralógica (%)							
Quartzo		40		Carbonato		9	
Sericita		40		Apatita		1	
Clorita		10					
Nome da rocha							
Blastotonalito ou Tonalito cloritizado, carbonatado e sericitizado							



Figura 0.22: Blastotonalito cloritizado.

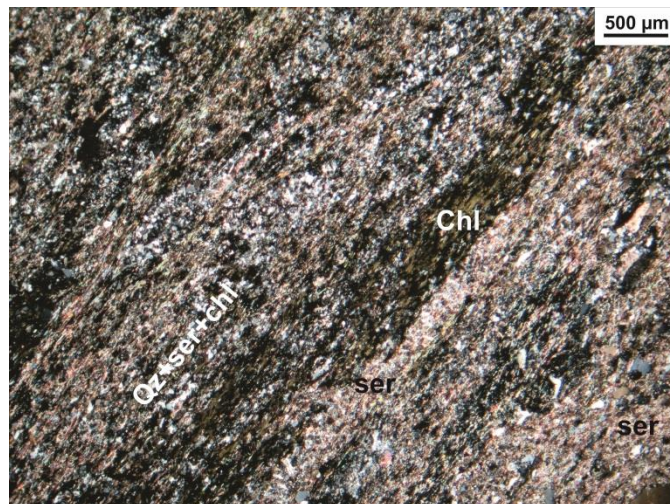


Figura 0.23: Xistosidade da rocha marcada por bandas de clorita, domínio de sericita, feldspatos completamente saussuritizados e deformados.

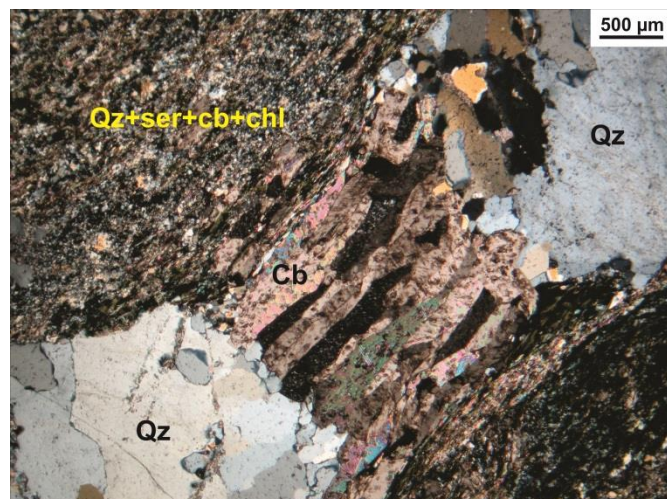


Figura 0.24: Veio de quartzo (e carbonato) concordante a orientação da foliação, com formação de sombras de pressão de carbonato (calcita).

Descrição Petrográfica Lavra Velha					
Amostra LV-8		Furo: FLV-58 (178,0 m)		Coordenadas: 798521; 8612451; 999m	
Descrição macroscópica:					
Rocha cinza escura pouco esverdeada (cloritizada), holocristalina, afanítica, de granulação fina (Figura 25). Apresenta leve carbonatação e magnetização.					
Descrição microscópica:					
Rocha intensamente cloritizada, composta por pseudomorfos de plagioclásio (Figura 26), traços de quartzo microcristalino (oriundos de reação/alteração), clorita, carbonato, sericita/muscovita, minerais opacos (ilmenita e magnetita) e epidoto, como mineral acessório.					
A foliação é penetrativa, marcada pela orientação destes minerais, principalmente das micas (Figura 26). A estrutura da rocha é paleotraquítica. Os pseudomorfos orientados de plagioclásio completamente sericitizados (com associação de carbonato, epidoto e raramente quartzo) representam a textura fluidal da rocha. Além disso, é comum estrutura de mobilização do carbonato (Figura 27).					
Considerações:					
O protólito desta rocha provavelmente é subvulcânico.					
O magmatismo pode variar quanto a composição, dificilmente identificada nesta rocha, muito alterada, mas certamente é de natureza básica.					
Composição mineralógica					
Clorita		40	Opacos		10
Carbonato		15	Albita		20
Sericita/muscovita		15			
Nome da rocha					
Metabásica deformada					



Figura 0.25: Gabro deformado (porções esbranquiçadas correspondem ao carbonato).

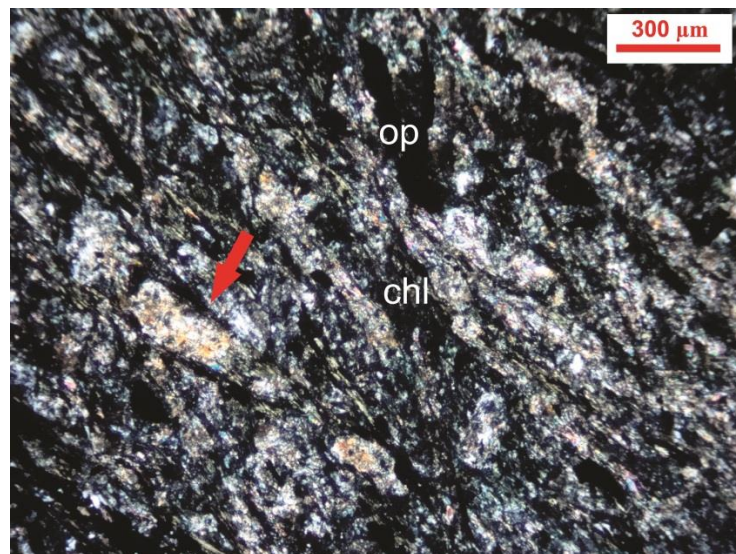


Figura 0.26: Ilustração da composição da rocha. Minerais de clorita sobre uma matriz microcristalina intensamente sericitizada. A seta vermelha destaca um pseudomorfo de plagioclásio, completamente substituído por sericita.

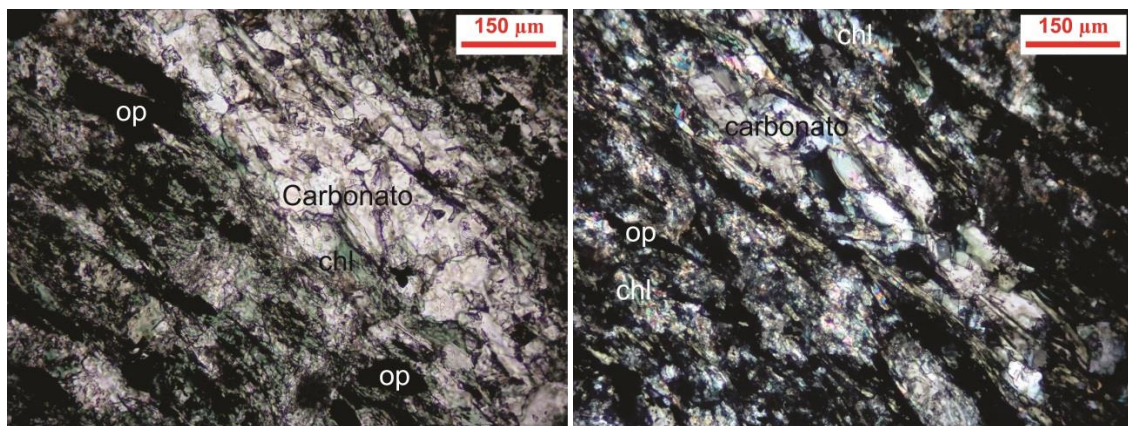


Figura 0.27: Detalhe de mobilização do carbonato (no centro). Notar a orientação dos minerais, inclusive dos opacos. Imagem da direita com luzes polarizadas.

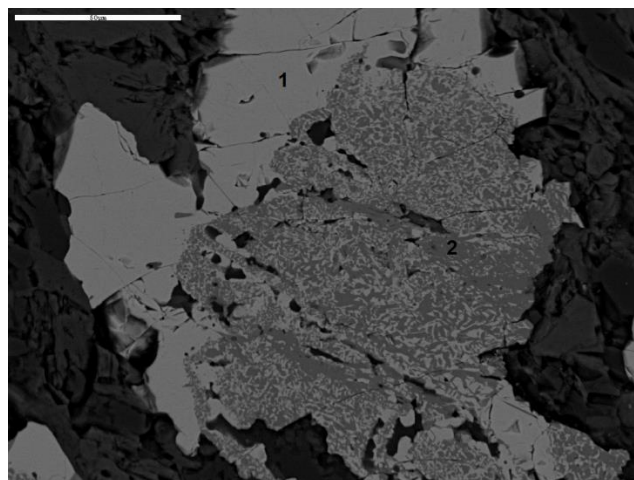


Figura 28: Mineral de ilmenita ou titanomagnetita (1) com crescimento de rutilo(2). Escala do lado superior esquerdo se refere a 50μm.

Descrição Petrográfica Lavra Velha			
Amostra LV-09	Furo: FLV-57 (25,15m)	Coordenadas: 799409; 8612381; 1104m	
Descrição macroscópica:			
Rocha marrom claro com pequenas porções cinza. Encontra-se sericitizada e levemente magnetizado (principalmente nas porções mais acinzentadas). É subfanerítica, holocristalina e inequigranular. Ocorrem cristais de magnetita subhedrais a euhedrais disseminados (Figura 29).			
Descrição microscópica:			
Rocha com estrutura gnaissica, de granulação média e inequigranular, constituída por quartzo, pseudomorfos de feldspatos, sericita/muscovita, hematita, epidoto e estilpnomelano.			
Cristais de quartzo formando agregados e às vezes com bordas recrystalizadas (Figura 30).			
Pseudomorfos de feldspatos, substituídos por quartzo e sericita (Figura 31). Observa-se em alguns cristais, pouco mais preservados, a textura <i>chess board</i> .			
O contato entre quartzo e feldspato pode ser marcado por migração da borda dos cristais.			
Considerações:			
Rocha pretérita de origem plutônica (granitóide).			
O processo metamórfico atuante na rocha é caracterizado por uma deformação plástica, com formação de microzona de cisalhamento, e posterior ou tardia, atuação de fluidos hidrotermais, responsáveis pela sericitização, com leve deformação, gerando foliação do tipo clivagem ardosiana.			
Composição mineralógica (%)			
Quartzo	35	Estilpnomelano	5
Sericita/Muscovita	59	Opacos	1
Nome da rocha			
Granito cisalhado intensamente sericitizado			



Figura 0.289: Granito cisalhado, intensamente cisalhado.

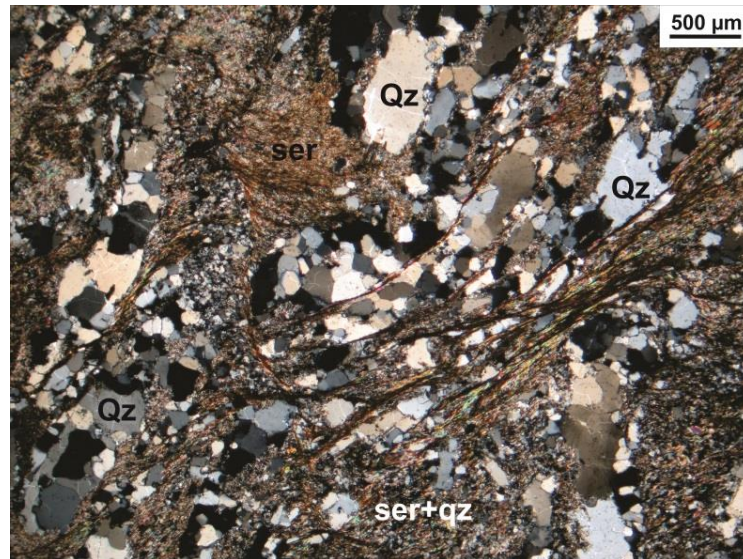


Figura30: Cristais de quartzo recrystalizados, com domínios de sericita preenchendo pseudomorfos em matriz quartzo feldspática. Destaque para zonas de microcisalhamento.

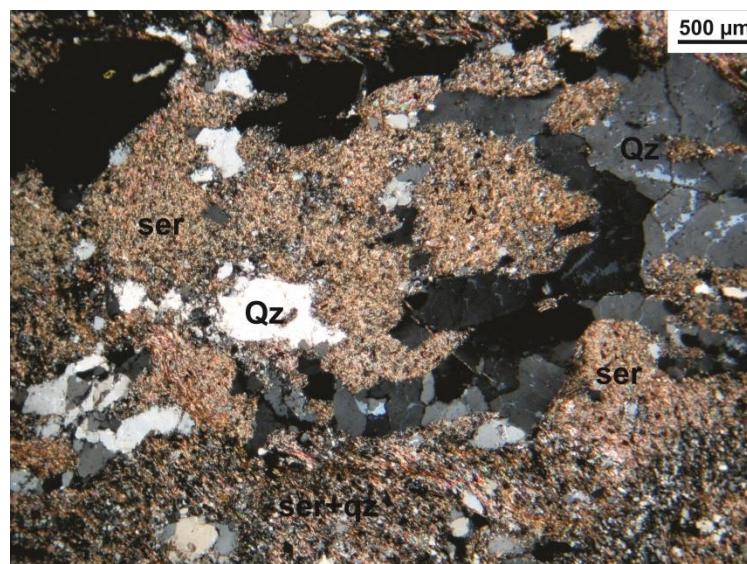


Figura 31: Pseudomorfos de feldspatos sericitizados, com quartzo intersticial, mobilizados. LT, nX.

Descrição Petrográfica Lavra Velha			
Amostra LV-10	Furo: FLV-67 (478,0 m)	Coordenadas: 798081; 8612128; 1037m	
Descrição macroscópica: Rocha cinza esverdeada, cloritizada, holocristalina de granulação fina (Figura 32).			
Descrição microscópica: Rocha com forte cloritização e intensa carbonatação, de granulação fina, constituída por uma massa de muscovita/sericita, carbonato, plagioclásio e quartzo (Figura 3). A rocha apresenta estrutura xistosa e mobilização dos carbonatos (Figura 34).			
Considerações: Protólito da rocha de ambiente subvulcânico, e magmatismo básico. Metamorfismo atuante com importante participação de fluido com fluxo direcional.			
Composição mineralógica			
Clorita	57	Quartzo	2
Carbonato	10	Opacos (ilmenita e magnetita)	6
Sericita/muscovita	25		
Nome da rocha			
Metagabro deformado			

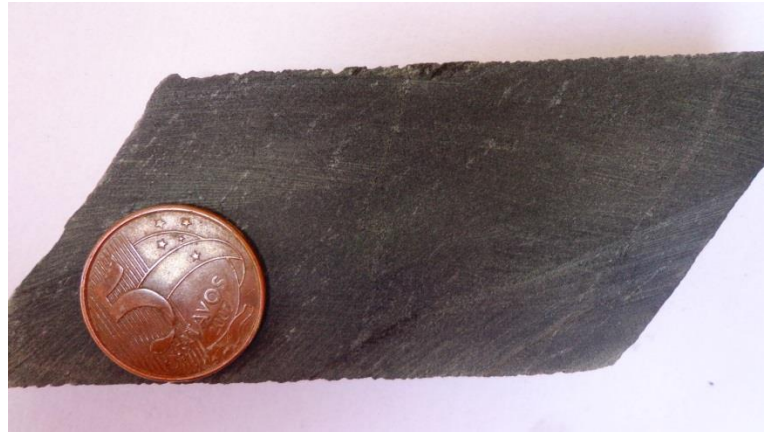


Figura 0.29: Amostra de gabro.

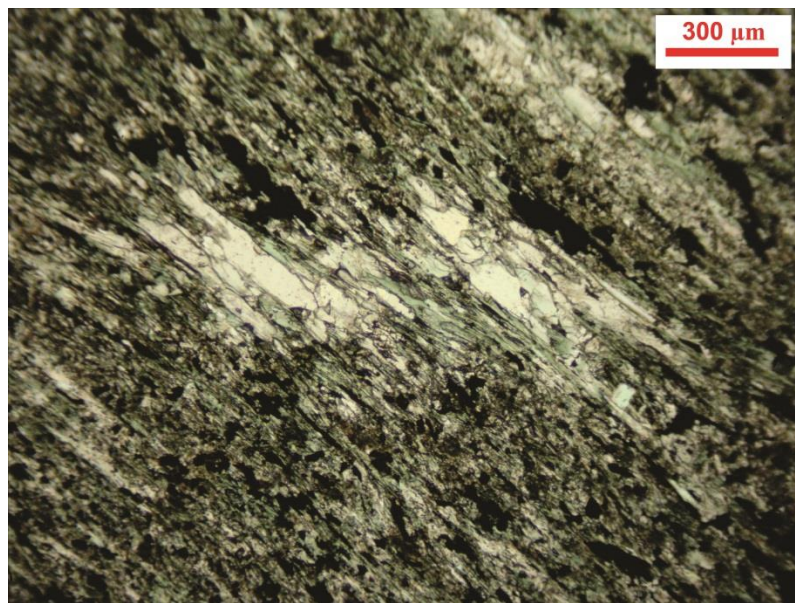


Figura 0.30: Imagem da rocha cloritizada. No centro, minerais carbonáticos, orientados. LT, nicóis descruzados.

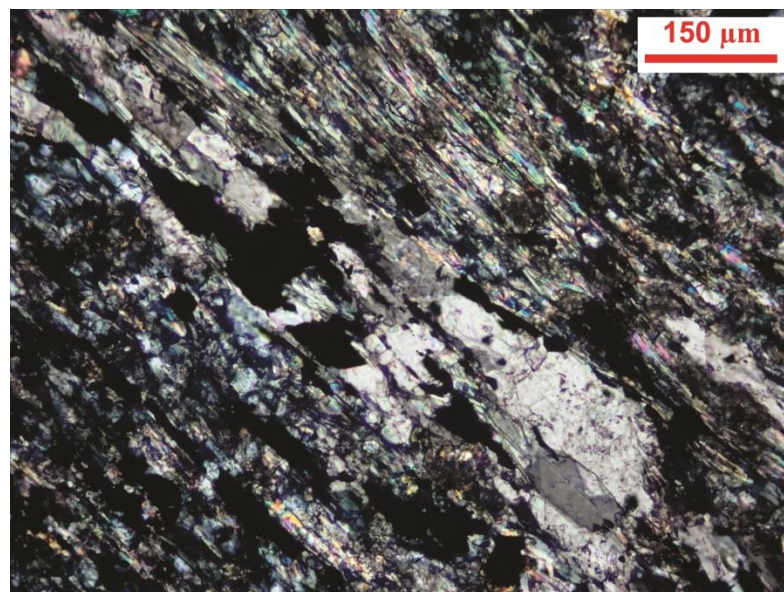


Figura 0.31: No centro mineral carbonático mobilizado, em matriz cloritizada e sericitizada. Imagem com luz polarizada. LT,nX

Descrição Petrográfica Lavra Velha							
Amostra LV-11		Furo: FLV-21A (26,40 m)		Coordenadas: 798658; 8612260; 1027m			
Descrição macroscópica:							
Rocha cinza com tonalidade arroxeada, levemente silicificada, de granulação fina. Ocorrem pequenas vênulas de quartzo, com leve alteração de óxido de ferro, responsável pela tonalidade alaranjada (Figura 35).							
Descrição microscópica:							
Rocha de granulação fina, estrutura gnaissica e inequigranular composta por quartzo e sericita.							
O quartzo raramente exibe leve extinção ondulante. Os cristais são mobilizados e formam bandas monominerálicas de granulação fina (Figura 36).							
A massa quartzo-sericítica compõem pseudomorfos de plagioclásio, que apesar de deformados, exibem feições alongadas, sugerindo a substituição do mineral prismático (figura 37).							
As bandas sejam elas quartzosas ou quarto-sericíticas são delimitadas por filetes constituídos por sericita/muscovita, associados a estilpnomelano e hidróxidos.							
Considerações:							
Protólito de composição quartzo-feldspática e provavelmente de ambiente subvulcânico, A forte obliteração da estrutura da rocha deixa dúvidas sobre sua origem, porém não apresenta estrutura de rocha plutônica e nem feições típicas de rochas vulcânicas. Além disso, a granulometria e os pseudormorfos de plagioclásios, deformados, também foram levados em conta para sugestão de ambiente subvulcânico.							
Composição mineralógica							
Quartzo		60		Opacos		5	
Sericita		35					
Nome da rocha							
Rocha subvulcânica de composição quartzo-feldspática totalmente sericitizada.							



Figura 0.32: Amostra de riolito. Notar as venulações orientadas na rocha.

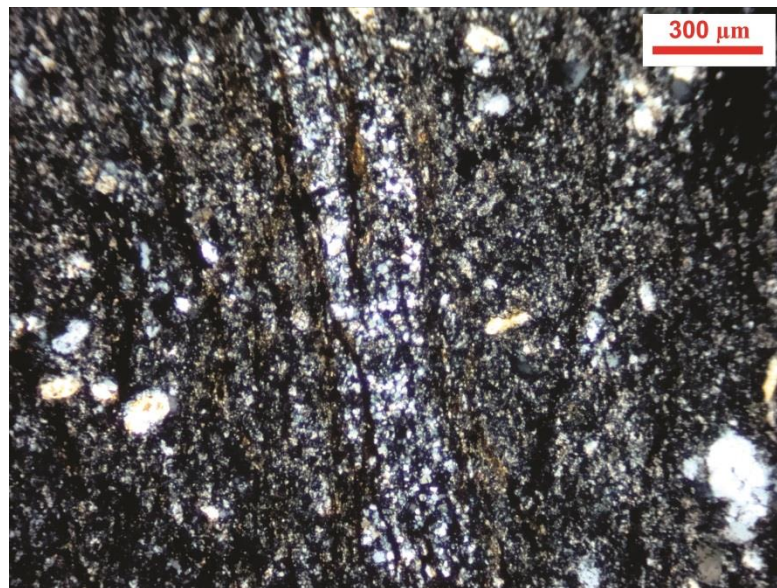


Figura 0.33: Imagem de veio de quartzo (centro) orientado e cristais de quartzo em matriz microgranular quartzo-feldspática. LT,nX.

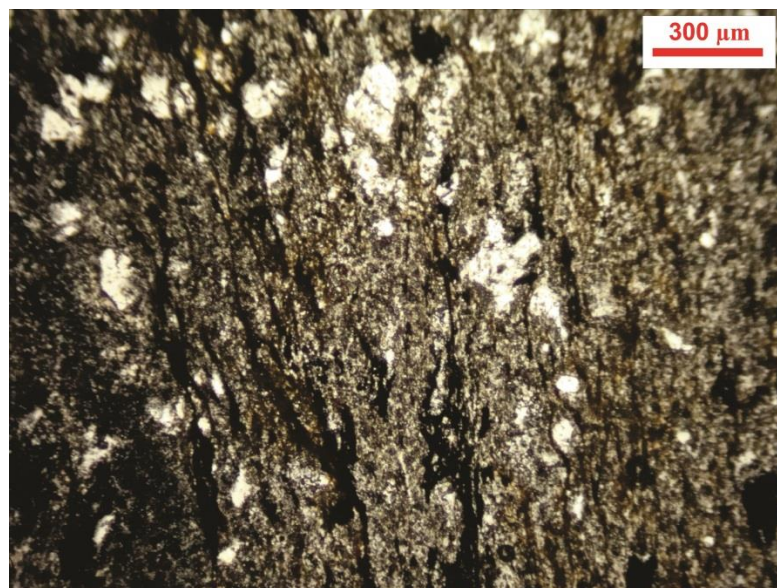


Figura 0.34: Filetes de óxido orientados e cristais de quartzo, angulosos, em matriz microgranular da rocha. LT, n descruzados.

Descrição Petrográfica Lavra velha							
Amostra LV-12		Furo: FLV-41 (124,15 m)		Coordenadas: 798723; 8612399; 1006m			
Descrição macroscópica:							
Rocha isotrópica, compacta, cinza esverdeada, subfanerítica, com alguns cristais de pirita disseminados. Manchas alaranjadas representam alteração de óxido de ferro. Levemente cloritizado sericitizado e carbonatado (Figura 37).							
Descrição microscópica:							
Rocha com granulação fina, com intensa alteração dos minerais e cloritização. Composta por clorita, epidoto, actinolita, albita e traços de quartzo (Figura 38). Ainda é possível identificar textura oítica a suboítica reliquiar, com piroxênio completamente alterado, com cor marrom, associado a ferro provavelmente, e pseudomorfos de plagioclásio substituído por clorita e epidoto. Traços de quartzo certamente correspondem a produtos alteração dos feldspatos. Cristais de pirita podem ter associados coroa de hidróxido de ferro. Minerais de rutilo estão inseridos no interior de estruturas ou esqueletos de titanita (Figura 39).							
Considerações:							
Protólito correspondente a gabro. Atinge esta rocha um metamorfismo mais ou menos estático, com reação ente fluidos mais intensa.							
Composição mineralógica							
Clorita		20		Albita		30	
Epidoto		8		Minerais opacos		1	
Actinolita		41					
Nome da rocha							
Metagabro							

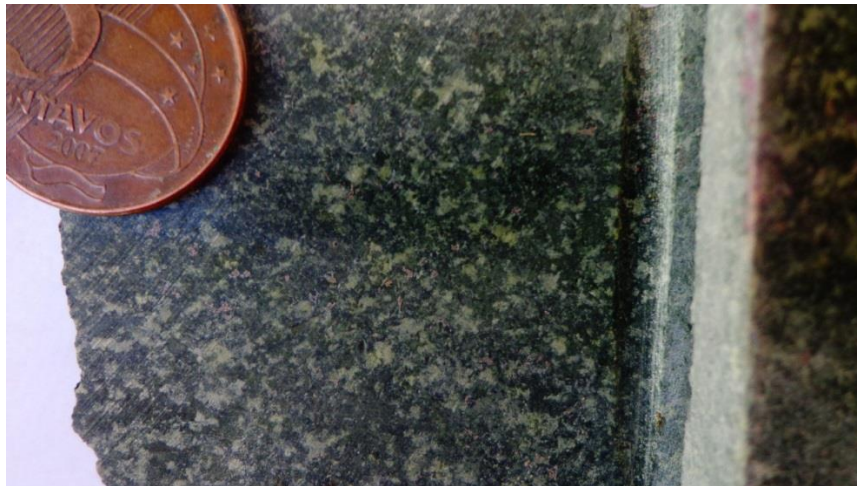


Figura 37: Fotografia de amostra de metagabro intensamente cloritizado.

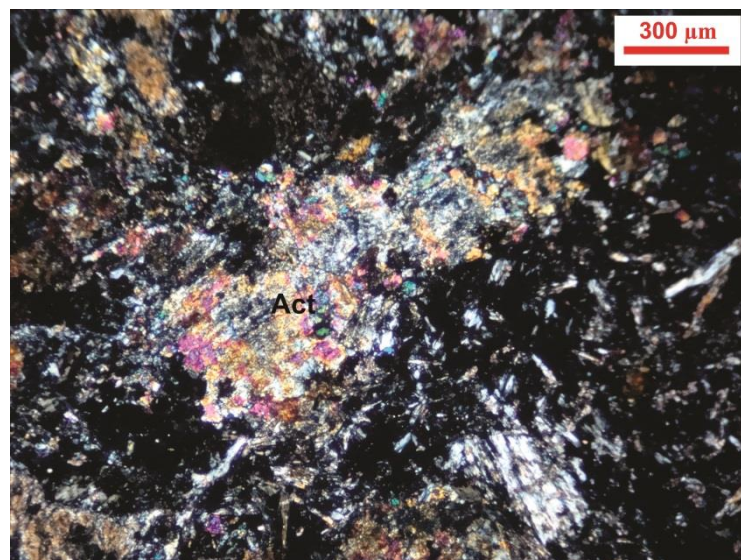


Figura 38: Cristal de actinolita no centro, envolto por matriz composta por albita, clorita, epido e traços de quartzo.
LT, nX.

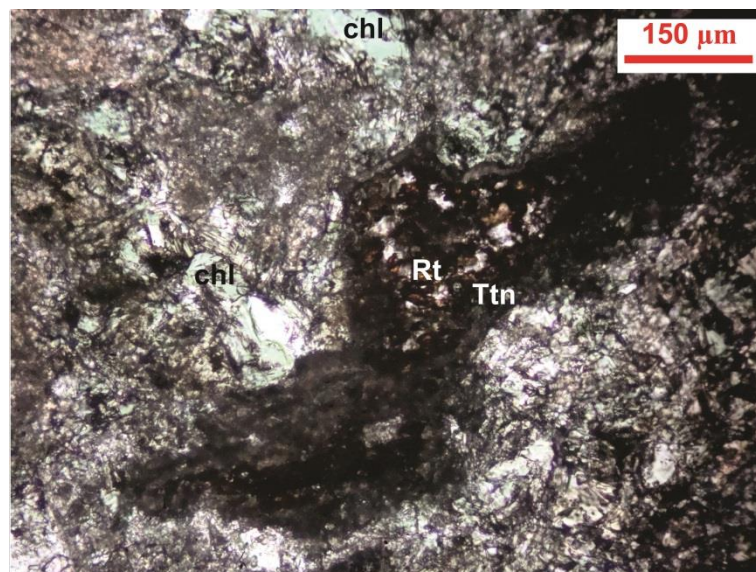


Figura 39: Destaque para os cristais de rutilo envolto por um esqueleto de titanita.

Descrição Petrográfica Lavra velha					
Amostra LV-13		Furo: FLV-39 (113,7 m)		Coordenadas: 799387; 8610201; 925m	
Descrição macroscópica:					
Rocha cinza esverdeada, cloritizada, holocristalina, equigranular, de granulação grossa, pouco silicificada, com magnetita disseminada (Figura 40).					
Descrição microscópica:					
Rocha inequigranular, de granulação grossa, composta por cristais de quartzo, pseudomorfos de feldspato, sericita, clorita, associada a carbonatos e minerais opacos (Figura 41). Traços de epidoto, apatita e rutilo.					
Os feldspatos (plagioclásio) encontram-se completamente substituídos por sericita, constituindo pseudomorfos.					
Os cristais de quartzo constituem agregados, e alguns cristais apresentam leve extinção ondulante, com contato entre grãos poligonal a lobulado (Figura 42). É comum entre os grãos vênulas de sericita e muscovita.					
A magnetita está sobrecrecida em clorita (Figura 43). A clorita também associa-se ao carbonatos.					
Considerações:					
Rocha corresponde a um tonalito, cujo metamorfismo é marcado por leve deformação, com participação de fluidos hidrotermais.					
Composição mineralógica					
Quartzo		40	Carbonato		5
Pseudomorfos de feldspato – sericita/muscovita		31	Magnetita		2
Clorita		20	Massa com rutilo/apatita		2
Nome da rocha					
Rocha tonalítica a diorítica fortemente cloritizada, sericitizada e carbonatada.					



Figura 400.35: Amostra de tonalito cloritizado.

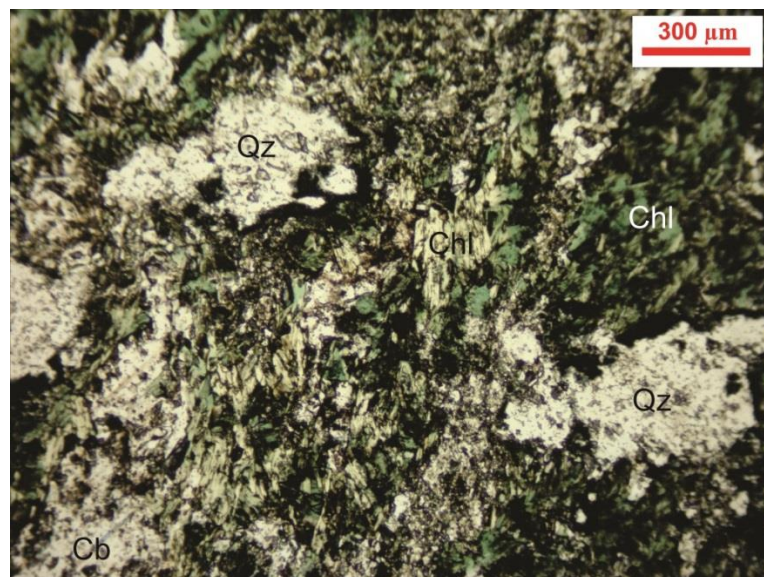


Figura 410.36: Imagem registrando principalmente os minerais secundários constituintes da rocha (clorita, carbonato). A clorita não se encontra orientada, o que sugere participação mais importante dos fluidos hidrotermais que a deformação durante o metamorfismo.

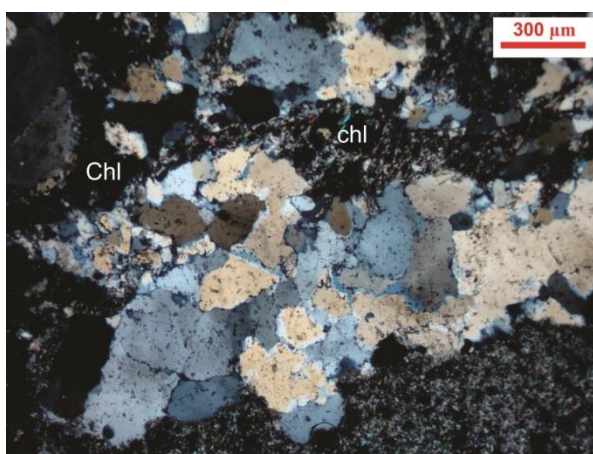


Figura42: Agregado de cristais de quartzo, com raros grãos exibindo leve extinção ondulante. Em contato com estes agregados, uma massa microcristalina intensamente sericitizada com clorita e minerais opacos.

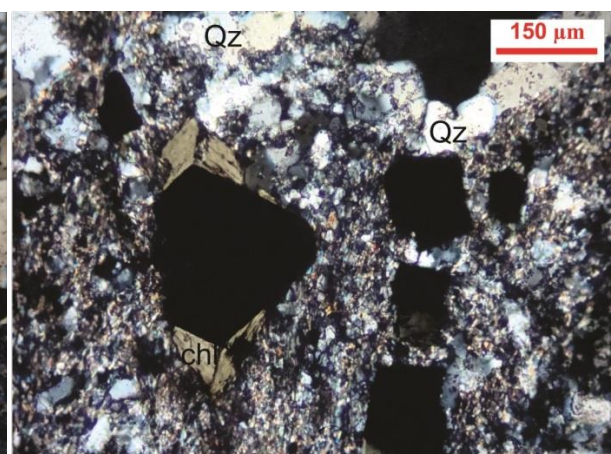


Figura 0.373: Detalhe de minerais opacos sobrecrecidos em clorita.

Descrição Petrográfica Lavra Velha			
Amostra LV-14	Furo: FLV-39 (159,90 m)	Coordenadas: 799387; 8610201; 925m	
Descrição macroscópica: Rocha cinza pouco esverdeada, de granulação fina, subfanerítica, cloritizada, silicificada, magnetitizada e sericitizada (Figura 44).			
Descrição microscópica: Rocha inequigranular, com estrutura granítica, textura blastogranular hipidiomórfica, composta por quartzo, plagioclásio sericitizado, clorita, carbonato e acessórios de apatita, epidoto e titanita. Alguns cristais de plagioclásio parcialmente preservados encontram-se albitizados, porém predominam os minerais saussuritizados, originando sericita/muscovita, epidoto, quartzo e carbonato (Figura 45). Alguns cristais de quartzo exibem extinção ondulante. Também são encontrados grãos microgranulares na massa sericítica.			
Considerações: O protólito é uma rocha plutônica com composição tonalítica. O metamorfismo atuante sobre estas rochas é estático. Não modifica a estrutura primária da rocha. O hidrotermalismo é responsável pelas alterações da rocha, sobretudo saussuritização dos feldspatos, com formação de minerais secundários.			
Composição mineralógica			
Pseudomorfos de plagioclásios (sericitizado)	72	Carbonato	1
Quartzo	20	Opacos	2
Clorita	5	Traços de apatita, epidoto e titanita	
Nome da rocha			
Tonalito pouco deformado e sericitizado			



Figura 44: Fotografia da amostra de testemunho.

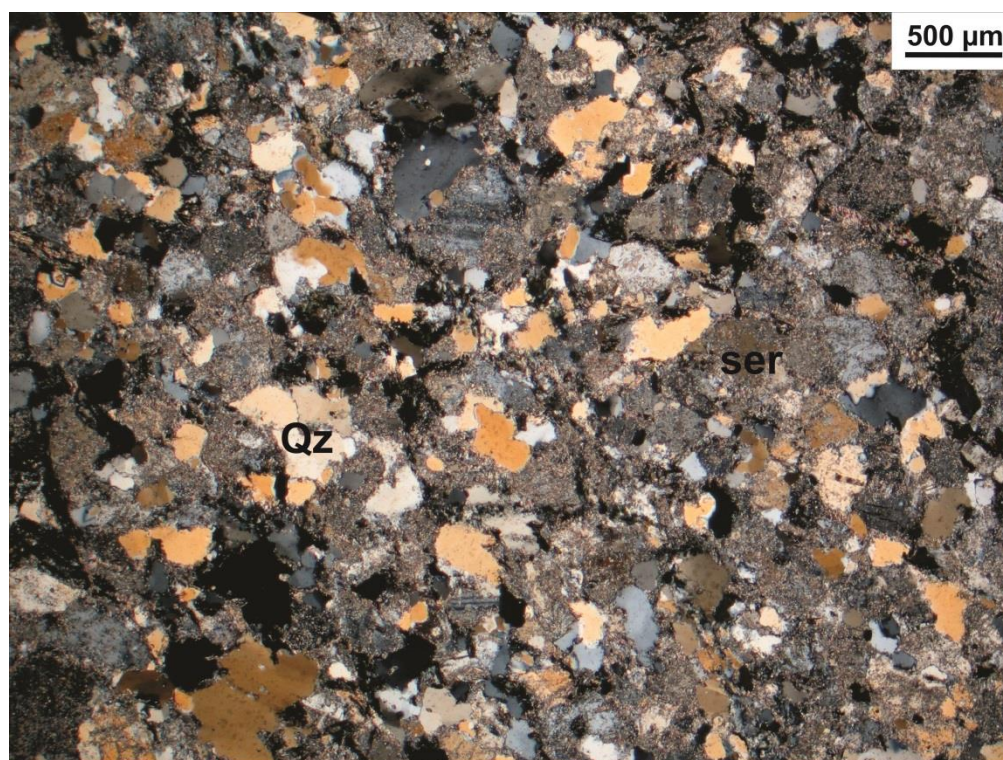


Figura 45: Rocha com pseudomorfos de feldspatos completamente sericitizados em contato com grãos de quartzo.

Descrição Petrográfica Lavra Velha			
Amostra LV-15	Furo: FLV-20 (50,40 m)	Coordenadas: 798743; 8611973; 1084m	
Descrição macroscópica: Rocha de granulação fina, pouco esverdeada, subfanerítica, sericitizada e silicificada (Figura 41).			
Descrição microscópica: Rocha composta por quartzo, pseudomorfos de feldspato, sericita/muscovita, minerais opacos e acessórios de epidoto. A textura assemelha-se à granítica, apesar do forte estado de alteração da rocha. Pseudomorfos de feldspato completamente substituído por sericita. Em alguns tem quartzo microgranular associado (Figura 42). O quartzo apresenta extinção ondulante e formam agregados policristalinos, com contato entre grãos lobulado. Apresentam estrutura de mobilização (cristais mais angulosos). Também é comum estrutura de “península” entre quartzo e plagioclásio (Figura 43).			
Considerações: Protólito de origem plutônica e composição quartzo-feldspática. A rocha passa por processo metamórfico estático com forte atuação de fluidos hidrotermais.			
Composição mineralógica			
Quartzo	34	Opacos	2
Muscovita/sericita	64		
Nome da rocha			
Rocha plutônica quartzo-feldspática sericitizada			



Figura 0.38: Amostra de tufo vulcânico sericitizada.

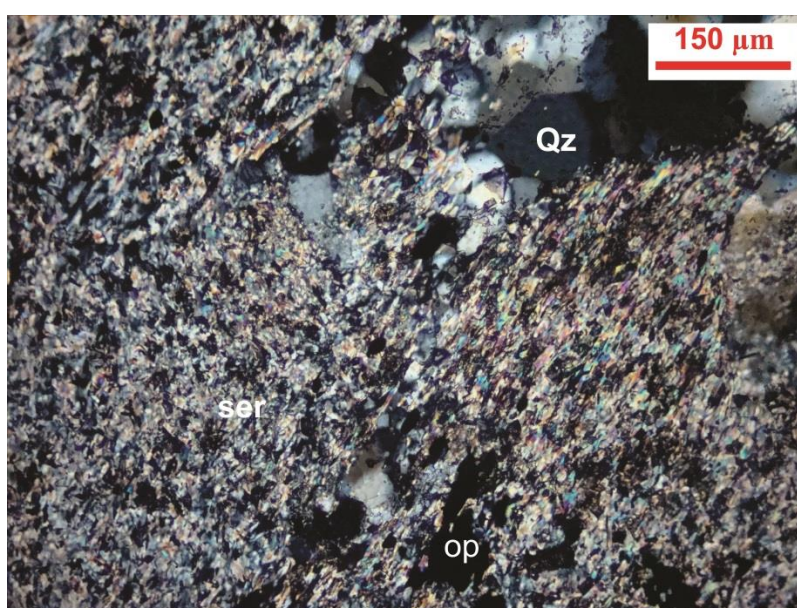


Figura 0.39: Detalhe da composição da rocha: cristais de opacos em massa microcristalina sericitizada.

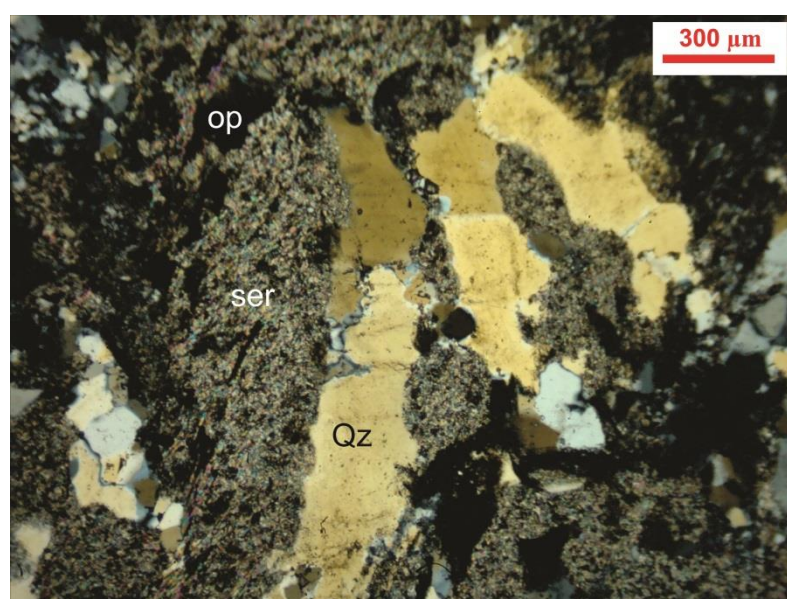


Figura 0.40: Destaque aos cristais de quartzo mobilizados e às estruturas de península entre o quartzo e a "massa" sericítica.

Descrição Petrográfica Lavra Velha							
Amostra LV-16		Furo: FLV-19 (114,30 m)		Coordenadas: 798767; 8611682; 1104			
Descrição macroscópica:							
Rocha intemperizada, subfanerítica, cinza com forte oxidação, responsável pelas tonalidades avermelhadas da rocha. Fortemente sericitizada, com leve magnetização e hematitização (Figura 44).							
Descrição microscópica:							
Rocha de estrutura gnaissica, granulação fina e inequigranular composta por quartzo, pseudomorfos de plagioclásio completamente sericitizados, clorita e minerais. Os cristais de quartzo apresentam leve extinção ondulante. Pseudomorfos tabulares de plagioclásio, milimétricos a submilimétricos, totalmente sericitizados (Figura 45 e 46). Cristais de quartzo em matriz com predomínio de sericita. A sericita/muscovita é responsável pelo início de uma clivagem ardosiana.							
Considerações:							
Riolito de composição quartzo-feldspática, provavelmente com plagioclásio predominante. A transformação tectono-metamórfica da rocha está associada à participação de alta taxa de fluido.							
Composição mineralógica							
Quartzo		35		Opacos		2	
Muscovita/sericita		63					
Nome da rocha							
Rocha subvulcânica de composição quartzo-feldspática totalmente sericitizada							



Figura 44: Rocha apresentando xistosidade, oxidada, com forte sericitização e hematitização.

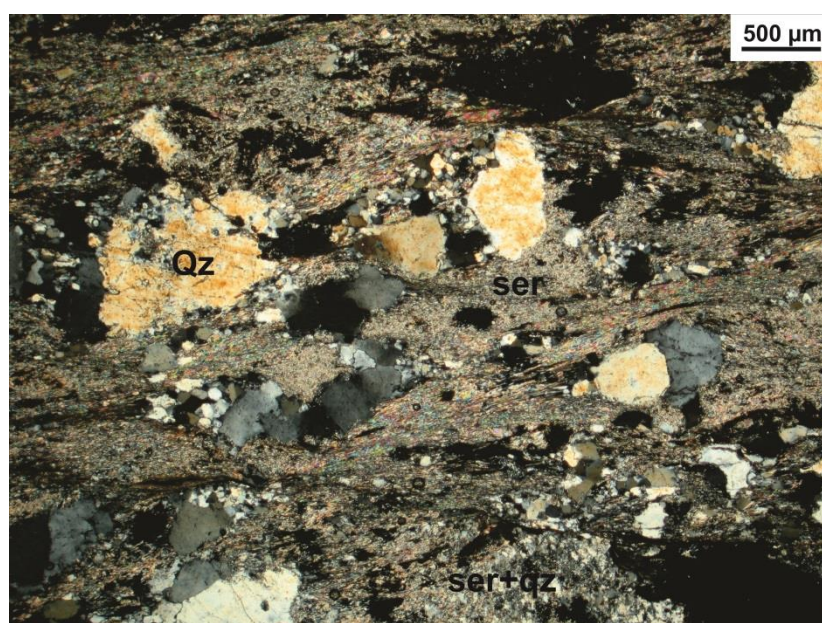


Figura 45: Estrutura de rocha xistosa, com pseudomorfos de feldspatos sericitizados e orientados.

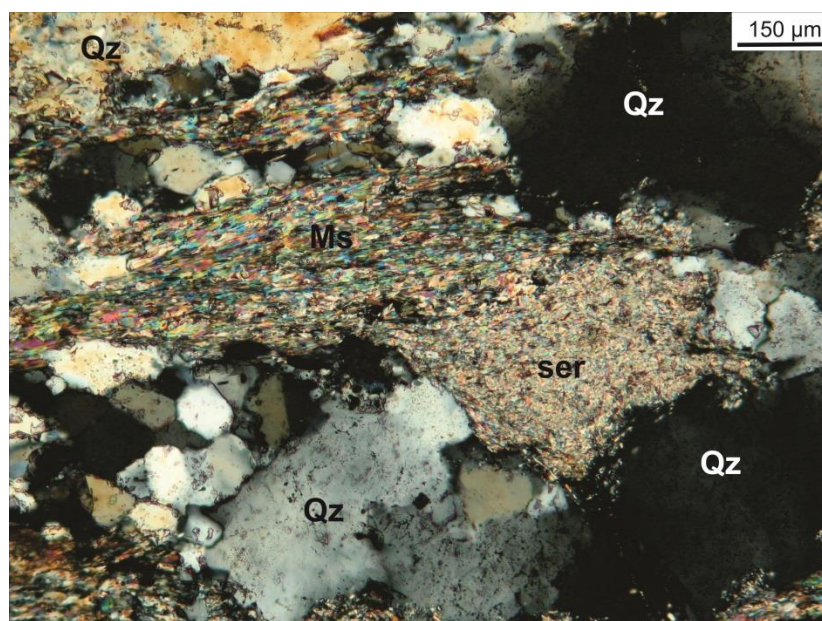


Figura 46: Detalhe de pseudomorfo de feldspato sericitizado, em contato com grãos de quartzo.

Descrição Petrográfica Lavra Velha					
Amostra LV-17		Furo: FLV-47 (236,10 m)		Coordenadas: 798802; 8612588; 1068m.	
Descrição macroscópica:					
Rocha cinza holocristalina, de granulação fina, equigranular e subfanerítica (Figura 47).					
Descrição microscópica:					
Rocha de estrutura granítica, textura blastogranular hipidiomórfica, albitizada, cloritizada e sericitizada. Composta por plagioclásio sericitizado, quartzo, feldspato potássico albitizado, biotita/clorita, muscovita, carbonatos, leucoxênio e minerais opacos (ilmenita). O feldspato potássico encontra-se albitizado. A albitização também é intersticial e ocorre mobilização do quartzo. O carbonato tem origem, secundária, associado à deformação dos feldspatos, minerais sobre quais se desenvolvem (Figura 48).					
Considerações:					
O provável protólito da rocha é um leuco-quartzo monzodiorito. Biotita é possivelmente o mineral máfico primário desta rocha, considerando que participa na formação dos opacos e carbonatos.					
Composição mineralógica (%)					
Plagioclásio (sericitizado)		75	Muscovita		3
Carbonato		11	Opacos		3
Quartzo		8			
Nome da rocha					
Leuco-quartzo monzodiorito albitizado e sericitizado, com hematitização e carbonatação.					

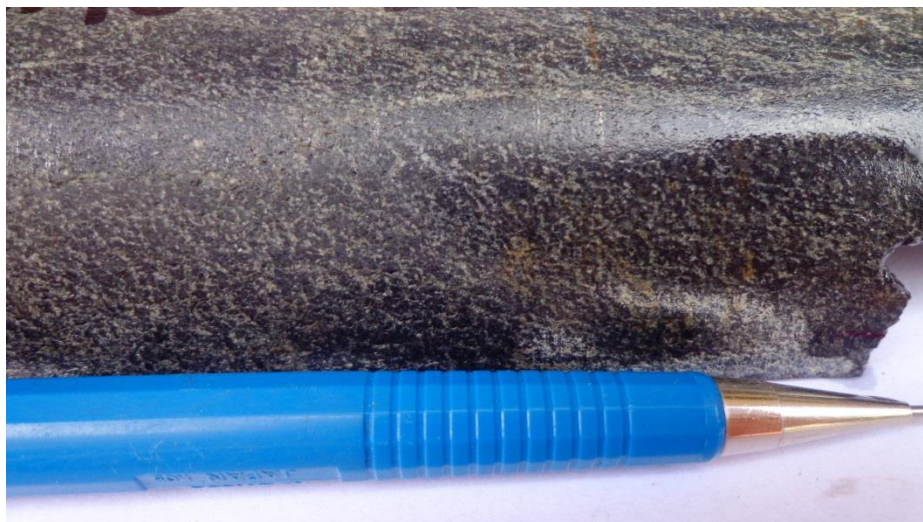


Figura 0.417: Rocha cinza holocristalina, subfanerítica e equigranular.

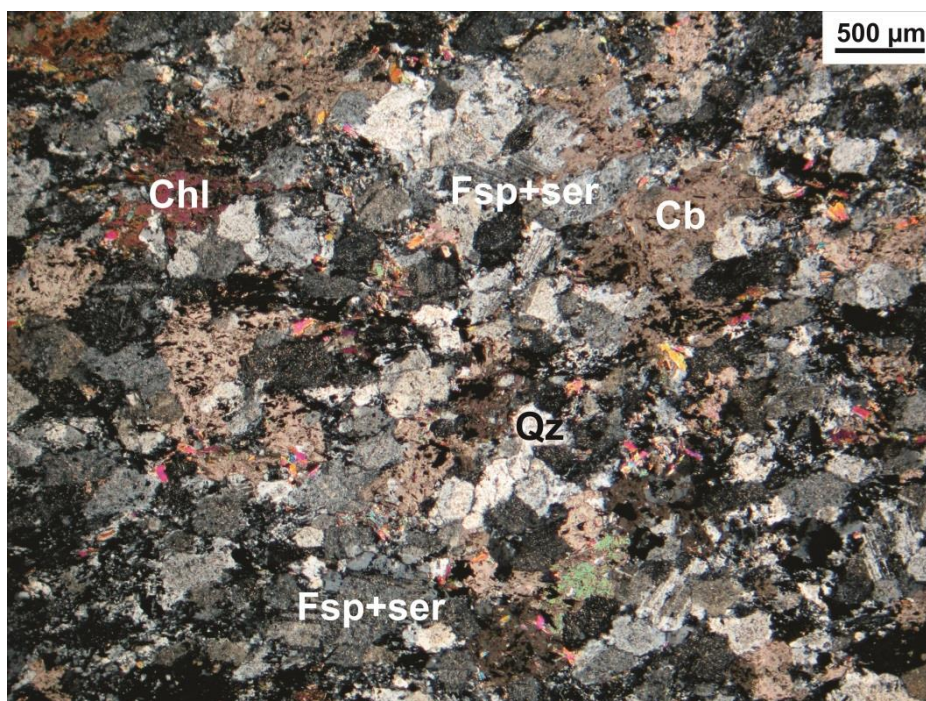


Figura 48: Rocha composta por quartzo, feldspato sericitizados e minerais de carbonato sobre estes minerais.

Descrição Petrográfica Lavra Velha			
Amostra LV-18	Furo: FLV-22 (108,90 m)	Coordenadas: 798742; 8611973; 1084m.	
Descrição macroscópica: Rocha verde, intensamente cloritizada, com veios quartzosos, levemente oxidadas, e aspecto sedoso (Figura 49).			
Descrição microscópica: Rocha foliada, com xistosidade pouco desenvolvida, com algumas feições preservadas da rocha pretérita. Composta por quartzo, clorita, sericita e minerais opacos. A massa quartzosa corresponde a cristais de quartzo recristalizados. A alteração do feldspato tem os minerais sericita e quartzo associados. Os minerais de clorita são neoformados e podem ser oriundos de minerais máficos, já inexistentes na rocha.			
Considerações: Protólito de natureza plutônica e composição provável de diorito.			
Composição mineralógica (%)			
Quartzo	8	Clorita	72
Sericita/muscovita	16	Opacos	4
Nome da rocha			
Metadiorito intensamente cloritizado			



Figura 49: Metadiorito intensamente cloritizado.

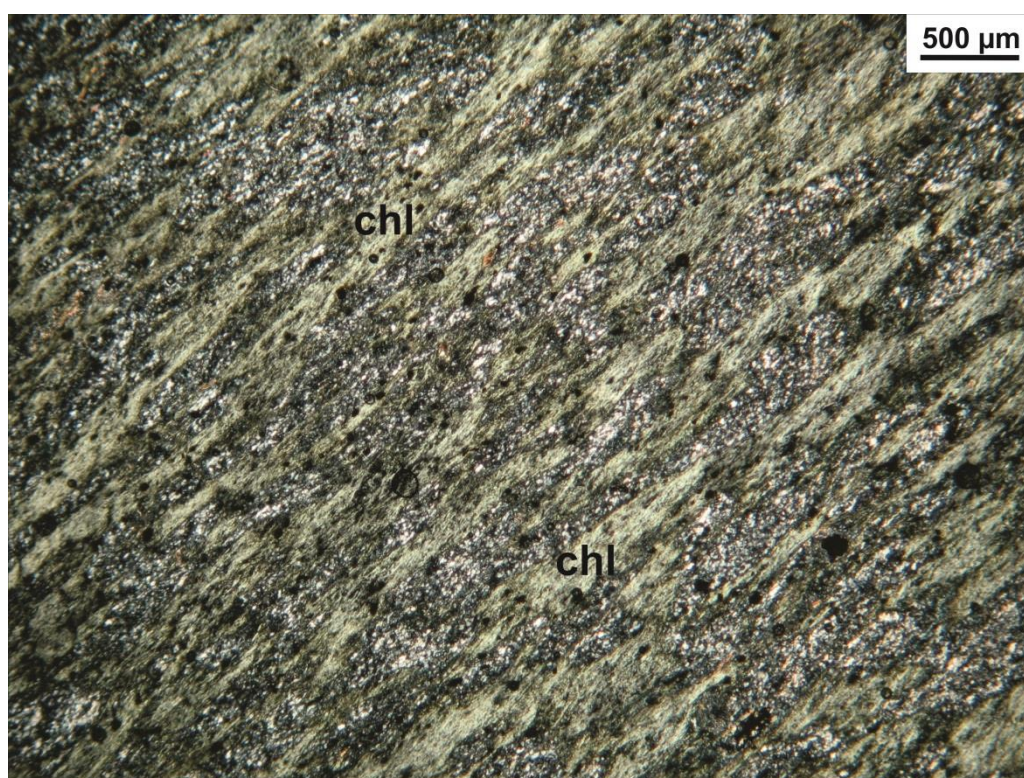


Figura 50: Imagem ao microscópio, detalhando a xistosidade da rocha marcada por forte cloritização e porções de rocha pouco preservadas (mais claras), com quartzo e sericita principalmente. LT, nX.

Descrição Petrográfica Lavra Velha			
Amostra LV-19	Amostra de afloramento	Coordenadas: 804459; 8595743; 655m	
Descrição macroscópica: Granito leucocrático, de granulação grossa composto por quartzo, k-feldspato, plagioclásio, clorita, biotita, magnetita e sulfeto (pirita). A rocha é fanerítica, hipidiomórfica a xenomórfica (Figura 51).			
Descrição microscópica: Rocha de estrutura granítica, hipidiomórfica, de granulação grossa, composta por quartzo, feldspato potássico albitizado, plagioclásio sericitizado (albita), biotita/clorita, magnetita e traços de carbonato, pirita, epidoto, zircão e titanita (Figura 52). Os cristais de quartzo apresentam leve extinção ondulante e alguns grãos são cortados por vênulas de clorita ou de quartzo microcristalino. Nas bordas dos feldspatos, além de forte sericitização, ocorrem os minerais de clorita, principalmente quando estão em contato com grãos de quartzo (Figura 53). O plagioclásio encontra-se intensamente sericitizado e o feldspato potássico albitizado, apresentando às vezes textura tipo <i>chess board</i> . A biotita aparece alterando-se para clorita, muscovita e epidoto.			
Considerações: Granodiorito é o possível protólito desta rocha. O metamorfismo sobre ela atuante, estático, relaciona-se a percolação de fluidos, característico de tectônica distensiva.			
Composição mineralógica			
Quartzo	25	Biotita/clorita	3
Feldspato potássico albitizado	20	Magnetita	1
Plagioclásio sericitizado/pseudomorfos	50	Titanita	1
Nome da rocha			
Rocha de composição granodiorítica sericitizada			



Figura51: Amostra de granito, provável xenólito, retirado de afloramento de tonalito (Granitóide Ibitiara).

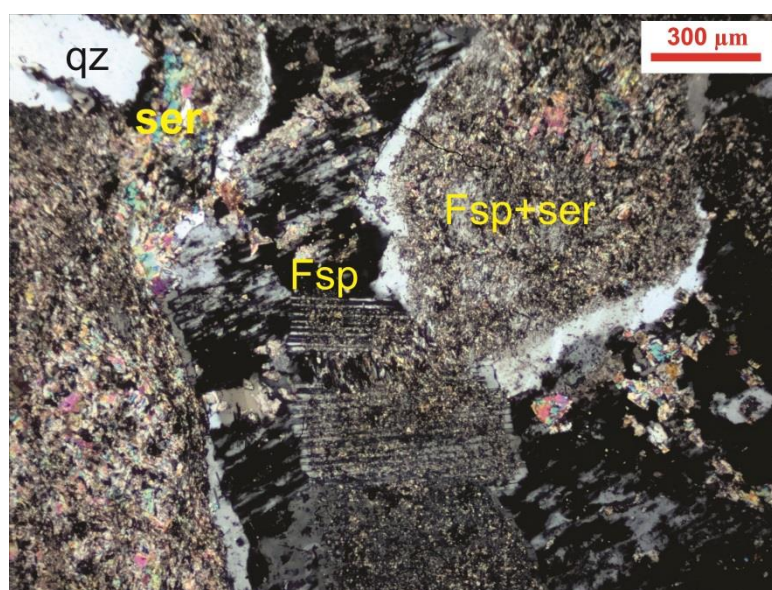


Figura52: Detalhe da composição mineralógica da rocha e intensa sericitização.

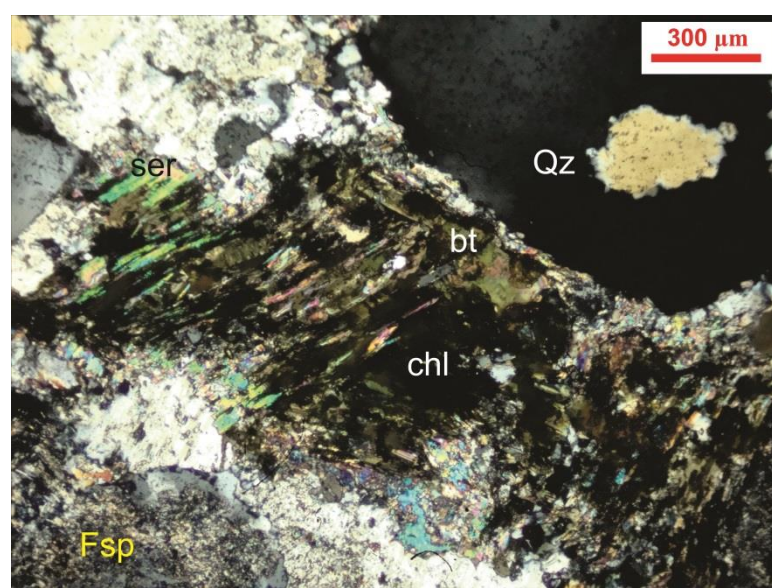


Figura 53: Alteração de biotita para clorita e associação à sericita/muscovita.

Descrição Petrográfica Lavra Velha			
Amostra LV-20	Amostra de afloramento	Coordenadas: 804459; 8595743; 655m.	
Descrição macroscópica: Rocha cinza, equigranular, de granulação fina, subfanerítica, com leve carbonatação e magnetização. (Figura 54) Magnetita e sulfeto (pirita) encontram-se disseminados na rocha.			
Descrição microscópica: Rocha de estrutura aplítica xenomórfica albitizada, cloritizada e sericitizada. Composta por quartzo, plagioclásio saussuritizado, clorita, opacos, carbonato, titanita, epidoto, apatita e allanita. O quartzo apresenta leve extinção ondulante e os plagioclásio encontram-se saussuritizados (Figura 55). Biotita, normalmente associada à ilmenita, e alterando para clorita. Além de ilmenita, compõem os minerais opacos magnetita e traços de pirita e calcopirita. Ocorre raramente feldspato potássico albitizado intersticial com textura <i>chess board</i> . É comum se observar fraturas na rocha preenchidas por carbonato.			
Considerações: Protólito corresponde a uma rocha plutônica de composição tonalítica, com feldspato potássico, que foi albitizado, cloritizado e sericitizado, indicando forte influencia de um sistema hidrotermal.			
Composição mineralógica (%)			
Plagioclásio sericitizado	64	Minerais opacos	4
Quartzo	20	Carbonato	2
Clorita	6	Epidoto	1
Feldspato potássico albitizado	3		
Nome da rocha			
Biotita tonalito albitizado, cloritizado e sericitizado.			

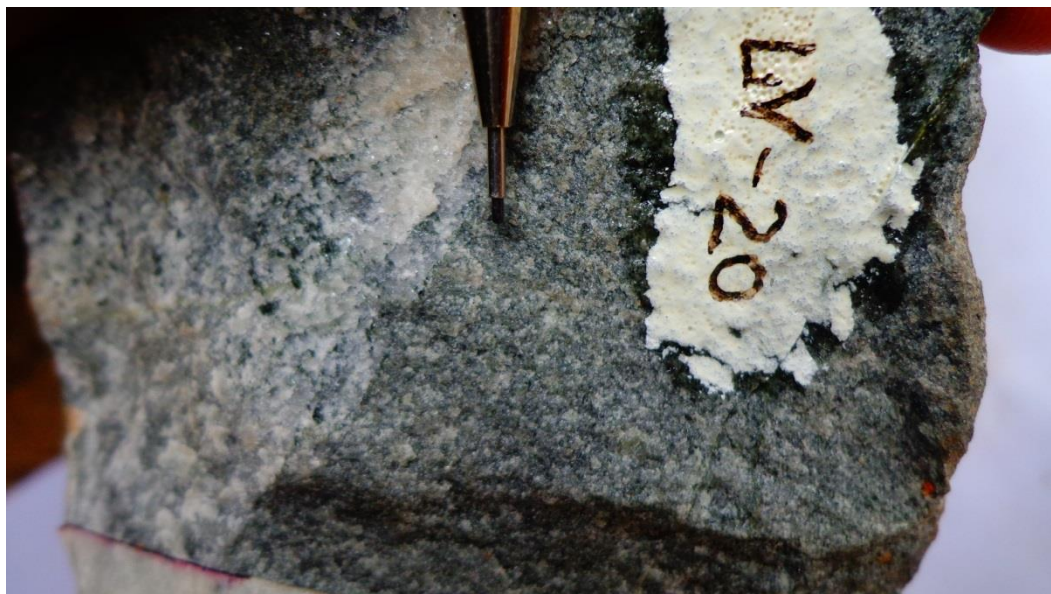


Figura 54: Rocha de granulação fina, subfanerítica.

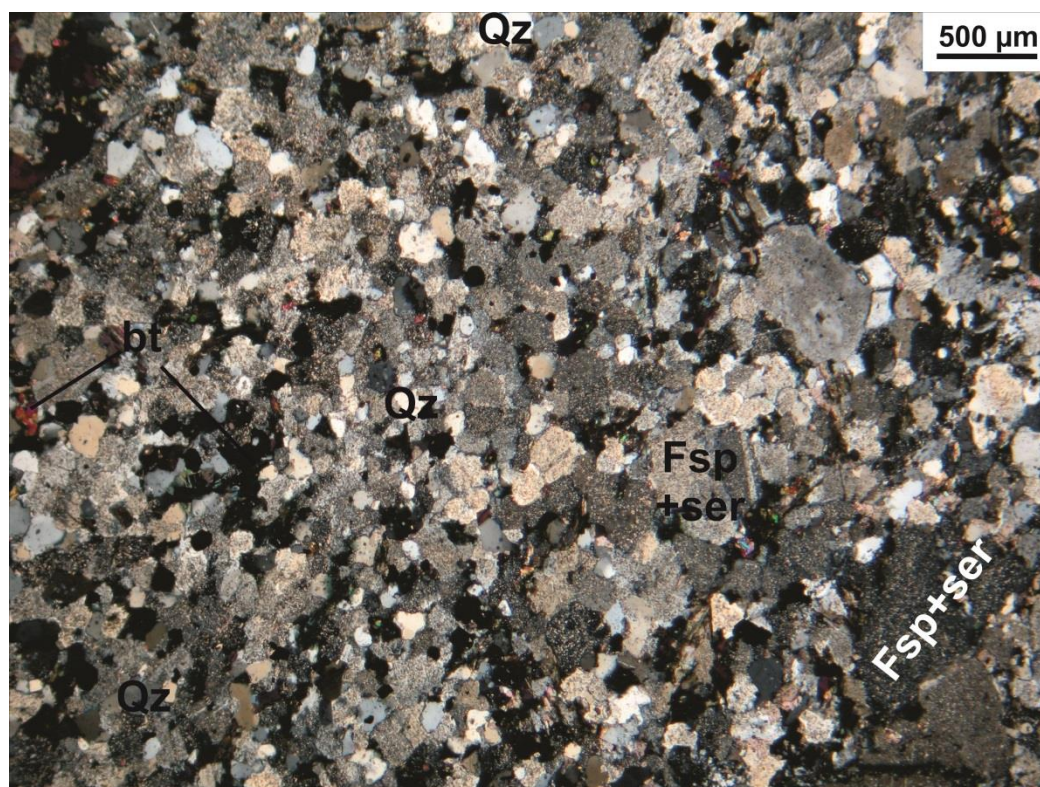


Figura 55: Imagem ao microscópio mostrando rocha equigranular com feldspato sericitizado.

Descrição Petrográfica Lavra Velha			
Amostra LV-21	Amostra de afloramento	Coordenadas: 804459; 8595743; 655m.	
Descrição macroscópica: Rocha inequigranular, holocristalina, leucocrática, de coloração cinza, sericitizada e com vênulas de carbonato (Figura 56).			
Descrição microscópica: Rocha com textura blastogranular hipidiomórfica, composta por quartzo, plagioclásio sericitizado, feldspato potássico albitizado, sericita/muscovita, biotita, clorita, carbonatos, magnetita martitizada e traços de titanita, epidoto, apatita, zircão e allanita. Os cristais de quartzo apresentam extinção ondulante e os feldspatos albitizados, textura do tipo <i>chess board</i> . As biotitas encontram-se no estágio de alteração para clorita, muscovita e epidoto, podendo ocorrer allanita associado (O carbonato e a sericita também são importantes minerais secundários, relacionados à alteração do plagioclásio). A magnetita apresenta vários estágios de martitização (de leve a total substituição por hematita) e os traços de pirita alteram-se para goethita.			
Considerações: O protólito da rocha é de origem plutônica e composição granodiorítica. Alteração da rocha ligada a processos hidrotermais, de metamorfismo estático. Corresponde a um dos litotipos do granitóide Ibitiara.			
Composição mineralógica (%)			
Plagioclásio+sericita	52	Biotita/clorita	4
Quartzo	28	Mucovita	2
Feldspato potássico (albitizado)	12	Cabonato	2
Nome da rocha			
Granodiorito sericitizado			



Figura56: Granodiorito sericitizado, levemente carbonatado, leucocrático e inequigranular.

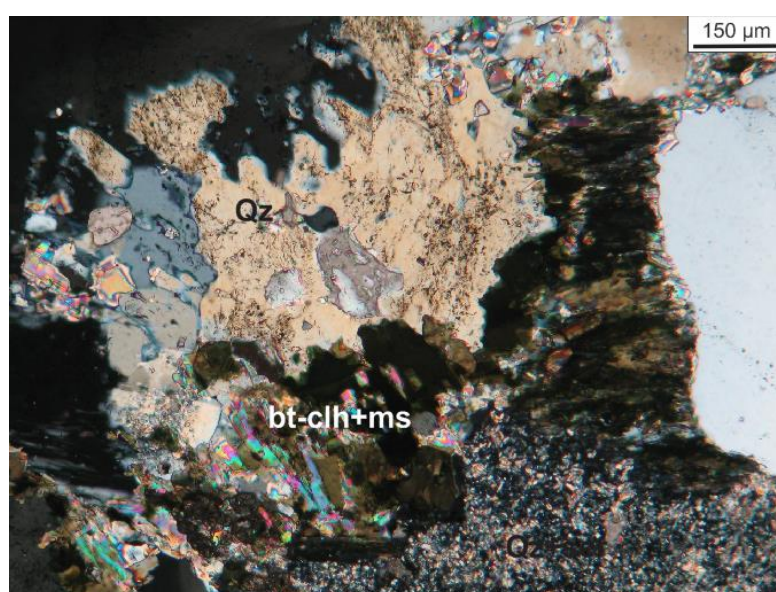


Figura 57: Rocha com feldspato saussuritizado em contato com cristais de quartzo, e biotita alterando a clorita e muscovita.

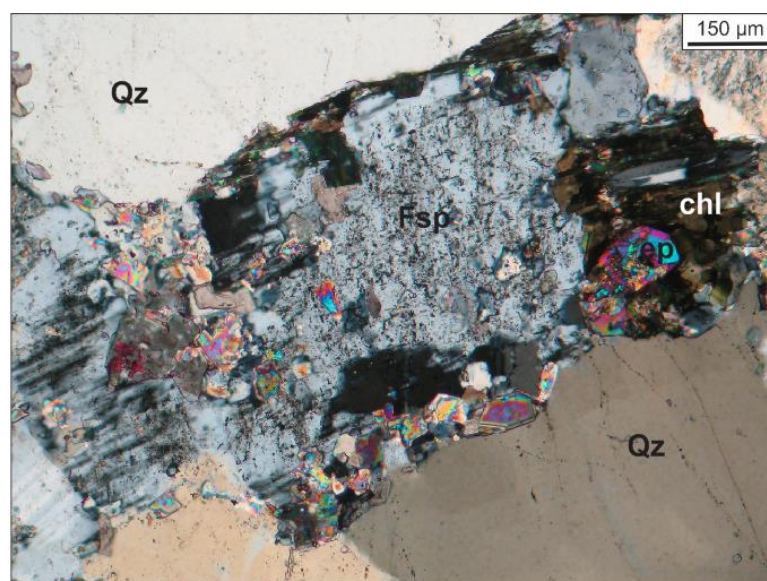


Figura 58: Cristal de feldspato com bordas epidoto, carbonato e biotita transformando em clorita e muscovita.

Descrição Petrográfica Lavra Velha			
Amostra LV-22	Amostra de afloramento	Coordenadas: 805524; 8597801; 1274m	
Descrição macroscópica: Rocha porfirítica, cinza com manchas brancas, subfanerítica. Cristais de quartzo e plagioclásio (sericitizado) em matriz fina, com leve magnetização (Figura 59). Apresenta oxidação de ferro, de coloração vermelho alaranjada.			
Descrição microscópica: Rocha inequigranular, com fenocristais de quartzo e plagioclásio sericitizado em matriz quartzo-sericítica de granulação fina. Os fenocristais de quartzo são arredondados, com tamanho médio de 2mm. Muitas vezes apresentam uma halo do próprio material. São normalmente corroídos e apresentam estrutura de embainhamento (Figura 59). Os fenocristais de plagioclásio são pseudomorfos completamente substituídos por sericita.			
Considerações: O protólito desta rocha certamente tem origem vulcânica. A percolação de fluido é o principal fator atuante no metamorfismo da rocha.			
Composição mineralógica			
Quartzo	30	Opacos	5
Sericita (matriz + em pseudomorfos)	65		
Nome da rocha			
Dacito sericitizado			



Figura 59: Amostra de dacito. Notar porções brancas sericitizadas e cristais de quartzo arredondados, em matriz fina de rocha (porção cinza).

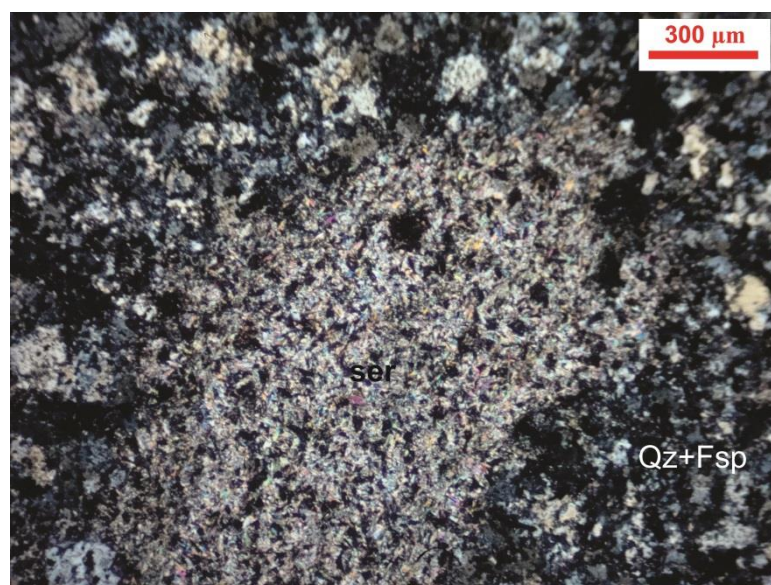


Figura 0.42: Pseudomorfo de feldspato completamente substituído por sericita. Em contato com matriz quartzo-feldspática sericitizada.



Figura 0.43: Cristal de quartzo arredondado com auréola de reação na borda, em matriz fina quartzo-feldspática, oxidada.

Descrição Petrográfica Lavra Velha		
Amostra LV-23	Amostra de afloramento	Coordenadas: 805206; 8597839; 1135m
Descrição macroscópica: Rocha afanítica com forte alteração de ferro, leucocrática, de coloração vermelho arroxeada e granulação fina (Figura 52).		
Descrição microscópica: Rocha de granulação fina, constituída por quartzo, sericita e hematita. Em toda a matriz ocorrem minerais opacos disseminados, além de forte alteração de óxido-hidróxido de ferro. É possível perceber a presença de pseudomorfos prismáticos de plagioclásio completamente sericitizados.		
Considerações: A forte alteração da rocha dificulta a análise petrográfica desta lâmina.		
Nome da rocha		
Riolito oxidado		



Figura 52: Rocha completamente alterada, oxidada, de granulação fina, afanítica.

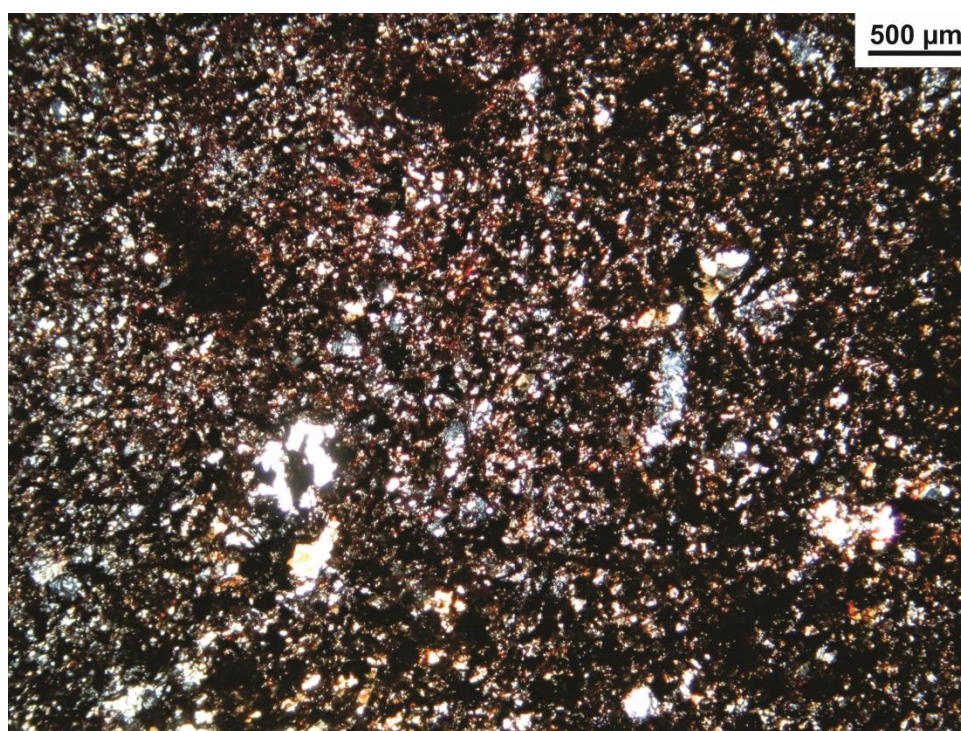


Figura 53: Rocha fina, constituída por quartzo, sericita e hematita.

Descrição Petrográfica Lavra Velha			
Amostra LV-24	Amostra de afloramento	Coordenadas: 799770; 8611889	
Descrição macroscópica: Rocha a, subfanerítica e holocristalina de granulação média. Apresenta na superfície cor alaranjada de alteração intempérica (Figura 54).			
Descrição microscópica: Rocha inequigranular e hipidiomórfica composta por plagioclásio, piroxênio, opacos e titanita. Os cristais podem alcançar dimensões de 2mm em contato com uma massa mineral fina. Apresenta textura reliquiar ofítica a subofítica (Figura 55). Observa-se restos de augita e possível ortopiroxênio (hiperstênio?). O plagioclásio é provavelmente labradorita, albitizado. Associado a formação de epidoto, muscovita/sericita e clorita. Ocorre pseudomorfose sobre os piroxênios, com substituição deste mineral por actinolita. Os filossilicatos são biotita e flogopita principalmente, com clorita e actinolita fibrosa intersticial.			
Considerações: A rocha corresponde a um gabro, pouco alterado, com maior atuação de fluidos metamórficos, em fácies xisto verde.			
Composição mineralógica (%)			
Plagioclásio alterado/sericitizado (+pseudomorfos)	65	opacos	1
Piroxênio (+pseudomorfos)	33	titanita	1
Nome da rocha			
Metagabro			



Figura 54: Rocha subfanerítica de metagabro.

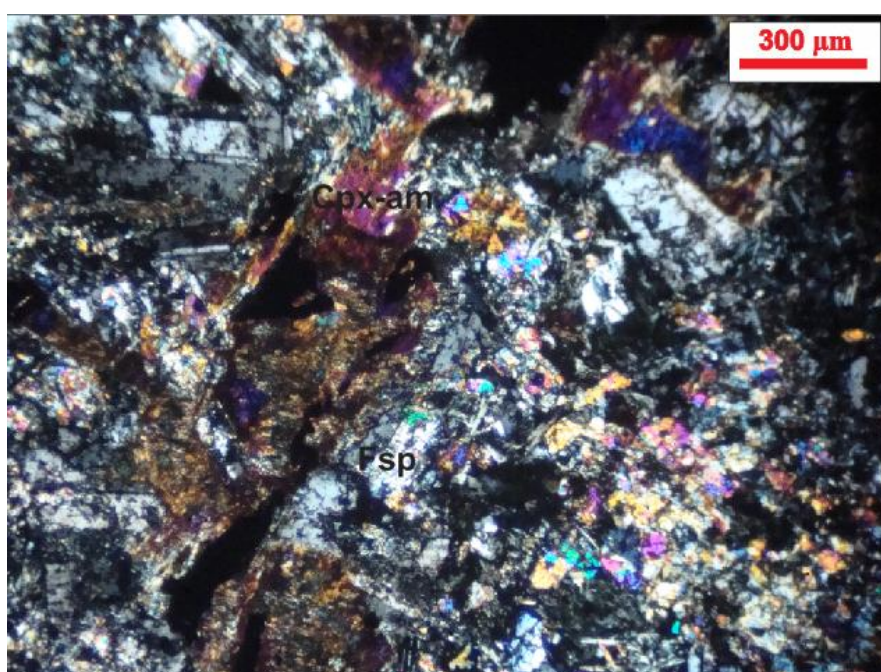


Figura 55: Estrutura subofítica – ofítica na rocha ainda pouco preservada, com minerais alterados de piroxênio (passando a anfibólios) e plagioclásio.

Descrição Petrográfica Lavra Velha			
Amostra LV-25	Amostra de afloramento	Coordenadas: 799012; 8612582; 1086m	
Descrição macroscópica: Rocha cinza, subfanerítica e holocristalina, de granulação fina, com magnetita e hematita. Levemente sericitizada e oxidada (Figura 56).			
Descrição microscópica: Rocha granoblástica de granulação fina, mesocrática, composta por quartzo, pouca sericita/muscovita e minerais opacos. Como acessórios ocorrem titanita e epidoto, associado a muscovitas. Alguns cristais de quartzo apresentam leve extinção ondulante e variam de forma arredonda a angulosa. São em grande maioria minerais neoformados, oriundos provavelmente de alteração de feldspatos. A sericita é mineral secundário resultante de alteração provavelmente de feldspato, assim como parte do quartzo constituinte da rocha. Os minerais opacos estão presentes em grande parte da lâmina e podem até formar agregados. Crescem, raramente, sobre a geminação dos pseudomorfos de plagioclásio. Tem origem possivelmente ligada à substituição de minerais máficos, mais provavelmente biotita.			
Considerações: Protólito de natureza plutônica ou subvulcânica cuja classificação quanto à composição pode corresponder a quartzo-diorito (mesodiorito) ou mesogranodiorito.			
Composição mineralógica			
Quartzo	68	Minerais opacos	25
Sericita/muscovita	7		
Nome da rocha			
Rocha quartzo-feldspática magnetitizada, hematitizada, silicificada e sericitizada			



Figura 56: Rocha cinza, subfanerítica e holocristalina, de granulação fina, com magnetita e hematita, oxidada.

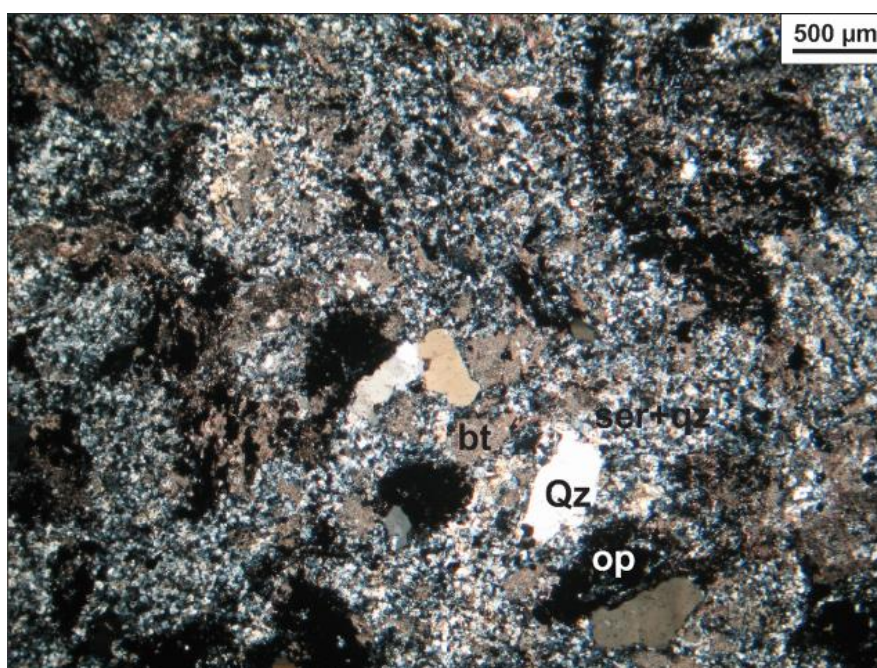


Figura 57: Foto ao microscópio destacando os grãos de quartzo em matriz fina quartzo-sericítica. Minerais opacos sobrecrecidos em matriz de rocha.

Descrição Petrográfica Lavra Velha			
Amostra LV-26	Amostra de afloramento	Coordenadas: 799012; 8612582; 1086m	
Descrição macroscópica: Rocha leucocrática, de cor cinza avermelhada, subfanerítica, sericitizada, com leve oxidação e epidotização. É inequigranular e apresenta cristais de quartzo em matriz fina sericitizada (Figura 58).			
Descrição microscópica: Rocha composta por quartzo, pseudomorfos de feldspato completamente sericitizado, sericita/muscovita em matriz microgranular (com quartzo), além de biotita e minerais opacos disseminados. Apresenta granulação média, com média entre os grãos de 2mm. Os cristais de quartzo estão presentes na matriz microgranular com a sericita, resultantes de alteração de feldspato (potássico provavelmente), em agregados policristalinos e alguns minerais exibem leve extinção ondulante. Também ocorrem cristais mobilizados (Figura 59). Os domínios onde predominam sericita/muscovita correspondem aos núcleos de pseudomorfos de plagioclásio. Os minerais opacos são formados a partir de substituição da biotita.			
Considerações: Granodiorito é o provável protólito desta rocha. No metamorfismo além de deformação, há importante participação de processos de percolação de fluidos.			
Composição mineralógica			
Quartzo	30	Biotita	2
Sericita/muscovita	67	Minerais opacos	1
Nome da rocha			
Granodiorito deformado intensamente sericitizado			



Figura 58: Granodiorito deformado e sericitizado.

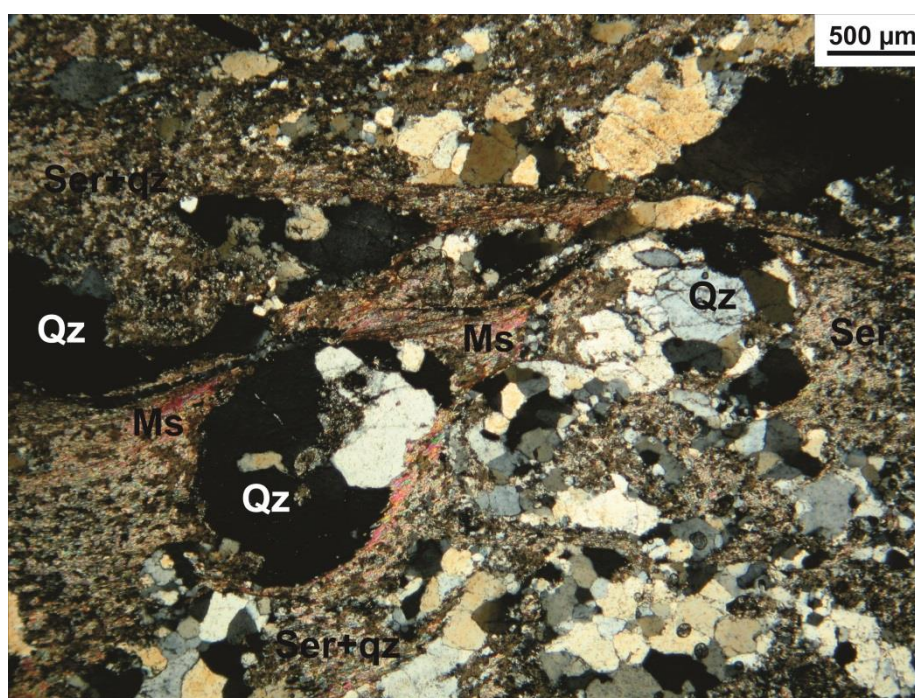


Figura 59: Cristais de quartzo recrystalizados e mobilizados, com domínios de sericita/muscovita em pseudomorfos de feldspatos e matriz quartzo-sericítica.

Descrição Petrográfica Lavra Velha			
Amostra LV-27	Amostra de afloramento	Coordenadas: 802195; 8565516	
Descrição macroscópica: Rocha leucocrática de tonalidades esbranquiçadas a acinzentadas. Encontra-se moderadamente sericitizada e com magnetita disseminada. É holocristalina, com granulação média e cisalhada (Figura 60).			
Descrição microscópica: Rocha com estrutura gnaissica, cisalhada, cuja composição é quartzo, sericita/muscovita, epidoto, martita, goethita e vestígios de biotita. Os cristais de quartzo exibem extinção ondulante e recrystalização, principalmente nas suas bordas. Além disso, podem apresentar sombra de pressão e formar sigmoides. Domínios com predominância de sericita/muscovita podem representam núcleos de pseudomorfos de feldspatos e formam, assim como o quartzo, sigmoides como indicadores cinemáticos. Estes domínios e cristais são envolvidos por uma matriz fina composta por quartzo e sericita, oriundos possivelmente da alteração dos cristais de feldspato (Foto 61)			
Considerações: Protólito de origem plutônica. O processo metamórfico é responsável inicialmente pela deformação dos minerais da rocha (quartzo e feldspato), gerando a forte estruturação gnaissica, com passagem de fluido responsável pela recrystalização do quartzo e sericitização dos feldspatos.			
Composição mineralógica (%)			
Quartzo	30	Opacos	1
Sericita/musvoita	69	Traços de epidoto e biotita	
Nome da rocha			
Granito cisalhado intensamente sericitizado (Matinos)			



Figura 60: granito cisalhado intensamente sericitizado, holocristalino.

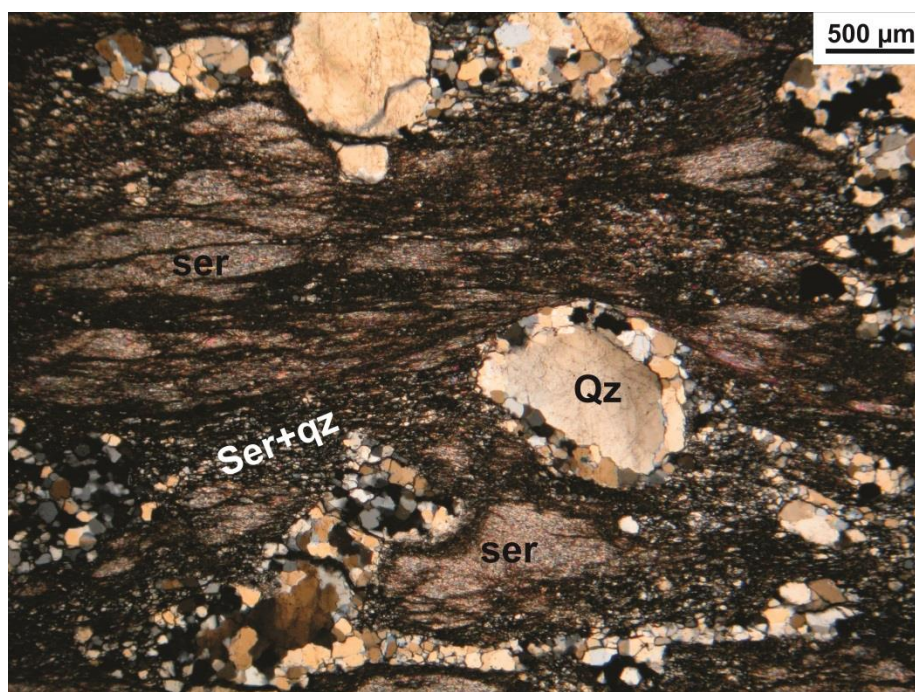


Figura 61: Rocha cisalhada, com pseudomorfos de plagioclásio sigmoidais substituídos por sericita e indicando movimento cinemático; cristais de quartzo com sombra de pressão e recristalização/mobilização das bordas de grãos.

Descrição Petrográfica Lavra Velha			
Amostra LV-28	Amostra de afloramento	Coordenadas: 802195; 8565516	
Descrição macroscópica: Rocha marrom claro, afanítica, sericitizada, com magnetitas disseminadas e estrutura gnaissica (Figura 62).			
Descrição microscópica: Rocha com textura filonítica, composta por cristais de quartzo mobilizados em matriz microgranular formada por quartzo, sericita/muscovita e minerais opacos, limitados por filetes de clorita ou estilpnomelano, associados à hidróxido de ferro, marcando zonas de microcisalhamento (Figura 63). Os cristais de quartzo também podem constituir pequenos veios. Minerais traços são representados por apatita prismática e rutilo, sendo que este está incluso em cristal de quartzo. A sericita/muscovita e o quartzo microgranular são oriundos da deformação e alteração dos feldspatos. A magnetita (martitizada) é o mineral opaco predominante. Tem formato euédrico e formação de sombra de pressão composta por quartzo, com pouca interferência sobre a foliação.			
Considerações: Protólito de rocha de composição quartzo-feldspática de origem plutônica, cisalhado. O metamorfismo nesta rocha também é representado por deformação somado à percolação de fluidos. A magnetita tem origem tardi-cinemática.			
Composição mineralógica (%)			
Quartzo	35	Opacos (magnetita)	3
Sericita/muscovita	62	Traços de rutilo e apatita	
Nome da rocha			
Rocha granítica cisalhada com forte sericitização (Matinos)			



Figura 62: Amostra de Granito Matinos cisalhado.

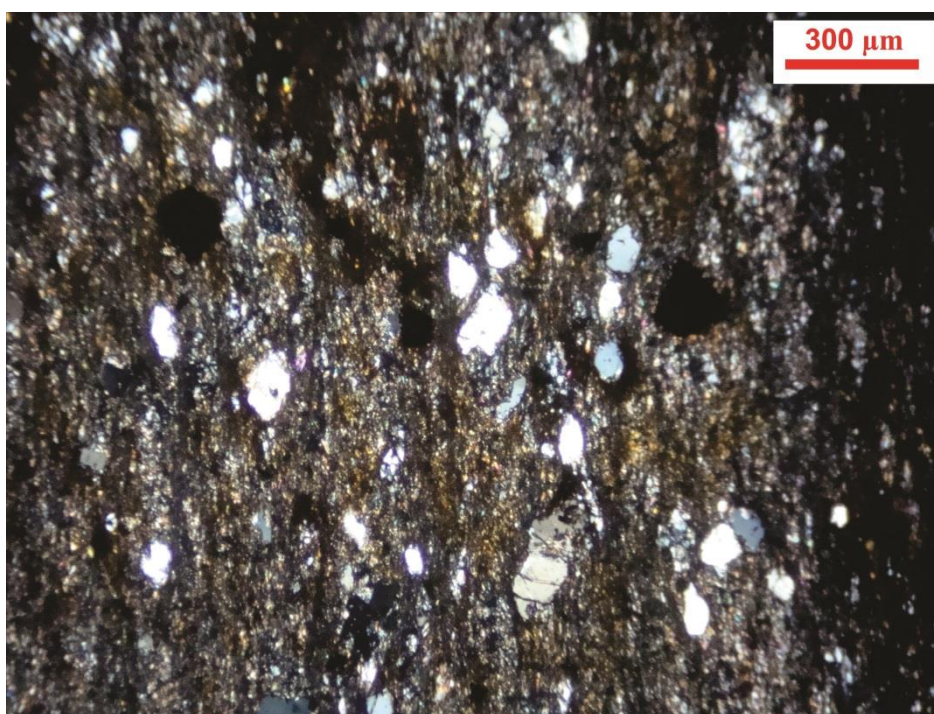


Figura63: Rocha com cristais de quartzo subangulosos a arredondados (orientados) em matriz microgranular quartzo-feldspática sericitizada.

Descrição Petrográfica Lavra Velha			
Amostra LV-29	Furo: FPP-04 (83,60 m)	Coordenadas: 802432; 8565606; 652m	
Descrição macroscópica:			
Granito equigranular, leucocrático, de tonalidade esverdeada, com cristais de quartzo azulados e anhedrais (Figura 64). Apresenta cloritização e sulfetos (pirita).			
Descrição microscópica:			
Rocha de estrutura granítica com intensa cloritização e sericitização, com granulação média. Composta por quartzo, feldspatos completamente sericitizados, clorita, e acessórios de epidoto, zircão, titanita e allanita. Cristais de feldspato potássico albitizados e saussuritizados (substituídos por minerais secundários de quartzo, carbonato, sericita e clorita), com textura do tipo <i>chess board</i> . Os domínios que predomina sericita correspondem a plagioclásios completamente alterados. O quartzo apresenta leve extinção ondulante e porções recrystalizadas. Cristais de muscovita podem preencher os interstícios de quartzo e feldspato (Figura 65). Os minerais opacos apresentam borda corroída			
Considerações:			
Protólito de origem plutônica. Corresponde provavelmente à rocha de composição granítica a granodiorítica de granulação média, com processos atuantes de albitização, sericitização e cloritização.			
Composição mineralógica			
Quartzo	25	Clorita	8
Pseudomorfo de plagioclásio/sericita	40	Opacos	3
Feldspato potássico albitizado	24	Traços de epidoto, zircão, titanita e allanita	
Nome da rocha			
Granodiorito albitizado e sericitizado (Matinos).			



Figura 64: Granodiorito albitizado e sericitizado.

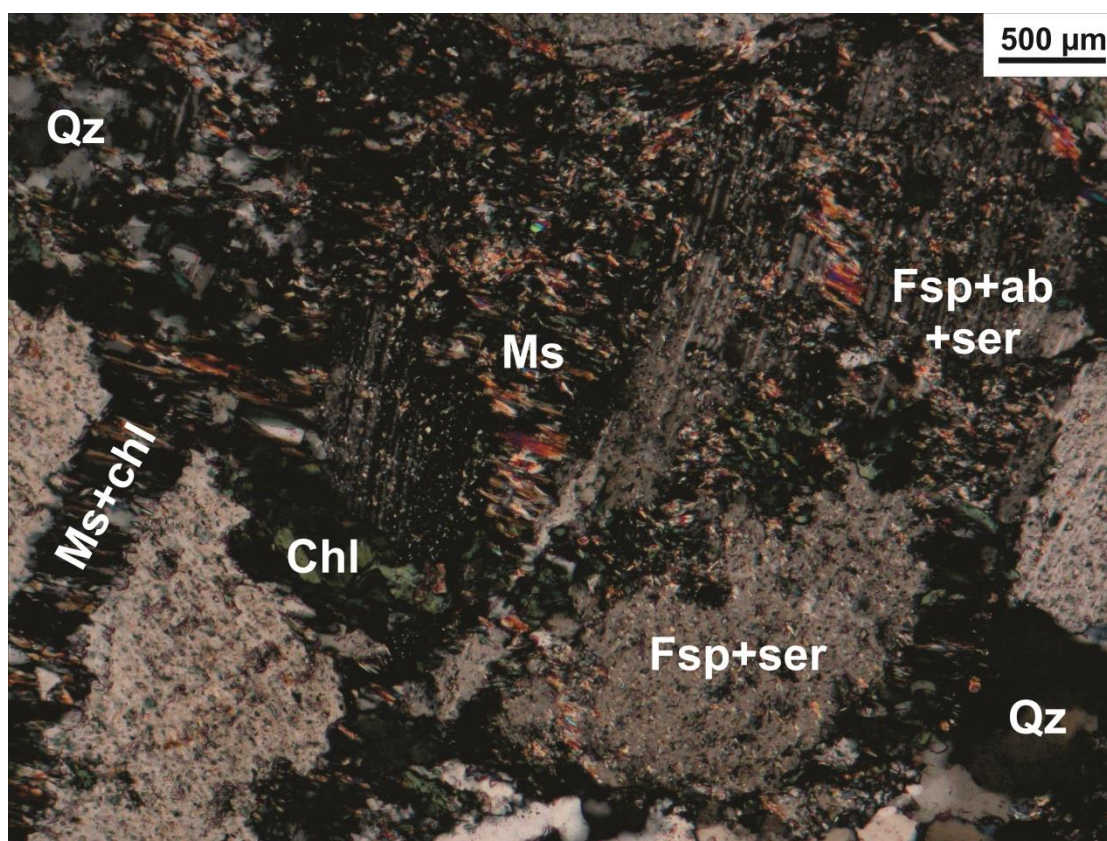


Figura 65: Rocha com feldspato parcialmente albitizado e/ou sericitizado, quartzo e muscovita e clorita intersticiais.

Descrição Petrográfica Lavra Velha					
Amostra LV-30		Furo: FPP-06 (125,00 m)		Coordenadas: 802570; 8565454;655m	
Descrição macroscópica:					
Rocha fanerítica, equigranular, leucocrática, com tonalidade esverdeada. Apresenta cristais de quartzo anhedrais azulados (Figura 66). Presença de sulfeto (pirita). Encontra-se cloritizada.					
Descrição microscópica:					
Rocha de estrutura granítica equigranular e textura blastogranular hipidiomórfica, com granulação média. Composta por quartzo, plagioclásio sericitizado, feldspato potássico albitizado, biotita, clorita, carbonato e epidoto.					
A biotita primária encontra-se alterando para clorita e biotita secundária.					
Cristais de quartzo deformados e recrystalizados, principalmente nos interstícios dos cristais de feldspatos (Figura 67).					
O feldspato potássico obliterado por processo de albitização apresenta em alguns cristais textura <i>chess board</i> . Veios de carbonatos cortam estes minerais, assim como os de plagioclásio e quartzo.					
Considerações:					
Granodiorito é o provável protólito.					
O processo metamórfico que atuou sobre a rocha foi estático, responsável principalmente pela intensa albitização e sericitização.					
Composição mineralógica					
Quartzo		25	Biotita/clorita		10
Plagioclásio – pseudomorfo		40	Carbonato		3
Feldspato potássico albitizado		20	Magnetita		2
Nome da rocha					
Granodiorito albitizado e sericitizado (Matinos).					

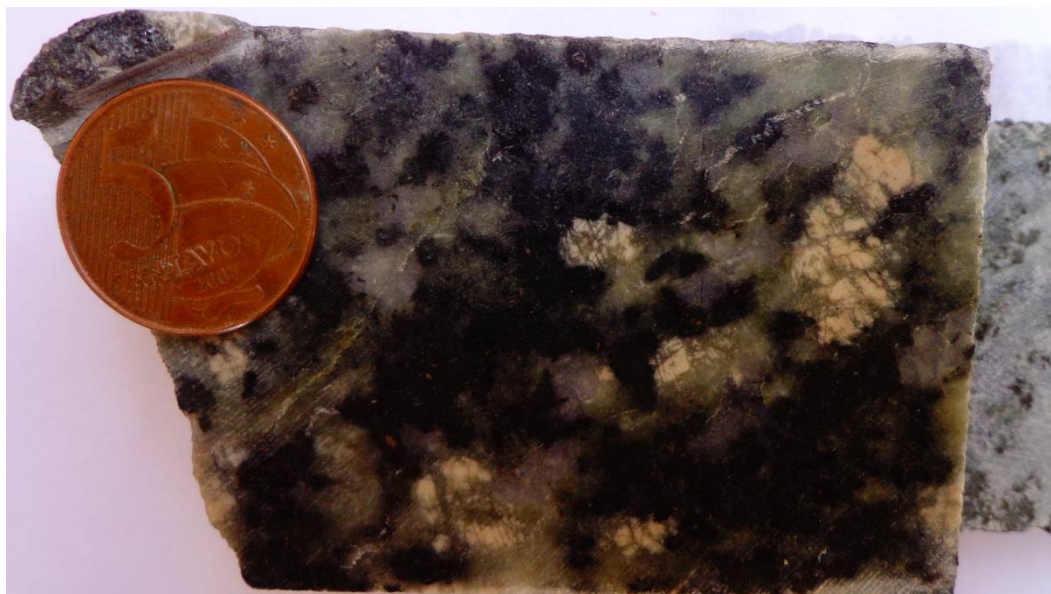


Figura 66: Granodiorito albitizado e sericitizado.

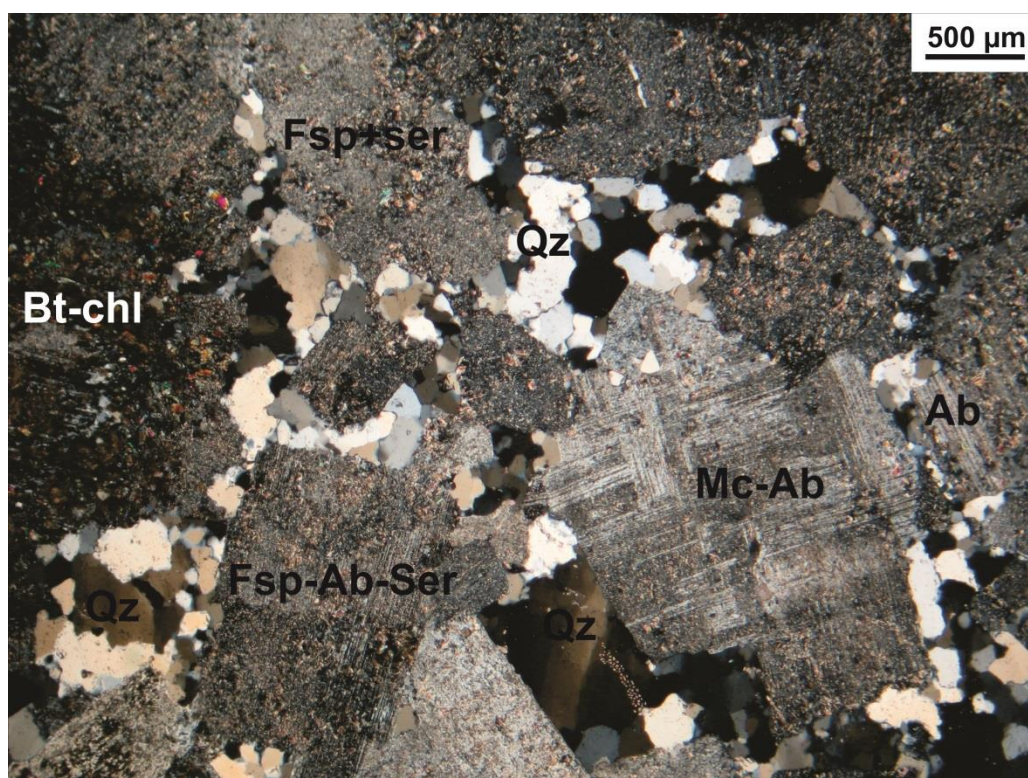


Figura 67: Rocha granítica com cristais de feldspatos albitizados e sericitizados, com quartzo intersticial recristalizado e biotita alterando para clorita.

Descrição Petrográfica Lavra Velha							
Amostra LV-31		Furo: FPP-04 (185,38 m)		Coordenadas: 802432; 8565606; 652m			
Descrição macroscópica:							
Granito leucocrático, fanerítico com granulação média. Apresenta leve xistosidade e forte sericitização. Os cristais de quartzo apresentam coloração azulada (Figura 68).							
Descrição microscópica:							
Rocha composta por minerais de quartzo, plagioclásio e feldspato potássico albitizados, sericita/muscovita, clorita, carbonato, turmalina e traços de epidoto e rutilo. O quartzo encontra-se recristalizado e orientado, podendo formar indicadores cinemáticos. Alguns cristais de plagioclásio encontram-se parcialmente preservados, porém albitizados. São mais comuns na forma de pseudomorfos sericitizados. A sericita pode estar em domínios monominerálicos, que representam os pseudomorfos de plagioclásio, ou compondo uma matriz com quartzo e carbonato associados oriundo provavelmente da alteração dos feldspatos alcalinos (Figura 69). O feldspato potássico também passa é atingido pelo processo de albitização total, apresentando as vezes a textura tipo <i>chess board</i> . A clorita ocorre quase sempre associada ao carbonato. A turmalina segue a orientação da foliação da rocha. A rocha apresenta estrutura granítica em alguns domínios e xistosidade em outras, resultado provavelmente de cisalhamento. Mas a textura é blastogranular.							
Considerações:							
A rocha corresponde a um protólito granítico a granodiorítico com atuação de uma zona de cisalhamento responsável pela deformação e estruturação da rocha, com atuação de hidrotermalismo, gerando além da sericitização e cloritização, a turmalinização.							
Composição mineralógica (%)							
Quartzo		35		Carbonato		5	
Feldspato albitizado		35		Clorita		4	
Sericita/muscovita		20		Turmalina		1	
Nome da rocha							
Granito ou granodiorito cisalhado com albitização, cloritização e intensa sericitização.							



Figura 68: Rocha leucocrática, granodiorítica, cisalhada com albitização e sericitização.

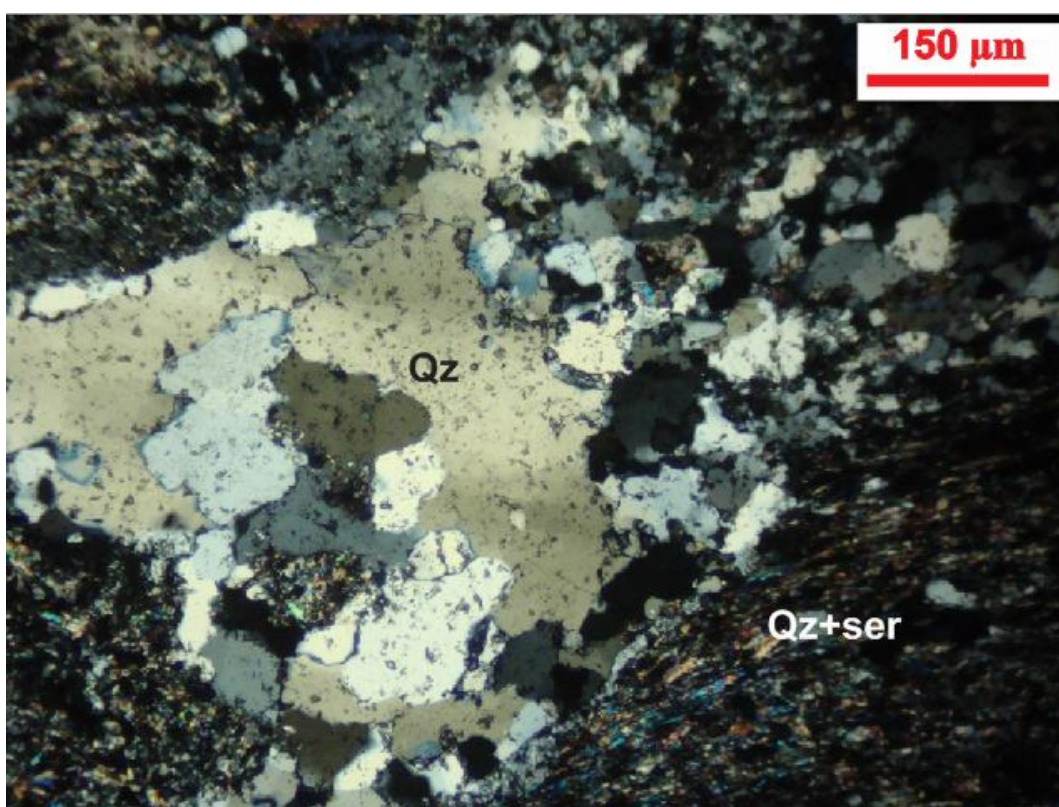


Figura 69: Aglomerado de cristais de quartzo em contato com matriz quartzo-sericítica, que preenchem pseudomorfos de feldspato.

Descrição Petrográfica Lavra Velha			
Amostra LV-32	Amostra de afloramento	Coordenadas: 791918; 8584640; 580m	
Descrição macroscópica: Magnetita-biotita granito, fanerítico, de granulação grossa, equigranular e hipidiomórfica a xenomórfica.			
Descrição microscópica: Rocha de estrutura granítica, granulação grossa, composição monzogranítica, formada por quartzo, k-feldspato, plagioclásio, biotita/clorita, sericita/muscovita, opacos/magnetita e traços de epidoto, zircão e apatita. A textura é blastogranular hipidiomórfica. O quartzo exibe leve extinção ondulante. Cristais de feldspato potássico podem ser encontrados ainda pouco preservados, com albitização parcial por substituição mesopertítica. O plagioclásio encontra-se parcialmente sericitizado. A biotita, de formação primária, é deformada e se altera para clorita, muscovita e epidoto, além de opacos e allanita. Também são identificadas biotitas secundárias, neoformadas, que apresentam coloração mais clara e são geradas em temperaturas menores. Os cristais de titanita são euhedrais ou formam coroa em torno do mineral opaco, sendo assim, provavelmente de origem secundária.			
Considerações: O provável protólito da rocha tem composição monzogranítica e atua sobre ela metamorfismo tendendo mais á estático, com maior influências de fluidos.			
Composição mineralógica (%)			
Feldspato potássico	30	Biotita	8
Plagioclásio/sericita	30	Opacos /magnetita	7
Quartzo	25		
Nome da rocha			
(Blasto) Magnetita-biotita monzogranito sericitizado			

Descrição Petrográfica Lavra Velha			
Amostra LV-33	Amostra de afloramento	Coordenadas: 794400; 8578823; 597m.	
Descrição macroscópica: Rocha de granulação fina, equigranular, subfanerítica, de composição quartzo-feldspática, com biotita e textura gnáissica (Figura 70).			
Descrição microscópica: Rocha de estrutura gnaissica, granulação média, composta por quartzo, feldspatos sericitizados, muscovita/sericita, biotita, epidoto, titanita e traços de apatita e opacos. Quartzo com extinção ondulante , recristalizado e mobilizado, formando bandas orientadas. Os minerais de feldspato encontram-se albitizados e parcialmente sericitizados. A sericita cresce preferencialmente nas direções de clivagem destes cristais (Figura 71). O epidoto está em uma massa mineral associado à biotita e muscovita. A titanita também se associa a biotita.			
Considerações: Protólito plutônico de composição provavelmente granodiorítica. Atuação de metamorfismo pouco estático, com percolação de fluido.			
Composição mineralógica (%)			
Quartzo	30	Biotita	3
Plagioclásio sericitizado	45	Epidoto	1
Feldspato potássico	20	Titanita	1
Nome da rocha			
Granodiorito deformado e silicificado (Complexo Paramirim)			



Figura 70: Granodiorito deformado e silicificado (ortogneisse).

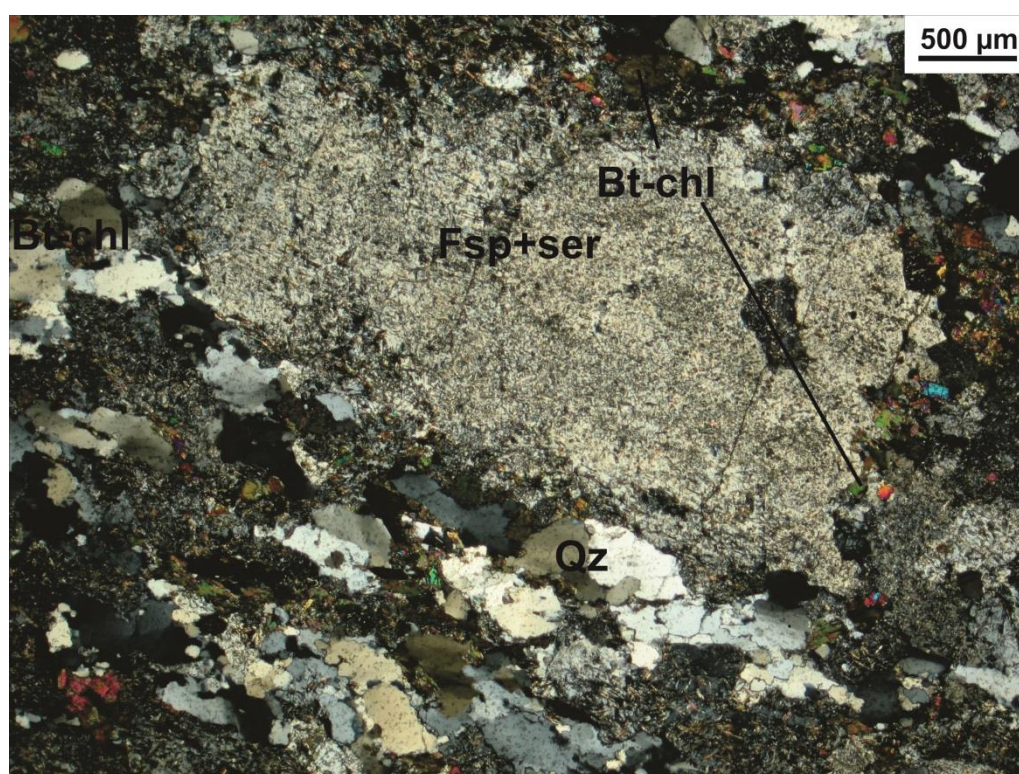


Figura 71: Cristal de feldspato sendo substituído por sericita, em contato com quartzo, orientados. Além de epidoto e biotita alterando à clorita.

Descrição Petrográfica Lavra Velha		
Amostra LV-34	Amostra de afloramento	Coordenadas: 800430; 8611309; 1039m
Descrição macroscópica: Rocha leucocrática, inequigranular, com cristais de quartzo e matriz de rocha fina, completamente sericitizada (Figura 72).		
Descrição microscópica: Rocha de granulação grossa, estrutura granítica, composta por quartzo e pseudomorfos de feldspatos completamente sericitizados (Figura 73). Ainda estão presentes opacos, e acessórios de zircão. O quartzo apresenta extinção ondulante e forma agregados com diâmetros superiores a 5mm. Os pseudomorfos de feldspato tem dimensões aproximadas aos agregados de quartzo. A relação de contato com a matriz é lobulado, com migração de borda de grãos de pseudomorfos de feldspato em quartzo.		
Considerações: Protólito de origem plutônica, de composição granodiorítica a tonalítica. A intensa alteração dos feldspatos não permite diferenciá-los para classificação. O metamorfismo atuante sobre rocha é aparentemente estático, com forte atuação de percolação de fluido.		
Composição mineralógica		
Quartzo	60	Traços de zircão e opacos
Sericita	40	
Nome da rocha		
Rocha plutônica quartzo-feldspática de granulação grossa intensamente sericitizada		



Figura 72: Amostra de riolito sericitizado.

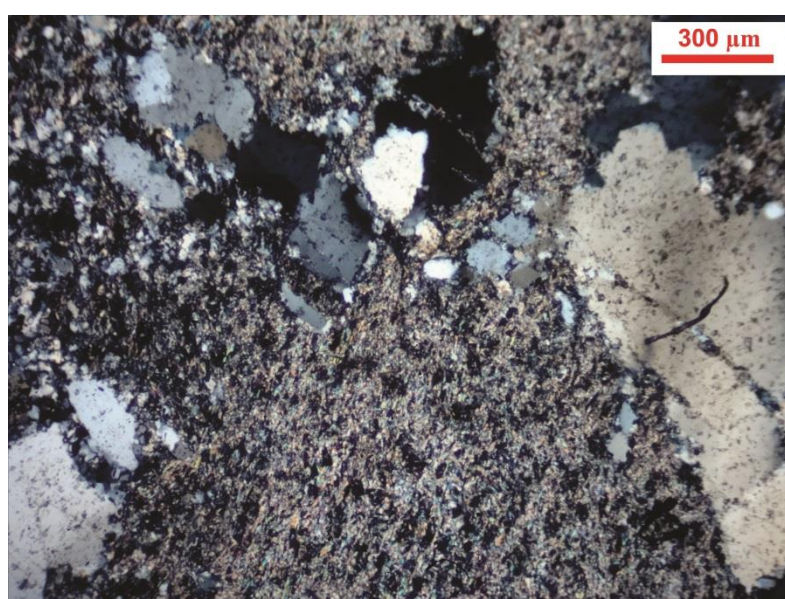


Figura 73: Detalhe de matriz microgranular intensamente sericitizada com cristais de quartzo porfíricos em contato lobulado com a matriz.

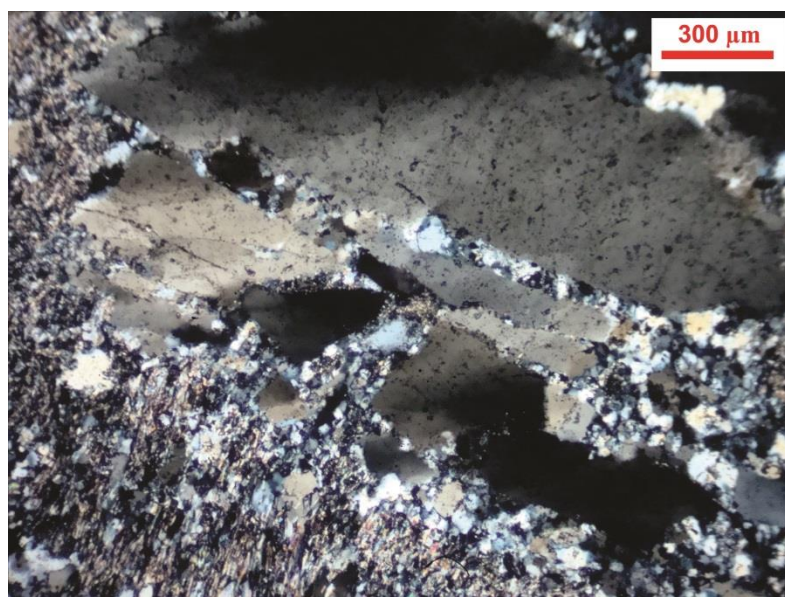


Figura 740.44: Cristais de quartzo recristalizados, com extinção ondulante e redução de grãos nas bordas.

Descrição Petrográfica Lavra Velha			
Amostra LV-35	Amostra de afloramento	Coordenadas: 795307; 8591526; 773m	
Descrição macroscópica: Rocha cinza arroxeada, subfanerítica, estrutura gnaissica, com matriz fina e cristais centimétricos de cianita (Figura 75).			
Descrição microscópica: Rocha composta por quartzo, muscovita, muscovita e cianita. Os minerais de quartzo encontram-se estirados e orientados, com muscovita entre grãos, marcando bem a foliação da xistosidade (Figura 76). O quartzo exibe leve extinção ondulante. A sericita/muscovita é produto de alteração do feldspato. Os minerais opacos encontram-se disseminados no domínio mais interno da rocha e nas bordas formam filetes orientados, associados à sericitização mais intensa. Os porfiroblastos de cianita encontram-se orientados e desenvolvidos sobre os cristais da rocha, associados principalmente à sericita (Figura 77).			
Considerações: Apesar da presença de cianita, o metamorfismo ainda está associado à fácies Xisto Verde, com temperaturas entre 350 e 400°C e pressão entre 2 e 4Kbar, num ambiente entre 10 e 15 km de profundidade (anterior ao campo de formação da biotita). Tudo indica que as rochas foram submetidas a processos metamórficos de baixa temperatura, porém grande participação de fluido, em sistema aberto.			
Composição mineralógica			
Quartzo	30	Cianita	10
Muscovita/sericita	20		
Nome da rocha			
Metarenito arcoseano sericitizado com cianita			



Figura 75: Rocha xistosa com porfiroblastos de cianita.

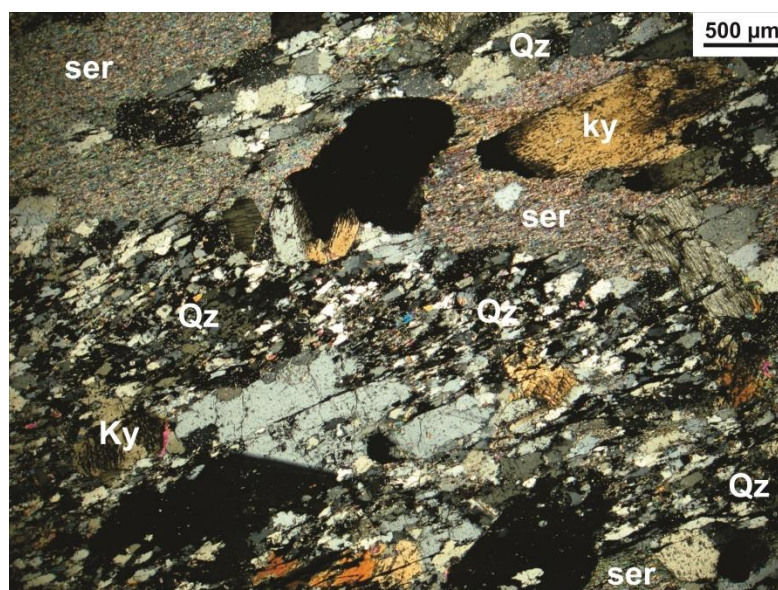


Figura 76: Rocha com quartzo e pseudomorfos de feldspatos sericitizados orientados. Sobre eles porfiroblastos de cianita.

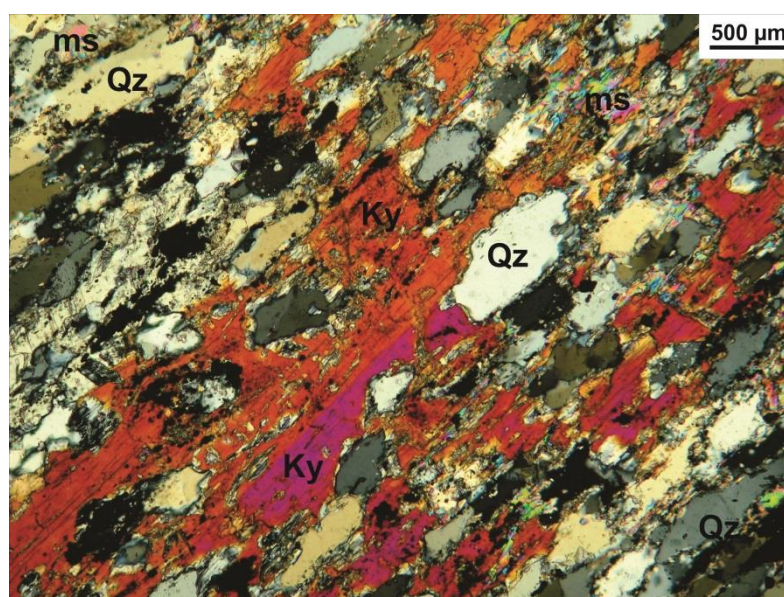


Figura 77: Cristais de cianita crescidos sobre os cristais de quartzo e principalmente sericita.

Descrição Petrográfica Lavra Velha			
Amostra LV-36	Furo: FLV-52 (84,50 m)	Coordenadas: 798861; 8611842; 1057m	
Descrição macroscópica: Rocha subfanerítica, de coloração cinza amarelada com magnetita disseminada. Comum filetes oxidadas, de coloração amarelo ocre.			
Descrição microscópica: Rocha com estrutura gnaissica, foliação anastomosada, granulação fina, composta essencialmente por quartzo e pseudomorfos de feldspato completamente sericitizados com martitas disseminadas (Figura 78). O quartzo apresenta leve extinção ondulante. Estão mobilizados próximo às magnetitas. Pseudomorfos de plagioclásio completamente sericitizado podem chegar a 2,5mm e apresentam forma tabular. Filetes anastomosados de óxido-hidróxido de ferro limitam as bandas quartzo-feldspáticas, com os minerais orientados, e marcam bem a foliação da rocha (Figura 79).			
Considerações: Protólito de composição quartzo-feldspática e origem subvulcânica, correspondente a um aplito tonalítico.			
Composição mineralógica			
Quartzo	35	Martita	3
Sericita	62		
Nome da rocha			
Rocha subvulcânica quartzo-feldspática intensamente seiricitizada			

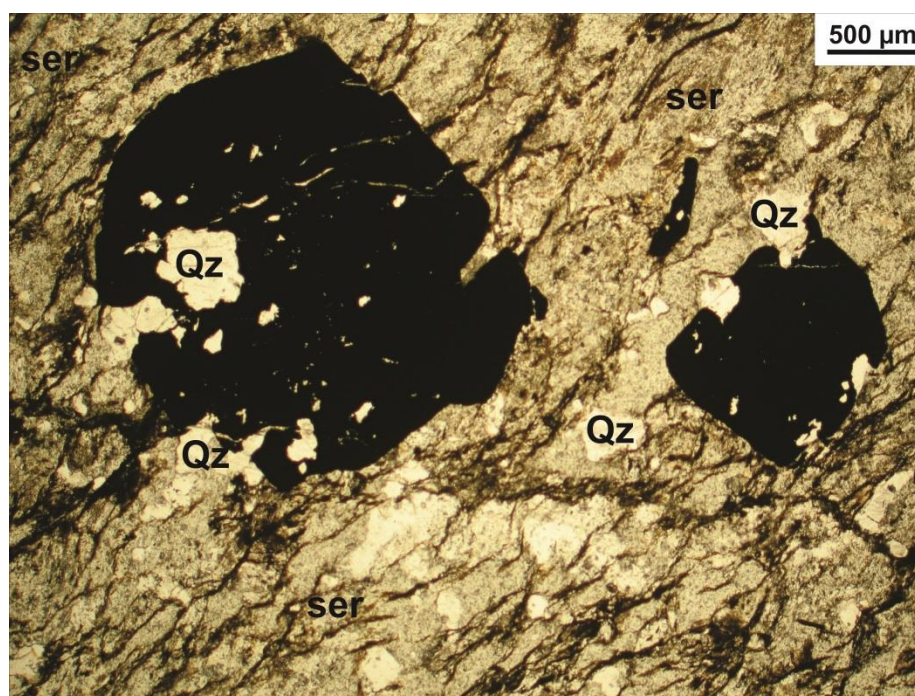


Figura 78: Magnetita martitizadas formadas sobre matriz que compõe a rocha.

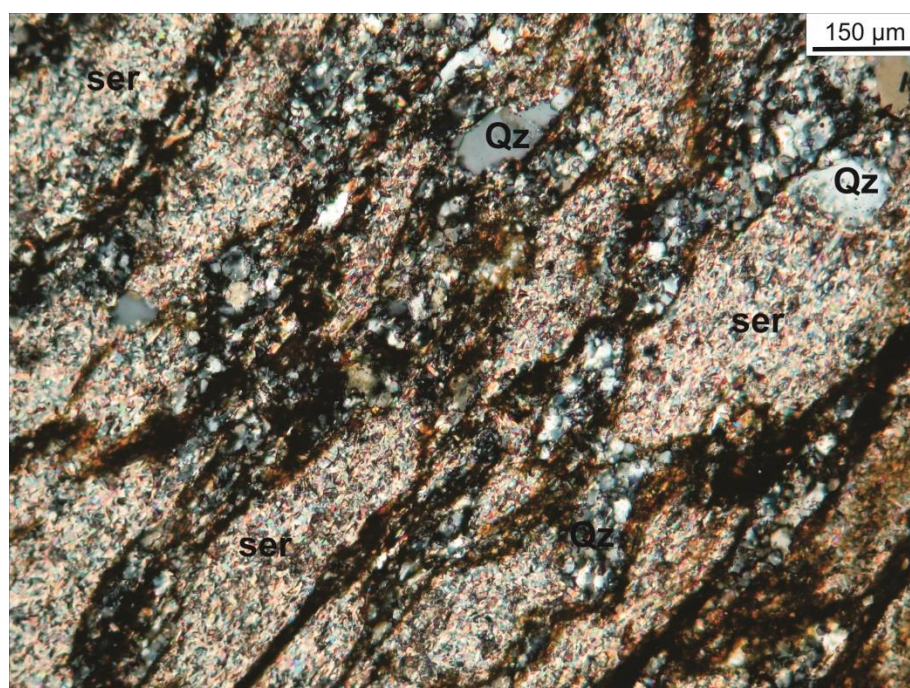


Figura 79: Pseudomorfos de feldspatos constituídos por sericita e minerais (agregados) de quartzo, orientados e limitados por filetes anastomosados, definido bem a foliação da rocha e o aspecto xistoso.