

## **CAPÍTULO V**

## 5 – ASPECTOS DE CAMPO E PETROGRAFIA

Como apresentado no capítulo 1, a atual pesquisa não teve por objetivo o mapeamento geológico das unidades que compõem o Terreno Paraíba do Sul, e sim a investigação geocronológica das unidades deste terreno, direcionados por dados litogeoquímicos (existentes e produzidos), e por mapeamentos e demais trabalhos existentes.

O mapeamento geológico vem sendo desenvolvido ao longo dos últimos vinte anos pela equipe do Departamento de Geologia Regional e Geotectônica da Faculdade de Geologia da UERJ, em escala de detalhe, pelas disciplinas de estágio de campo, trabalhos de iniciação científica, monografias de graduação, dissertações de mestrado e teses de doutorado de seu corpo docente e orientandos.

A consulta deste acervo, somada às lâminas petrográficas e amostras de rocha existentes, subsidiaram muitas das informações presentes neste capítulo, complementado pelas informações dos pontos amostrados (para geoquímica e geocronologia), e outros pontos considerados importantes durante as atividades de campo da atual pesquisa.

A seguir, será apresentada a caracterização destas unidades estudadas, pertencentes ao Terreno Paraíba do Sul. Mais adiante no capítulo 7, serão descritos, de forma mais específica, cada um dos afloramentos que foram amostrados para este trabalho.

### 5.1 – Complexo Quirino

Os ortognaisses do Complexo Quirino, comumente, formam lajes e paredões resistentes que, por vezes, se destacam na topografia (Figura 5.1). Constituem rochas leucocráticas a mesocráticas de estrutura gnáissica e, por vezes, homogêneas, apresentando textura porfiroblástica (Figura 5.2) a glomeroporfiroblástica (glômeros de hornblenda), de granulometria média a grossa. A foliação gnáissica apresenta variações de mergulho, de subhorizontal (Figura 5.3) adquirindo aspecto milonítico subvertical próximo à zonas de cisalhamento (Figuras 5.4 e 5.5), com direção de *strike* sempre para NE-SW.

Ocorrem ainda enclaves mesocráticos a melanocráticos, centimétricos a métricos, de formas lenticulares ou tabulares (Figuras 5.5, 5.6 e 5.7), ou mesmo contendo a foliação principal, podendo ser calciossilicáticos de cor esverdeada, ricos em tremolita, ou anfíbolitos, com hornblenda, biotita, plagioclásio e quartzo. Na

rodovia BR-116, entre Além Paraíba e Leopoldina, foram identificados enclaves gnáissicos (ponto LE-CM-12).

Aspectos de anatexia, textura nebulítica, injeções félsicas discordantes ou veios e sills concordantes são relacionáveis aos eventos posteriores, em sua maioria de idade neoproterozóica (Figuras 5.7 e 5.8).

As relações de contato com as supracrustais que originaram os gnaisses do Grupo Paraíba do Sul, com rochas de outros domínios tectônicos ou até mesmo rochas graníticas intrusivas, por vezes são confusas no campo, em decorrência do alto grau metamórfico e deformação associada, e às variações texturais dessas litologias. Os principais critérios de campo são caracterizados por mudanças topográficas, mineralógicas e texturais que geralmente são perpendiculares à estrutura regional de direção NE-SW. Nos mapeamentos regionais, os contatos entre rochas de diferentes domínios geralmente são tectônicos e bem definidos.



**Figura 5.1** - Vista da Serra das Abóboras ao fundo a partir da BR-040 próximo a Três Rios (RJ). Maciço rochoso de ortognaisse pertencente ao Complexo Quirino que se destaca na topografia.



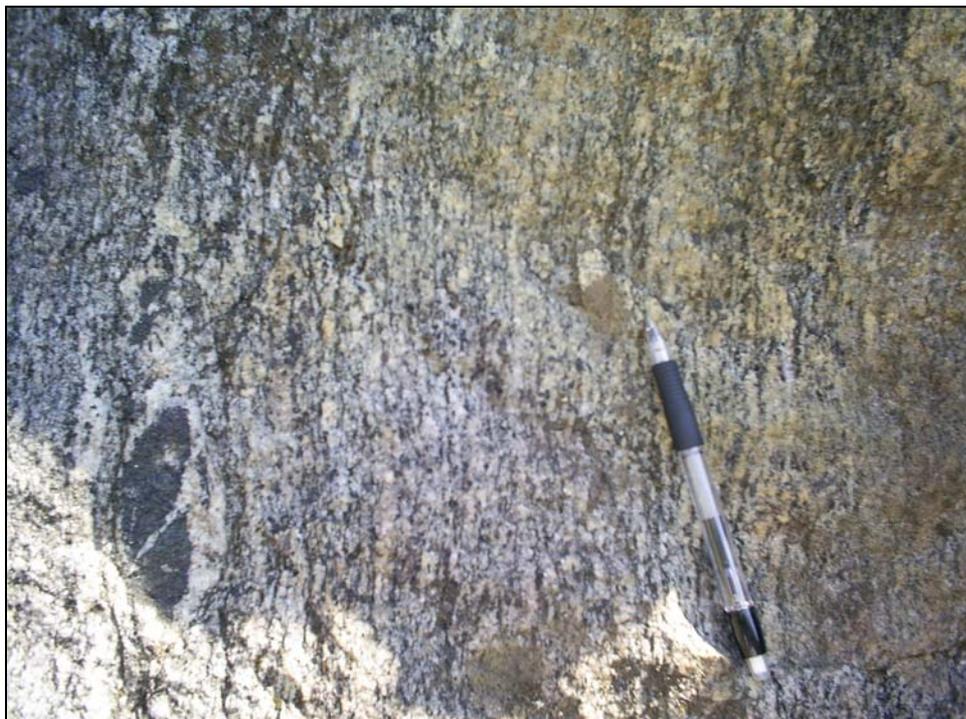
**Figura 5.2** - Detalhe da textura porfiroblástica dos ortognaisses do Complexo Quirino e enclaves anfibolíticos associados. Ponto VR-150.



**Figura 5.3** - Pedreira em Pouso Seco, antiga Rio-São Paulo, biotita gnaisse da série alto-K datada por Valladares (1996) ( $2185 \pm 8$  Ma (U-Pb) ID-TIMS). Ponto VR-150.



**Figura 5.4** - Afloramento de ortogneisse milonítico do Complexo Quirino próximo a Zona de Cisalhamento do Rio Paraíba do Sul em Além Paraíba (MG). Ponto EC-II-2002-4.



**Figura 5.5** - Afloramento de ortogneisse do Complexo Quirino, visto em corte perpendicular ao mergulho da foliação medida a N54°E/83°SE. Hornblenda e biotita ocorrem como minerais máficos principais, junto a pequenos enclaves de anfibolitos e porfiroblastos feldspáticos. Ponto BP-I-40.



**Figura 5.6** – Detalhe do afloramento de ortognaisse do Complexo Quirino com glômeros de hornblenda e repleto de enclaves de anfibolitos. Ponto LE-CM-12.



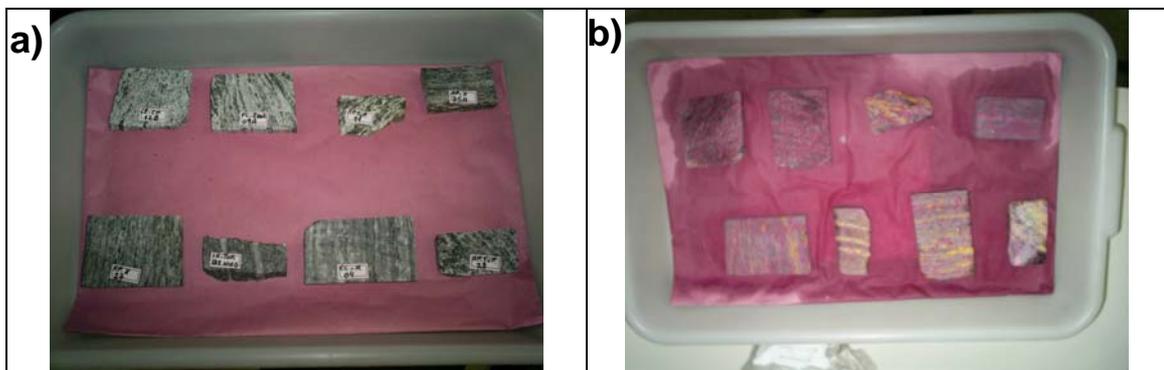
**Figura 5.7** - Afloramento de hornblenda biotita ortognaisse com enclave de anfibolito (4,5m) e veio felsico concordante logo acima. Corte na rodovia BR-116, 5 km a norte do trevo para Angustura, Folha Leopoldina (MG).



**Figura 5.8** - Ortognaisse do Complexo Quirino com bandamento gnáissico cortado por venulações félsicas discordantes. Ponto BP-M-642.

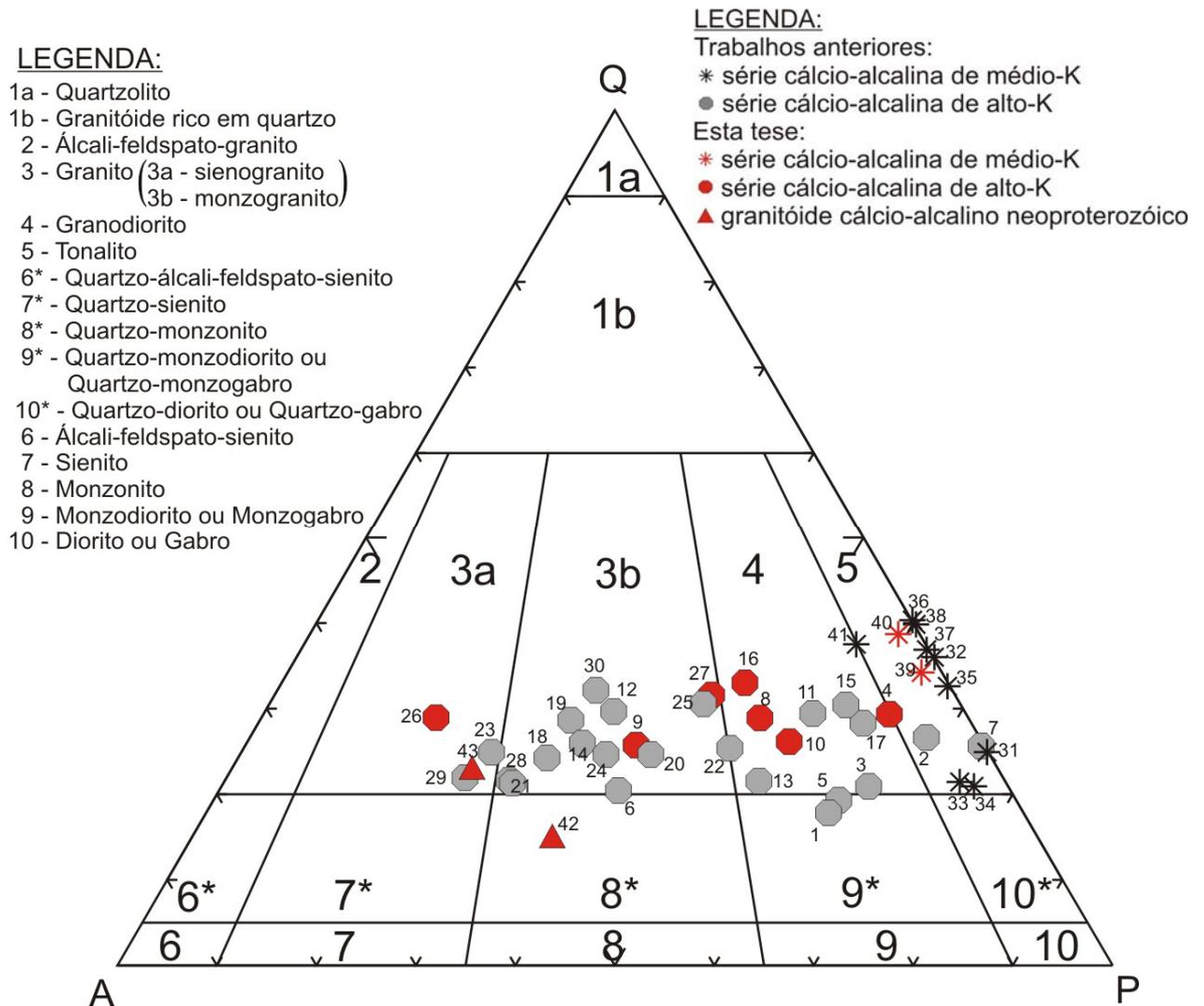
A caracterização petrográfica foi realizada no Laboratório de Petrografia da FGEL/UERJ. Procurou-se identificar diversos aspectos tanto macroscópicos quanto microscópicos, tais como: constituição mineral, classificação modal, texturas, estruturas, reações metamórficas, produtos de alteração, dentre outros.

Para uma melhor caracterização dos constituintes mineralógicos e suas proporções, adotou-se a metodologia de tingimento dos feldspatos que consiste em um ataque químico de “slabs” de rocha (Anexo 2). Nesta reação, o feldspato potássico em contato com uma solução de cobaltonitrito de sódio adquire uma coloração amarela enquanto que o plagioclásio em contato com o amarante adquire uma coloração rosa (Figura 5.9).



**Figura 5.9** – a) situação dos *slabs* antes do tingimento; b) situação dos *slabs* após ataque químico (o cobaltonitrito de sódio reage com o K-feldspato tornando-o amarelo e o amarante reage com o plagioclásio tornando-o rosa).

A Figura 5.10 apresenta o diagrama QAP modal (Streckeisen, 1976), com todas as amostras com análises geoquímicas, que incluem os ortognaisses do Complexo Quirino (já divididas nas séries alto-K e médio-K), e os dois granitóides neoproterozóicos. Este diagrama identifica dois padrões composicionais para o Complexo Quirino: um expandido granito/granodiorito/tonalito; e outro predominantemente tonalítico.



**Figura 5.10** - Amostras do Complexo Quirino segundo o diagrama QAP modal de Streckeisen (1976). Em vermelho as amostras produzidas no atual trabalho. Q = quartzo, A = álcali feldspato, P = plagioclásio. Identificação das amostras na tabela abaixo:

1	BP-IV-80	10	AP-TUP-28	19	VR-150B	28	VR-222A	37	NSA-V-66
2	VR-5022B	11	BP-I-22	20	BP-M-642	29	VR-223A	38	NSA-V-49
3	VR-5096	12	PS-PM-67	21	VR-201A	30	VR-08	39	EC-II-2002-9A
4	EC-II-2002-6	13	VR-5077	22	VR-5020	31	BP-I-24	40	LE-CM-12B
5	BP-II-61A	14	PS-PM-69A	23	VR-5099	32	VAS-M-793	41	TR-MM-72
6	VR-94A	15	BP-IV-53	24	PS-PM-66	33	VAS-786B	42	SA-129a
7	VR-5024	16	LE-CM-10	25	TR-MM-71A	34	BP-I-4(3)	43	CB-SV-01
8	AP-X-66	17	BP-II-26	26	AP-X-29	35	BP-M-659		
9	SP-TUP-11	18	VR-5029	27	EC-II-2002-4	36	BP-I-40		

Pôde-se também identificar dois litotipos principais pela análise microscópica (Anexos 2 e 3): um hornblenda-biotita gnaiss (Figuras 5.11 e 5.12) e um biotita gnaiss (Figuras 5.13 a 5.16). O hornblenda-biotita gnaiss tem composição tonalítica a granodiorítica e apresenta um predomínio de plagioclásio (40-60%), por vezes em porfiroblastos, em detrimento do K-feldspato (0-25%), contendo, como minerais máficos, hornblenda e biotita em proporções próximas (3-20%). O biotita gnaiss, de composição granodiorítica a granítica, apresenta porfiroblastos de K-feldspato (30-50%) em detrimento do plagioclásio (20-35%) e biotita como máfico predominante (5-25%), quase não havendo hornblenda (0-1%). Para ambos os litotipos o quartzo se mantém a cerca de 15-30% em média. Algumas exceções não se enquadram nas porcentagens médias citadas.

Normalmente, o plagioclásio é oligoclásio e seus grãos são anédricos a subédricos, com geminações múltiplas bem definidas, por vezes cruzadas ou incompletas, havendo indícios de saussuritização em fraturas e bordas. O feldspato potássico, na maioria das vezes é representado pela microclina, havendo ainda ortoclásios micropertíticos, também anédricos a subédricos, nem sempre geminados.

Os cristais de quartzo costumam ser anédricos e recristalizados apresentando, comumente, extinção ondulante.

Os minerais máficos são representados por hornblenda e biotita quase sempre orientados. A biotita, em geral, apresenta pleocroísmo marrom a verde pálido, com variações marrom-avermelhadas para os biotita-gnaisses comuns na região de Volta Redonda (RJ) (Figuras 5.15 e 5.16), e ocorre em palhetas curtas ou alongadas, por vezes amorfa, podendo alterar para clorita. A hornblenda tem pleocroísmo verde-oliva e ocorre em grãos anédricos, fraturados, de aparência esquelética, por vezes apresentando uma ou duas direções de clivagem. Os piroxênios (clinopiroxênios, em maior quantidade, e ortopiroxênios, subordinados) são observados em poucas amostras, e apresentam-se em cristais fraturados ou fragmentados, que tendem a ser acompanhados pelo anfibólio. Como acessórios, são comuns a titanita, apatita, zircão, epidoto e minerais opacos (por vezes euédricos). Como minerais secundários são comuns a clorita, a sericita, óxido/hidróxido de ferro e carbonato.

De acordo com a paragênese mineral descrita, envolvendo plagioclásio e hornblenda, reconhece-se que o metamorfismo nessas rochas atingiu a facies

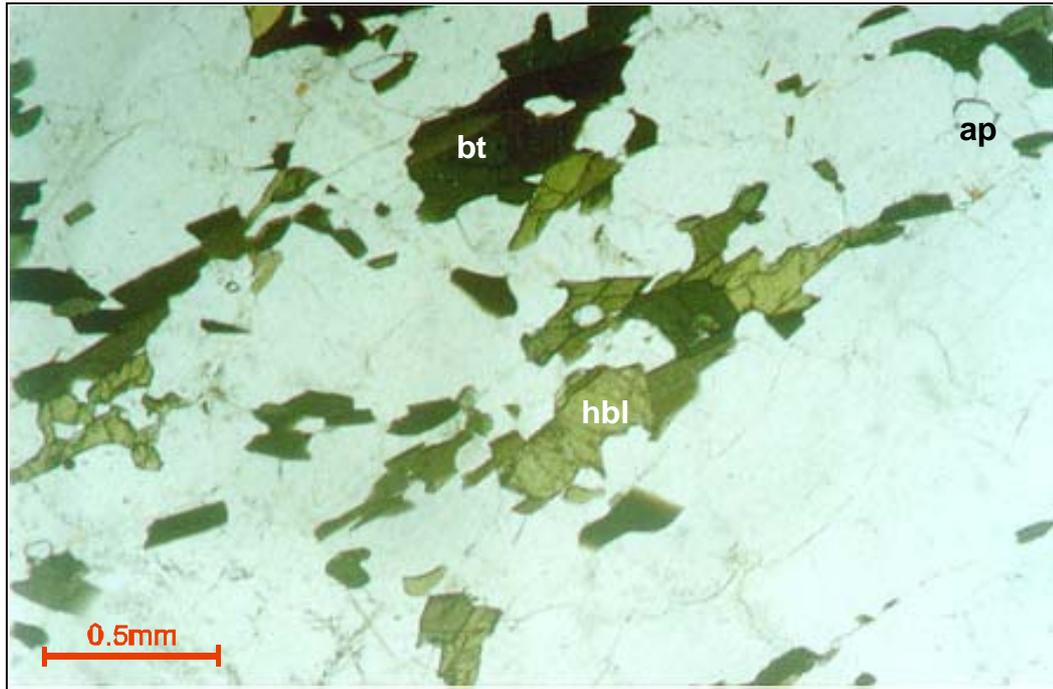
anfíbolito superior, com temperaturas acima de 640°C (Turner, 1980). Alguns litotipos aflorantes a NE do Terreno Paraíba do Sul, próximo a Além Paraíba (MG), apresentam coloração esverdeada e ocorrências de ortopiroxênio, denotando aumento do grau metamórfico para condições de facies granulito, também registrado por Santos *et al.* (2005), Figuras 5.17 e 5.18.

A amostra EC-II-2002-6, representante deste litotipo granulítico, apresenta uma idade de cristalização  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  (intercepto superior) de  $2197 \pm 11$  Ma descrita no capítulo 7 desta tese. Rochas ortogranulíticas similares, pertencentes ao Complexo Juiz de fora (granitóides cálcio-alcálicos de arco magmático e granitos colisionais), são citados como tendo idades de cristalização mais jovens (entre 2,14 e 2,07 Ga. Heilbron *et al.*, 2004), constatando-se serem de unidades distintas em virtude dessa diferença de idade.

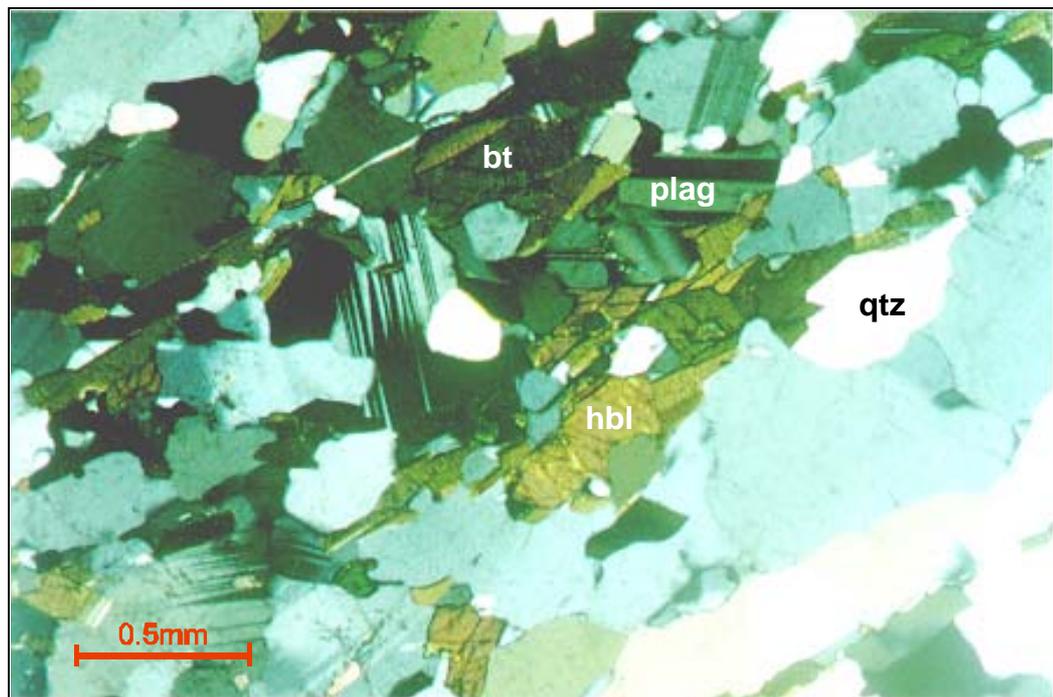
No caso dos granitóides, foram amostrados dois pontos: o SA-129A (Sapucaia, RJ) e o CB-SV-01 (Bananal, SP) de composição quartzo-monzonito e sienogranito segundo o diagrama QAP (Figura 5.10), que difere do conjunto de rochas que definem o Complexo Quirino, apesar de se situarem nos domínios deste complexo. Ambos apresentam-se leucocráticos com alta proporção de feldspato alcalino (>40%).

A amostra SA-129A, mais homogênea, contém cristais subédricos de plagiocásio, quartzo e microclina anédricos, minerais máficos representados por biotitas (verde pálido) e anfibólios em mesmas proporções (10%), mais titanita, minerais opacos, apatita, allanita e zircão como minerais acessórios. As características de campo indicam se tratar de injeção félsica, tendo como encaixante o ortognaisse do Complexo Quirino.

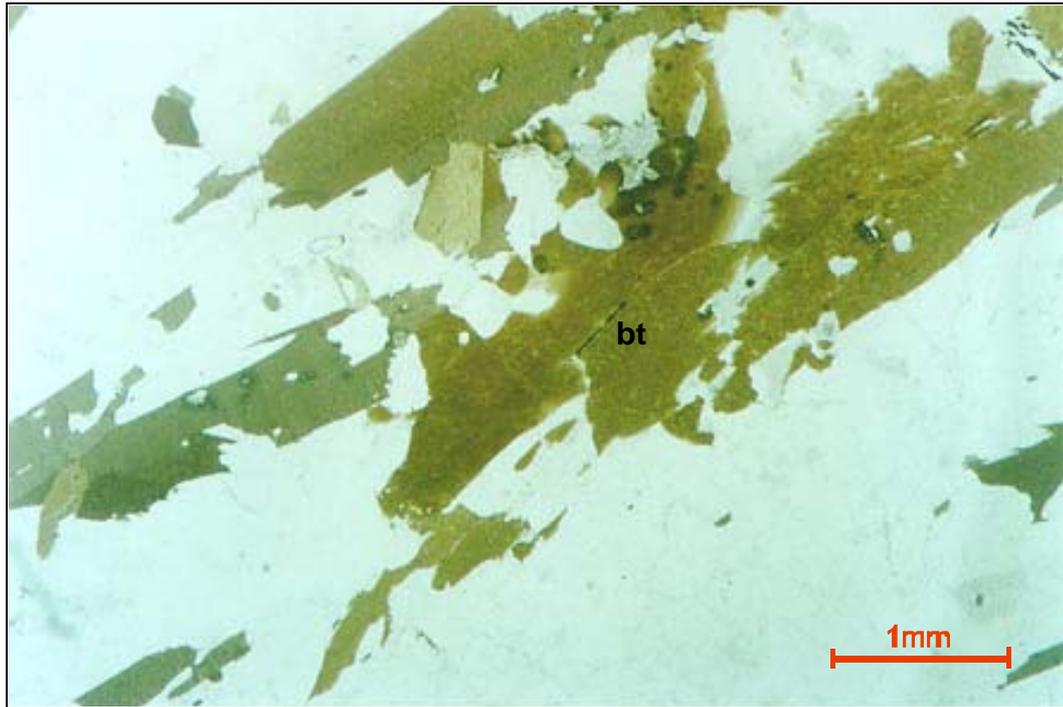
Já a amostra CB-SV-01 apresenta-se inequigranular com minerais anédricos de feldspato, quartzo e plagioclásio, e minerais máficos representados apenas pela biotita (14%) de coloração avermelhada, muito parecida com as descritas por Valladares (1996) para os biotita gnaisses de Volta Redonda, tendo ainda apatita e zircão como principais minerais acessórios. Apesar de ocorrer afloramentos migmatíticos nas redondezas que foram mapeados como Complexo Quirino (Eiraldo Silva, 2006), o ponto amostrado aparentava ser mais homogêneo, passível de constituir um pequeno corpo plutônico não mapeável em escala regional.



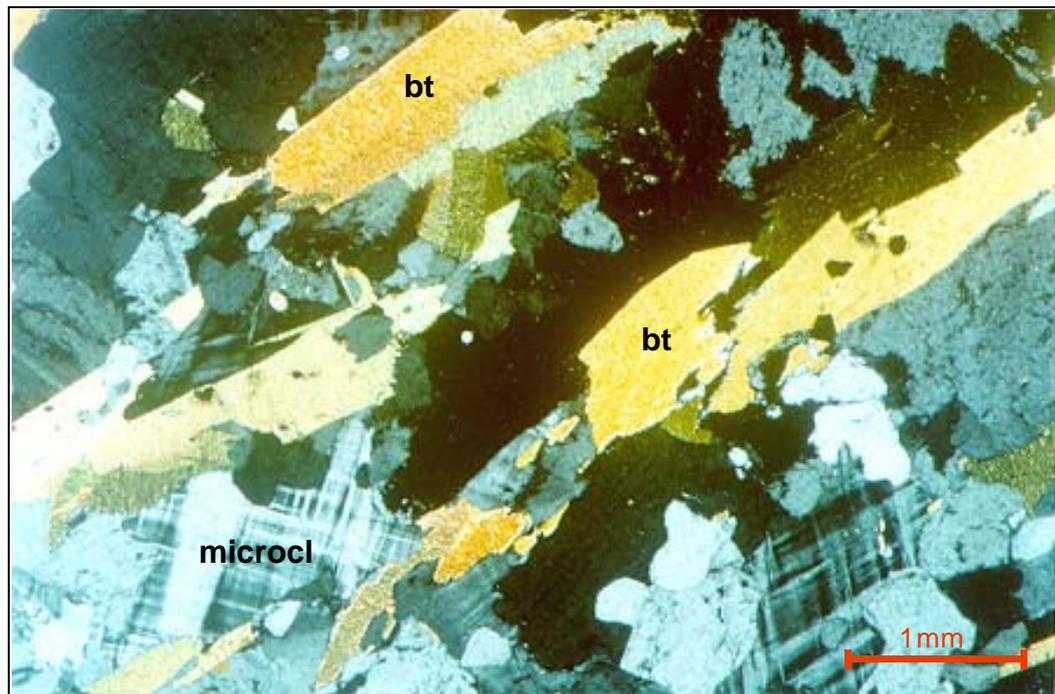
**Figura 5.11** – Fotomicrografia do hornblenda-biotita gnaiss. Predomínio da hornblenda (hbl) como mineral máfico. Luz natural - lâmina: BP-M-659. Legenda: bt = biotita, ap = apatita.



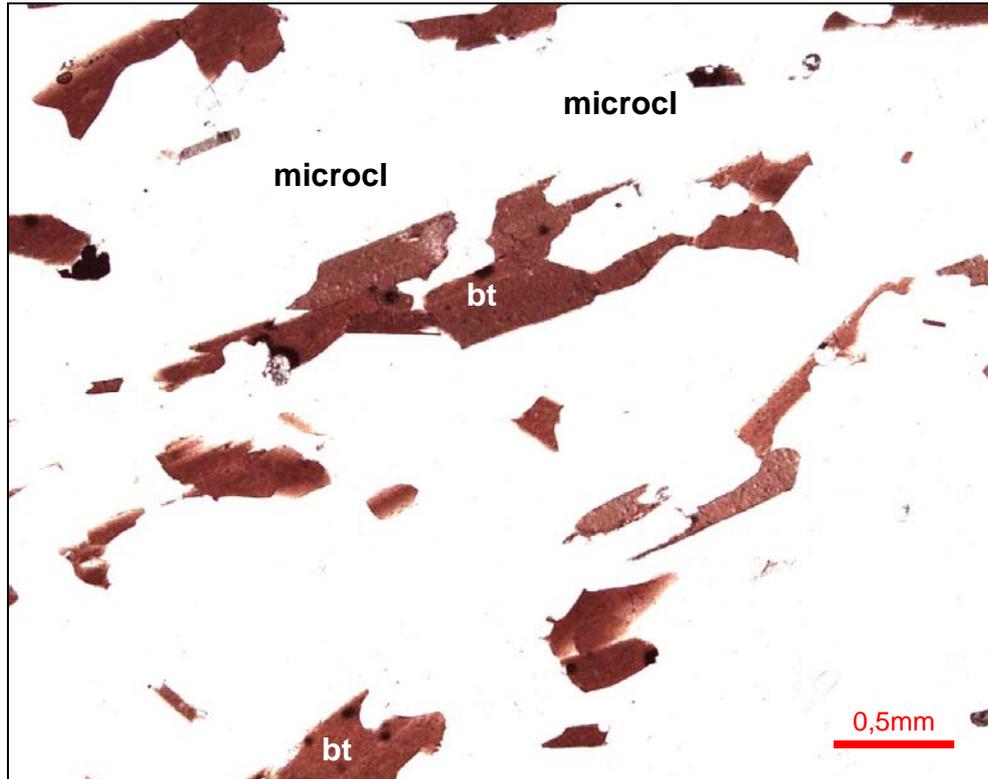
**Figura 5.12** - Associação de minerais presentes no hornblenda-biotita gnaiss (série cálcio-alcálica de médio-K), que apresenta hornblenda como máfico principal e plagioclásio como feldspato predominante. Nicóis cruzados - lâmina: BP-M-659. Legenda: qtz = quartzo, plag = plagioclásio, bt = biotita, hbl = hornblenda.



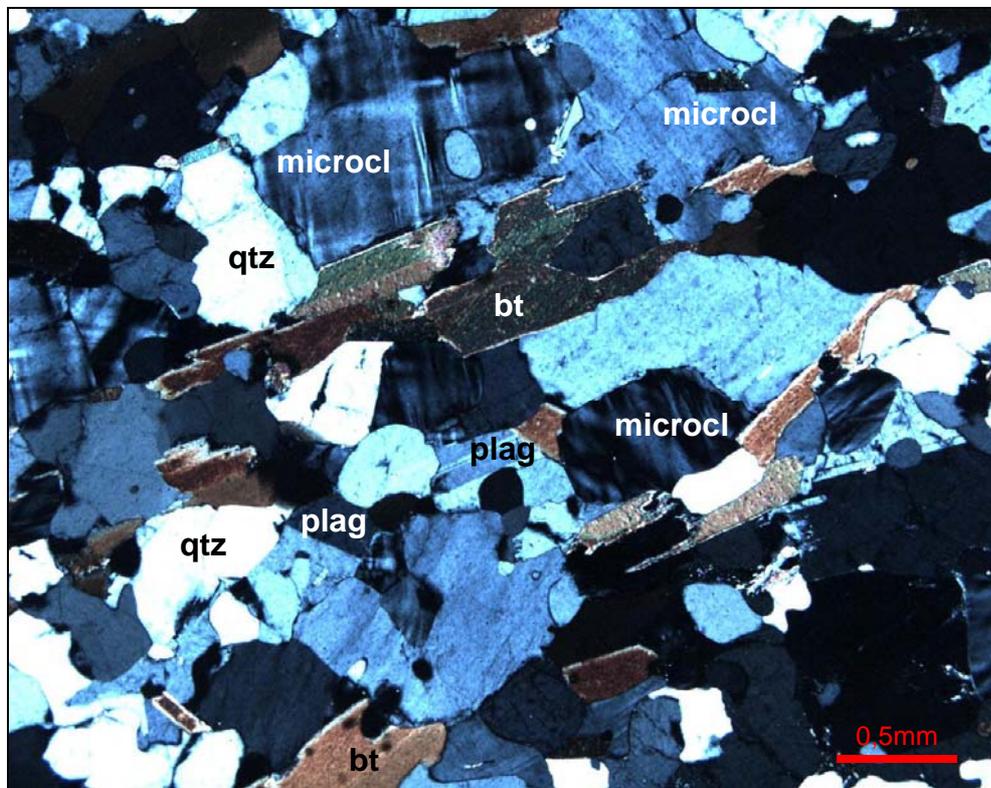
**Figura 5.13** – Fotomicrografia do biotita gnaise (série cálcio-alcálica de alto-K). Predomínio da biotita (bt) como mineral máfico. Luz natural - lâmina: BP-M-642.



**Figura 5.14** - Associação de minerais presentes no biotita-gnaise (série cálcio-alcálica de alto-K) onde a biotita é o máfico principal e o K-feldspato aparece como feldspato predominante. Nicóis cruzados - lâmina: BP-M-642. Legenda: bt = biotita, microcl = microclina.



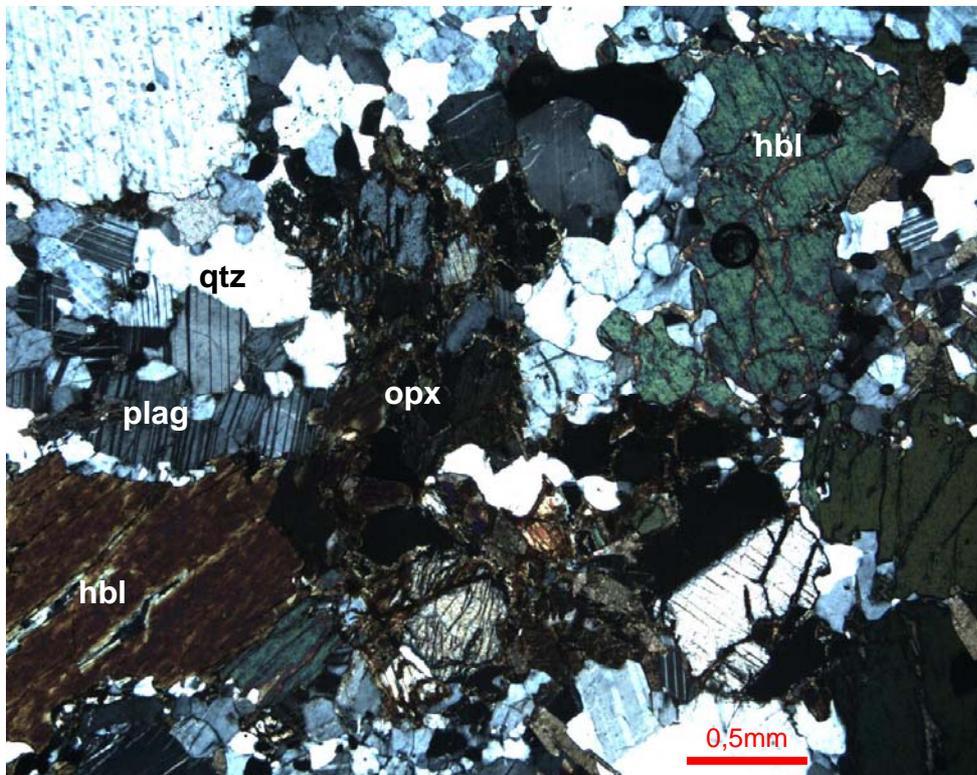
**Figura 5.15** – Fotomicrografia do biotita gnaiss (série cálcio-alcálica alto-K). Predomínio da biotita como mineral máfico. Neste caso notar a coloração avermelhada das biotitas, comum na região de Volta Redonda (RJ) para este tipo de litologia. Luz natural - lâmina: VR-08. Legenda: bt = biotita, microcl = microclina.



**Figura 5.16** - Associação de minerais presentes no biotita-gnaiss (série cálcio-alcálica de alto-K) onde a biotita é o máfico principal e o K-feldspato aparece como feldspato predominante. Nicóis cruzados - lâmina: VR-08. Legenda: qtz = quartzo, bt = biotita, plag = plagioclásio, microcl = microclina.



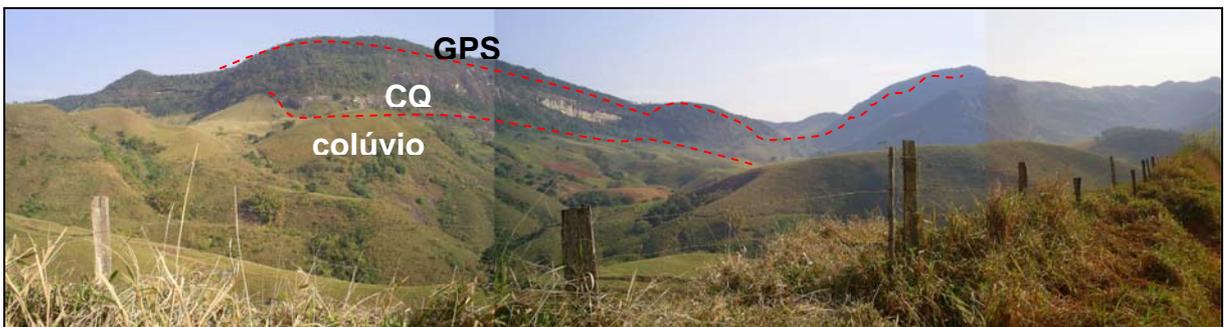
**Figura 5.17** - Fotomicrografia de ortogneisse do Complexo Quirino sob facies granulito, mapeado na região de Além Paraíba (MG). Em destaque a associação de minerais máficos constituída por anfibólio e piroxênios. luz natural – lâmina: EC-II-2002-6. Legenda: opx = ortopiroxênio, hbl = hornblenda.



**Figura 5.18** – Fotomicrografia de ortogneisse do Complexo Quirino sob facies granulito, mapeado na região de Além Paraíba (MG). Ao centro observa-se o ortopiroxênio com extinção reta em meio aos anfibólios. Nicóis cruzados – lâmina: EC-II-2002-6. Legenda: qtz = quartzo, plag = plagioclásio, hbl = hornblenda, opx = ortopiroxênio.

## 5.2 – Grupo Paraíba do Sul

Dentro dos limites do Terreno Paraíba do Sul, a cobertura metassedimentar, representada pelo Grupo Paraíba do Sul, ocupa maior parte da porção SW (ca. 65% em área) próximo a Bananal (SP), Volta Redonda e Vassouras (RJ), assumindo uma faixa mais estreita no sentido NE, ao longo do contato oriental com o terreno adjacente até a região de Leopoldina e Além Paraíba (MG), aflorando em camadas no núcleo de dobras reviradas, entre flancos ocupados por gnaisses do Complexo Quirino (Tupinambá *et al.*, 2002), Figura 5.19.



**Figura 5.19** - Vista geral a partir do ponto SA-129 para NE. Complexo Quirino (CQ) por entre as cristas das serras adjacentes compostas pelos paragneisses do Grupo Paraíba do Sul (GPS).

Segundo Heilbron *et al.* (2004), a sucessão metassedimentar compreende duas unidades principais metamorfizadas sob facies anfíbolito superior: biotita gnaisses psamíticos e sillimanita biotita gnaisses pelíticos; unidades estas que podem ocorrer intercaladas em todas as escalas de observação.

Normalmente, este tipo de litologia apresenta um relevo arrasado, de morfologia arredondada, em consequência da maior susceptibilidade à alteração de seus minerais constituintes.

Os metassedimentos deste grupo são sillimanita granada biotita gnaisses (Figura 5.20), muito micáceos e xistosos que passam gradualmente para biotita gnaisses ricos em porfiroblastos arredondados de feldspato, sendo encontrados ainda freqüentes intercalações lenticulares de rochas calcissilicáticas, mármore, anfíbolitos, gnditos e poucos quartzitos.

Os mármore são calcíticos e dolomíticos, brancos, homogêneos e granoblásticos, podendo conter tremolita e diopsídio, além do carbonato. Os anfíbolitos ocorrem como lentes, *boudins* e corpos tabulares decimétricos interpretados como *sills* metamorfizados (Marins, 2000). Os quartzitos são raros, finos e impuros e afloram como camadas lenticulares pouco espessas, normalmente intercalados com os paragneisses alterados (Figuras 5.21 e 5.22).



**Figura 5.20** – Afloramento de sillimanita-granada-biotita gnaiss do Grupo Paraíba do Sul na região de Bananal (SP). Foto por Eiraldo Silva (2006).



**Figura 5.21** – Saibreira em Além Paraíba (MG) contendo quartzito recristalizado, com feldspato caulinzado e indícios de manganês. Ocorre intercalado com o paragnaisse alterado. Ponto AP-TUP-22.



**Figura 5.22** – Detalhe do afloramento AP-TUP-22, descrito na foto anterior.

Especificamente nos pontos visitados na região de Bananal, próximo aos locais de coleta, a litologia se caracteriza por um (muscovita)-biotita gnaiss bandado com muitas camadas intercaladas de (granada)-sillimanita-muscovita-biotita xisto, correlacionável à “Unidade Beleza” de Almeida *et al.* (1993). Por se tratar de uma unidade bastante estratificada, com alternâncias de protólitos psamíticos, pelíticos e carbonáticos, as freqüentes lentes métricas a centimétricas de rochas calcissilicáticas, mármore calcítico-dolomítico, níveis de gondito e quartzitos, facilitou a amostragem dos quartzitos, que geralmente são de difícil ocorrência no Grupo Paraíba do Sul (Figura 5.23).

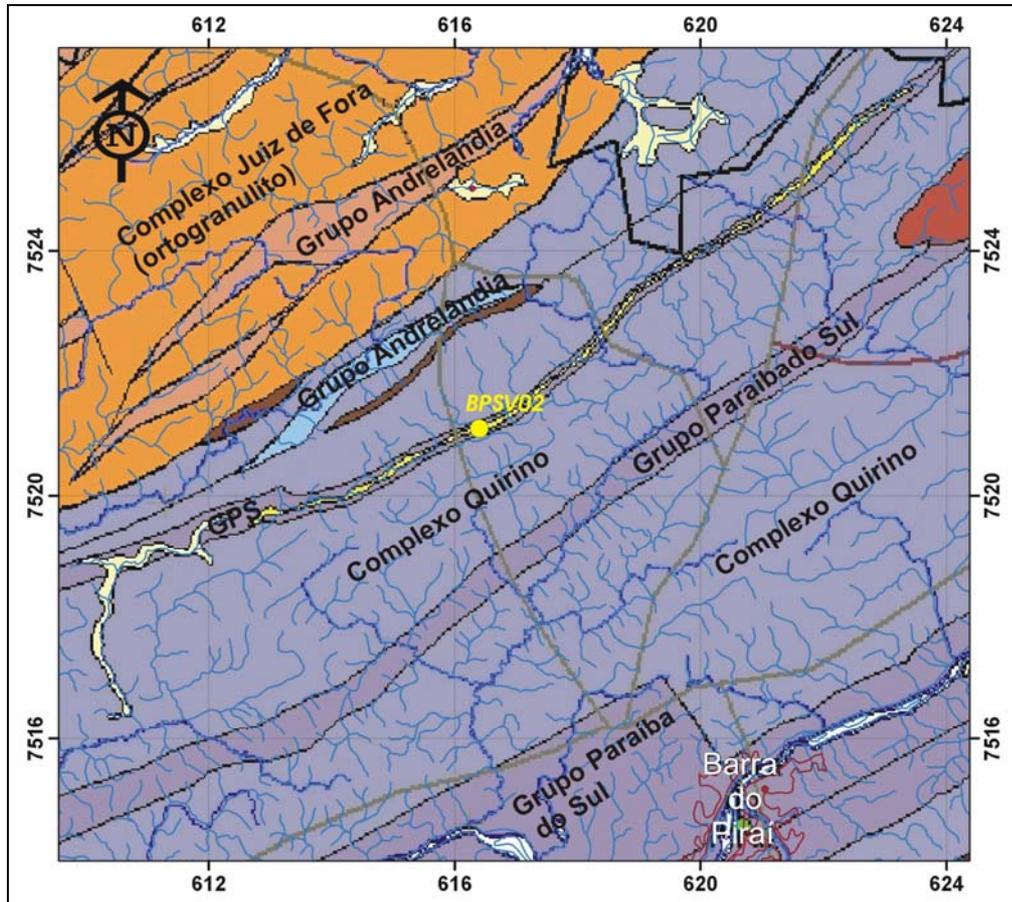


**Figura 5.23** – Afloramento de quartzito fino e impuro de dimensões métricas, intercalado com mármore (fora da foto), na Serra da Bocaina, em Bananal (SP).

Em Barra do Piraí, o segundo ponto amostrado corresponde a uma saibreira contendo quartzito envolto a um gnaisse aluminoso alterado do Grupo Paraíba do Sul (Figura 5.24). Este ponto pertence a uma estreita e contínua faixa, paralela à estrutura regional NE-SW, posicionada tectonicamente em meio às rochas vizinhas mapeadas como Complexo Quirino (Figura 5.25).



**Figura 5.24** – Detalhe do afloramento de quartzito amostrado referente ao ponto BP-SV-02, em Barra do Pirai (RJ).



**Figura 5.25** – Mapa de localização do ponto amostrado BPSV02 no município de Barra do Pirai. Geologia a partir da Folha Barra do Pirai 1:100.000, Pronageo (CPRM / UERJ), 2006, disponível no site: <http://geobank.sa.cprm.gov.br/>. GPS = Grupo Paraiba do Sul.