

Universidade de São Paulo

Mapeamento Geológico
Relatório Parcial de Campo

Feito Por:

Marianna Caran 7697251

Victor I. Cruz 7190020

Yumi B. Mori 7658685

São Paulo

2015

Sumário

1. Introdução e objetivos
2. Materiais e Métodos
3. Localização da Área
4. Geologia Regional
5. Descrição das Unidades
6. Descrição Petrográfica
7. Perfil Esquemático
8. Bibliografia

1. Introdução

O relatório trata da primeira etapa de mapeamento geológico da área VI. O trabalho de campo foi realizado entre os dias 28 de março a 2 de abril de 2015. As informações coletadas em campo foram trabalhadas para a produção do mapa preliminar.

2. Materiais e Métodos

Para o trabalho de campo utilizou-se mapa topográfico e de imagem de satélite na escala de 1:25000 com acessos e córregos destacados. As medidas estruturais foram obtidas com bússola Clar. As amostras de mão foram encaminhadas para corte e laminação, e as amostras microscópicas foram analisadas no microscópio petrográfico da marca Olympus.

O programa ArcMap serviu de auxílio para execução do mapa preliminar. Para definir as unidades e os contatos entre elas foram necessárias algumas estratégias como geomorfologia da área e dados estruturais. Tendo isso em vista, parte dos contatos foi inferida por ainda não possuir uma densidade ideal de pontos.

3. Localização

A área VI de mapeamento geológico tem 36km² e está compreendida na folha Itumirim SF-23-X-C-I-3, delimitada pelas coordenadas UTM 506000/512000 e 7636000/7642000. Localiza-se no município de Itumirim, próximo a Lavras. Contém na sua porção central uma serra com direção EW, conhecida como Serra da Estância.

4. Geologia Regional

A Colagem Brasileira no sudeste brasileiro ocorre, em síntese em dois episódios orogênicos, praticamente sincrônicos. O Orógeno Brasília Meridional que representa a convergência e subducção da placa Sanfranciscana sob a placa Parapanema durante o fechamento do paleo-oceano Goianides (Maragoni, 1994; Mantovani & Brito Neves, 2005). Já o Sistema Orográfico Mantiqueira junta diversos terrenos e micropalcos durante o fechamento do paleo-oceano Adamastor, finalizando com a convergência da margem passiva

da placa Sanfranciscana com o Terreno Juiz de Fora (Campos Neto *et al.*, 2004). Essa sucessão de orógenos resultou na zona de interferência entre as Faixas Brasília e Ribeira, que juntou diversos terrenos influenciando na formação do protocontinente Gondwana durante o neoproterozóico.

Segundo Campos Neto *et al.* (2004), o Orógeno Brasília Meridional pode ser subdividido em três ambientes tectônicos, todos alóctones, representados por pilhas de *nappes*. A *nappe* inferior, *Nappe* Socorro-Guaxupé, representa um domínio de arco magmático desenvolvido na margem continental ativa da placa Paranapanema; a *nappe* intermediária, Sistema de *Nappes* Andrelândia representa o domínio continental subductado; e as *nappes* inferiores, Sistema de *Nappes* Carrancas e *Nappe* Lima Duarte, são domínios de margem passiva da placa Sanfranciscana.

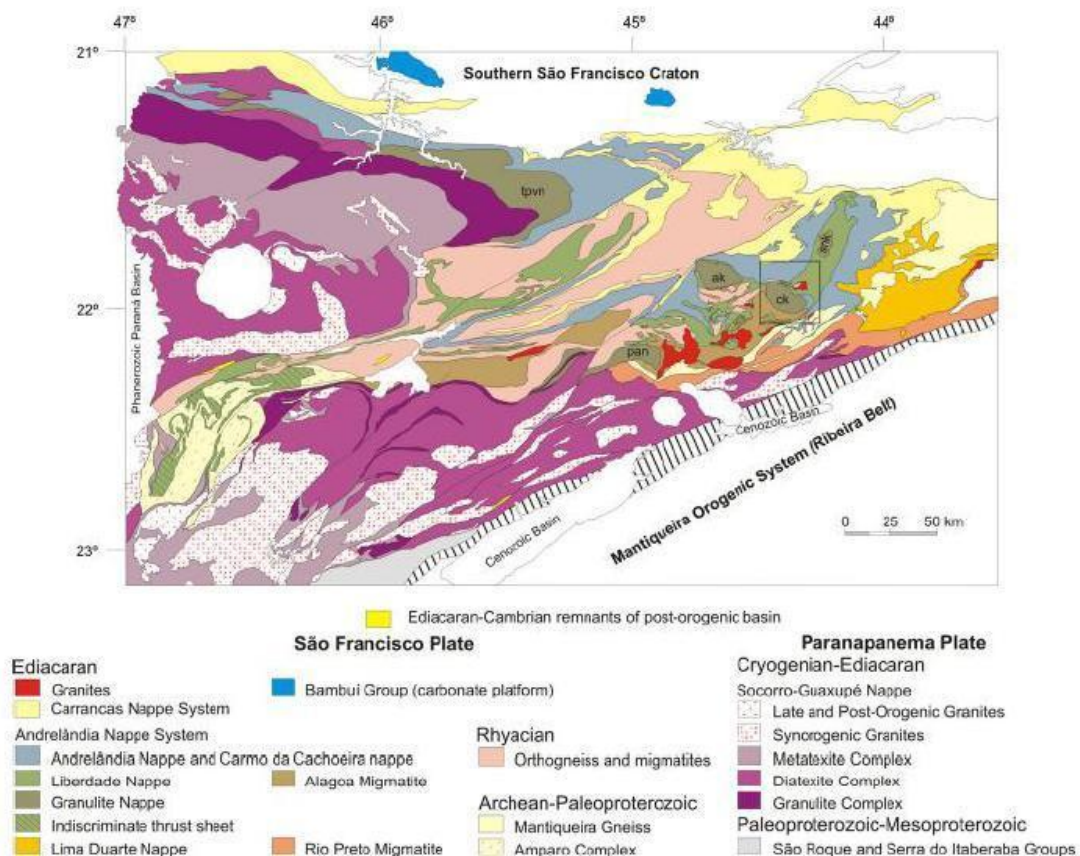


Fig 1: Compartimentação tectônica do Orógeno Brasília Meridional (Campos Neto *et al.*, 2010). Retirada de Coutinho, 2012.

A *nappe* Socorro-Guaxupé, neoproterozóica, é uma lasca de 15km de espessura separada em duas porções, por uma rampa vertical: Guaxupé a

norte e Socorro a sul. É composta por três unidades de crosta continental profunda: Unidade Granulítica Basal, Unidade Diatexítica Intermediária e Unidade Migmatítica Superior (Campos Neto & Caby, 2000). Todas estas apresentam foliação metamórfica de baixo ângulo, com indicadores cinemáticos de topo para ENE, de deformações não-coaxiais.

O sistema de *Nappes* Andrelândia é composto por uma pilha alóctone de, aproximadamente, 4.5km de espessura e é estruturada por uma foliação metamórfica sub-horizontal, S₂. É composto principalmente pela *Nappe* superior Pouso Alto e *klippen* adjacentes Airuoca, Carvalhos e Serra da Natureza compostos por rochas metapelíticas em fácies granulito; *Nappe* Liberdade intermediária que expõe uma sequencia de rochas metassedimentares (xistos pelíticos, quartzitos, paragnaisses, calciossilicáticas) em fácies anfibolito de alta pressão que podem conter anfibolitos boudinados, rochas meta-ultramáficas e retro-eclogitos, e também protognaisses dividindo a estrutura paleoproterozóica da neoproterozóica representada pela anatexia do Migmatito Alagoas; e *Nappe* inferior Andrelândia de 1.5km de espessura, compreendendo da base para o topo: metapelitos, *metawackes* e uma sequencia de metapelitos-psamíticos no topo.

A *Nappe* Lima Duarte, em contato a sudeste com a *Nappe* Andrelândia, cavalgam para o Sistema de *Nappes* Carrancas. É composta por lascas de quartzitos grossos imbricados em paragnaisses intercalados com gnaisses calciossilicáticos pouco espessos e esparsos.

Segundo Campos Neto *et al.*, 2004, O Sistema de *Nappes* Carrancas compõe o terreno frontal do Orógeno Brasília Meridional, e compreende quatro escamas de cavalgamento: *Nappe* Luminárias, *Klippe* Carrancas, Alóctone Serra da Bandeira e Alóctone Madre de Deus. O Grupo Carrancas é composto pela Formação Campestre e pela Formação São Tomé das Letras, que também podem ser definidas como Fácies sedimentar Itumirim- Carrancas-Minduri (Alóctone), estas apresentam muscovita xistos grafitosos ± porfiroblásticos (Grt-St-Ky-Cld) com intercalações quartzíticas e muscovita quartzitos placosos com mica esverdeada. Além disso, há o Complexo Petúnia

a noroeste representado por uma sequencia de quartzitos, mica xistos e rochas meta-ultramáficas, o embasamento Arqueano.

Localmente, a região compreendida por Itumirim-Carrancas-Minduri pode ser representada pelo Grupo Carrancas alóctone. Esse Grupo é subdividido em Formação Campestre no topo, composta por filitos grafitosos cinzas intercalados com quartzito; em seguida a Formação São Tomé das Letras, composta por quartzitos com micas esverdeadas e algumas intercalações com xistos; e finalmente na base uma unidade de biotita gnaisse fino bandado com intercalações de anfibolito, rochas meta-ultramáficas, quartzitos e xistos, e também rochas calciossilicáticas. O embasamento arqueano possui gnaisses finos bandados, quartzitos, filitos, xistos verdes, gonditos, rochas meta-ultramáficas e ortognaisses.

Já a região de Itumirim-Itutinga é representada pelo Grupo São José Del Rei autóctone, composto por biotita xistos além do quartzito Itutinga que aflora ao norte da Serra da Estância (Paciullo, 1980; Ribeiro, 1980; Trouw *et al.*, 1980).

Região de Itumirim e Itutinga (Autóctone) <i>Grupo São João Del Rei</i>	Região de Itumirim-Carrancas-Minduri (Alóctone) <i>Grupo Carrancas</i>
Biotita xisto	<i>Formação Campestre</i> - filitos cinzas, grafitosos com intercalações quartzíticas.
Quartzito de Itutinga	<i>Formação São Tomé das Letras</i> - quartzitos com mica esverdeada intercalado com poucos xistos.
<i>Embasamento</i>	Gnaisse fino bandado, filitos, quartzitos, xistos verdes, gonditos, rochas meta-ultramáficas e ortognaisses.

Tabela 1: Litoestratigrafia do Grupo Carrancas (Paciullo, 1980; Ribeiro, 1980; Trouw et al., 1980) na região de Itutinga, Itumirim, Carrancas e Minduri. Retirado de Coutinho, 2012.

Trouw descreve a Faixa Brasília Sul como três bacias sedimentares que foram implementadas sobre o embasamento paleoproterozoico/arqueano. São as bacias São João Bacia del Rey (Paleoproterozoica), Bacia Carandaí (Mesoproterozoica) que representam a área intercontinental e a Bacia Andrelândia que representa a margem passiva. Trouw (2013) tem uma visão um pouco diferente de Campos Neto. Sugere que em 620Ma houve a colisão da margem passiva da placa Paranapanema com a placa Sanfranciscana. Em 617-610Ma ocorreu o metamorfismo e migração do Sistema de Nappes Andrelândia. Finalmente em 560-590Ma formou-se uma zona interferência da Faixa Brasília e a Faixa Ribeira formando a Nappe Socorro-Guaxupé.

5. Descrição das Unidades

5.1 Embasamento gnáissico

O embasamento foi encontrado em apenas dois pontos no norte da área: blocos in situ e lajes em uma fazenda, e corte de estrada bem intemperizado.

No primeiro afloramento, a rocha aparece razoavelmente fresca, o que possibilita observar uma foliação sutil e bandamento milimétrico à centimétrico composto por níveis quartzo-feldspáticos e outros ricos em biotita. Com isso a rocha foi caracterizada como gnaiss.

No outro ponto em que aflora, a rocha em questão aparece muito intemperizada, com a presença de níveis caulíníticos de aproximadamente 5cm bem acentuados e outros com 4cm de espessura de coloração amarronzada, que provavelmente provém da alteração de minerais ferro-magnesianos, como por exemplo a biotita. Há também a presença de um bolsão de aproximadamente 20 cm de rocha granítica alterada, como o visto na imagem abaixo:



Fig 2: Contato entre saprolito do embasamento e bolsão granítico.

5.2 Xisto grafitoso da Serra da Estância

Na porção leste da Serra da Estância aflora o grafito muscovita quartzo xisto de granulometria fina que localmente é intercalado com níveis quartzosos centimétricos e lentes de quartzito extensão variada. Aquelas com dezenas de metros serão caracterizadas como outra unidade devido ao seu tamanho e possibilidade de mapeamento. No mapa geológico, a unidade se estende por toda serra, porém apenas a porção leste da mesma foi mapeada. O contato foi inferido através da foliação, topografia da área e interpretação de imagem de satélite. Os afloramentos eram em sua maioria de blocos in situ, porém, em boa parte do mapeamento foi inferido a partir de visada feita em campo.

O xisto apresenta-se bem foliado e muitas vezes com padrão de crenulação intenso e a presença de dobras intrafoliais onde a foliação dobrada é plano axial. Também foram encontrados alguns exemplares de foliação SC e até uma figura de interferência em laço na lente quartzosa.

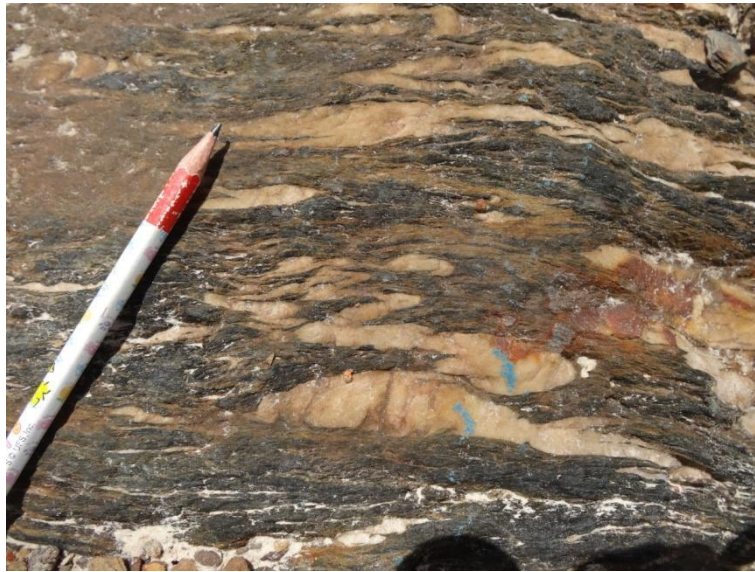


Fig 3: Padrão de dobras intrafoliares em lente de quartzito em meio ao xisto grafitoso.

5.3 Quartzito da Serra da Estância

Esta unidade é constituída das lentes mapeáveis do quartzito que aflora em meio aos grafita-muscovita-quartzito xisto na Serra da Estância. Através da análise de imagens aéreas é possível inferir que há outras lentes em toda extensão da Serra da Estância, porém apenas aquelas que foram visitadas estão representadas no mapa geológico: uma lente se estende por aproximadamente 300m e outra 850m.

Em geral são quartzitos finos a médios com conteúdo micáceo variável e foliação metamórfica S_n bem aparente e localmente dobrada, sendo truncada por uma foliação S_{n+1} . Também é possível observar estruturas como quartzito estirado e sigmoidais e também dobras intrafoliais



Fig 4: Dobra em afloramento de quartzito no topo da Serra da Estância.

5.4 Biotita xisto

A área à sul da Serra da Estância é composta por outra variedade de xisto, caracterizado como biotita xisto. A unidade contém intercalações de muscovita quartzito fino de espessura métrica, que podem ser interpretadas como lentes devido à falta de continuidade lateral. Em geral a foliação desses quartzitos apresenta-se com atitude leste-oeste e mergulho aproximado 60° para sul têm em sua direção de foliação até aproximadamente 500m. Em áreas onde afloramentos são escassos ou indisponíveis, é possível ver a mudança na coloração do solo de avermelhado e argiloso para amarelado e um pouco mais arenoso, confirmando a alternância dessas lentes com a rocha principal da unidade.

O biotita xisto também contém intercalações de níveis centimétricos mais quartzosos, porém em sua maioria é composto por quartzo e biotita de granulometria fina à média e pontuações esparsas em alguns afloramentos de possível óxido de manganês. A falta de uma descrição mais completa da rocha dá-se devido ao grau de intemperismo dos afloramentos encontrados, que são em sua maioria barrancos e lajes de estrada de saprólito, cuja coloração avermelhada sugere tal descrição. Também é importante salientar que alguns

dos pontos descritos como biotita xisto, principalmente aqueles próximos à plantações, são solos avermelhados que também sugerem tal descrição.

A unidade em questão apresenta diferentes estruturas de deformação, desde apenas foliação bem marcada até intensas crenulações e dobramentos centimétricos. Há a presença de vênulos de quartzo muitas vezes dobrados e discordantes da foliação.



Fig 5: Afloramento de biotita xisto bem crenulado.

5.5 Xisto grafitoso

Foram encontradas duas rochas que atendem a denominação de xisto grafitoso: um no extremo sul da área e outro na porção ao norte da Serra da Estância. Devido à falta de dados para afirmar que se trata da mesma rocha, eles serão divididos em dois subtipos e posteriormente redefinidos após a segunda etapa do trabalho de campo e petrografia:

5.5.1 Xisto grafitoso sul

Encontrado em apenas um ponto no extremo sul da área, a litologia em questão aflora como soleira de estrada, com foliação SC bem marcante e alto conteúdo de grafita. Também é possível observar duas lineações de crenulação caracterizadas como pós-metamórficas, que promovem uma figura de interferência do tipo domos e bacias.

O nível escasso de detalhamento dessa litologia, bem como a dúvida de incluí-la no outro grupo de xisto grafitoso se dá devido à falta de afloramentos e será objetivo da segunda etapa de campo. Neste caso, este ponto foi incluído na unidade do biotita xisto.



Fig 6: Foliação SC bem delimitada no xisto grafitoso da parte sul da área.

5.5.2 Xisto grafitoso norte

Apenas um ponto fora descrito, aflorando a norte da Serra da Estância. Trata-se de um xisto grafitoso intensamente crenulado que é intercalado com camadas de quartzito variando de poucos metros a centimétricas. A foliação bem marcada preserva uma lineação de estiramento de quartzo, sendo que em vários locais esta se encontrava dobrada. Essa unidade foi definida principalmente a partir da imagem aérea e da foliação medida, uma vez que a sul o contato se dá com a serra, gerando uma variação abrupta no relevo, e a norte foi inferido baseado na foliação encontrada, além do fato do embasamento ter sido descrito em pontos situados mais a norte.

5.6 Quartzito micáceo fino

A unidade em questão aflora em barrancos e estradas na porção sul da Serra da Estância e foi descrito como quartzito com mica branca de granulação fina e níveis mm de camada escura micácea locais. É possível observar lineação de estiramento de quartzo. Devido a sua localização ser em meio à outra unidade, no caso o biotita xisto, os pontos em que aparecia foram interpretados como sendo parte de uma lente com extensão mapeável de aproximadamente 500 metros.



Fig 7: Afloramento de quartzito micáceo com lineação de estiramento de quartzo.

6. Descrição Petrográfica

6.1 Embasamento Gnáissico

Descrita a partir da lamina ITU-VI-35, a rocha é composta por quartzo (50%), microclínio (4%), epidoto (13%), biotita (17%), feldspato (20%) e muscovita (4%). Em geral, a rocha tem textura granoblástica e inequigranular seriada delimitada pelas diversas granulações dos cristais de quartzo. Em algumas porções, o quartzo apresenta-se bem recristalizado, com contatos poligonizados e em outras associado subordinadamente à micas e epidoto. Há também porções compostas predominantemente por epidoto e biotita metamórficas.

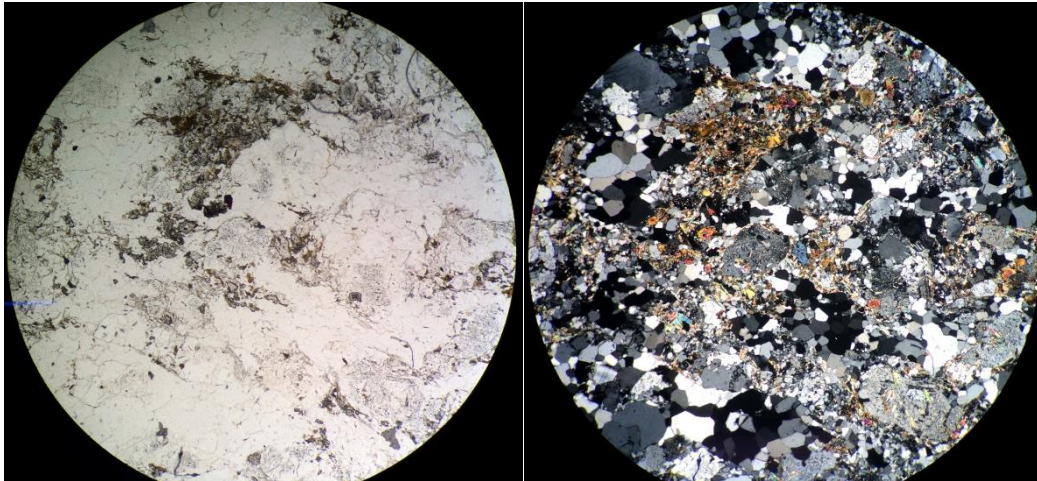


Fig 8. Lâmina ITU-VI-35

6.2 Xisto da Serra da Estância

Contida na unidade Xisto Grafítico Serra da Estância, a lâmina ITU-VI-21 corresponde a uma das lentes de quartzitos encontradas em campo.

Foi descrita como um muscovita quartzito, composto predominantemente por quartzo (68%) e muscovita (30%). A rocha contém textura granoblástica equi-a inequigranular fina composta predominantemente por quartzo recristalizado (em mosaico com contatos poligonizados) e lâminas lepidoblásticas compostas por muscovita. Os níveis micáceos finos que delimitam a foliação apresentam-se localmente dobrados de forma assimétrica. Também foi possível observar a re-orientação ótica dos grãos de quartzo paralelos ao plano-axial, indicando movimentação no sentido da vergência e recristalização da muscovita paralelamente ao plano axial das dobras assimétricas.

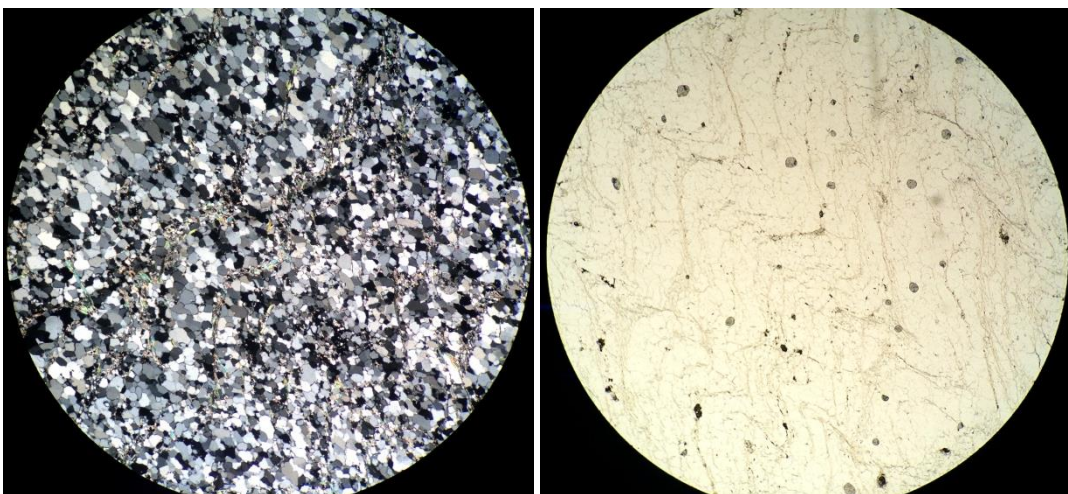


Fig 9. Lâmina ITU-VI-21

Primeiramente, a partir da descrição petrográfica da amostra do ponto ITU-VI-01, podemos colocá-lo como pertencente à mesma unidade dos xistos grafitosos da Serra da Estância.

Dentro da unidade de mapeamento: “Xisto Grafitoso da Serra da Estância” foram descritas 6 amostras, sendo um quartzito (lâminas ITU-VI- 21) 5 xistos (lâminas ITU-VI-08, 28, 41a, 41 b, 42), além da amostra ITU-VI-01.

As amostras ITU-VI-01, 41 a, 41 b e 42 amostras podem ser descritas conjuntamente, pois representam um mesmo litotipo, havendo apenas pequenas variações na proporção dos minerais. Os minerais presentes nessas amostras são: quartzo, muscovita, cloritoide, grafita, e opacos. A lâmina ITU-VI-41a apresenta cloritoide (38%), muscovita (46%), grafita (15%), opacos (1%) e apenas um pouco de quartzo. A lâmina ITU-VI-41b apresenta quartzo (30%), cloritoide (32%), grafita (10%) e muscovita (28%). A lâmina ITU-VI-42 apresenta muscovita (40%), quartzo (36%), cloritoide (19%), grafita (4%), opacos (1%) e turmalina (<1%).

Esse litotipo possui bandas granoblásticas, definidas por quartzo, bandas que variam de nematolepidoblásticas a lepidonematoblásticas , definidas por muscovita, cloritoide e grafita. As bandas granoblásticas possuem quartzo intensamente recristalizado em contatos poligonizados, geralmente em 120 °.

Os 4 principais minerais (Ctd, Ms, Qtz e grafita), apresentam também cristalização sin-Sn. Nessas amostras, muito frequentemente, são encontrados microlithons e arcos poligonais, mostrando uma foliação Sn-1 que foi transposta. Em geral os arcos poligonais são formados por cristais de cloritoide que foram rescriсталizados. É possível observar também que os grãos de muscovita algumas vezes se encontram intensamente dobradas na Sn-1, sendo que por serem mais suscetíveis à deformação, não foram recristalizadas.

Dentro da unidade ainda existem dois xistos grafitosos que não correspondem ao mesmo litotipo descrito acima.

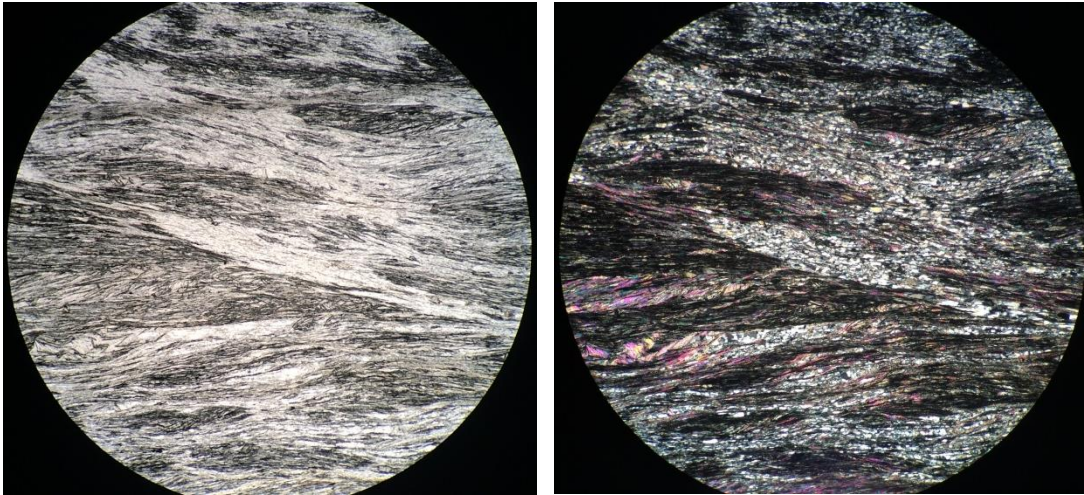


Fig. 10 **Lâmina ITU-VI-01**

O primeiro é representado pela lamina ITU-VI-28 e foi descrito como um grafita-muscovita-quartzo-xisto. A rocha é composta por quartzo (73%), muscovita (15%), grafita (8%), biotita (<1%) e opacos (4%). Há bandas com textura lepidoblástica composta por grafita e muscovita e bandas granoblásticas com predominância de quartzo com contatos poligonais e extinção ondulante. A biotita é retrometamórfica, pequena e associada à grafita e os opacos estão em forma de 'pellets' e imbricados. Apresenta também foliação SC, o que indica componente cisalhante na deformação e dobras contemporâneas a mesma.

A amostra micrográfica é composta principalmente por muscovita, em torno de 86%, grafita (10%) e opacos como acessórios (4%) assim como turmalina (<1%).

A textura é lepidoblástica, com foliação SC. Os cristais de mica, que variam entre muito fina até 0,25mm, estão definindo a direção em C. As muscovitas, por vezes, estão como mica-fish, além disso possuem arcos poligonizados nos micro-lithons.

Como a amostra apresenta foliação SC é possível inferir que foi deformada em uma zona de cisalhamento. Quanto ao metamorfismo, é difícil inferir, pois faltam dados como minerais índices o que deixa a interpretação muito vaga.

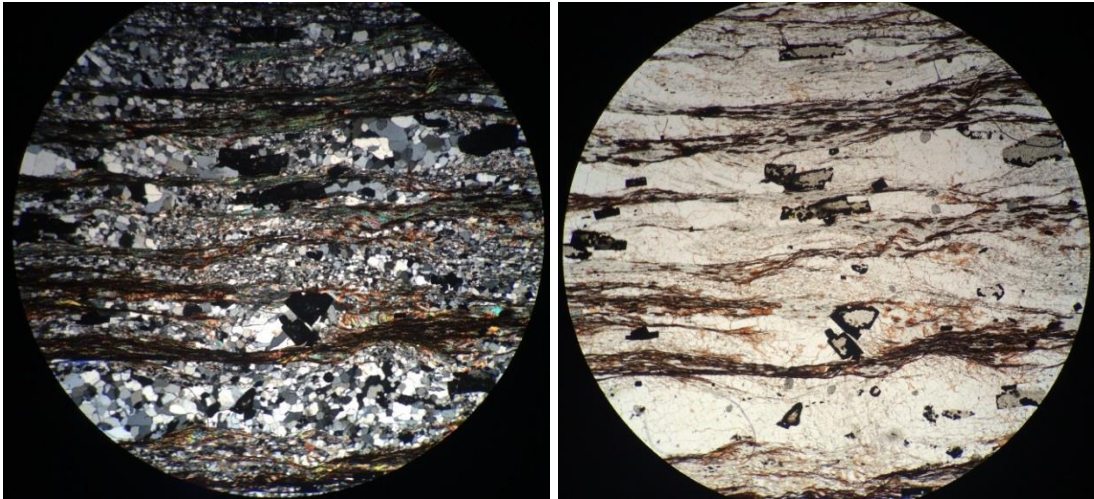


Fig 11. **Lamina ITU-VI-28**

Na amostra ITU-VI-42 é possível observar que os opacos se encontram estirados no sentido da S_n . Comumente a S_n **se encontra** dobrada, gerando estruturas SC e uma S_{n+1} , sendo que algumas das vezes existem minerais cristalizados no plano axial dessas dobras, como grafita e muscovita por exemplo. Por fim existem cristais de cloritoides que truncam as foliações e foram caracterizados como pós S_{n+1} . Há também a presença de vênulos e veios de quartzo, como é observado na amostra ITU-VI-41 a.

Pela presença de cloritoide como mineral de pico metamórfico e o fato de os quartzos se encontrarem recristalizados, podemos estimar condições de metamorfismo de fácies xisto verde, aproximadamente 550°C .

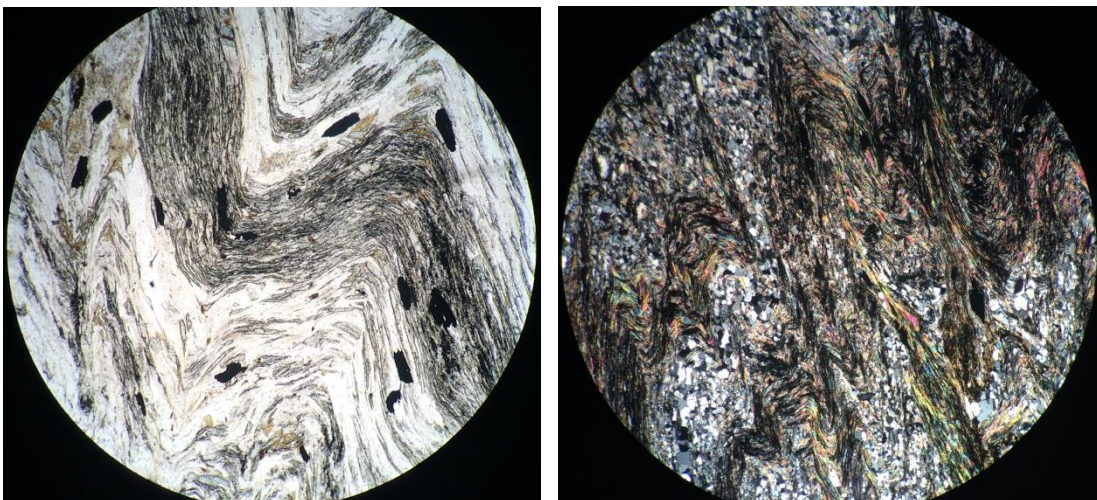


Fig 12. **Lâmina ITU-VI-42**

6.3 Quartzito da Serra da Estância

A análise petrográfica da amostra do ponto ITU-VI-04 foi realizada em escala de mão e análise microscópica. Trata-se de um quartzito micáceo composto essencialmente por quartzo (aproximadamente 90%) e muscovita (10%). Além desses dois minerais, como acessório, é possível observar um mineral de alteração que se cristalizou nos espaços de fraqueza da rocha (menos de 1%).

É possível observar na lâmina a foliação SC, delineada pelos cristais de muscovita. Estes compõem lâminas lepidoblásticas em C. Na direção de S estão as lentes granoblásticas inequigranulares compostas por quartzo variando entre 0,1mm e 0,01mm. Essas lentes possuem feições de deformação estática com grãos de quartzo em contatos poligonizados e ângulo de extinção ondulante.

O protolito da rocha é de origem sedimentar, portanto espera-se encontrar variações de composição ao longo da área, dentro da mesma unidade. Nesse ponto, os grãos de quartzo por apresentarem as feições de recristalização estática, indicam temperatura máxima de metamorfismo ao redor de 550°C.

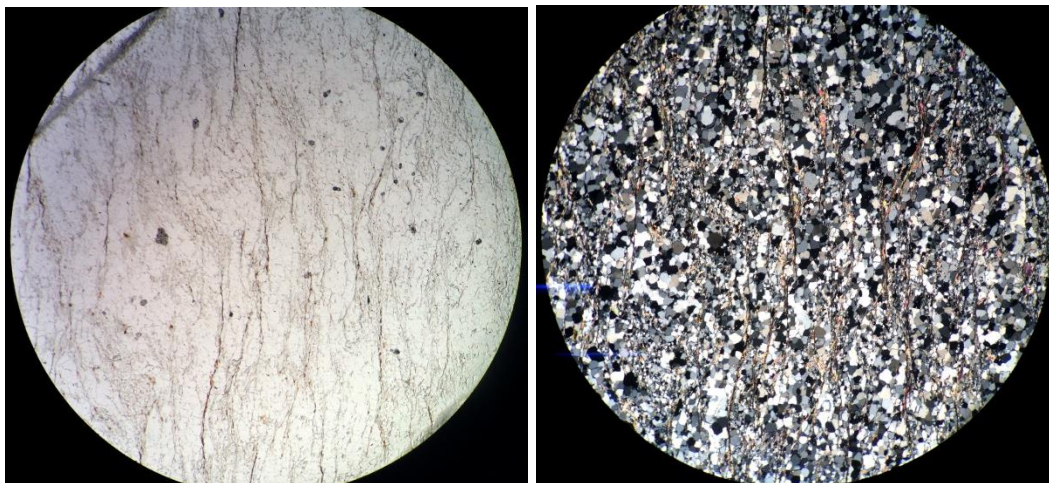
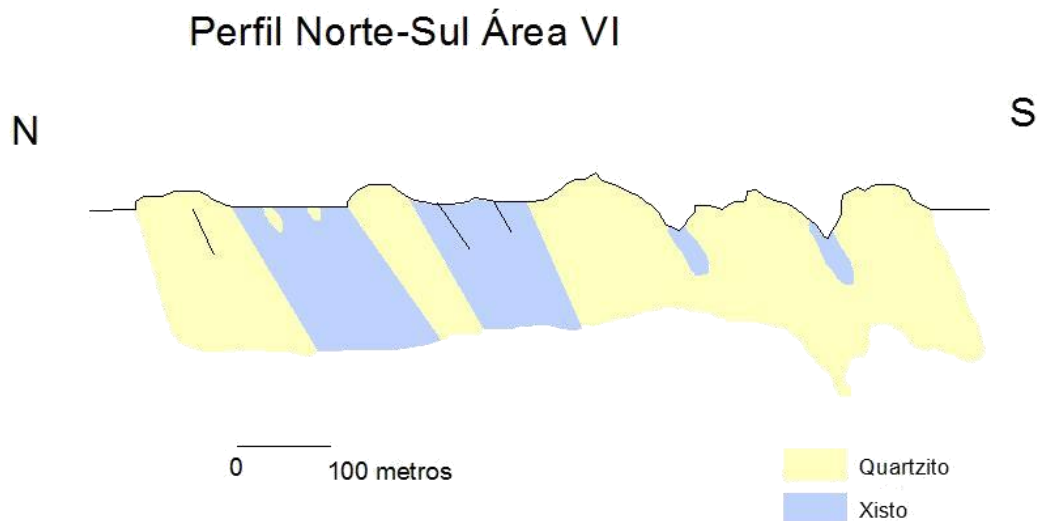


Fig. 13: Lâmina ITU-VI-04

7. Perfil Esquemático

Foi feito um perfil norte-sul da área leste da Serra da Estância, onde há mais estruturas para plotar (do ponto 5 ao ponto 20).

A área basicamente apresenta a principal foliação mergulhando para sul e com as litologias na direção EW. Portanto o perfil realizado é mais informativo e detalhado do que um norte-sul geral da área.



8. Bibliografia

Campos N.M., Basei M.A.S., Vlach. S.R.F., Caby, R., Szabó G.A.J., Vasconcelos, P., *Migração de orógenos e superposição de orogêneses: um esboço da colagem brasileira no Sul de Cráton do São Francisco, SE-Brasil*. Geol. USP, Sér. Cient. V. N. São Paulo, 2004.

Campos M.C.C., Cioffi, C.R., Motta, O.S.J., Basei, M.A.S., *Structural and metamorphic control on the exhumation of high-P granulites. The Carvalhos Klippe example, from the oriental Andrelândia Nappe System, southern portion of the Brasília Orogen, Brazil*. Precambrian Research, vol. 180(3), p.125-142. 2010.

Coutinho, L., *Estrutura, litoestratigrafia e metamorfismo do Grupo Carrancas na frente orogênica da Faixa Brasília Meridional*. Tese (Mestrado). São Paulo: Instituto de Geociências, USP. 2012.

Trouw R.A.J., Pernetel R., Ribeiro, A., Heibron, M., Vinagre, R., Dulffles P. Kussama, H.H., *A new interpretation for the interference zone between the southern Brasilia belt and the central Ribeira belt, SE Brazil.* Journal of South American Earth Sciences, Vol. 48, p. 43-57. 2013.