

CAPÍTULO 3 – GEOLOGIA

3.1 Geologia Regional

A área de estudo está inserida no contexto geológico da Faixa Araçuaí (Almeida, 1977) e situa-se na porção nordeste da Folha Araçuaí (Pedrosa-Soares, 1997).

3.1.1 Geotectônica – O Orógeno Araçuaí

A Faixa Araçuaí foi definida por Almeida (1977) como um cinturão de dobramentos edificado paralelamente à margem sudeste do Cráton do São Francisco, durante a Orogênese Brasileira.

A caracterização da Faixa como orógeno foi realizada por Pedrosa-Soares & Wiedemann-Leonardos (2000) e Pedrosa-Soares *et al.* (2001b). Estes trabalhos abordam a correlação entre a Faixa Araçuaí e sua porção africana, a Faixa Congo Ocidental.

No Mesozóico, antes da abertura do Atlântico, estas faixas constituíam um único orógeno brasileiro-panafricano: o Orógeno Araçuaí-Congo Ocidental (Figura 06). Após a abertura do Atlântico a Faixa Araçuaí herdou dois terços do Orógeno Araçuaí-Congo Ocidental. No Brasil, o Orógeno Araçuaí se estende do Cráton do São Francisco ao litoral Atlântico, balizado pelos paralelos 15° e 21° S .

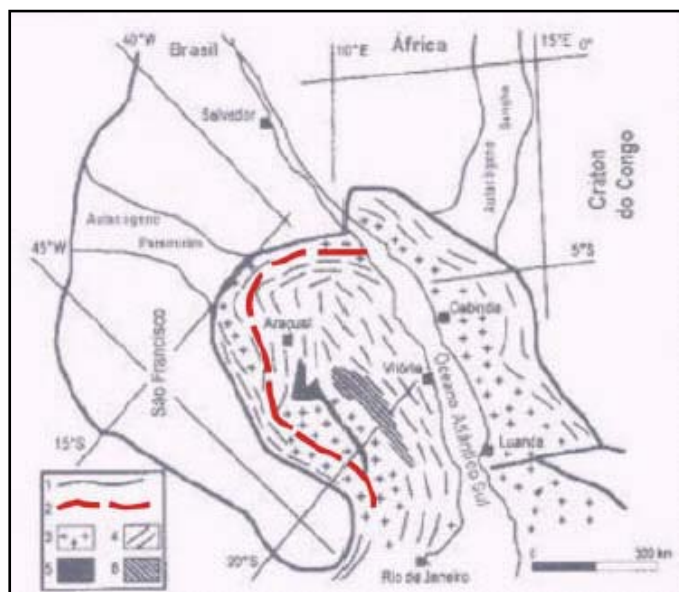


Figura 06 - Mapa geotectônico esquemático do Orógeno Araçuaí-Oeste Congo (Pedrosa-Soares *et al.*, 2001b). 1, limite cratônico; 2, limite entre os domínios interno e externo na Faixa Araçuaí; 3, embasamento, incluindo as unidades paleoproterozóicas e mesoproterozóicas; 4, trend estrutural Brasileiro-Pan Africano; 5, lascas oceânicas neoproterozóicas; 6, arcos magmáticos cálcio-alcalinos, pré a sincolisional, do final do Neoproterozóico.

3.1.2 Unidades Geológicas no Contexto Regional

O mapa geológico (Figura 07) apresenta o contexto regional no qual insere-se a área de estudo. Como representantes do embasamento supracrustal do Orógeno Araçuaí estão as unidades Pré-Neoproterozóicas do Supergrupo Espinhaço, deformadas e metamorfisadas em baixo grau durante a Orogênese Brasileira. Estas unidades estão sobrepostas pelas seqüências metassedimentares Neoproterozóicas do Grupo Macaúbas, bacia percussora do Orógeno Araçuaí. Os estágios orogênicos estão representados por granitos e pegmatitos que intrudem rochas metassedimentares do Grupo Macaúbas, a suíte G2 de idade Neoproterozóica representa o estágio sincolisional enquanto que as suítes G4 e G5 representam o estágio pós-colisional. A Formação Salinas representa a sedimentação tardi-orogênica. Depósitos recentes são caracterizados por sedimentos e coberturas aluvionares de idade Cenozóica.

As unidades regionais que se destacam na área de estudo são descritas a seguir.

A. Neoproterozóico

Grupo Macaúbas

É representado por uma seqüência de rochas metassedimentares que estão subdivididas em unidades de acordo com as características deposicionais.

- *Unidade Proximal* - considerada exclusivamente como sedimentar (Pedrosa-Soares & Wiedemann-Leonardos, 2000, Pedrosa-Soares *et al.*, 2001b), é composta predominantemente por quartzo-mica xisto bandado, metagrauvaca, micaxisto e grafita xisto, com intercalações freqüentes de rocha cálcio-silicática paraderivada e raras intercalações de metaconglomerado clasto-suportado e mármore calcítico. Estes litotipos subdivididos por Noce *et al.* (1997) como formações do Grupo Macaúbas foram redefinidos por Lima *et al.* (2002), sendo então incluídos nas “Formações Proximais do Grupo Macaúbas”.

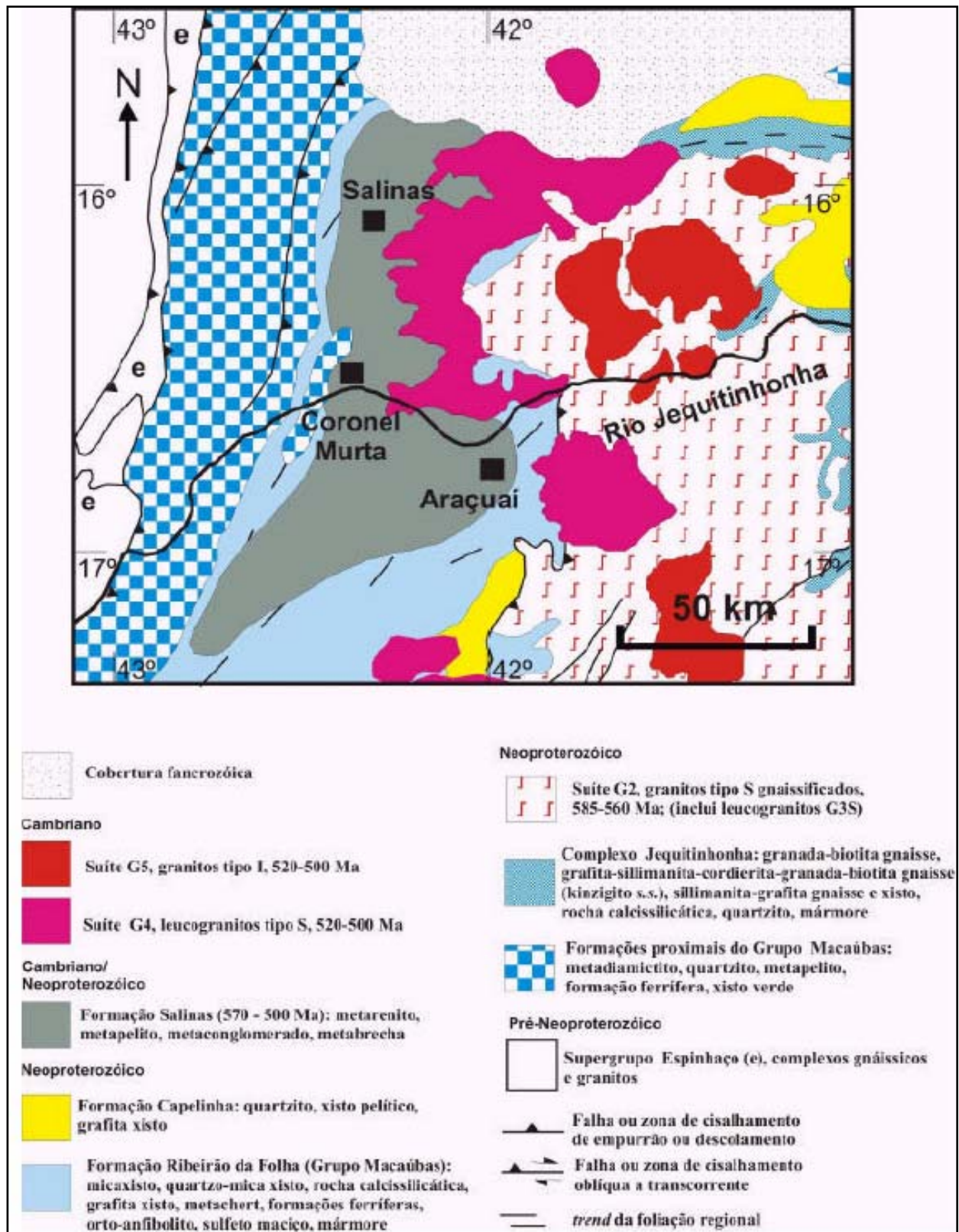


Figura 07: Mapa geológico do setor norte da Faixa Araçuaí, MG (Pinho-Tavares, 2004).

- *Unidade Distal* - caracterizada por uma associação vulcano-sedimentar, os litotipos predominantes são pelitos de mar profundo (micaxisto, quartzo-micaxisto, xisto gnaissóide e biotita gnaisse) com intercalações de rochas cálcio-silicática paraderivada, formações ferríferas (tipos óxido, sulfeto e silicato), formação manganesífera, metachert com corpos de diopsidito sulfetado e de sulfeto maciço, grafita-xisto e ortoanfibolitos. É representada pela Formação Ribeirão da Folha. Definida por Pedrosa-Soares *et al.* (1992b) e Noce *et al.* (1997) como fácies ou membro da Formação Salinas, a Formação Ribeirão da Folha foi redefinida e re-hierarquizada por Lima *et al.* (2002).

B. Neoproterozóico/Cambriano

Formação Salinas

Os litotipos são metagrauvacas, metapelitos grauvaquianos, metaconglomerados, metabrechas. As rochas grauvaquianas são compostas essencialmente por quartzo, plagioclásio, biotita, mica branca (muscovita e sericita) e, subordinadamente feldspato potássico, clorita, calcita, e/ou dolomita.

As três associações de litofácies são: plataforma, talude e bacia. As associações de fácies e sua distribuição sugerem um ambiente marinho plataformar com sedimentação influenciada por correntes e ondas de tempestade.

Anteriormente considerada como integrante do Grupo Macaúbas, a Formação Salinas foi re-hierarquizada por Lima *et al.* (2002) devido às seguintes características: (i) intervalo de deposição situa-se em ca. 568-500 Ma (zircões detríticos por U-Pb SHIRIMP); (ii) presença de estruturas sedimentares bem preservadas; (iii) contraste entre o metamorfismo desta formação e do Grupo Macaúbas; (iv) evidências de discordância angular com outras rochas deste Grupo.

Rochas Intrusivas

Granitos

Baseado em dados geoquímicos e geocronológicos U-Pb e Pb-Pb Pedrosa-Soares *et al.* (2001b) propõem a subdivisão dos corpos graníticos em suítes. As suítes G2, G4 e G5 são descritas a seguir (Tabela 04).

Tabela 04: Caracterização das suítes G2, G4 e G5 (modificado de Pedrosa-Soares *et al.*, 2001b).

Suíte/Tipo	Composição	Idade (Ma)	Deformação	Tectônica	Características
G2 S	Cordierita-granada-biotita granito e Granada-biotita-granito	585-565	Foliados (gnaisses)	Sin-colisional	Corpos graníticos tabulares, autóctones ou parautóctones, deformados em concordância com a foliação regional.
G4 S	Granito a duas micas	520-490	Orientação de fluxo ígneo	Pós-colisional	Os granitos desta suíte G4 são fontes de pegmatitos residuais ricos em minerais-gema, feldspatos e outros minerais da indústria cerâmica e vidreira.
G5 I	Granito a Sienogranito	520-490	Ausência de foliação regional	Pós-colisional	Feições de mistura mecânica (<i>mingling</i>) e química (<i>mixing</i>) de magmas são comuns. A assinatura geoquímica das intrusões é cálcio-alcalina de alto K e alto Fe.

Pegmatitos

Segundo Cameron *et al.* (1949) e Cerný (1991b), pegmatitos são rochas intrusivas com granulação maior que 2,5cm. Podem mostrar ampla variação no tamanho dos cristais, a qual ocorre muitas vezes segundo zonações internas ao corpo pegmatítico.

Com relação à gênese (Landes, 1933), os pegmatitos são originados por dois processos distintos:

(a) fusão parcial de rochas da crosta sendo designados como anatéticos. Esses pegmatitos têm pouco valor em termos de ocorrência de minerais-gema e o principal interesse econômico está relacionado ao aproveitamento de feldspato para a indústria cerâmica.

(b) cristalização de fusões graníticas residuais, ricas em fluidos e em elementos químicos de alta incompatibilidade. Esses pegmatitos que são designados como residuais, podem ter grande valor gemológico e/ou elevadas concentrações de elementos raros.

Os pegmatitos que ocorrem na área de estudo são integrantes da Província Pegmatítica Oriental (Figura 08) cujo Distrito Pegmatítico é o Araçuaí (Correia Neves *et al.* 1986, Pedrosa-Soares *et al.* 2001a). Este distrito compreende pegmatitos residuais derivados de granitos intrusivos da Suíte G4.

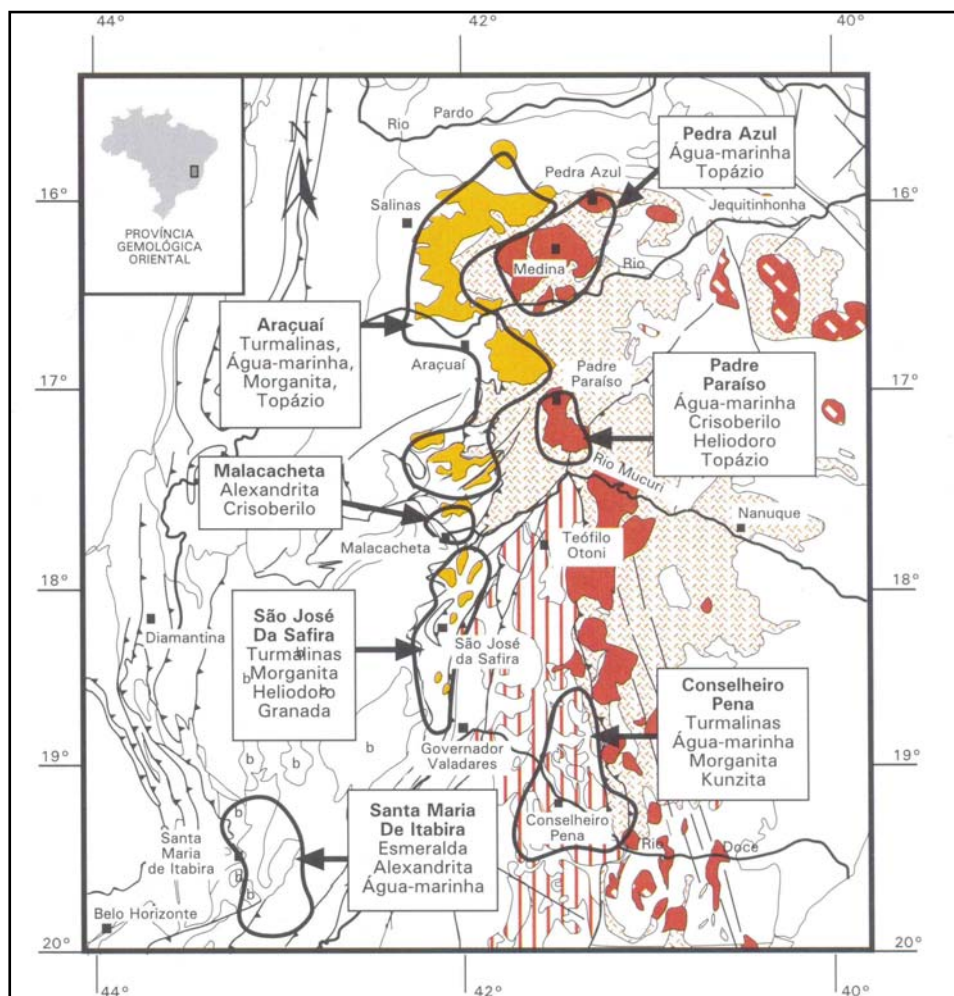


Figura 08: Principais Distritos Gemológicos da Província Oriental (Pedrosa-Soares *et al.*, 2001a).

3.1.3 Geologia Estrutural

As seguintes estruturas regionais são identificadas na porção centro-oriental da Faixa Araçuaí (Pedrosa-Soares *et al.*, 1993b):

- xistosidade principal (S_n) - é, em geral, paralela ou sub-paralela ao acamamento (S_0) e contém a lineação de estiramento mineral (L_n). É comum S_n manifestar-se como uma das foliações de um par S-C de arranjo planar ou sigmoidal, representando geralmente a foliação C, mais proeminente, sendo S muitas vezes restrita às bandas mais micáceas.
- clivagem de crenulação (S_{n+1}) – representa uma etapa dúctil-rúptil. É superposta a S_n e apresenta recristalização mineral ao longo de seus planos.
- dois sistemas de clivagens espaçadas – caracterizam-se como clivagens de fratura de alto ângulo de mergulho e de espaçamento centimétrico a decimétrico, com direções variáveis nos quadrantes NW e NE. Estas clivagens cortam, em regime rúptil, todas as demais estruturas de expressão regional ou local.

Domínios Estruturais

A subdivisão do setor central da Faixa Araçuaí nos domínios estruturais Santana-Baixo Vacaria e Araçuaí-Minas Novas (Figura 09) foi proposta por Pedrosa-Soares *et al.* (1993b). A delimitação dos domínios fundamenta-se nas diferenças de atitude de S_n e em suas relações com a lineação de estiramento mineral (L_n).

Domínio Santana-Baixo Rio Vacaria (DSBV)

Este domínio possui *trend* estrutural NNE com variações locais e arranjos curvilíneos em torno de intrusões graníticas. A xistosidade principal S_n mostra mergulhos freqüentemente baixos. A lineação L_n tem caimento dominante para leste e sua obliquidade é geralmente alta a *down-dip*. O DSBV é interpretado como um sistema de rampas de cavalgamento frontais e oblíquas, de baixo a médio ângulo.

Os indicadores cinemáticos evidenciam que o transporte tectônico se deu no sentido geral de leste para oeste.

Domínio Araçuaí-Minas Novas (DAMN)

Apresenta uma geometria de estrutura-em-flor dada pelos mergulhos opostos da xistosidade S_n . Em termos regionais, S_n tende a ser vertical ao longo da estreita faixa central do domínio (Figura 09). A lineação L_n possui, em geral, obliquidade média a baixa, sendo nula na faixa central. As obliquidades alta e máxima, incomuns no conjunto, aparecem com alguma freqüência nas margens noroeste e sudeste do domínio.

Os indicadores cinemáticos evidenciam que a componente direcional do transporte tectônico foi predominantemente dextral.

A componente de mergulho é inversa, evidenciando transporte de massa centrífugo, isto é, para NW e SE, respectivamente nas porções ocidental e oriental do Domínio Araçuaí-Minas Novas.

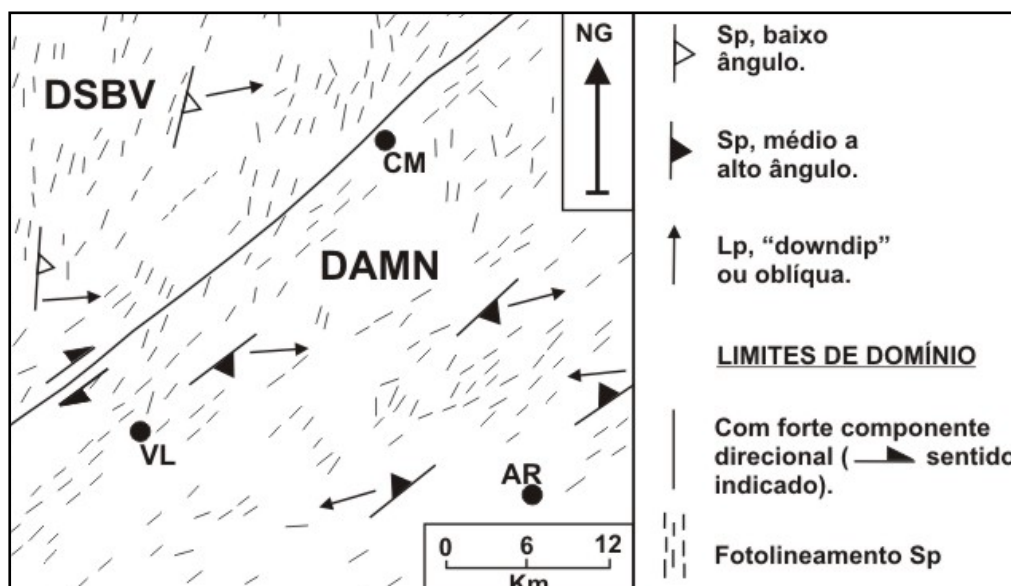


Figura 09: Domínios estruturais do setor central da Faixa Araçuaí. DSBV - Domínio Santana-Baixo Vacaria; DAMN - Domínio Araçuaí-Minas Novas. Localidades: CM – Coronel Murta; VL – Virgem da Lapa; AR - Araçuaí (Pedrosa-Soares *et al.*, 1993b).

3.2 Geologia Local

As seguintes unidades geológicas afloram na área de estudo (Figura 10):

- rochas metassedimentares - xistos, quartzitos, metagrauvas e rochas calcissilicáticas pertencentes ao Grupo Macaúbas;
 - granitos referentes à suíte G4, integrantes do Batólito Itaporé (Pedrosa-Soares, 1997);
 - pegmatitos, corpos ígneos gerados a partir de fusões residuais de granitos da suíte G4;
- sedimentos estratificados e semi-consolidados que recobrem as chapadas.

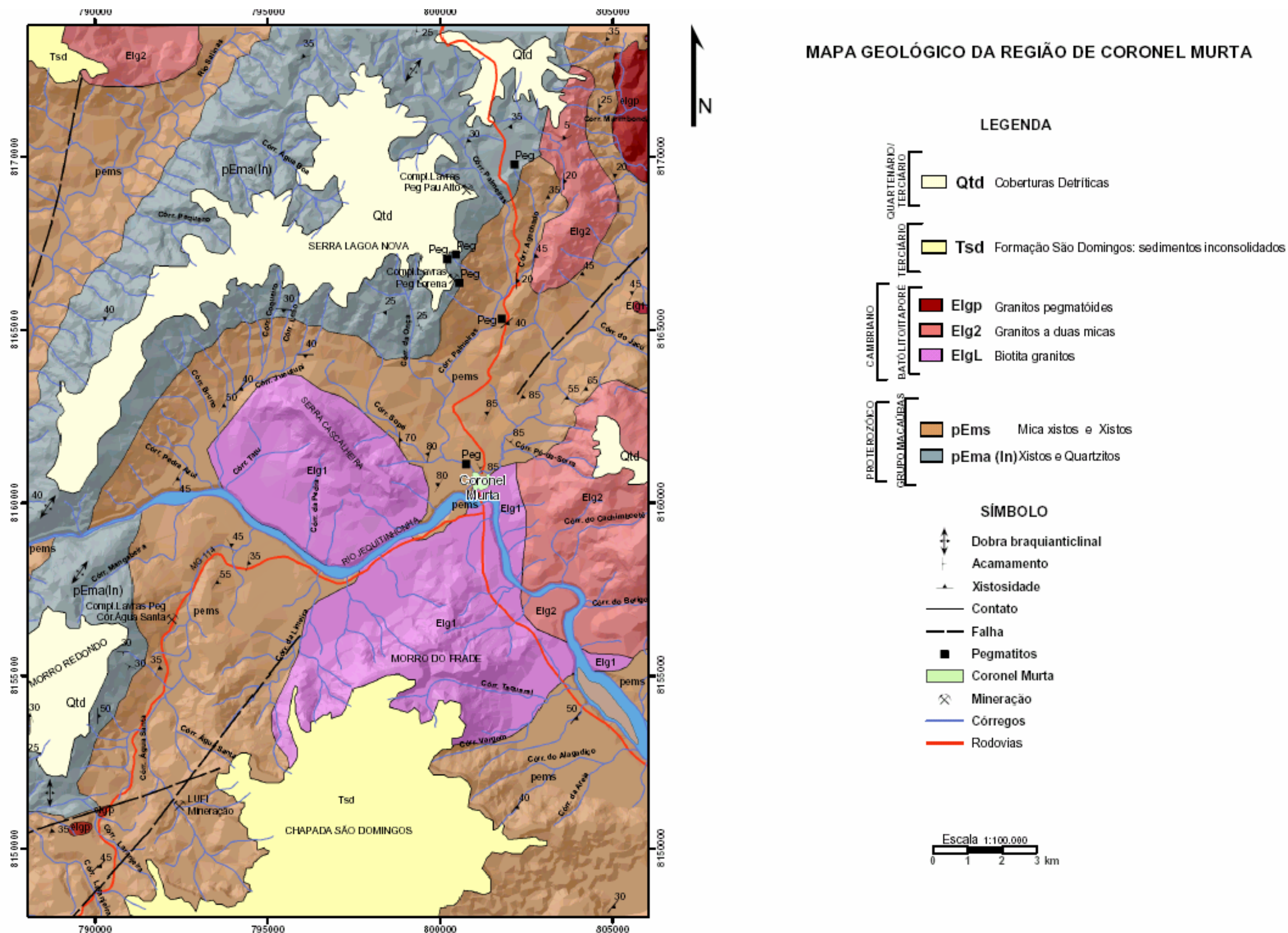


Figura 10: Mapa Geológico da região de Coronel Murta (modificado de Pedrosa-Soares, 1997 e Pinho-Tavares, 2004).

3.2.1 Unidades Geológicas no Contexto Local

Em função da nova coluna estratigráfica proposta por Lima *et al.* (2002) existe atualmente a necessidade de mapeamentos geológicos considerando a redefinição e a re-hierarquização das formações Salinas e Ribeirão da Folha. Desta forma, optou-se por uma descrição litológica independente das unidades, uma vez que as correlações estratigráficas carecem de trabalhos de mapeamentos em escala local.

A. Neoproterozóico/Cambriano

Rochas Metassedimentares - Grupo Macaúbas

Constituem uma seqüência composta por xistos, quartzitos, rochas calcissilicáticas e metagrauvacas. Os xistos (Figura 11) representam a litologia dominante na área de estudo. As rochas quartzíticas e calcissilicáticas ocorrem geralmente na forma de lentes intercaladas nos xistos.

Xistos

São classificados como quartzo-mica xisto, quartzo-mica-feldspato xisto e mica xisto. Os quartzo-mica xistos (Figura 12) são freqüentemente bandados e na sua constituição observa-se um predomínio de biotita em relação a muscovita, conferindo cor cinza escuro à rocha. O feldspato comumente encontrado é a albita. A rocha é de granulação fina sendo caracterizada por plano de xistosidade pouco espesso. Eventualmente, em rochas de maior granulação, estão presentes níveis ricos em minerais acessórios representados por granada, sillimanita e cianita.

Quartzitos

Apresentam as seguintes variedades: quartzito micáceo, tipo de maior ocorrência, caracterizado por cor cinza e granulação fina; quartzito feldspático cujos minerais principais são quartzo, plagioclásio e microclina e quartzito puro. A mineralogia acessória destas rochas é constituída basicamente por hematita, zircão e apatita.

Rochas Calcissilicáticas

Ocorrem geralmente na forma de lentes boudinadas, bandas estratiformes de espessura centimétrica ou veios encaixados nos xistos. As calcissilicáticas (Figura 13) apresentam cor verde e são compostas por quartzo, epidoto, plagioclásio e titanita. Eventualmente ocorrem piroxênios e anfibólios.

Metagrauvas

As metagrauvas possuem afloramentos típicos na rodovia BR-367, na entrada de Coronel Murta. Estas rochas maciças e de coloração cinza são compostas basicamente por quartzo, feldspato e micas.

B. Cambriano

Rochas Intrusivas

Biotita granito, leucogranito a duas micas e granito pegmatóide compõem o Batólito Itaporé (Pedrosa-Soares, 1997) e representam litologias de ampla ocorrência na área de estudo.

Leucogranitos a duas micas

Ocorrem a norte e a leste de Coronel Murta. Em afloramentos típicos, os leucogranitos a duas micas (Figura 14) apresentam cor cinza esbranquiçada, granulação fina e mineralogia essencial representada por quartzo, feldspato potássico, plagioclásio e porções variáveis de muscovita e biotita. Os minerais acessórios são granada, zircão, apatita e opacos. Além destes, clorita está presente em função do retro-metamorfismo de biotita, enquanto que sericita é formada pela alteração de feldspatos, notadamente o plagioclásio.

Biotita Granitos

Ocorrem a leste, a sul e a oeste de Coronel Murta, constituindo os morros do Frade e da Cascalheira. Possuem textura equigranular média a grossa a sub-porfirítica. A mineralogia essencial é representada por quartzo, feldspato potássico, plagioclásio e biotita. Os minerais acessórios são: zircão livre ou incluso em biotita, apatita, titanita e opacos. Os minerais secundários são muscovita e clorita.

Granitos Pegmatóides

Estas rochas ocorrem geralmente em maciços circulares cujo diâmetro médio pode variar entre algumas centenas de metros a vários quilômetros. Na área de estudo os granitos pegmatóides (Figura 15) estão localizados a leste e nordeste de Coronel Murta. Trata-se de rochas de granulação média a grossa com mineralogia representada por feldspato, quartzo, turmalina e muscovita, tendo como acessórios granada, biotita e berilo.

Pegmatitos

Os pegmatitos que ocorrem na área de estudo (Figura 16), integrantes do Distrito Pegmatítico Araçuaí, estão inseridos no Campo Pegmatítico Coronel Murta – Virgem da Lapa (Pedrosa-Soares *et al.*, 1990, 2001a). Constituem corpos gerados a partir de fusões graníticas residuais, localmente relacionadas ao biotita granito e ao leucogranito a duas micas.

Os grupos pegmatíticos do campo Coronel Murta – Virgem da Lapa são descritos na tabela 05.

Tabela 05: Os grupos pegmatíticos do Campo Pegmatítico de Coronel Murta-Virgem da Lapa. (modificado de Pedrosa-Soares *et al.* (1990), Castañeda (1997) e Pinho-Tavares (2004)).

	Pegmatitos Zonados Simples	Pegmatitos Zonados Complexos
Grupos	Córrego Água Santa	Córrego Palmeiras
Classes	Elementos raros/ Muscovita	Elementos raros
Relação com granito fonte	Marginais ou externos	Externos
Encaixante	Xistos e metagrauvas	Xistos, quartzitos e metagrauvas.
Zonamento	Regular	Complexo
Intensidade da substituição	Incipiente a moderada	Forte
Mineralogia Essencial	Feldspato potássico macro-pertítico, quartzo e muscovita subordinada.	Feldspato potássio pertítico, quartzo e muscovita.
Mineralogia acessória	Biotita, schorlita, berilo, granada, buchos de mica e turmalina verde.	Turmaliníferos: turmalinas coradas, clevelandita, lepdolita, topázio, morganita, columbita-tantalita, apatita, amblygonita e berilo. Litiníferos: mesma mineralogia que os turmaliníferos, exceto topázio. Aparece adicionalmente espodumênio (kunzita).
Principais Produtos	Feldspato industrial	Turmalinas coradas, morganita, espodumênio, amblygonita e peças de coleção.

C. Cenozóico

Formação São Domingos

Ocorre na Chapada São Domingos, a sul de Coronel Murta. A Formação São Domingos é constituída por arenitos, siltitos e argilitos que ocorrem em camadas de espessura métrica a decamétrica (Pedrosa-Soares, 1997). Delgados níveis conglomeráticos ocorrem localmente.

Os arenitos têm matriz caolínica e cores variáveis entre o branco e o vermelho. Classificam-se como arenitos argilosos a silto-argilosos. Os níveis conglomeráticos são constituídos de seixos subangulosos a arredondados de quartzo leitoso imersos em uma matriz caolínica.

Coberturas Elúvio-Coluvionares

Ocorrem no Morro Redondo na porção sudoeste da área e Chapada Lagoa Nova, a noroeste de Coronel Murta. Estas coberturas são formadas por elúvios e colúvios das litologias que constituem o substrato das chapadas. Assim, as chapadas cujos substratos são constituídos por quartzitos apresentam coberturas arenosas e maior quantidade de seixos de quartzo.

3.2.2 Geologia Estrutural no Contexto Local

Rochas Metassedimentares

A seqüência sedimentar, deformada em condições dúcteis, tem como estrutura proeminente uma xistosidade (Sn) de atitude média 130/50 (Figura 20a).

Rotações nos planos da xistosidade ocorrem localmente em zonas de contato entre xistos e pegmatitos, nestes casos são comuns mergulhos sub-verticais (Figura 17). Segundo Guerra (2003) estes planos rotacionados possuem direção NW-SE e mergulhos para NE e SW.

A xistosidade regional (S_n) também é identificada nos quartzitos. Nestas rochas S_n apresenta atitude média 150/40 (Figura 20b), sendo concordante com o acamamento (S_0). Um segundo plano de xistosidade identificado (S_{n+1}) possui atitude média 300/70, é discordante do acamamento cortando o mesmo (Gonçalves, 1982).

Rochas Intrusivas

Representantes do estágio pós-colisional do Orógeno Araçuaí, as rochas graníticas da área de estudo não apresentam foliação. Desta forma, pegmatitos e veios aplíticos encaixados nestas rochas não apresentam orientação preferencial.

Os corpos pegmatíticos encaixados em rochas metassedimentares apresentam direções preferenciais que são, em geral, concordantes com os planos de fraqueza das encaixantes.

Os pegmatitos do Córrego Palmeiras, cujas encaixantes são os quartzitos, estão alojados em sistemas de diáclases com direções principais N-S e E-W (Pedrosa-Soares, 1984). Os pegmatitos injetados no sistema de diáclase N-S mergulham freqüentemente para W, enquanto que os do sistema E-W mergulham para N. Os pegmatitos do Córrego Água Santa, cujas encaixantes são os xistos, apresentam direção preferencial NE-SW e mergulho para SE.

As apófises pegmatíticas alojadas nos xistos estão freqüentemente boudinadas e/ou dobradas (Figuras 18 e 19).

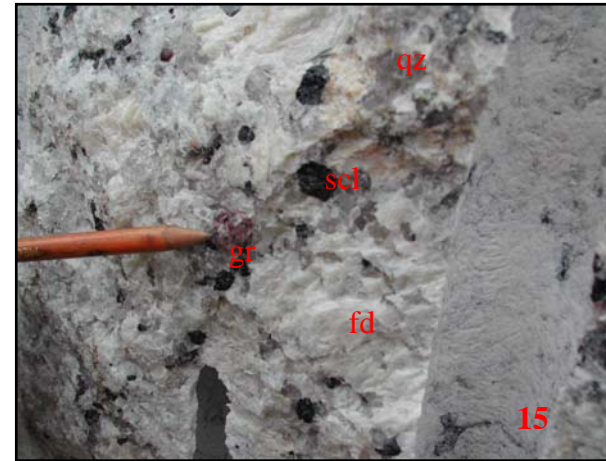
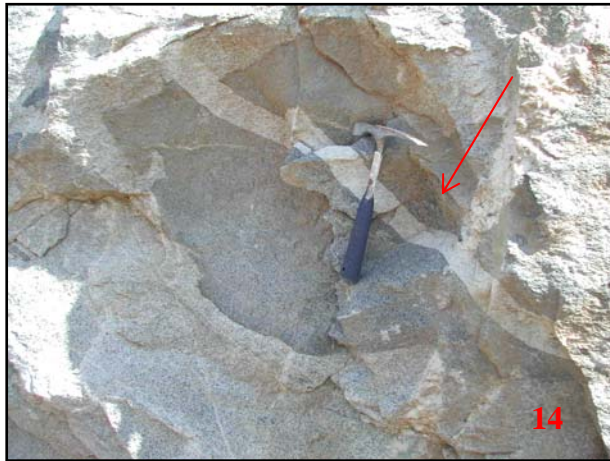


Figura 11: Xisto, Cabeceira do Córrego Água Santa. Figura 12: Intercalação quartzito micáceo e quartzito-mica-xisto. Figura 13: Veio de calcissilicática em xisto grauvaquiano. Figura 14: Leucogranito a duas micas, presença de veio aplítico. Figura 15: Granito pegmatóide, notar mineralogia típica quartzo (qz), feldspato (fd), schorlita (scl) e granada (gr).



Figura 16: Intrusão pegmatítica (peg) em xisto grauvaquiano. Figura 17: Xisto grauvaquiano apresentando xistosidade com mergulho sub-vertical devido à intrusão pegmatítica. Figura 18: Apófise pegmatítica boudinada. Figura 19: Apófise pegmatítica dobrada. Figura 20: Diagramas de roseta onde estão representados planos de xistosidade (S_n): (a) em xistos; (b) em quartzitos. n: nº de medidas.



3.2.3 Petrografia Microscópica

A caracterização microscópica das principais litologias da área de estudo é apresentada a seguir (Tabela 06).

Tabela 06: Petrografia microscópica das rochas da área de estudo.

Lâmina	Rocha	Descrição Geral	Mineralogia Principal	Minerais Acessórios	Minerais Secundários/ Processos de Alteração	Figura
VSM 01A	Biotita xisto	Rocha de textura lepdogranoblástica, granulação fina a média e orientação incipiente marcada pelos cristais de biotita. O quartzo apresenta extinção ondulante.	Quartzo, biotita e plagioclásio.	Opacos e sillimanita.	Muscovita/ Sericitização	21a e b
VSM 05	Quartzito Impuro	Rocha de textura granoblástica e granulação fina a média.	Quartzo, biotita e feldspato.	Opacos	Muscovita/ Sericitização	-
VSM 10	Biotita granito	Rocha de textura granular, hipidiomórfica e de granulação média a grossa. Observam-se estruturas mirmequíticas.	Quartzo, biotita, feldspato potássico e plagioclásio (albita).	Opacos	Muscovita e Clorita./ Sericitização e Cloritização.	22
VSM 09	Granito a duas micas	Rocha de textura hipidiomórfica a xenomórfica e granulação fina a média. Observa-se estágio avançado de alteração.	Quartzo, biotita, plagioclásio (albita), muscovita e granada.	Titanita, zircão, monazita e opacos.	Muscovita e Clorita/ Sericitização e Cloritização	23a e b
VSM 16	Granito pegmatóide	Rocha de textura hipidiomórfica e granulação grossa.	Quartzo, feldspato potássico, plagioclásio (albita) e muscovita.	Titanita, zircão, monazita e opacos.	Sericitização e Saussuritização	-

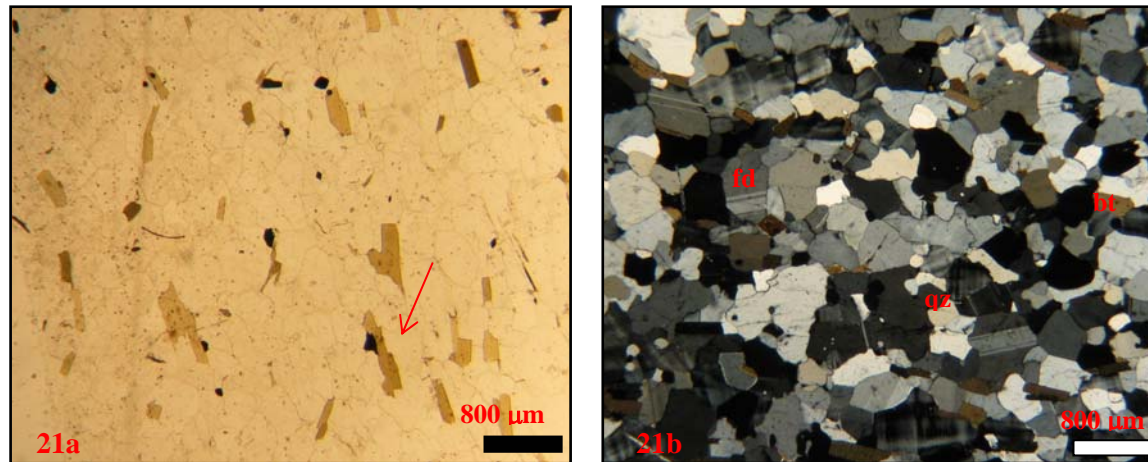


Figura 21: Fotomicrografia – Biotita xisto: (a) orientação incipiente marcada pelas palhetas de biotita. Luz natural; (b) mineralogia principal: quartzo (qz), biotita (bt) e feldspato (fd). Luz polarizada.

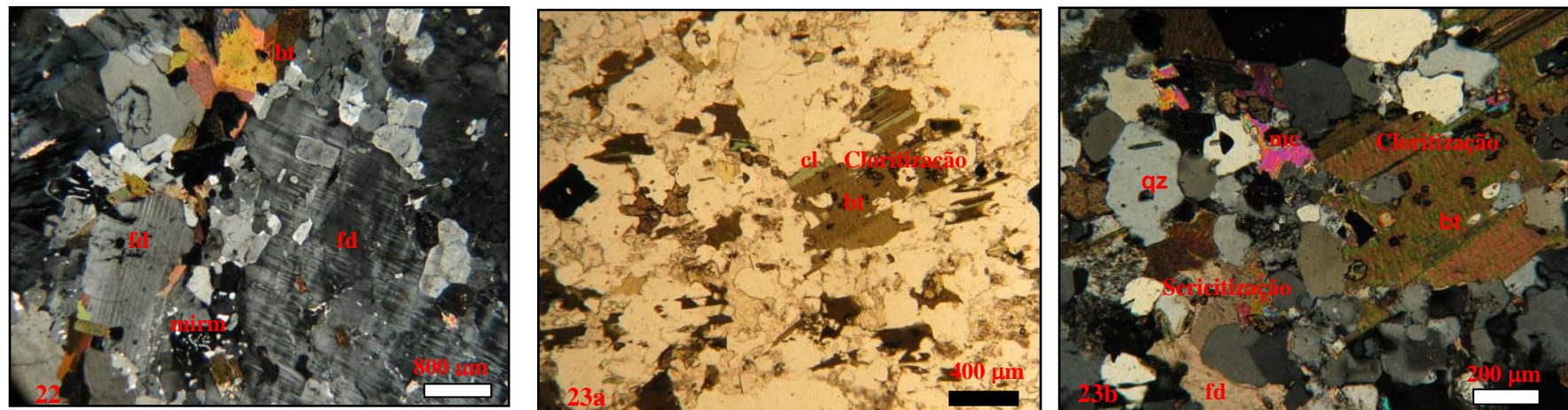


Figura 22: Fotomicrografia – Biotita granito, estão destacados feldspato (fd), biotita (bt) e estruturas mirmequíticas (mirm). Figura 23: Fotomicrografia – Granito a duas micas: (a) processo de cloritização em cristal de biotita. Luz natural; (b) minerais: quartzo (qz), feldspato (fd), biotita (bt) e muscovita (mc) e processos de cloritização e sericitização. Luz polarizada.