UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

Contribuição à Geologia da Região de Salesópolis-Guararema, SP

Francisco Rubens Alves

DEDALUS - Acervo - IGC

30900007673

Dissertação de mestrado apresentada ao Instituto de Geociências.

Orientador:

Prof. Dr. Celso de Barros Gomes

SÃO PAULO

1975

ÍNDICE GERAL

1. INTRODUÇÃO	1
2. METODOLOGIA E TRABALHOS EXECUTADOS	2
3. TRABALHOS ANTERIORES E GEOLOGIA REGIONAL	7
4. GEOMORFOLOGIA	15
5. LITOLOGIA	23
5.1. Faixa Norte	24
5.1.1. Xistos	25
5.1.2. Gnaisses Bandados	32
5.1.2.1. <i>Bandas Claras</i>	40
5.1.2.2. <i>Bandas Escuras</i>	43
5.1.3. Estruturas "schollen" e "schlieren"	47
5.1.4. Rochas Sedimentares	49
5.2. Faixa Central	50
5.2.1. Xistos	50
5.2.2. Gnaisses	61
5.2.3. Quartzitos	70
5.2.4. Adamellito Santa Catarina	72
5.2.4.1. <i>Modo de Ocorrência</i>	72
5.2.4.2. <i>Caracteres Petrográficos</i>	73
5.2.5. Granito Guararema	81
5.2.5.1. <i>Modo de Ocorrência</i>	81
5.2.5.2. <i>Caracteres Petrográficos</i>	82
5.2.6. Granito Santa Branca	86
5.2.6.1. <i>Modo de Ocorrência</i>	86
5.2.6.2. <i>Caracteres Petrográficos</i>	88
5.2.7. Granito Sabaúna	94
5.2.7.1. <i>Modo de Ocorrência</i>	94
5.2.7.2. <i>Caracteres Petrográficos</i>	95

	ii
5.2.8. Diabásios	97
5.2.9. Sedimentos	97
5.3. Faixa Sul	98
5.3.1. Complexo Gnáissico Migmatítico	98
5.3.2. Quartzitos	108
5.3.3. Granito Cruz do Alto	108
5.3.3.1. <i>Modo de Ocorrência</i>	108
5.3.3.2. <i>Caracteres Petrográficos</i>	110
5.3.4. Sedimentos	116
6. ESTRUTURAS	117
6.1. Estruturas Sedimentares	117
6.2. Estruturas de Origem Tectono-Metamórfica	119
6.2.1. Xistosidade	119
6.2.2. Lineações	120
6.2.3. Dobras	121
6.2.4. Crenulação (strain slip cleavage)	121
6.2.5. Falhas	122
6.2.6. Juntas	123
7. METAMORFISMO	124
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS	127
9. BIBLIOGRAFIA	132
10. AGRADECIMENTOS	136

ÍNDICE DAS FOTOMICROGRAFIAS

Fotomicrografia	1 - Microporfiroblastos de muscovita <u>cor</u> tando e desviando parcialmente a <u>xis</u> tosidade. A amostra é de xisto.	29
Fotomicrografia	2 - Feixes de agulhas subparalelas de sillimanita inclusos em placas de mus covita paralelas à secção. A amostra é de xisto.	29
Fotomicrografia	3 - Grãos de sillimanita em meio a massa de sericita e muscovita. A amostra é de xisto.	30
Fotomicrografia	4 - Microporfiroclastos de microclínio e de agregado quartzo-feldspático orla dos por matriz pouco recristalizada de quartzo e feldspatos e palhetas de muscovita e biotita. A amostra é de um blastomilonito porfiroclástico.	41
Fotomicrografia	5 - Microporfiroclasto de plagioclásio, cortando e desviando a foliação. A ma triz mostra grãos de quartzo e felds patos e palhetas de biotita. A amos tra é de um gnaiss blastomilonítico escuro.	45
Fotomicrografia	6 - Cristal isolado de estauroлита, mos trando efeitos de fraturamento. Esta envolvido por sericita e muscovita e, mais distante, por quartzo.	63
Fotomicrografia	7 - Agregado compacto de cianita envolvi do por sericita e muscovita em mosai co de quartzo	63
Fotomicrografia	8 - Secção basal de turmalina, que seccio na a muscovita e a xistosidade; a tur malina inclui quartzo minúsculo.	64
Fotomicrografia	9 - Microclínio incluindo restos de pla gioclásio e orlado por mirmequita, pla gioclásio e quartzo.	77

Fotomicrografia 10 - Fragmentos de um único cristal geminado de microclínio separados por fraturas preenchidas por agregado de microclínio mal geminado interrompidas pelas fraturas preenchidas por plagioclásio sericitizado e mirmequita.	84
Fotomicrografia 11 - Nota-se a geminação bem desenvolvida no fenocristal de microclínio, e em grão irregular, e incipiente nos grãos menores do agregado.	92
Fotomicrografia 12 - Paleossoma de migmatito estromatítico da Faixa Sul.	105

ÍNDICE DAS FOTOGRAFIAS

Foto 1 - Várzea do rio Tietê, imediações da Usina da Light, estendendo-se até as colinas de migmatitos. Ao fundo, o Granito Cruz do Alto.	22
Foto 2 - Vale de direção N15E encaixado no Granito Santa Branca	22
Foto 3 - Amostra de blastomilonito porfiroclástico. Nota-se matriz escura, foliada, biotítica, com bandas finas e "pintas" claras quartzo-feldspáticas, além dos porfiroclastos arredondados de feldspato.	34
Foto 4 - Afloramento de gnaiss bandado blastomilonítico cujo aspecto lembra os estromatitos. As bandas escuras são de gnaiss blastomilonítico fino ou porfiroclástico, biotítico, e as claras são de material quartzo-feldspático, foliado.	34
Foto 5 - "Veio" quartzo-feldspático com dobras cerradas a isoclinais bastante deformadas, envolvido por matriz escura biotítica, com pequenos porfiroclastos.	36

- Foto 6 - "Veio" quartzo-feldspático com dobras cerradas desfeitas, com flancos e ápices estirados ou espessados, em gnaiss blastomilonítico finamente foliado. 36
- Foto 7 - Blastomilonito quartzo-feldspático, foliado, com muscovita. 37
- Foto 8 - Amostra de blastomilonito típico. 37
- Foto 9 - Amostra de banda clara bastante foliada e com aspecto fluxionar. As bandas escuras são biotíticas e as claras se compõem de quartzo, feldspatos e abundantes grãos e massas de apatita. 38
- Foto 10 - Gnaiss finamente bandado e dobrado com raros e duvidosos "porfiroclastos". As bandas claras são cordões de quartzo ou agregados quartzo-feldspáticos, e as escuras são mais ricas em biotita. 38
- Foto 11 - Gnaiss regularmente bandado, blastomilonítico. Neste caso, faltam os porfiroclastos e as bandas quartzo-feldspáticas claras mostram, microscopicamente, textura em rosário (flaser) recristalizada; as bandas escuras são mais ricas em biotita. 39
- Foto 12 - Os pequenos afloramentos de rocha alterada são os mais comuns. Na foto, a rocha apresenta acamamento e estratificação concordantes, com mergulho de 65° para norte. 52
- Foto 13 - Rocha afetada por crenulação, em estágio intermediário de transposição da xistosidade original, 52
- Foto 14 - Dobra aberta do acamamento e xistosidade, de aspecto concêntrico, com eixo mergulhando 40° . O afloramento mostra intercalação de xistos e metassiltitos. 53
- Foto 15 - Xistosidade com dobras de posicionamento neutro, com eixo sub-horizontal. A rocha é um micaxisto. 53

- Foto 16 - Rocha com a xistosidade paralela à fina estratificação, sendo a foliação devida, principalmente, às interfaces entre as camadas, o que a torna mais espaçada. 57
- Foto 17 - Veio granitóide, com dobra desarmônica, cortando gnaisses bem foliados. 58
- Foto 18 - Xenólito cortado pelo Granito Santa Branca; o corpo está fora de sua posição original, exibindo xistosidade sub-horizontal. 58
- Foto 19 - Granada gnaisses das vizinhanças do contato com o Granito Santa Branca. 67
- Foto 20 - Adamellito Santa Catarina, variedade porfiróide (Tipo 1). 75
- Foto 21 - Adamellito Santa Catarina, variedade com granulação seriada (Tipo 3). 75
- Foto 22 - Adamellito Santa Catarina, esse tipo textural corresponde às rochas da borda da várzea do Rio Paraitinga II. 76
- Foto 23 - Granito Guararema. Esta variedade ocorre mais nas bordas. Nota-se megacristais de bordas difusas e formas irregulares e paralelismo da biotita, além de um grumo biotítico centimétrico. 83
- Foto 24 - Granito Santa Branca. Visão geral da textura. A foto é de uma superfície cortada de matacão, nas proximidades do contato norte. 90
- Foto 25 - Granito Sabaúna. Nota-se a granulação quase centimétrica e a orientação das micas, dando à rocha um aspecto gnaissóide. 96
- Foto 26 - Estromatito da Faixa Sul, notando-se leve discordância entre as bandas e entre estas e a foliação. 103
- Foto 27 - Banda escura de migmatito, notando-se sua variação interna. Pode passar gradativamente a oftalmitos. 103
- Foto 28 - Granito Cruz do Alto. Nota-se a orientação dos megacristais de microclínio e subparalelismo das massas de biotita envolventes. 112

ÍNDICE DAS TABELAS

Tabela I - Análises modais de xistos da Faixa Norte	26
Tabela II - Mineralogia de amostras moídas e peneiradas dos xistos da Faixa Norte	31
Tabela III- Análises modais das porções claras dos gnaisses bandados da Faixa Norte	45
Tabela IV - Análises modais das porções escuras dos gnaisses bandados da Faixa Norte	46
Tabela V - Mineralogia de resíduos pesados de migmatitos da Faixa Norte	49
Tabela VI - Análises modais de metassedimentos da Faixa Central	56
Tabela VII- Mineralogia de resíduos pesados dos metassedimentos da Faixa Central	62
Tabela VIII- Análises modais de gnaisses da Faixa Central	69
Tabela IX - Mineralogia de quartzitos impuros e rochas calcossilicáticas da Faixa Central	71
Tabela X - Análises modais do Adamellito Santa Catarina	81
Tabela XI - Análises modais do Granito Santa Branca	89
Tabela XII- Análises modais de migmatitos da Faixa Sul	106
Tabela XIII- Mineralogia do Granito Cruz do Alto	112

ÍNDICE DOS ANEXOS

Anexo 1 - Mapa geológico da região de Salesópolis	
Anexo 2 - Mapa de localização de afloramentos e amostras examinadas	

ÍNDICE DAS FIGURAS

Figura 1 - Mapa de situação da área estudada	3
--	---

1. INTRODUÇÃO

Os estudos geológicos do Prê-Cambriano no Estado de São Paulo experimentaram impulso a partir de 1966/1967, tendo se concentrado, porém, na região sul do Estado e a oeste e arredores da Capital. As faixas correspondentes à Serra do Mar e àquela compreendida entre o vale do Paraíba e litoral só ultimamente têm sido trabalhadas. Com respeito à porção oriental da Grande São Paulo, apenas se conhecem trabalhos de simples reconhecimentos locais, descrições de secções ao longo de eixos rodoviários e trabalhos ligados à geologia de engenharia; particularmente muito pouco se conhece para leste de Mogi das Cruzes.

O presente trabalho visa tão somente à caracterização litológica e estrutural preliminar de pequena área localizada nesse extremo oriental da Grande São Paulo, a partir da qual são feitas algumas considerações sobre a sua evolução geológica.

O presente trabalho surgiu como decorrência das atividades de mapeamento da disciplina de pós-graduação, "Geologia de Campo", durante o ano de 1971. Na oportunidade, três turmas ocuparam-se do estudo das secções compreendidas entre Jacareí-Santa Branca, Santa Branca-Salesópolis e Salesópolis-Escarpa da Serra do Mar, que atravessam praticamente toda a faixa Prê-Cambriana entre o vale do Paraíba e a escarpa da Serra do Mar. Após esses trabalhos, verificou-se que a secção intermediária desperta maior interesse não só por apresentar maior variação litológica em relação às demais, como também pela maior probabilidade de se comprovar a continuidade de algumas das grandes estruturas já estabelecidas a oeste.

A área de estudo corresponde aproximadamente a um quadrilátero, cujos vértices são as cidades de Guararema, a noroeste, Santa Branca, a nordeste, Biritiba Mirim, a sudoeste, e finalmente Salesópolis, a sudeste. Suas coordenadas geográficas são $23^{\circ} 24'$ e $23^{\circ} 36'$ sul e $45^{\circ} 50'$ e $46^{\circ} 02'$ oeste de Greenwich, delimitando uma área de aproximadamente 550 km^2 .

O principal acesso à área se faz através da BR-116 (Rodovia Presidente Dutra), a partir de Cumbica, seguindo-se depois por asfalto até Mogi das Cruzes (através de Suzano e Poá), e desta cidade, ainda em asfalto, até Biritiba Mirim e Salesópolis; atualmente, para se chegar a Mogi das Cruzes, pode-se tomar a rodovia Mogi-Dutra, na altura de Arujá. Existem, ainda, outras formas de se atingir a área em sua porção norte: seja pela estrada asfaltada Mogi-Guararema, seja tomando-se a BR-116 até Jacaref e daí até Santa Branca ou então até Guararema (Figura 1).

Quatro estradas principais, de posicionamento aproximado NS, cortam a área: duas estradas Salesópolis-Santa Branca, a estrada que vai do Bairro do Remédio até a estrada Santa Branca-Guararema (esta acompanha o rio Paraíba, aproximadamente EW) e a ligação Sabaúna-Guararema. Um número razoável de pequenos caminhos está presente na faixa oeste da área, tornando-se, no entanto, mais raros e menos transitáveis na faixa leste, e a sul da rodovia Biritiba Mirim-Salesópolis (neste último caso devido à subida das águas da Barragem de Ponte Nova).

2. METODOLOGIA E TRABALHOS EXECUTADOS

A partir de fotografias aéreas na escala 1:25.000, tiradas em 1962, pela Aerofoto Natividade para o Instituto

Fig. 1 - Mapa de Situação

LEGENDA

- Limite da área
- Cidades
- Estradas pavimentadas
- - - Estradas de terra
- +++ Estradas de ferro
- ~ Rios

ESCALA

0 500 km

Agrônomo de Campinas, Região 7-Q, e na escala 1:60.000, tiradas pela "USAF", em 1965 e 1966 (faixas 86G, 87C e 88D), procurou-se fazer uma foto interpretação detalhada, quer as sinalando os lineamentos fotogeológicos, quer delimitando as unidades fotogeológicas. Boa parte dos contatos verificados no campo foram interpolados e extrapolados por este meio, bem como a continuidade das possíveis zonas de falhas indicadas no campo pela presença de cataclasitos. Tendo em vista a continuidade das grandes feições estruturais que talvez atravessassem a área (principalmente os grandes falhamentos transcorrentes), foram examinados os Foto-Índices, em escala aproximada 1:100.000 (Aerofoto Natividade/IAC, 1962, 7-0 e 7-V), e dois diapositivos da "NASA", tirados pela missão "Apollo VII", convenientemente projetados para resultarem imagens nas escalas 1:250.000 e 1:100.000. O exame das fotografias aéreas foi feito com estereoscópio de espelho marca Zeiss.

O trabalho de campo demandou aproximadamente 25 dias, durante os quais foram percorridas todas as estradas e caminhos transitáveis (ainda que precariamente) da região. Procurou-se detalhar as estradas que se aproximam da disposição norte sul; por outro lado, as estradas mais ou menos paralemas à direção geral das estruturas (EW) foram percorridas e verificadas com número menor de pontos. Ocasionalmente, foram feitas caminhadas para verificação de um ou outro ponto julgado importante. Desta forma, registrou-se em caderneta de campo cerca de 800 pontos, distribuídos mais ou menos uniformemente ao longo das estradas; cada ponto assinalado apresenta um número variável de informações, desde descrição litológica completa, amostragem adequada e diversas medidas das feições estruturais, até simples anotação da natureza e cor do solo.

As observações foram feitas, quer em afloramentos e blocos de rocha fresca, quer em cortes de barranco e exposições de material muito alterado (horizonte C de solo estru

turado), ou até mesmo em solos evoluídos. A amostragem objetivou principalmente rochas frescas, mas foram também coletadas amostras de material completamente alterado e até mesmo solos, visando estabelecer a mineralogia nos lugares onde os afloramentos eram pouco favoráveis, sobretudo nas áreas de xistos.

Foram coletadas aproximadamente 450 amostras entre rochas frescas, alteradas e solos. Desse total, cerca de 250 correspondem a material fresco ou pouco alterado, dos quais 150 foram laminados. As amostras de rocha alterada (ou horizonte C) foram lavadas em água, peneiradas, e parte delas passadas em bromofórmio para fins de pesquisa de minerais metamórficos importantes. As amostras de solo, que poderiam ser úteis caso se precisasse de algum elemento informativo adicional, não foram contudo analisadas.

Todas as amostras de rocha foram examinadas detidamente em lupa monocular; os materiais lavados das amostras alteradas foram examinados em lupa binocular (50 a 150 "mesh") e ao microscópio petrográfico (150 a 200 "mesh") em montagem com líquido apropriado (geralmente com $n = 1,540$) para reconhecimento da sua mineralogia. Das 150 lâminas obtidas, pelo menos uma de cada tipo petrográfico foi detalhada, tendo-se feito contagens de 1 000 pontos, do que resultaram aproximadamente 30 descrições completas. Entre as 120 restantes, muitas se revelaram, em exame superficial, praticamente iguais entre si e foram examinadas somente quanto à mineralogia e textura, contando-se para tanto um número menor de pontos (200 a 300) em cerca de 80 lâminas. As 40 restantes foram examinadas rapidamente quanto à mineralogia e textura, devido às semelhanças com o material já descrito. A mineralogia qualitativa e a textura, principalmente os aspectos superimpostos, como as feições cataclásticas, foram examinadas em todas as lâminas.

Para o trabalho petrográfico, empregou-se micros

cópio marca Zeiss e a técnica do contador de pontos (CHAYES, 1949) para as análises modais. Na identificação dos vários minerais, foram consultados textos usuais de microscopia petrográfica, que, além do caráter mineralógico descritivo, apresentam resumos das técnicas de reconhecimento (KERR, 1959; HEINRICH, 1965; TRUGER, 1956). Determinações de índices de refração de minerais foram feitas com o auxílio de bateria de líquidos de fabricação "Cargille", empregando-se luz branca.

As medidas de atitudes das feições estruturais, obtidas com bússola no campo, referem-se principalmente à xistosidade, quase sempre coincidente com o bandamento; em poucos lugares, foi possível a visualização correta de planos axiais e eixos de dobras, bem como das lineações; também se obteve razoável número de medidas de fraturas diversas. Procurou-se integrar e analisar estatisticamente parte das medidas em diagramas "Schmidt-Lambert"; os resultados conseguidos, no entanto, são vistos com reservas dado o pequeno número de medidas e à inexistência de afloramentos ou pedreiras suficientemente extensas a permitir um grande número localizado de medidas.

Os dados disponíveis foram lançados diretamente nas fotografias aéreas, na escala de 1:25.000 e 1:60.000, e destas para o mapa geológico (Anexo 1), tomando-se como base cartográfica as folhas de Jacareí (IBGE, Folha SF-23-Y-D-11-3), Santa Isabel (IGGSP, Folha SF-23-Y-D 1-4), Mogi das Cruzes (IGGSP, Folha SF-23-Y-D-IV-2) e Salesópolis (IGGSP, Folha SF-23-Y-D-V-1 e SF-23-Y-D-V-3), todas na escala de 1:50.000. Um número de atitudes de elementos estruturais, julgado suficiente para permitir a visualização do comportamento estrutural das rochas, foi lançado em mapa; as amostras mais importantes foram localizadas em mapa à parte (Anexo 2). Dois tipos de contatos litológicos foram convencionados: o "observado", reunindo uma grande soma de evidências, traduzidas na presença e alinhamento de blocos, quebras topográficas, con

trastes de padrão fotogeológico, linhas topográficas retilíneas e, principalmente, presença verificada no campo de rochas diferentes em um e outro lado do suposto contato, e o "inferido", este caracterizado quando das passagens gradativas entre diferentes tipos litológicos e nos casos em que faltaram elementos seguros para locação dos limites desses tipos. Pode-se estimar o erro absoluto em mais ou menos 30 m para os contatos dito "observados", e em 100 m e até mais, para os "inferidos".

A maior parte do vocabulário científico usado neste trabalho é de uso rotineiro nas geociências, dispensando, assim, maiores explicações. Com relação à classificação mineralógica e textural das rochas metamórficas e termos correspondentes, seguiu-se WILLIAMS *et al.* (1954); deste mesmo trabalho, foram utilizadas as descrições e os nomes correspondentes das texturas das rochas ígneas. No tratamento das feições estruturais, adotou-se, de modo geral, TURNER e WEISS (1963).

Da iniciativa de autores isolados e organismos de âmbitos nacionais e internacionais, têm resultado, ultimamente, alguns sistemas de classificação e nomenclatura relativamente simplificados e uniformizados, que interessam a algumas áreas das geociências, particularmente à petrologia. No presente trabalho, alguns desses sistemas foram adotados: o de MEHNERT (1968) para os migmatitos, do IUGS (1973) para a classificação modal das rochas plutônicas, e o de SPRY (1969) para as rochas supostamente resultantes de metamorfismo dinâmico.

3. TRABALHOS ANTERIORES E GEOLOGIA REGIONAL

Não é intenção do autor realizar, neste capítulo,

uma nova e completa revisão bibliográfica sobre o pré-cambriano paulista; em primeiro lugar, porque vários autores se rão citados durante a discussão dos assuntos pertinentes e, em segundo, porque há maior interesse em se destacar os trabalhos mais importantes, e os que estão ligados mais de per to à região de Guararema-Salesópolis.

A década de 30 marcou o início do aparecimento de trabalhos abordando o tema. Neste sentido, cabe citar MORAES REGO (1933), que investigou rochas epimetamórficas, definindo a Série São Roque, e discutiu seu relacionamento com as rochas do Complexo Cristalino, estas últimas supostamente ad mitidas como arqueanas; a Série São Roque foi assumida como de idade algonquiana, correlacionável portanto à Série Açun gui.

Vale lembrar que uma "série de São Roque" e uma "sé rie de São Francisco" já haviam sido definidas, sem qualquer conotação estratigráfica contudo, por OLIVEIRA e GONZAGA DE CAMPOS (1889); OLIVEIRA (1925) destacou dois conjuntos lito lógicos no pré-cambriano paranaense: os epimetamórficos, ca racterizando a Série Açungui, e as rochas gnáissicas, inte grantes do Complexo Cristalino.

As possíveis unidades componentes do pré-cambriano, e suas litologias, foram ainda examinadas por FRANCO (1955), que descreveu e discutiu a gênese dos migmatitos da região do Guarujá, SP. COUTINHO (1953) mapeou geologicamente a re gião do Jaraguá, sem distinguir qualquer continuidade entre as rochas do Complexo e as epimetamórficas locais, que enqua drou dentro da Série Açungui. Em 1956, FRANCO abordou nova mente o tema migmatitos, estudando desta vez as ocorrências da zona oeste paulistana. CORDANI *et al.* (1961) investiga ram a geologia da região do Jaraguá, descrevendo a litologia e as estruturas, bem como propondo para a Série São Roque um modelo evolutivo semelhante ao fornecido por COUTINHO (1953); os anfibolitos desta mesma área foram estudados em detalhe

por GOMES (1962), GOMES *et al.* (1964) e GOMES (1971), atribuindo-lhes uma origem ortometamórfica. Em 1963, o Instituto Geográfico e Geológico publicou novo mapa geológico ao milionésimo do Estado de São Paulo; o seu boletim explicativo circulou em 1964, destacando-se sobretudo os capítulos de autoria de KNECHT sobre o pré-cambriano e de ALMEIDA sobre os aspectos geomorfológicos do Estado. HASUI *et al.* (1969), descrevendo a geologia da área noroeste da Capital, propuseram um modelo evolutivo local não essencialmente diferente daquele até então conhecido; sugeriram, também, a manutenção do nome Grupo São Roque. PETRI e SUGUIO (1969) estudaram detalhadamente as características sedimentares das rochas do Grupo Açungui no Vale do Ribeira. MELCHER *et al.* (1973) publicaram trabalho geológico sobre área superior a 16 000 km², que abrange, praticamente, o Vale do Ribeira; nesse trabalho, foram definidas as litologias e estruturas, e dado a público um resumo geocronológico dos eventos regionais.

Os problemas ligados à estratigrafia e geocronologia do pré-cambriano, tanto dos Estados de São Paulo como Paraná, além de abordada em parte junto aos trabalhos previamente referidos, foram, também, especificamente discutidos em várias outras publicações. BIGARELLA e SALAMUNI (1956, 1958) propuseram a divisão do Grupo Açungui no Paraná em três Formações, que são assim definidas: Setuva, Capiru e Votuverava, esta última ocupando o topo da sequência. CORDANI e BITTENCOURT (1967), HASUI e HAMA (1972) e CORDANI e KAWASHITA (1971) fizeram um estudo geocronológico das rochas do Grupo São Roque - Açungui. MARINI *et al.* (1967), baseados na falta de determinação estratigráfica dessas rochas, propuseram a mudança do termo Série para Grupo Açungui; descreveram a Formação Águas Claras, sotoposta à Formação Votuverava, e discutiram a real posição da Formação Setuva. FUCK *et al.* (1971), estudando a geologia do leste paranaense, distinguiram o Complexo Cristalino, que inclui gnaisses e migmatitos, e a Formação Setuva, como mais antigos que o Grupo Açungui.

As abordagens sobre o problema dos contatos entre as epimetamórficas (Grupos Açungui e São Roque) e o Complexo Cristalino mereceram igualmente destaque especial na literatura. MORAES REGO (1933) referiu-se a contatos não nítidos, gradacionais ou com granitos interpostos entre as duas unidades. MELFI *et al.* (1965) descreveram passagens graduais dos ectinitos para os migmatitos na região sul do Estado. Por sua vez, MARINI *et al.* (1967) pronunciaram-se a favor de contatos de falha, embora havendo similaridade de estruturas e grau metamórfico entre as rochas adjacentes. HASUI *et al.* (1969) atribuíram os contatos também a falhas, o mesmo fazendo COUTINHO (1972). MELCHER *et al.* (1973) confirmaram algumas passagens graduais no Vale do Ribeira; além disso, citaram discordâncias angulares entre as Formações Setuva e Capiru, muito embora tivessem se referido a contatos por falhas na maioria dos casos.

Trabalhos de maior fôlego e de implicações diretas à geologia da área em apreço têm sido realizados com maior frequência nos últimos anos.

COUTINHO (1972) praticamente inaugurou os estudos petrológicos mais aprofundados e mais amplos, tanto das epimetamórficas e das gnáissicas do Complexo Cristalino, como das rochas granitóides do município da Capital; definiu as litologias parcialmente sob o aspecto químico, alcançando várias conclusões quanto à natureza de algumas rochas originais; apontou os grandes falhamentos, bem como analisou estruturalmente a área, concluindo por uma estrutura sinclinal para o Grupo São Roque, sendo que este faria contato tectônico com as rochas do embasamento; finalmente, estabeleceu as condições aproximadas de pressão e temperatura vigentes durante o metamorfismo regional e conseguiu também definir parcialmente um zoneamento mineral e o gradiente metamórfico. Segundo ainda esse autor, o Grupo São Roque seria correlacionável à Formação Votuverava de BIGARELLA e SALAMUNI (1956, 1958).

HASUI (1973) apresentou amplo trabalho sobre a tectônica de áreas a oeste da cidade de São Paulo. Nesse trabalho, introduziu duas novidades nos estudos: a criteriosa análise estrutural, apoiada também nos aspectos microscópicos, fundamentando a regionalização dos dados, e o emprego de uma nova nomenclatura para as rochas migmatíticas, baseada na obra de MEHNERT (1968). Em seu trabalho HASUI (1973) concluiu por uma evolução polifásica desse trato da Faixa Ribeira, tanto no tocante ao metamorfismo, como relativamente às deformações. Mapeou e descreveu a litologia da região, concluindo, com base em feições geológicas similares e dados geocronológicos, pela junção do complexo cristalino e epimetamórficas em uma única unidade, o Grupo Açungui; uma primeira fase de dobramento e de metamorfismo teria afetado somente os blocos a sul da área, para, em seguida, todo o conjunto evoluir igualmente. A grosso modo, conseguiu delimitar tratos que corresponderiam às Formações Votuverava, Capiru e Setuva de BIGARELLA e SALAMUNI (1956, 1958) e HENNIES *et al.* (1967).

RIDEG (1973) apresentou o trabalho mais expressivo sobre a geologia da área em estudo, mais precisamente abordando a região situada a sudoeste de Biritiba Mirim. Esse autor mapeou ampla faixa perpendicular ao litoral, cujos limites passariam a norte, pela Serra do Itapeti, a leste, pouco além de Biritiba Mirim, e a oeste, pela localidade de Iupéba. No seu trabalho, a litologia é descrita com certo detalhe petrográfico e, por sua vez, agrupada em duas unidades maiores: o Complexo Suzano e o Complexo Itatinga, separados pelo Falhamento de Cubatão; dentro do Complexo Itatinga, assinalou outra longa faixa de transcorrência, a Zona Cataclástica Freires. As condições de metamorfismo estabelecidas são correlacionáveis às fornecidas por COUTINHO (1972), isto é, subfácies sillimanita-almandina-ortoclásio da fácies anfibolito e subfácies estauroлита-almandina da fácies almandina anfibolito, da série facial Barroviana (WINKLER, 1967); tam

bém neste caso definiu-se um gradiente NW-SE e, ao pé da Serra do Mar, assinalou-se uma ocorrência de rochas granulíticas. RIDEG (1973) analisou quimicamente feldspatos das rochas granitóides e, com o auxílio do termômetro de feldspatos, obteve dados de temperatura compatíveis com as condições faciológicas preconizadas e coerentes com os dados de COUTINHO (1972); com o propósito de melhor situar e correlacionar as rochas granitóides, efetuou ainda a determinação da triclinicidade em microclínios, com os dados contudo revelando-se pouco conclusivos; analisou também de forma extensa, a evolução polifásica das rochas locais, enquadradas no Complexo Cristalino.

SADOWSKI (1974) estudou ampla faixa, que se inicia a sul da capital e vai até Santos, abrangendo a Serra de Cubatão. Seu trabalho obedeceu moldes semelhantes aos de HASUI (1973), tendo estabelecido para essa região mais um bloco a sul do Bloco Juquitiba. Nesse trabalho, referiu-se a núcleos pré-Açungui, e definiu mais de uma fase de migmatização.

Em adição aos trabalhos referidos atrás, alguns outros, de caráter mais localizado, foram também executados.

KNECHT (1964), no capítulo que lhe coube no Boletim 41 do IGG, descreveu sucintamente algumas secções geológicas idealizadas da área.

VANDOROS e FRANCO (1966) relataram a petrografia sucinta e idades radiométricas de granitos da região de Mogi das Cruzes - Taiaçupeba. Determinações Rb^{86}/Sr^{87} nos granitos forneceram uma idade de 635 ± 45 m.a., enquanto que determinações K^{40}/Ar^{40} indicaram uma idade de 460 ± 15 m.a., sem dúvida caracterizando o fechamento do sistema para argônio.

VANDOROS e OLIVEIRA (1968) investigaram a silicificação e turmalinização de xistos da mesma região; em 1969, publicaram trabalho sobre a geologia e a petrografia das ro

chas da região de Taiaçupeba, constituída por metassedimentos, granitos e sedimentos recentes; atribuíram os processos de silicificação e turmalinização ao corpo granítico mapeado, tendo as soluções ricas em silício e boro se infiltrado através de fendas associadas a falhamentos e levantamento regional de idade 460 ± 15 m.a.

MINIOLI (1971) divulgou uma série de idades radiométricas obtidas em amostras coletadas ao longo da rodovia Paraibuna-Caraguatatuba.

PAIVA FILHO *et al.* (1972) publicaram levantamento geológico das áreas de interesse para a implantação das barragens dos rios Biritiba Mirim e Jundiá.

Nos últimos anos, foram efetuados vários trabalhos geológicos localizados de geologia de engenharia, muitas vezes reunindo dados de geofísica e sondagens, a maior parte deles executada pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo, mas a cujos resultados se tem difícil acesso. J. M.V. COUTINHO, em 1973, percorreu também as vizinhanças de Sabaúna, porém, mais com o propósito de coligir subsídios para o mapa geológico do Estado de São Paulo, na escala 1:1.000.000.

Sempre foi ressaltado o aspecto contrastante dos dois grupos litológicos em que se divide o pré-cambriano paulista, desde a divisa do Estado do Paraná até pouco além da Capital. Por um lado, rochas metassedimentares típicas, com predominância de metaclásticas, e, por outro, um complexo de rochas gnáissicas e migmatíticas, com mármores e quartzitos praticamente ausentes. Corpos plutônicos, principalmente sin e tardi-tectônicos, cortam ou se acomodam às estruturas regionais de direção nordeste, sendo raros os posicionados como pós-tectônicos; a estes últimos corpos se associa pegmatização intensa, às vezes com interesse econômico, como nas regiões de Perus, Santo Amaro, Mogi das Cruzes, Santa Branca, etc. As informações geocronológicas até agora obtidas reve

lam, em linhas gerais, o seguinte quadro evolutivo (MELCHER *et al.*, 1973):

- 650 m.a. - sedimentação
- 650 m.a. - fase orogenética principal e intruções sintectônicas
- 600-650 m.a. - intrusões tardi-tectônicas
- 540 m.a. - intrusões pós-tectônicas
- 500 m.a. - levantamento e resfriamento

Este quadro corresponderia ao desenvolvimento de um ortogeossinclíneo, com o craton a noroeste evoluído em um único ciclo (Ciclo Brasileiro).

É de se notar a não distinção geocronológica entre as rochas dos chamados Complexo Cristalino e Grupo Açungui-São Roque. O problema crucial do contato entre as duas entidades ainda não foi definitivamente resolvido: casos há de passagens graduais, outros de superposição angularmente discordante, porém, na maioria das vezes, o contato é feito por falhas ou zonas cataclásticas.

Ao que parece, as rochas do Grupo Açungui-São Roque estariam preservadas em blocos rebaixados pela ação de falhas inicialmente transcorrentes, ou, eventualmente, em núcleos sinclinais alongados, não havendo, contudo, bases para separá-las das rochas do Complexo Cristalino. A análise do metamorfismo e das estruturas levadas a efeito separadamente em vários blocos têm conduzido a esquemas evolutivos complexos e semelhantes, sendo que a fase inicial de metamorfismo e deformação não teria atingido as rochas tidas como do Grupo São Roque, pelo menos em área a oeste da Capital, na qual o Complexo e o Açungui são unidos sob a designação genérica de Grupo Açungui.

Sistematicamente, tem sido determinado um gradiente metamórfico crescente para sudeste, concordante com o senti

do da polaridade do suposto geossinclinal. As condições me tamórficas foram descritas como compatíveis com a da série fa cial Barroviana, idéia apoiada principalmente na ausência, ou presença restrita e duvidosa, de cianita; essas condições va riariam entre as reinantes na fácies xistos verdes, junto às metassedimentares, até as da subfácies sillimanita-almandina-ortoclásio da fácies anfibolito nas rochas xistosas mais grosseiras e mais intimamente associadas às variedades gnáissicas e migmatíticas. Núcleos apresentando características de fácies granulito e, eventualmente, idades superiores àque las relacionadas, foram encontrados, sobretudo no litoral, pa recendo tratar-se de restos de um embasamento "pré-Açungui" remobilizado.

Os últimos eventos relacionados à evolução do geosinclinal, que se acham fartamente registrados, foram os de transcorrência; estes falhamentos cortam granitos pós-tectônicos e são recobertos por sedimentos do Grupo Tubarão, razão pela qual lhes são atribuídas idades entre 500 e 280 m.a.

Em tempos juro-cretácicos toda a Faixa Ribeira foi atingida pela reativação Wealdeniana, ocorrendo então a colocação de corpos intrusivos básicos e alcalinos. Novas reativações parecem ter tido lugar desde o Terciário Superior, havendo indícios de fracas movimentações recentes. Provavelmente no Plioceno deu-se a formação das fossas tectônicas de São Paulo e do Vale do Paraíba, que foram concomitantemente assoreadas; na Bacia de São Paulo, ocorrem rochas litologicamente correlacionáveis somente à secção superior do pacote sedimentar da Bacia de Taubaté, possuindo esta última uma espessa sequência inferior.

4. GEOMORFOLOGIA

ALMEIDA (1964) descreveu, em traços gerais, as fei

ções geomórficas do Estado de São Paulo, propondo uma compar
timentação adotada por muitos autores e uma evolução geomor
fológica ainda hoje objeto de controvérsias. Seu quadro reú
ne cinco províncias, estas, por sua vez, subdivididas em di
versas zonas; duas dessas províncias englobam os terrenos pré-
cambrianos, com a área de Salesópolis-Guararema situando-
se em uma delas, a Província Atlântica (Província I). Esta
consta de onze zonas, das quais apenas duas interessam à
área em questão, as zonas 1 (Planalto Paulistano) e 2 (Pla
nalto do Paraitinga). O limite entre essas zonas atravessa
a área estudada, coincidindo com o divisor das bacias dos
rios Tietê e Paraíba.

Com base em ALMEIDA (1964), dir-se-ia que a referida
província se caracteriza por um relevo suavizado e presença
de espesso manto intempérico, ressaltando-se sobretudo o con
dicionamento litológico e estrutural da drenagem e das for
mas topográficas. As cotas máximas compõem certo subnive
lento dos interflúvios mais resistentes a 1050-1300 m, sus
tentados por rochas granitóides e quartzíticas; subnive
lamentos restritos aos domínios de cada bacia hidrográfica são
também verificados entre 800 e 1000 m, inclinando-se para ju
zante e para o eixo dos coletores principais. As amplitudes
locais não ultrapassam 100 m, chegando a 300 m na alta bacia
do Paraíba-Paraitinga I.

O Planalto Paulistano apresenta morros e espigões
de altura modesta, com perfis convexos e vertentes ravinadas;
a amplitude localizada atinge 100 m, e as altitudes variam
entre 715 m, nos níveis de base, a leste de São Paulo, e 900m,
nos cimos mais altos. Granitos e gnaisses sustentam a Serra
do Mar, penetrando no planalto à altura das nascentes do Tie
tê; formam também corpos isolados, que se destacam na topo
grafia. Com relação à drenagem, chama a atenção a largura
exagerada das várzeas principais, que excedem em muito as
drenagens atuais.

Toda a porção sul da área em estudo, a partir de uma linha hipotética unindo as localidades de Santa Catarina-Serrote-Serra dos Monos, pertence à zona descrita, caracterizada pela presença de rochas granitóides e migmatíticas e ausência de xistos.

Nessa parte da área, as altitudes variam entre 750 e 1100 m. A leste de Serrote e Alegre, os cimos se nivelam entre 800 e 900 m, raramente ultrapassando esta última cota; para leste, nas vizinhanças de Salesópolis, da Serra dos Monos e na borda sul do vale do Tietê, os interflúvios se elevam a mais de 900 m, atingindo, na Serra dos Monos e na localidades chamada Freires, 1100 m; estas cotas decrescem para oeste-sudoeste, paralelamente às estruturas regionais, e para norte, em direção ao rio Paraíba. Os vales situam-se em altitudes compreendidas mormente entre 750 e 800 m.

O nível de base regional é controlado pelos rios Tietê e Paraitinga II, ambos com densa meandração, perdida em ampla várzea. O Tietê inicia sua várzea mais expressiva a partir da Usina da Light (Foto 1), local onde sofre uma queda de 90m; à montante, em cotas superiores a 860 m, seu alto curso vai gradativamente se tornando encachoeirado, embora localmente ainda existam várzeas; à jusante da queda, em altitudes próximas de 770 m, inicia-se a conhecida planície do Tietê, ininterrupta até Barueri. O rio Paraitinga II, também dono de ampla várzea quase quilométrica, desce de 780 m, na altura de Salesópolis, até 740-750 m, na confluência com o rio Tietê. Em uma extensão de aproximadamente 20 km, os dois rios não descem mais que 40 m. Resta ainda a dizer que ambas as várzeas penetram e se ramificam, através de vales estreitos, na morraria vizinha, alongando-se às vezes quilometricamente.

É interessante notar que, a não ser pelo amplo rebaixamento do vale do rio Paraitinguinha, ocupado por metas sedimentos, as altitudes superiores a 1000 m das vizinhanças

de Salesópolis praticamente se continuam até a Serra dos Monos. Da Serra dos Monos para norte, para dentro do corpo granítico de Santa Branca, tem-se novamente um rebaixamento gradual até o rio Paraíba. O vale do rio Paraitinguinha acompanha fortes lineamentos fotogeológicos, provavelmente ligados a falhamentos, suposição esta reforçada pela presença de metassedimentos nas bordas meridionais da serra citada.

A drenagem em geral apresenta padrão pouco definido, com características dendríticas, e tendência a retangular e paralela. Os maiores cursos d'água, tanto o Tietê, o Paraitinga II, como seus tributários diretos, têm direção este-nordeste, paralela às estruturas (xistosidade, falhamentos e contatos litológicos) regionais, podendo ser chamados subseqüentes; esta disposição obriga muitos tributários dos dois maiores rios a quebras bruscas de direção, formando ângulos retos. Parte desses tributários e a drenagem subsidiária não se acham bem caracterizados, uma vez que as estruturas são subverticais, condicionando-se, não obstante, a um fraturamento definido, de direção norte-noroeste. Esta drenagem é espaçada entre si de 0,5 a 2 km, ocupando vales estreitos, ora pouco mais amplos, na dependência da litologia, das cotas dos interflúvios e da proximidade dos coletores principais.

Os interflúvios são espigados, retilíneos ou sinuosos, mas quase sempre compartimentados em topos arredondados e estrangulados, ora mais estreitos, ora mais amplos, elevando-se a 80-120 m dos vales vizinhos. A esta situação correspondem vertentes convexas, com as formas dos morros podendo ser descritas como arredondadas em perfil, porém, frequentemente com alta declividade. Isto se deve aos vales estreitos e, frequentemente, ao reentalhamento generalizado; são comuns pequenas gargantas com 5 a 10 m de profundidade, de cujas bordas se iniciam diretamente as vertentes.

Na faixa divisora entre os rios Tietê e Paraitinga II, a oeste de Alegre, bem como nas redondezas de Biritiba

Mirim, observa-se um relevo mais suavizado. A drenagem se espaça e dominam as colinas suavemente arredondadas, amplas, com os desníveis locais não ultrapassando 50 m. A borda norte da várzea do Paraitinga II é mais ou menos abrupta, e ambas as bordas da várzea do Tietê são suavizadas, exceto nos locais onde esta se aproxima do Granito Cruz do Alto.

Com relação ainda à primeira metade da área, resta chamar a atenção para três fatos de certa importância geomorfológica: a) presença generalizada de terraços pouco espessos, quase sempre com cascalheira basal, soerguidos de 10 a 20 m relativamente aos cursos d'água próximos; b) o fato de muitos tributários dos dois maiores coletores apresentarem-se, em seu baixo curso, seccionados por quedas d'água, a pequena distância de sua foz; essas quedas, como no caso do vale do Paraitinga II, chegam a formar uma verdadeira linha de cachoeiras; c) a não constatação de ravinamentos generalizados, escoamentos ou cicatrizes recentes, ou mesmo indícios insofismáveis de "creep".

No tocante à área drenada pelo rio Paraíba, e pertencente ao Planalto do Paraitinga, foram igualmente extraídas de ALMEIDA (1964) as informações que se seguem.

Esta zona, deprimida de 200 m com relação à anterior, é drenada pelo rio Paraíba e seus formadores (Paraibuna e Paraitinga I), desde Guararema até as faldas da Serra da Bocaina. Trata-se de um planalto cristalino de estrutura complexa, apresentando um quadro de mar de morros e longas serras longitudinais. Suas altitudes atingem 1300 m, decrescendo para oeste-sudoeste, com amplitudes de até 200 a 300 m, sendo drenado pelos rios jovens adaptados às estruturas. Apresenta espigões de tendência geral este-nordeste, com cimos elevados e sinuosos, de abas lobadas e desfeitos em morros e colinas suavizadas, com vertentes plissadas por antigos ravinamentos e deslizamentos do regolito. Ocorre subnívelamento dos altos a 850-900 m, na altura de Paraibuna, que gradativamente

se eleva em direção à Cunha, quando o relevo parece montanhoso, de vales estreitos e sem planícies.

Na região em pauta, o domínio do Planalto do Paraitinga tem seu início a partir da linha imaginária Santa Catarina-Serrote-Monos, esta coincidente, em boa parte, com um contato litológico: rochas granitóides, a sul, e xistos, a norte. Tal limite coincide também com as altitudes dos cimos iguais ou superiores a 800 m, para sul, e inferiores a 800 m, para norte. Essas altitudes decrescem gradativamente em direção ao rio Paraíba, ou melhor, para norte-noroeste. Este rio acomoda seu curso em ampla faixa deprimida, que se pode visualizar através da cota de 700 m, alinhada segundo uma direção este-nordeste, passando por Santa Branca e paralela às direções geológicas locais.

O rio Paraíba, desde a represa de Santa Branca até Guararema, tem um curso praticamente horizontal, a uma altitude de 570-580 m. Este intervalo define o nível de base local; contudo, seus afluentes maiores, o Ribeirão dos Monos e o Ribeirão Putim, determinam um subnível mais elevado. Ambos os ribeirões têm seus cursos quase que inteiramente dentro da cota de 700 m, e só muito próximo ao Paraíba, ao vencerem o alinhamento dos 700 m citado anteriormente, precipitam-se de 100 m. Este subnivelamento foi permitido pela presença de corpo granitóide de Guararema, e por comprovada zona de falhamentos mais ou menos coincidente com o alinhamento descrito; como decorrência, são muito comuns as várzeas, às vezes amplas, em quase todos os pequenos cursos d'água, suspensas de mais de 100 m relativamente ao rio Paraíba.

Em quase toda a zona, a drenagem está mais caracterizada no sentido de um padrão retangular, embora um tanto deformado. Condiciona-se, igualmente, à xistosidade, contatos litológicos e falhamentos, todos de direção este-nordeste, bem como aos fraturamentos de direção norte-noroeste.

Os interflúvios são alongados principalmente segun

do a direção este-nordeste, mas repartidos e lobados segundo as fraturas. Entre os dois braços do Paraíba a situação se inverte, com aqueles se alongando segundo as fraturas, porém, se repartindo em cimos isolados por depressões perpendiculares. Os desníveis chegam raramente a 100 m, situando-se em geral ao redor de 80 m.

Na área ocupada pelo Granito Santa Branca, o padrão de drenagem é dendrítico, sendo que os maiores cursos d'água podem se apresentar sub-paralelamente uns aos outros, condicionados a extensas fraturas de direções ao acaso (Foto 2). Observa-se nítida acentuação do relevo, e o corpo se separa em dois maciços serranos, separados por vale retilíneo de direção aproximada nordeste.

As vertentes são, de um modo geral, mais distintamente convexas e mais suavizadas que as descritas anteriormente, mas mesmo assim conservam-se relativamente íngremes. Este caráter se acentua nas vertentes dos vales norte-nordeste condicionados às fraturas, havendo casos em que uma vertente praticamente se inicia ao pé da outra. A configuração geral, principalmente nas proximidades de Santa Branca e do Rio Paraíba, já é semelhante a um mar de morros, surgindo esporadicamente as formas típicas de meia laranja.

Ao contrário da anterior, nesta faixa já podem ser observados alguns ravinamentos e escorregamentos, estes ainda raros.

Finalmente, resta chamar a atenção para a desproporção existente entre o volumoso rio Paraíba e sua várzea, praticamente inexistente; em boa parte do seu curso, o Paraíba tem uma das margens encostadas no cristalino fortemente esculpido, o inverso ocorrendo no caso dos rios Paraitinga II e Tietê.

Foto 1 - Várzea do rio Tietê, imediações da Usina da Light, estendendo-se até as colinas de migmatitos. Ao fundo, o Granito Cruz do Alto.

Foto 2 - Vale de direção N SE encaixado no Granito Santa Branca.

5. LITOLOGIA

Duas faixas cataclásticas dividem a área em três porções, que reúnem rochas de características distintas. Tal constatação levou à tentativa de se estabelecer um esquema mais inteligível de apresentação dos dados, admitindo, assim, a divisão da área de trabalho, particularmente quanto à litologia, em três faixas. Estas são aqui designadas, provisoriamente, de Faixa Norte, Faixa Central e Faixa Sul.

Acima de tudo, essa divisão é uma forma de apresentação e, à exceção da litologia (e conseqüentemente a fisiografia) e do grau metamórfico mais elevado a norte, não há outros critérios fundamentados que presentemente a justifiquem. Este procedimento não é novidade nos trabalhos sobre o pré-cambriano paulista, variando apenas em alguns detalhes (COUTINHO, 1972; HASUI, 1973; RIDEG, 1974; SADOWSKI, 1974). Em alguns casos, a divisão em blocos foi também justificada estruturalmente e, tentativamente, por correlação estratigráfica (COUTINHO, 1972; HASUI, 1973).

Neste trabalho, o termo bloco acha-se substituído pela palavra faixa, uma vez que não se constatou a inexistência de outros grandes falhamentos subdividindo ainda mais a área, e conseqüentemente, aumentando o número de blocos tectônicos possíveis.

A zona blastomilonítica de Guararema-Santa Branca (Paraíbuna ?), chamada simplesmente de Falhamento de Guararema, separa as Faixas Norte e Central. Na Faixa Norte, predominam gnaisses, ocorrendo ainda xistos e migmatitos subordinados, que correspondem às rochas locais de mais alto grau metamórfico; como os blastomilonitos ocorrem ao longo de vários alinhamentos próximos e paralelos, cortando rochas pertencentes à faixa, estão também aqui incluídos. Na Faixa

Central, predominam xistos e gnaisses intercalados, além dos corpos granitóides. O seu limite inferior é o Falhamento do Paraitinga II; contudo, uma vez que essa zona cataclástica parece incluir xistos, e que as amostras cataclásticas examinadas pertencem às rochas granitóides da Faixa Central, esse falhamento será descrito dentro desta última. A Faixa Sul apresenta gnaisses porfiroblásticos, migmatitos e granitóides, além de incluir a extensa várzea do rio Tietê.

5.1. Faixa Norte

Esta faixa, que acompanha o curso sul do rio Paraíba entre Guararema e Santa Branca, apresenta as características mais peculiares da área. A maior parte das amostras xistosas examinadas contém sillimanita, sempre bem formada, em maior ou menor quantidade. Grandes lineamentos, ao longo dos quais são encontradas rochas blastomiloníticas, complicam sobremaneira a investigação das relações entre as diferentes rochas; por sua vez, essa dificuldade é agravada pela presença de dobramentos em escalas diversas, bem como pela extrema pobreza em afloramentos e rochas frescas na porção situada entre os dois ramos do rio Paraíba.

As diversas rochas foram agrupadas em xistos, gnaisses bandados, migmatitos com estruturas "schollen" e "schlieren" e sedimentos da várzea do Paraíba; as intercalações, obviamente subordinadas, e as variações dos tipos principais são descritas dentro de cada um dos grupos acima.

A delimitação da porção sul (zona cataclástica) dessa faixa viu-se dificultada em pontos onde o falhamento corta os xistos, e onde as rochas xistosas, diferentes porém, aparecem em um e outro lado dos lineamentos. Embora indicada no mapa geológico, as rochas dessa faixa são descritas den

tro dos gnaisses bandados.

5.1.1. Xistos

Estas rochas ocupam duas porções subordinadas da faixa: uma delas encostada aos blastomilonitos e filonitos do Falhamento de Guararema, e a outra situada no extremo nordeste da área; ocorrem também em afloramentos isolados em meio às outras litologias.

A porção mais extensa faz, a norte, contato com os gnaisses bandados, tendo sido verificadas passagens gradativas de um a outro tipo; parte ainda de seu limite norte deve estar interrompido por falhamentos subordinados às zonas cataclásticas principais; em outros pontos, essas rochas estão encobertas pelos sedimentos da várzea do rio Paraíba. A sul, os xistos acham-se interrompidos pela faixa principal de blastomilonitos, que, em alguns lugares, dão lugar a filonitos, que passam ou se intercalam a rochas xistosas aparentemente normais. O outro trato de xistos, localizado no canto nordeste do mapa, passa gradativamente a migmatitos e gnaisses, a oeste-sudoeste, e aos gnaisses bandados a sul.

Em afloramentos, os xistos apresentam aspecto mais ou menos homogêneo e cores variadas face à decomposição intempérica. São rochas bem foliadas, com a xistosidade, mergulhando forte para o norte, variavelmente ondulada e ocasionalmente dobrada em escala meso e microscópica. Quando bandados, este aspecto se deve a intercalações subordinadas, centimétricas a decimétricas, pegmatóides ou gnaissóides.

Uma inspeção mais cuidadosa revela tratar-se de mica xistos quartzosos, de granulação fina a média, com algumas amostras trazendo porfiroblastos de granada e muscovita. Bolsões fusiformes de cores claras, subcentimétricos a cen

timétricos, que, à primeira vista, poderiam ser tomados por feldspato, correspondem em realidade a muscovita fina ou sericita e, às vezes, sillimanita.

Foram poucas as secções delgadas conseguidas, complementando-se o estudo mineralógico com material lavado e peneirado, proveniente de amostras alteradas.

Muscovita é o mineral predominante, seguido de biotita, quartzo e pequenas quantidades de sillimanita e granada (Tabela I). Feldspatos são raros e acessoriamente aparecem zircão, titanita, apatita, opacos e turmalina de origens incertas; como produtos secundários, tem-se clorita, sericita e prováveis argilo-minerais.

TABELA I

Análises modais de xistos da Faixa Norte

	19	20	23	37
Muscovita	38	41	35	-
Biotita	48	33	44	30
Quartzo	9	22	19	20
Massas				
Microcristalinas	1	tr	tr	40
Outros *	4	4	2	10

*Outros: principalmente sillimanita e granada, além de pequenas quantidades de clorita, turmalina, zircão e opacos nas amostras 20 e 23.

A muscovita, em placas bem formadas de dimensões entre 0,2 e 0,6 mm, podendo atingir 1,5 mm, forma feixes de espessura variável de indivíduos subparalelos, que envolvem bolsões milimétricos de muscovita mais fina, ou mesmo sericita, de disposição caótica. Porfiroblastos fusiformes e arredondados, subcentimétricos, cortam e desviam a xistosidade; seu aspecto é torcido, indicativo de leve rotação (Fotomicrografia 1). Em alguns casos, observam-se porfiroblastos retangulares e menores que os anteriores intersectando a xistosidade. Como inclusões, unicamente nos porfiroblastos, aparecem fibrolita, quartzo e biotita.

A biotita, sempre semi-intemperizada e de cores variáveis (Z, Y = pardo, alaranjado, esverdeado; X = amarelo pálido) está presente como placas semelhantes às de muscovita, reunidas em feixes subparalelos ou dispersas dentro dos feixes de muscovita. Resquícios descorados desse mineral são encontrados junto às massas microcristalinas de sericita e argilo-minerais, envolvendo restos de sillimanita; ocasionalmente, está alterada em clorita (?) verde a incolor.

Quartzo xenoblástico é a forma mais comum, ocorrendo, no entanto, grãos achatados e mesmo equidimensionais; suas dimensões predominantes variam entre 0,1 e 0,6 mm e os contornos não são muito imbricados, chegando, às vezes, até a regulares. Dispõem-se isoladamente ou em bandas, bolsões e fusos alongados, de espessuras milimétricas a submilimétricas, de textura granoblástica, contendo quantidade apreciável de biotita e restrita de muscovita.

A sillimanita ocorre sob duas formas: fibrosa (fibrolita) e como restos equidimensionais e arredondados de prováveis prismas. A fibrolita forma grumos ou feixes retilíneos ou curvos, inclusos nos porfiroblastos de muscovita (Fotomicrografia 2), ou associados aos restos prismáticos em meio às massas microcristalinas. Estas, dispostas em bol

sões ou faixas de orientação casual, incluem resquícios de biotita alaranjada, sericita e restos de muscovita, pequenos agregados de quartzo de contorno amebóide e material (argiloso ?) criptocristalino de baixa birrefringência. Os restos arredondados aparecem invariavelmente dentro dessas massas, seja formando agregado fino e compacto igualmente portador de fibrolita, seja em grãos maiores e ilhados no seu interior (Fotomicrografia 3).

A granada ocorre como porfiroblastos de dimensões milimétricas a centimétricas, sempre arredondados, fraturados e limonitizados. Normalmente corta e desvia a xistosidade e, embora raros, alguns grãos estão quebrados e alongados segundo a foliação.

O plagioclásio é raro e aparece na amostra 37 (portadora de sillimanita prismática) sob a forma de restos de porfiroblastos envolvidos pela massa microcristalina de baixa birrefringência. Não foi possível determinar-se o seu teor de anortita.

O estado mais ou menos intemperizado das amostras impediu a verificação da distribuição dos acessórios primários e minerais secundários, principalmente os opacos. Em secção delgada, observou-se a presença de clorita incolor a esverdeada associada a opacos, ou substituindo parcialmente a biotita, ou mesmo envolvendo a granada. Turmalina verde-amarelada, idióblástica, de dimensões milimétricas, aparece com frequência, em geral cortando os minerais vizinhos.

Nas montagens de grãos da fração 0,062 - 0,125 mm, provenientes da moagem e peneiramento de amostras alteradas, foram reconhecidos entre outros minerais (Tabela II): zircão, de cor pardacenta a rosada, mostrando formas variadas e teores respeitáveis; apatita, rara, de formas arredondadas; titanita, também rara, e de formas arredondadas ou irregulares.

Fotomicrografia 1 - Microporfiroblastos de muscovita, um tanto deformados e torcidos cortando e desviando parcialmente a xistosidade; as palhetas também são de muscovita. As porções pretas são de limonita. A amostra é de xisto. 26 X, polarizador inferior.

Fotomicrografia 2 - Feixes de agulhas subparalelas de sillimanita (relevo alto, cinzento) incluídos em placas de muscovita (cinzento claro e médio) paralelas à secção; a placa cinzenta escura, no canto superior direito, é de biotita. A amostra é de xisto. 65 X, polarizadores semicruzados.

Fotomicrografia 3 - Grãos de sillimanita (cinzento escuro, estriado), com formas irregulares ou arredondadas, aglomerados ou isolados, e farrapos de biotita descorada (cinzento médio e branco) em meio à massa de sericita e muscovita (cinzento médio). Notar que todos os grãos de sillimanita exibem secção basal. A amostra é de xisto. 65 X, polarizadores semicruzados.

TABELA II

Mineralogia de amostras moídas e peneiradas dos
xistos da Faixa Norte (fração 0,062-0,125 mm)

	23	27 ^{§§}	34	34A [§]	34B	35	36	37A	38	39
Muscovita	++	-	++		+	++	++	+	+	+
Biotita	+		++	++	++	++	++	+	++	++
Quartzo	+		+	+	+	++	+	++	++	++
Plagioclásio				-						
Feldspato alcalino				++						
Sillimanita [*]		++	+				+	+		
Fibrolita						-				
Granada				-		?	+	+	-	-
Opacos ^{**}	-	-	-		-	+	+	-		+
Zircão	-	-	?		-		?			
Titanita			?							
Apatita				-						
Clorita								+	-	

Obs.: Esta simbologia será empregada em todas as tabelas da mineralogia de montagem de grãos.

- ++ mineral predominante
- + abundante, mas subordinado
- pequenas quantidades a traços
- ? dois a três grãos, presença duvidosa
- * sillimanita, restos de formas prismáticas
- ** opacos (duvidosamente pertencentes à rocha inalterada)
- § amostra apresenta-se injetada por veios claros
- §§ amostra de afloramento isolado em meio aos gnaisses bandados

5.1.2. Gnaisses Bandados

A nomenclatura empregada para a descrição destas rochas é passível de discussões. O aspecto bandado e injetado que as caracteriza lembra em muito os migmatitos e, sem dúvida, pode-se dizer que, pelo menos parcialmente, são rochas migmatizadas. A ausência de características decisivas (MEHNERT, 1968) e as limitações deste estudo sugerem, no entanto, o uso de uma terminologia a mais neutra possível.

Estas rochas ocupam a maior parte da área e reúnem características petrográficas e de campo bem diversificadas. Passam gradativamente às litologias vizinhas e, mesmo na parte sul, não foi possível estabelecer-se um limite preciso entre os gnaisses e a Faixa Blastomilonítica.

No campo, são particularmente notados seu bandamento e xistosidade. Em parte dos afloramentos, tem-se rochas com aspecto lineado nas superfícies de foliação devido à presença de dobras centimétricas, fechadas a isoclinais, cujos planos axiais mergulham para norte subparalelamente à foliação. Nesses locais, não se conseguiu verificar a extensão do caráter mais ou menos planar da foliação e, onde esta se apresenta mais regular, a estrutura xistosa e a bandada são paralelas e apenas onduladas.

Seu aspecto, ora é mais homogêneo, ora mostra alternância milimétrica a métrica das porções textural e mineralogicamente distintas, com amplo predomínio das mais escuras. Nenhuma mineralogia ou textura é extensamente dominante, embora ocorra predomínio das intercalações gnáissicas texturalmente homogêneas.

O tipo petrográfico mais comum reúne bandas gnáissicas de cor e tonalidades cinzenta, variáveis, seja com granulação média a grossa e aspecto mais granulado, seja com granulação fina e aspecto foliado. Às vezes, as intercala

ções se resumem a raras e estreitas faixas mais biotíticas, de granulometria mais fina; outras vezes, as intercalações, de natureza variada (quartzíticas, anfibolíticas, xistosas e pegmatíticas), representam 50% do total. Em poucos lugares, nota-se um amplo desenvolvimento de porfiroblastos, conquanto rochas do tipo "augen" sejam relativamente comuns (Foto 3). Os tipos mais finos e foliados podem intercalar-se com razoável quantidade de bandas de mica xistos, semelhantes aos já descritos, chegando estes a predominar em afloramentos isolados. Neste tipo litológico, as bandas pegmatóides, granitóides e gnáissicas mais claras são frequentes, o mesmo sucedendo com o desenvolvimento de porfiroblastos de feldspato. Rochas guardando tais características estão presentes na porção leste da área ocupada pelos gnaisses bandados.

As porções anfibolíticas não são raras, sobretudo nas vizinhanças de Santa Branca. Apresentam-se, seja como bandas contínuas e estreitas, seja como formas arredondadas e lenticulares isoladas dentro do conjunto rochoso. Exibem granulação fina a média e foliação pouco ou nada desenvolvida; excepcionalmente são muito escuras, e não raramente mostram composição de anfibólio gnaisses.

As bandas quartzíticas e quartzosas não são muito comuns e, quando presentes, mostram-se pouco espessas.

As porções granitóides e pegmatóides são sempre subordinadas em espessura e frequência. Raramente a rocha é muito clara e, quando isto se dá, tem-se a presença dominante de gnaisses claros de granulação média a grossa, com raras faixas biotíticas portadoras de sillimanita. Este tipo ocorre no limite norte dos gnaisses bandados e, aparentemente, passa aos migmatitos, que serão descritos no próximo capítulo.

Boa parte dos afloramentos e das amostras examinadas exibe feições cataclásticas a blastomiloníticas. Às vezes, trata-se de amostras isoladas, às quais não se associam

Foto 3 - Amostra do blastomilonito porfiroclástico ("augen" gnaiss) do ponto 25/1. Nota-se matriz escura, foliada, biotítica, com bandas finas e "pintas" claras quartzo-feldspáticas, além dos porfiroclastos arredondados de feldspato.

Foto 4 - Afloramento de gnaiss bandado blastomilonítico no ponto 24, cujo aspecto lembra os estromatitos. As bandas escuras são de gnaiss blastomilonítico fino ou porfiroclástico, biotítico, e as claras são de material quartzo-feldspático, foliado. A rocha mergulha 70° para norte (à direita).

outras evidências de falhamentos; a maior parte das ocorrências de rochas blastomiloníticas, contudo, se distribue ao longo da faixa de lineamentos fotogeológicos Guararema-Santa Branca, o Falhamento de Guararema, e ao longo de outro forte lineamento, situado a norte e a pequeno ângulo da faixa anterior, com a qual forma uma pequena cunha. Em nenhum dos casos, foi possível a delimitação exata das faixas blastomiloníticas, com estas passando a protomilonitos ou incluindo porções de rochas aparentemente não cisalhadas.

As rochas cataclásticas do Falhamento de Guararema ocupam faixa de largura quilométrica, com o seu aspecto geral lembrando migmatitos estromatíticos (Foto 4); são essencialmente semelhantes aos gnaisses bandados referidos. Bandas e veios, exibindo por vezes dobras cerradas isoclinais desfeitas (Fotos 5 e 6), bem como estruturas "pinch and swell", representam uma parte restrita da litologia, que, por sua vez, apresenta aspecto pegmatóide, granitóide ou foliado (Foto 7). O tipo predominante é o mesmo gnaisse fino, escuro, bem foliado, já citado, que pode passar gradativamente a "augen" gnaisses cinzentos e blastomilonitos porfiroclásticos (Foto 8), às vezes com estrutura de fluxo (Foto 9), ou mesmo a uma variedade mais clara, com disposição regular de bandas milimétricas (Foto 10).

Ao longo do segundo lineamento, as rochas apresentam bandas de espessura e distribuição mais regulares, alternando-se faixas claras e escuras com laminação submilimétrica (Foto 11); essas faixas podem ser gnáissicas cinzentas, anfíbolíticas, quartzosas e pegmatóides ou granitóides.

A grande variação macroscópica das rochas descritas não reflete suas características microscópicas, tanto do ponto de vista textural quanto mineralógico, havendo grande uniformidade nos elementos mais importantes da textura. Por seu turno, a mineralogia oferece maiores contrastes e, por essa razão, serão agrupadas, por um lado, as porções de com

Foto 5 - "Veio" quartzo-feldspático com dobras cerradas a isoclinais bastante deformadas, envolvido por matriz escura biotítica, com pequenos porfiroclastos. (amostra de banda escura do ponto 24).

Foto 6 - "Veio" quartzo-feldspático com dobras cerradas desfeitas, com flancos e âpices estirados ou espessados, em gnaiss blastomilonítico finamente foliado. Notar que, aparentemente, a foliação não está dobrada. O plano fotografado é sub-horizontal e a foliação mergulha para o pé da foto (ponto 24/1).

Foto 7 - Blastomilonito quartzo-feldspático, foliado, com muscovita. Este tipo ocorre restritamente, em bandas de até 10 a 20 cm de largura, junto aos tipos mais escuros (amostra do ponto 41).

Foto 8 - Amostra do ponto 4, um blastomilonito típico (o mesmo da Fotomicrografia 4).

Foto 9 - Amostra de banda clara do ponto 24 (Foto 4), bastante foliada e com aspecto fluxionar; microscopicamente exibe textura totalmente recristalizada. As bandas escuras são biotíticas e as claras se compõem de quartzo, feldspatos e abundantes grãos e massas de apatita.

Foto 10 - Gnaiss finamente bandado e dobrado com raros e duvidosos "porfiroclastos". As bandas claras são cordões de quartzo ou agregados quartzo-feldspáticos, e as escuras são mais ricas em biotita. Aparentemente, a foliação também se dobra (amostra do ponto 11).

Foto 11 - Gnaiss regularmente bandado, blastomilonítico. Neste caso, faltam os porfiroclastos e as bandas quartzo-feldspáticas claras mostram, microscopicamente, textura em rosário (flaser) recrystalizada; as bandas escuras são mais ricas em biotita (amostra do ponto 18).

posição granítica a quartzolítica, quase sempre brancas ou rosadas, e, por outro, as porções mais escuras, gnáissicas, de composição granodiorítica a quartzodiorítica, e anfibolíticas.

5.1.2.1. *Bandas Claras* Nestas porções, se alternam faixas de espessura milimétrica e granulação diversa, com as dimensões dos grãos variando em torno de 0,5 a 1,5 mm e inferior a 0,4 mm. Nas porções de granulação mais grossa, os minerais apresentam-se como bandas uniminerálicas, com largo predomínio de microclínio e quartzo, e raras fileiras, em geral desfeitas, de muscovita ou de biotita. As bandas de granulação mais fina são mais frequentes, mostrando um agregado granoblástico de grãos poligonais a arredondados, com os minerais segregados em cordões e massas alongadas, uni e pluriminerálicas, regularmente alternados.

Nesse quadro geral de texturas, as seguintes variações foram reconhecidas: nas amostras mais quartzosas (18), a disposição acima configura uma verdadeira textura em rosário (flaser), embora o quartzo não exiba extinção ondulante; o enriquecimento em micas empresta um caráter granolepidoblástico a algumas amostras (41); em muitas amostras, aparecem megacristais, tendo-se texturas, na maioria das vezes, comprovadamente blastomilonítica porfiroclástica (Fotomicrografias 4 e 5).

As texturas descritas são comuns às rochas blastomiloníticas típicas, bem como àquelas em que nada se pode afirmar. Protomilonitos, com textura em moldura (mortar) e granulação mais grossa, ocorrem também esparsamente (amostra 32A).

Com relação à mineralogia, há largo predomínio de quartzo e microclínio, seguidos por plagioclásio e, mais raramente, por muscovita e biotita (Tabela III); como acesso

Fotomicrografia 4 - Microporfiroclastos de microclínio (esquerda), com geminação incipiente, e de agregado quartzo-feldspático (direita, acima), orlados por matriz pouco recrystalizada de quartzo e feldspatos (grãos brancos a cinzentos), e palhetas de muscovita (cinzenta clara) e biotita (cinzenta mais escura, estriada). A amostra é de um blastomilonito porfiroclástico. 26 X, polarizadores semicruzados.

Fotomicrografia 5 - Microporfiroclasto de plagioclásio (centro, à direita) com zoenamento truncado, cortando e desviando a foliação. A matriz, bem recrystalizada, mostra grãos, parte achatados, de quartzo e feldspatos (branco a cinzento escuro) e palhetas de biotita (cinzenta clara a média, estriada). A amostra é de um gnaiss blastomilonítico escuro, bem foliado. 26 X, polarizadores semicruzados.

rios, comparecem apatita, zircão, titanita, allanita, opacos e turmalina, enquanto que clorita e muscovita são típicos produtos secundários; intercrescimentos mirmequíticos são também vistos com frequência.

O microclínio, pobremente geminado em grade e com contornos poligonais, forma agregados longos ou cordões puros de bordas concavas, ou ainda porfiroblastos arredondados e porfiroclastos alongados e desfeitos em material microgranular. Suas dimensões variam em torno de 0,2 a 0,3 mm, chegando a alcançar 0,6 mm; os megacristas, além de fragmentados, podem atingir dimensões centimétricas. Raramente é perítico e, em geral, não contém muitas inclusões; vez por outra mostra turvamento por poeira escura e evidências de sericitização. Os megacristas apresentam-se parcialmente envolvidos por plagioclásio + mirmequita, desfazendo-se em microclínio microgranular ao longo do bandamento. Nos protomilonitos, essencialmente equigranulares uma vez descontada a matriz, o microclínio assume o hábito dos megacristas das amostras de granulação mais fina, aparecendo, às vezes, bi-elado. Em uma amostra de protomilonito (32), o feldspato alcalino é um ortoclásio.

O plagioclásio varia entre um oligoclásio (An_{18}) e uma andesina sódica (An_{35}), com a maior parte das determinações indicando teores de anortita em torno de 23%. Assume forma e dimensões semelhantes às do microclínio, com os raros megacristas reconhecidos possuindo dimensões inferiores. Os grãos maiores e os megacristas exibem borda albítica, enquanto que geminação segundo a lei da Albita é comum; os cristais participantes da massa apresentam-se mais raramente geminados e, de modo geral, pouco sericitizados. Distribui-se em porções alongadas, associado ao quartzo e/ou à biotita.

O quartzo, xenoblástico, equidimensional ou achatado, se distribui entre os outros minerais ou forma longos cordões que podem envolver ou serem envolvidos por megacristas.

de microclínio. A mesma amostra apresenta cordões de espessuras diferentes, com o quartzo possuindo dimensões variáveis entre 0,2 e 3 mm; ocorre também junto às porções microgranulares, de granulação inferior a 0,1 mm. Em algumas amostras, o mineral somente está presente junto aos cordões unimineralícos previamente referidos.

A muscovita forma placas alongadas, com tamanho variável entre 0,2 e 0,7 mm, dispostas em fileiras estreitas e compactas ou então dispersas irregularmente; ocorre também como produto de alteração, concentrando-se junto às bordas dos megacristais de microclínio.

Biotita, de cores variadas (Z, Y = castanho a castanho escuro, vermelha; X = castanho claro, amarelada), forma placas menores que as anteriores, dispostas em fileiras descontínuas de indivíduos subparalelos ou então envolvendo outros minerais.

Mirmequita tem desenvolvimento variado, chegando a ser abundante em algumas amostras.

Entre os acessórios, apatita é o mais comum; ocorre em grãos arredondados submilimétricos ou formando massas alongadas centimétricas, perfazendo alguns porcentos de algumas rochas. Ocorrem, ainda, zircão, diminuto e equidimensional, titanita, também diminuta e rara, allanita em geral alterada e associada à biotita, opacos, de formas irregulares e raros, e, finalmente, turmalina esverdeada, que aparece em finos leitos associada à apatita.

Clorita incolor está presente em pequena quantidade, associada ou não às outras micas; muscovita e sericita foram igualmente reconhecidas como produtos secundários.

5.1.2.2. *Bandas Escuras* As composições mineralógicas granodioríticas a quartzo dioríticas se traduzem na presença de

bandas de cor cinza escuro. Sua textura é semelhante à das porções claras, ressaltando-se, no entanto, algumas particularidades apontadas a seguir.

A granulação é mais fina e uniforme, e o enriquecimento em biotita passa a caracterizar típicas texturas lepidoblásticas. Quanto à mineralogia, tem-se um aumento nos teores de plagioclásio, quartzo e biotita, acompanhado por uma diminuição na concentração de microclínio e muscovita (Tabela IV). Os acessórios são os mesmos das porções claras, ocorrendo enriquecimento em opacos e clorita secundária.

O microclínio se apresenta como nas porções graníticas, apenas se restringindo a formar massas alongadas menores e mais raramente porfiroclastos, de dimensões reduzidas e de formas alongadas e irregulares.

O plagioclásio, com teor de anortita igual ou superior ao das porções claras, ocorre mais frequentemente como porfiroclasto ou porfiroblasto, sendo de resto semelhante ao já descrito.

O quartzo forma também cordões, mais curtos ou mais longos, mas não chega a exibir textura em rosário típica.

A biotita está presente na forma de placas dispersas e subparalelas, exibindo predominantemente cor avermelhada (Z, Y = avermelhado; X = amarelado a incolor).

A muscovita é pouco abundante e, quando presente, ocorre como placas pequenas, dispersas, ou então como produto de alteração (mais sercita) de feldspatos.

Os acessórios são semelhantes aos das porções claras, havendo redução nos teores de apatita e aumento na quantidade e frequência de opacos. Também a mirmequita aparece em menor quantidade.

Ainda como parte integrante das porções escuras, tem-se rochas anfíbolíticas, mais representativas, e interca

TABELA III

Análises modais das porções claras dos gnaisses
bandados da Faixa Norte

	18	22	24	24B	32A	41	45
Quartzo	41	29	21	35	35	33	30
Microclínio	40	48	65	29	41	23	30
Plagioclásio	18	12	10	18	22	26	38
Biotita	tr	3	2	1	2	-	tr
Muscovita	tr	5	2	17	-	18	1
Outros	1	3	tr	tr	tr	tr	1
% An Plagioclásio	24	35	22	23	24	19	18

lações de mineralogia pouco usual, geralmente de composição calcossilicática ou calcoaluminosa.

Os anfibolitos, cuja granulação varia entre 1,5 e 0,1 mm, mostram textura granonematoblástica, com os minerais dispostos em fileiras interrompidas. Anfibólio e plagioclásio predominam amplamente, aparecendo pequenas quantidades de quartzo, titanita, piroxênio e apatita (amostra 18A da Tabela IV).

O anfibólio esverdeado, uma provável hornblenda, apresenta-se em placas regulares de até 1,5 x 0,5 mm, com disposição subparalela, e bordas irregulares e moldada pelos minerais vizinhos. Pode incluir o quartzo ou o plagioclásio, e, por vezes, envolve raros restos de piroxênio.

TABELA IV
Análises modais das porções escuras dos gnaisses
bandados da Faixa Norte

	4	7	18A	22	29	30	32	45	48
Quartzo	26	33	3	25	21	30	13	28	29
Microclínio	18	11		4	5	9	25*	6	5
Plagioclásio	11	50	33	48	49	34	24**	60	42
Biotita	26	6		22	22	26	16	6	24
Muscovita	10								
Anfibólio			62				2		
Outros	2	tr	2	1	3	1	4	tr	tr
Agregado micro granular	7***						16***		
% An Plagioclásio	25	18 a 25	36	35	35	30	32	35	24

* ortoclásio
** antipertítico
*** não discernível

O plagioclásio é uma andesina sódica (An₃₆) e ocorre na forma de placas equidimensionais e poligonais; juntamente com o quartzo, dá origem a uma textura em mosaico. Os demais minerais mostram distribuição regular.

As rochas calcossilicatadas e calcoaluminosas possuem em geral granulação fina e mineralogia extremamente variada e típica. O plagioclásio exibe um hábito duplo, que

consiste em formar massas microgranuladas, com os grãos coalescentes, e ocorrer como grãos poligonais equidimensionais, maiores e isolados. Sua mineralogia inclui principalmente diopsídio, anfibólio esverdeado, plagioclásio (bytownita?), granada, microclínio, escapolita, titanita, opacos, calcita, clinozoisita e apatita.

5.1.3. Estruturas "schollen" e "schlieren"

A nomenclatura escolhida dentro do sistema proposto e descrito por MEHNERT (1968) deixa muito a desejar. Contudo, a denominação empregada é perfeitamente aceitável como termo provisório, uma vez que se trata apenas de um pequeno grupo de rochas.

Estes tipos de estruturas marcam o limite norte da área trabalhada e, de modo geral, passam gradativamente aos gnaisses e xistos já descritos; maior regularidade na distribuição e na forma das bandas, com redução drástica das porções claras, dá lugar à formação dos gnaisses bandados situados mais ao sul. Forte lineamento nordeste acompanha parte dessa zona de transição, mas a existência de um falhamento não se confirmou. Para nordeste, entre esses migmatitos e os xistos já discutidos, ocorrem rochas de caráter gnáissico ainda mais homogêneo, que se considerou como simples variação dos migmatitos; as relações entre essa borda gnáissica e os xistos parecem, da mesma forma, tratar de simples passagem gradual, provavelmente com interdigitações. Aparentemente esses mesmos gnaisses ocorrem mais ao norte, já fora dos limites do mapa.

Os tipos de rocha em discussão caracterizam-se, inicialmente, por uma extrema pobreza de afloramentos, praticamente inexistindo blocos; além disso, seu estado intempérico

é muito acentuado, denotando, assim, sua mineralogia feldspática. O aspecto de campo predominante é o de um biotita gnaisse ou gnaisse granitóide, leucocrático, de granulação média a grossa, vez por outra pegmatóide, no qual ocorrem, em maior ou menor quantidade, feixes xistosos alongados de espessuras centimétricas a decimétricas, torcidos, descontínuos e fragmentados. Por vezes, como já se poderia esperar, a rocha mostra partes de aspecto mais estromatítico; noutros lugares, o gnaisse pode adquirir textura porfiroblástica, chegando mesmo o provável paleossoma (melanossoma ?) a trazer fenoblastos subcentimétricos de granada. Em apenas dois lugares foi constatado um predomínio total das porções xistosas.

Não se conseguiu uma única secção delgada dessas rochas, a despeito do número de amostras coletadas ter sido superior a 20. A moagem, lavagem e peneiramento das amostras alteradas revelou-se ineficaz no caso dos supostos neossomas, não se conseguindo identificar outros minerais além de quartzo, biotita e caulim. No caso dos paleossomas (melanossomas?), o mesmo tratamento mostrou-se produtivo; devido à presença de muito material argiloso, contudo, esses materiais foram passados no bromofórmio, com as observações ficando restritas ao resíduo pesado, sempre presente em grande quantidade.

Biotita e sillimanita são os principais constituintes, seguidos de zircão, granada e opacos (Tabela V); muscovita está presente em apenas duas amostras, enquanto que traços de turmalina aparecem em uma ou outra amostra.

Biotita é sempre de cor castanho-amarelada (X), e isenta de inclusões. Sillimanita, presente em fragmentos e prismas alongados bem formados, chega a representar mais que 90% da mineralogia do resíduo pesado (amostra 12); raramente, ocorrem formas fibrosas. O zircão, em concentrações às vezes muito alta para a quantidade total de amostra passada no bromofórmio, assume formas arredondadas e prismáticas curtas, ambas diminutas, bem como exibe crescimento secundário

e ocasionalmente cor champanhe. Granada, normalmente rósea a incolor, está presente sob a forma de fragmentos limpos.

Junto aos opacos, constatou-se a presença de pequenas quantidades de magnetita; o restante, invariavelmente de forma irregular, parece ser proveniente da intemperização das rochas. Turmalina esverdeada, prismática, foi identificada em uma única amostra.

TABELA V

Mineralogia de resíduos pesados de migmatitos da Faixa Norte

	1	2	9	10	12	13	15	17
Biotita	+	++	++	++		++	++	++
Sillimanita	+	++	+	++	++	+	+	++
Granada	+		+	+		-	+	-
Zircão	++	++	+	++	-	-	+	+
Opacos	++	+	+	-	-	+	++	+
Muscovita			-				-	
Turmalina				-				

Observações: ++ predominante; + abundante, mas subordinado;
- pequenas quantidades a traços

5.1.4. Rochas Sedimentares

Encaixados na estreita várzea do Rio Paraíba ocorrem depósitos arenosos de pequeno volume. Trata-se de areias de granulação fina a média, geralmente claras.

5.2. Faixa Central

Ambos os limites desta Faixa apresentam alguns problemas. A norte, os nítidos lineamentos fotogeológicos e a faixa blastomilonítica associada mostram-se pouco definidos junto aos xistos; alguns elementos decisivos fizeram com que se situasse nesta Faixa, a estreita língua de xistos espremida entre os blastomilonitos e o Granito de Guararema. A sul, são praticamente inexistentes os afloramentos no divisor dos rios Tietê e Paraitinga, desde antes de Alegre até a junção dos dois rios, e nas vizinhanças de Salesópolis; a norte, aparecem vários alinhamentos topográficos, ocorrendo, esparsamente, rochas cataclásticas e pequena porção de metassedimentos; ambas as situações levam à incerteza quanto ao exato posicionamento do proposto Falhamento do Paraitinga II. A margem direita da várzea do Rio Paraitinga II corresponderia à borda norte da faixa cataclástica, que ocuparia a várzea, ou poderia mesmo ser mais ampla, afetando, assim, rochas mais a sul; nas proximidades de Salesópolis, o falhamento, ou se divide em mais de um ramo, ou a ele se associam outros falhamentos subordinados, o que complicaria as relações entre as litologias existentes. De qualquer forma, as locações propostas não devem estar muito longe da situação real.

A Faixa Central apresenta xistos e gnaisses xistosos, atravessados por quatro maciços granitóides; subordina-damente, ocorrem quartzitos, xistos migmatizados, diques de diabásio e sedimentos.

5.2.1. Xistos

Larga zona de posição leste-nordeste, com largura de 6 km, ocupa o centro do mapa. A norte, essa faixa termi

na no Granito Guararema; a sul, ela encontra o maciço de Santa Catarina, enquanto que a leste-nordeste encontra e se desvia do Granito Santa Branca; a oeste-sudoeste, ela se bifurca em torno do Granito Sabaúna, prosseguindo para fora do mapa. Esta faixa é constituída de rochas bem foliadas, predominando gnaisses, a norte, e xistos, a sul; não obstante, ambas as litologias se intercalam entre si e as camadas pouco espessas de quartzitos.

Os contatos entre os gnaisses e os xistos são gradacionais; no entanto, estes últimos fazem contato brusco com o Adamellito Santa Catarina, quando então são visíveis efeitos de metamorfismo termal. Para leste, parte dos seus limites com o Granito Santa Branca são imprecisos, parecendo que os metassedimentos dispõem-se sobre as rochas graníticas; junto ao Granito Sabaúna, ocorrem rochas mais gnáissicas, além de xistos finos (filonitos ?) bem foliados, havendo a possibilidade de existências de falhamento.

Os afloramentos encontrados são sempre modestos, apresentando rochas com xistosidade regular e mergulho forte, na maior parte das vezes para norte (Foto 12); nas proximidades de Lagoa Nova, onde as camadas de metassiltitos estão mais representadas, a foliação torna-se mais evidente, ora mergulhando para norte, ora para sul, sugerindo, assim, a existência de grandes dobras com superfícies axiais subverticais; não obstante, pouco a norte e nordeste do mesmo local (pontos 74 e 75), foi constatada a existência de uma segunda foliação (Foto 13), que poderia explicar o caimento errático dos mergulhos. As dobras de dimensão de afloramentos são raras, e as poucas encontradas são fechadas e com eixos mergulhantes (Foto 14) ou sub-horizontais (Foto 15), dizendo respeito tanto ao acamamento como à xistosidade.

Os xistos são quase sempre quartzosos e de granulação fina a média; constituem-se normalmente de camadas centimétricas a decimétricas, ora micáceas e foliadas, ora maci-

Foto 12 - Os pequenos afloramentos de rocha alterada são os mais comuns. Na foto, a rocha apresenta acamamento e estratificação concordantes, com mergulho de 65° para norte.

Foto 13 - Rocha afetada por crenulação, em estágio intermediário de transposição da xistose original. Esta já está microdobrada, com flancos a ângulo de 30° , quase bissectados pelas superfícies de cisalhamento, que se dirigem para o alto e para a direita; ao longo destas aparece uma incipiente 2ª foliação.

Foto 14 - Dobra aberta do acamamento e xistosidade, de aspecto concêntrico, com eixo mergulhando 40° . Ao pé do martelo, percebe-se uma camada paralela à foliação; no mesmo local, são vistas algumas estrias claras, que marcam fraturamento subvertical finamente espaçado e paralelo ao eixo da dobra. A dobra mais evidente continua em estrutura sinformal para a esquerda. O afloramento mostra intercalação de xi^{stos} e metassil^{it}os.

Foto 15 - Xistosidade com dobras de posicionamento neutro, com eixo sub-horizontal. O martelo está colocado no flanco externo e superior, bastante alongado, da dobra da esquerda, que se espessa na zona apical. A rocha é um micaxisto.

ças e granulares, estas últimas representadas por metassiltitos e quartzitos de granulação fina a média; também são comuns as bandas de gnaisses finos e xistosos, bem como as lentes de quartzitos cinzentos e esverdeados. Junto à borda do Adamellito Santa Catarina, os quartzitos são feldspáticos e micáceos, chegando a predominar sobre as demais camadas; mais para o norte, aumenta gradativamente a participação das intercalações xistosas, embora ainda ricas em quartzo. Maior frequência das camadas de metassiltitos e certa atenuação do caráter foliado das rochas (Foto 16) são observadas especialmente nas imediações e a sul de Lagoa Nova e do Bairro Mumbuca, embora neste último local as porções gnáissicas ocorram com maior abundância. Rochas mais micáceas e pobres em intercalações aparecem a norte e nordeste de Lagoa Nova, a sudoeste da Represa do Putim e a sul de Santa Branca.

Foram mapeados outros corpos de xistos guardando características semelhantes aos previamente descritos, o mais expressivo deles situado a norte de Salesópolis, dirigindo-se para fora do mapa. Outra pequena ocorrência é encontrada a sul de Serrote, bordejando as margens da várzea do rio Paraitinga II, além do corpo acunhado a norte do Granito de Guararema. Também não devem ser esquecidos os xenólitos que ocorrem junto ao Granito Santa Branca.

Muscovita, biotita e quartzo perfazem normalmente mais que 90% da mineralogia encontrada (Tabela VI). Os feldspatos são raros, talvez em função do estado de alteração da rocha, e os minerais índices são relativamente comuns na faixa situada entre os corpos de Sabaúna e Santa Catarina; dentre esses, a granada mostra distribuição mais ampla, conquanto todos os demais apresentem-se em teores da ordem de traços ou em pequena porcentagem. Adicionalmente, comparecem os acessórios zircão e titanita; turmalina, macroscopicamente preta, aparece junto aos contatos com as rochas granitoides ou em afloramentos esparsos, ocorrendo, seja na forma de cris

tais idiomórficos centimétricos, seja como massas compactas microcristalinas.

Os corpos situados ao longo do vale dos rios Paraitinga e Paraitinguinha possuem alguns aspectos diferentes. Na ocorrência a sul de Serrote, as rochas apresentam-se muito turmalinizadas e feldspatizadas, ocorrendo ainda "hornfelses" micáceos e "augen" gnaisses intimamente associados; a norte de Salesópolis, onde a feldspatização de xistos e quartzitos também se faz presente, nota-se um aumento da quantidade dos quartzitos de granulação fina a média e a conformação bastante plana da foliação. Nesta área, os metassedimentos estão muito injetados, ocorrendo veios graníticos de aparência ptigmática (Foto 17), bem como afloramentos de verdadeiros migmatitos.

Os xenólitos encontrados no interior do maciço de Santa Branca, deslocados de sua posição original e atravessados por material granítico, aparentemente não sofreram feldspatização (Foto 18); no entanto, teve lugar o desenvolvimento acentuado de muscovita, do que resultou "hornfelses" de granulação grossa e constituídos somente por micas, com a xistosidade parcial ou totalmente obliteradora.

Microscopicamente, os xistos mais comuns apresentam dois tipos texturais, ambos de granulação fina, e constituídos essencialmente por muscovita, biotita e quartzo. O primeiro se caracteriza pela alternância regular e subparalela das bandas afiladas de quartzo com bandas micáceas, mais espessas, portadoras de muscovita e biotita; as bandas quartzosas têm espessura em torno de 0,1 mm. O segundo contém bolsões irregulares de quartzo granoblástico envolvidos por faixas micáceas de espessura irregular e orientação confusa, às vezes em "zig-zag". Neste último caso, boa parte das micas têm orientação caótica e granulação mais fina, ocorrendo ainda intersticialmente no agregado quartzoso.

Sobre estes dois tipos mineralógicos e texturais bá

TABELA VI

Análises modais dos metassedimentos da
Faixa Central

	79	81A	98	103	130	142
Quartzo	52	76	21	51	57	22
Muscovita	48	10	39	37	6	32
Biotita	-	-	39	12	36	46
Granada	?				1	
Estauroлита	tr					
Cianita		14				
Sillimanita		tr				
Outros *	1	tr	1	tr	tr	tr

* Incluem: turmalina (79, 81A, 103, 142), zircão (79, 130), titanita (130) e plagioclásio (98).

sicos, processaram-se variações na granulometria, com o aparecimento adicional de outros constituintes. Além dos minerais citados, os xistos podem conter granada, sillimanita, estauroлита, cianita, turmalina e zircão; raros restos de feldspatos, não identificados, foram igualmente encontrados em uma ou outra amostra.

Além das formas referidas, a muscovita apresenta a variedade sericita, presente em massas e faixas irregulares. Em uma mesma amostra, tem-se variações na granulação desde microns até milímetros, as maiores dimensões correspondendo a porfiroblastos, discordantes da xistosidade (Fotomicrografia 1).

Foto 16 - Rocha com a xistosidade paralela à fina estratificação, sendo a foliação devida, principalmente, às interfaces entre as camadas, o que a torna mais espaçada. Também se observa fraturamento perpendicular à xistosidade.

Foto 17 - Veio granitóide, com dobra desarmônica, cortando gnaisses bem foliados. Lembra, em parte, as dobras ptigmáticas dos migmatitos.

Foto 18 - Xenólito cortado pelo granito; o corpo está fora de sua posição original, exibindo xistosidade sub-horizontal. Não se notam efeitos substanciais nos contatos, e a granulação apresenta-se homogeneamente grossa.

Eventualmente pode se dispor paralelamente à uma segunda orientação, que corta e dobra a xistosidade inicial, assumindo nesse caso granulação mais fina. Nos "hornfelses", forma placas largas, de dimensões centimétricas, dispostas ao acaso.

A biotita exhibe cores variáveis de pardo a alaranjado e a esverdeado (Z, Y) e de pardo a amarelado claro (X); apresenta maior uniformidade granulométrica, com os cristais possuindo dimensões submilimétricas a milimétricas. Aparece como restos descorados dentro de massas sericíticas e, nos feixes mais regulares, alterna-se micrometricamente com a muscovita, em sequência contínua. Como referido, ocorre também intersticialmente nos agregados granoblásticos de quartzo.

O quartzo, xenoblástico, ocorre raramente isolado em meio às micas, formando sempre agregados. Nos corpos fusiformes, assume formas chatas e alongadas e dimensões maiores do que nos agregados irregulares. Seu contorno é levemente suturado e frequentemente exhibe extinção ondulante.

A granada idioblástica, algumas vezes poiquiloblástica, pode perfazer até 5% das amostras estudadas; forma grãos milimétricos isolados ou pequenos agregados de cristais sempre limonitizados, com dimensões da ordem de 0,2 - 0,3 mm. Apresenta-se fraturada, bem como truncando e desviando as placas vizinhas de mica. Tanto pode isolar-se entre as micas, como aparecer nos agregados quartzosos, não entrando em contato com qualquer outro mineral. Nas amostras com estaurolita, sua presença é duvidosa; é certo, porém, que aparece em amostras portadoras de sillimanita e cianita. De modo geral, os xistos em questão mostram granadas menores, bem como em menor quantidade e número de vezes, que os congêneres da Faixa Norte.

Um número razoável de amostras, de ocorrência restrita, contém estaurolita; normalmente aparecem em rochas portadoras de muscovita e quartzo, além de sillimanita (e aces-

sórios), ocorrendo duvidosamente nas amostras contendo grana da e cianita; biotita não foi reconhecida em todas as amostras portadoras de estaurolita, conquanto grumos de clorita mais opacos estejam presentes. Em uma única amostra (88), estaurolita é visível macroscopicamente, assumindo dimensões submilimétricas. É raramente idioblástica, apresentando-se, na maioria das vezes, como fragmentos de formas irregulares e bordas arredondadas, isolados ou agrupados, no interior de um mosaico de quartzo, ou envolvida por massa sericítica-muscovítica (Fotomicrografia 6); poucos fragmentos aparecem inclusos em porfiroblastos de muscovita.

Cianita foi identificada apenas em uma única seção delgada (amostra 81A), um quartzito; está presente também em outras amostras, mas seu reconhecimento somente foi possível a partir de material moído e peneirado. A amostra 81, coletada nas proximidades do contato com o Adamellito Santa Catarina, contém um agregado granoblástico de quartzo xenoblástico cortado por fileiras, de espessuras variáveis, constituídas de cianita, sericita e turmalina; sericita dispõe-se ao redor dos agregados de cianita, enquanto que turmalina aparece no seu interior. A cianita se apresenta em massa compacta de fragmentos arredondados e grãos aproximadamente retangulares (Fotomicrografia 7), mostrando clivagem e fraturas encurvadas e extinção irregular; suas dimensões variam entre 0,1 e 0,5 mm, podendo ocorrer também isolada em meio ao quartzo. Nas montagens de grãos, é comum a presença de formas prismáticas bem formadas.

Nestes xistos, a sillimanita não é tão bem desenvolvida como nas rochas congêneres da Faixa Norte. Todavia, é comum a sua presença em pequenas quantidades na forma de agulhas, inclusas como feixes nas placas de muscovita (Fotomicrografia 2), de forma análoga à já descrita para as rochas da Faixa Norte; menos comumente, aparecem com hábito acicular no interior de cristais de quartzo. Os fragmentos

de prismas são menos comuns e de dimensões muito reduzidas, não se comparando aos da Fotomicrografia 3; também neste caso, aparecem dentro de massas sericíticas, nos porfiroblastos ou imbricados ao quartzo. A sillimanita ocorre em xistos com muscovita, biotita e quartzo, que adicionalmente podem conter granada, ou estaurolita ou cianita.

Pelo fato das rochas estarem sempre alteradas, parte das observações referentes aos acessórios se restringiram às montagens de grãos em líquido.

O zircão é o mais comum deles, aparecendo em quase todas as amostras moídas chegando, em duas ou três, a predominar no resíduo pesado (Tabela VII). Apresenta hábitos diversos, e é incolor ou acastanhado, com dimensões reduzidas. Turmalina, provavelmente em boa parte secundária, forma prismas de dimensões milimétricas a centimétricas, isolados ou dispostos em massas e fileiras de agregados, geralmente paralelos à xistosidade (Fotomicrografia 8); exibe cores amareladas, frequentemente com o núcleo mais azulado. Clorita ocorre em poucas amostras, enquanto que titanita e allanita foram observadas uma única vez. Os opacos, abundantes nas amostras com estaurolita e nos resíduos pesados ricos em zircão, possuem dimensões e formas variadas, sendo porém impossível precisar-se a sua filiação.

5.2.2. Gnaisses

Estas rochas ocorrem, quer formando corpos mais ou menos definidos, quer como intercalações entre os xistos. Como previamente referido, a área onde são mais representativas, assim como apresentam certa homogeneidade, tem seu início a partir dos xistos, seguindo então gradativamente para norte; esta faixa se junta a uma outra, que envolve o Gra

TABELA VII

Mineralogia dos resíduos pesados dos metassedimentos da Faixa Central (fração 0,062-0,125 mm)

	24C	53	58	71	77	79	80	81	86	87	88	94	105	110	110A	111	120	121	122/1	122A	154	163	164
Muscovita	++		++	++	-	++	++	++	++	+	++	++	+	++	+	++	+	++	++	++	++	++	++
Biotita	-	-		-				-					+	++	++	+	++	++		++	++	-	
Granada	-	+		-	?								-	-		?	-				-		+
Estauroлита		?				-	+		?		-	-											
Cianita			-					+	++	++				-									+
Sillimanita		?	+		?		-			+	-			-				-	-	-		-	
Zircão		++	-	+	+		-	-	-	-		+	-	-		-	-		-	-	-		
Turmalina	-	+	+	++	+	-	-	-	-		+	+			?	+			-		-	-	
Titanita														-									
Clorita	-																						
Opacos		++		++	++	-	+			+	+	+	++		-	+	-		+	-	-	-	++

Observações: ++ predominante; + abundante, mas subordinado; - pequenas quantidades a traços;
? duvidoso.

Fotomicrografia 6 - Cristal isolado mais ou menos íntegro de estaurolita mostrando efeitos de fraturamento. Está envolvido por sericita e muscovita (massas e palhetas cinzentas) e, mais distante por quartzo (grãos cinzentos claros). 26 X, polarizador inferior.

Fotomicrografia 7 - Agregado compacto de cianita (cinzento escuro), envolvido por sericita e muscovita (palhetas e massas cinzentas médias), em mosaico de quartzo (ao alto). 65 X, polarizadores semi cruzados.

Fotomicrografia 8 - Secção basal de turmalina (cinzento médio), que secciona a muscovita (cinzento claro) e a xistosidade (fileira NNE, à esquerda); a turmalina inclui quartzo minúsculo (esbranquiçado). Ainda aparece biotita (palhetas cinzentas médias a escuras) e zircão incluso na biotita (grão à direita da turmalina). 41 X, polarizador inferior.

nito Santa Branca, prosseguindo, apertadas entre esse maciço e o Falhamento de Guararema, para nordeste. A despeito das extensas ocorrências de xistos, os gnaisses parecem também predominar junto aos corpos graníticos de Guararema e Sabaúna.

A norte do Granito Sabaúna, exibem indícios de cataclase, conquanto inexistam outras evidências de falhamentos. A faixa gnáissica situada próxima ao corpo de Santa Branca parece ser o produto de metamorfismo termal provocado por essa intrusão, embora parte do contato se apresente fraturado, e rochas xistosas finamente foliadas, que poderiam tratar-se de filonitos, ocorram nas proximidades do Granito Guararema.

Na faixa de metassedimentos situada a norte de Salesópolis, ocorrem quartzitos feldspáticos e micáceos que passam progressivamente a gnaisses, não tendo sido possível saber-se contudo se são variações originais ou decorrentes de metassomatismo sofrido pelos quartzitos. Fato semelhante foi observado junto a parte das intercalações quartzíticas a norte do Adamellito Santa Catarina.

Em grande parte dos afloramentos, principalmente nas regiões de transição para xistos, o caráter gnáissico não se acha bem definido, além do que as rochas encontram-se muito alteradas. É provável que parte dos afloramentos tomados como gnaisses sejam, em realidade, xistos quartzosos grosseiros, ou mesmo que a presença de bolsas de caulim, usualmente indicativas da presença de feldspatos, decorra muito mais da alteração de biotita. Nessas ocorrências relativamente indefinidas, o aspecto de campo mostrado pelos gnaisses é semelhante ao dos xistos, apresentando inclusive as mesmas intercalações; raramente essas rochas afloram em blocos.

Aparentemente, o corpo gnáissico melhor definido possui características próprias, tendo sido amostrado, no entanto, assim mesmo de forma precária, apenas em poucos lu

gares (pontos 61, 95, 126, 129).

Nos lugares onde as feições gnáissicas acham-se mais acentuadas, as rochas exibem coloração cinzenta mediana e aspecto homogêneo, granulação fina a média, além de textura marcadamente granular, com raro desenvolvimento de porfiroblastos. No ponto 61, as rochas estão cortadas por fraturas e pequenas falhas, com a foliação perturbada. Os tipos vizinhos ao Santa Branca são mais foliados, embora ainda com pactos, sendo comuns as metaconcreções (COUTINHO, 1972) idênticas às dos xistos (Foto 19) e dos xenólitos do Granito Santa Branca.

Os gnaisses possuem textura granoblástica, com as dimensões dos cristais compreendidas principalmente entre 0,4 e 1,5 mm, onde se destacam cordões incipientes de quartzo e pequenas porções intersticiais microgranuladas, além de fileiras paralelas de biotita, cujas placas estão isorientadas ou não. Algumas amostras apresentam texturas diferentes em que se observa a presença de cordões mais bem formados de quartzo, micro e megacristais de plagioclásio e amplas faixas microgranuladas contendo muscovita.

Andesina sódica é o mineral predominante, seguido de quartzo, biotita e pequena quantidade de microclínio e acessórios, estes últimos representados por titanita, apatita, zircão, granada e opacos; como produtos de alteração, foram reconhecidas muscovita-sericita e clorita (Tabela VIII). Os gnaisses que bordejam o Granito Santa Branca, embora semelhantes aos demais, possuem teores de granada mais expressivos. Do ponto de vista petrográfico, a maior parte das rochas examinadas corresponde a plagioclásio-biotita gnaisses, enquanto que a variedade apontada, a um granada gnaisse.

O plagioclásio tem formas sub-retangulares e irregulares, com bordas onduladas e dimensões entre 0,5 e 1 mm. Quase sempre está geminado segundo a lei da albita e, mais

Foto 19 - Granada gnaisses das vizinhanças do conta
to com o Granito Santa Branca. Vê-se rocha cin-
zenta escura, ainda bem foliada, mas compacta,
envolvendo metaconcreção quartzítica. Tanto o
bandamento, as fraturas oblíquas como as extremi
dades da inclusão sofreram deformação.

raramente, do periclínio; zoneamento normal acha-se por vezes presente. Frequentemente está moldado por placas de biotita, incluindo-as apenas parcialmente e em pequeno número de vezes. Nas amostras de características medianas, associa-se, juntamente com a mirmequita e o quartzo, a porções intersticiais que envolvem os cristais de microclínio; nas amostras de rochas afetadas por cisalhamento, forma, ao lado do quartzo, faixas de agregado granoblástico de granulação muito fina. Em ambas as situações mostra-se pouco alterado, podendo incluir a muscovita (e sericita), clorita e epídoto (duvidosamente identificado).

Quartzo xenoblástico e alongado comparece em cordões mal definidos, agregados irregulares, assumindo formas mais achatadas quando melhor se definem os citados grãos. Apresenta contorno pouco suturado e, habitualmente, extinção ondulante nos maiores indivíduos. Suas dimensões variam entre 0,3 e 1,5 mm, chegando a 0,1 mm ou menos nos agregados intersticiais, quando acha-se intercrecido com o plagioclásio.

Biotita castanha a alaranjada (Z, Y) e amarelada clara (X) forma faixas e grumos desfeitos, bem como placas regulares ou corroídas, com dimensões entre 0,2 e 0,8 mm; também pode aparecer dispersa ou orlando e moldando o plagioclásio. Comumente, inclui e se associa a abundante quantidade de titanita, apatita, zircão e opacos; cloritização parcial é visível em quase todas as amostras examinadas.

Microclínio, incipientemente geminado e com formas irregulares e bordas curvas, apresentando dimensões de até 0,8 mm, ocorre disperso, sempre orlado por mirmequita e plagioclásio; sua única inclusão, assim mesmo pouco frequente, é a mirmequita.

Muscovita aparece em duas amostras de forma expressiva, onde forma feixes alongados com a biotita. Nos demais casos, está presente, juntamente com a sericita, como farrapos inclusos no plagioclásio.

Os acessórios possuem dimensões sempre em torno ou inferiores a 0,1 mm, distribuindo-se ao longo das fileiras de biotita ou inclusos no seu interior. Apatita arredondada e titanita, de forma irregular ou idióblástica, são comuns e abundantes, enquanto que zircão, alongado, é raro.

A granada é rara, e quando presente forma grãos arredondados ou irregulares, isolados ou em conjuntos de poucos indivíduos.

Clorita, esverdeada a incolor, é abundante, ocorrendo, seja substituindo parcialmente a biotita, seja na forma de palhetas isoladas um tanto desfeitas.

TABELA VIII

Análises modais de gnaisses da Faixa Central

	61	95
Quartzo	30	23
Plagioclásio	48	57
Biotita	12	8
Microclínio	6	9
Minerais Microgranulados	2	1
Outros *	2	2
% An do Plagioclásio	38	30

* Incluem apatita, zircão, muscovita, sericita, clorita e titanita (61, 95); ocorre, ainda, granada (95).

5.2.3. Quartzitos

Na Faixa Central, não foi constatada a existência de qualquer ocorrência isolada mais expressiva destas rochas, com elas ocorrendo apenas na forma de finas intercalações. Como anteriormente referido, há um certo equilíbrio na participação das camadas de quartzitos e de xistos junto ao contato norte do Adamellito Santa Catarina, com as primeiras assumindo também importância junto à vertente sul da Serra dos Monos e no vale do Paraitinguinha. Um outro modo de ocorrência muito comum, embora pouco representativo, consiste em corpos fusiformes, "boudinados", quase sempre decimétricos (Foto 19).

Quando formando camadas centimétricas a decimétricas, estas rochas apresentam granulação fina a média e caracteres mineralógico-texturais diversos. Com distribuição não sistemática, têm-se tipos quase puros, granulares e friáveis, embora não foliados; nas proximidades dos corpos granitóides, ocorrem tipos feldspáticos, também friáveis, que variam para outros mais ricos em biotita, passando a gnaisses quartzosos; finalmente, ocorrem variedades finamente bandadas, de cores cinzentas, constituídas de quartzo e turmalina.

Quando em corpos fusiformes decimétricos, os quartzitos exibem granulação fina e cores esverdeadas e cinzentas, às vezes rosadas; são estratificados e bastante compactos. Embora descritos como quartzitos, esses corpos possuem mineralogia complexa, passando muitas vezes a rochas calcossilicadas de caráter aluminoso. Em raros lugares, essas variedades foram também encontradas formando blocos da ordem de metros, como nos pontos 68 e 78.

A textura é granoblástica, passando a granolepidoblástica nos tipos mais micáceos, com a granulação variando de submilimétrica a milimétrica. É comum o fato de as lâminas mostrarem fino acabamento, às vezes microdobrado. Mineral

TABELA IX

Mineralogia de quartzitos impuros e rochas
calcossilicáticas da Faixa Central

	Quartzitos						Calcossilicáticas	
	106	109	131	132/IA	164/A	164/B	68	150/I
Quartzo	++	++	++	++	++	++	22	++
Plagioclásio	+	-	-	?			35*	++
Biotita	+	-	-		-	-		
Muscovita		-	-		-	-		
Zircão	-	-			-	-		-
Apatita							-	
Turmalina					-	+		
Diopsídio							23	-
Anfibólio							-	
Granada							2	-
Epídoto							10	-
Titanita							-	-
Calcita							4	
Clorita	-	-						-
Opacos	-	-		-	-		-	-

* Andesina - labradorita

Observações: ++ mineral predominante

+ abundante, mas subordinado

- pequena quantidade a traços

? dois a três grãos, presença duvidosa

logicamente, ao lado do quartzo, aparecem feldspatos, biotita, muscovita (e sericita), turmalina, clorita e os acessórios habituais (zircão, titanita, etc.); nas variedades calcossilicatadas, tem-se uma composição especial, marcada sobretudo pela presença de minerais aluminosos e calco-magnesianos (Tabela IX).

Normalmente, o quartzo é xenoblástico, com contorno pouco suturado, podendo incluir grãos diminutos de outros minerais. A muscovita (e sericita) e a biotita, esta última uma variedade frequentemente avermelhada, ocorrem intersticialmente. A turmalina, muito comum, forma bandas de indivíduos prismáticos ou de formas irregulares, podendo aparecer ainda como agregados de indivíduos fibrosos micrométricos. Os feldspatos, microclínio e plagioclásio, raramente foram vistos em secção delgada. Titanita, zircão e opacos estão presentes em pequena quantidade e em formas diminutas dispersas ou inclusas. Clorita ocorre substituindo parcial ou totalmente a biotita.

5.2.4. Adamellito Santa Catarina

5.2.4.1. Modo de Ocorrência Estas rochas foram primeiramente descritas por RIDEG (1974), que percorrendo o extremo sudoeste do corpo, tomou como ocorrência tipo a localidade de Santa Catarina, proximidades de Biritiba Mirim.

O maciço se alonga por uns 20 km na direção leste-nordeste, desde as vizinhanças de Biritiba Mirim até as proximidades de Salesópolis, apresentando largura regular demais ou menos 3 km.

A norte, faz contato brusco e concordante com os metassedimentos e, a sul, passa a blastomilonitos, que se acham encobertos pelos sedimentos da várzea do Rio Paraitin

ga 11, os quais, por sua vez, também limitam a ponta sudoeste do corpo; ainda a sul, algumas porções se limitam com corpos restritos de xistos e, a norte de Salesópolis, o contato se complica em muito, havendo mistura de rochas granitoides com xistos e com o Granito Santa Branca. Para leste, passa gradativamente ao tipo litológico descrito como Granito Santa Branca. Junto aos contatos, alguns efeitos podem ser observados nos metassedimentos, como feldspatização de xistos e quartzitos, e aumento da quantidade e granulação das micas.

O corpo aflora profusamente em blocos relativamente frescos de tamanhos variados, principalmente na sua metade leste, não se observando quaisquer inclusões de outras rochas em toda a sua extensão. Forte lineamento fotogeológico divide-o em dois, conquanto não tenham sido encontrados cataclastos associados a essa feição.

5.2.4.2. Caracteres Petrográficos A composição destas rochas é caracterizada por uma mineralogia mais ou menos constante, mas sua textura, de granulação média a grossa, varia de equigranular a porfiróide. Os tipos porfiróides, que ocupam o extremo sudoeste do maciço, contêm 10 a 60% de megacristais róseos, às vezes brancos; são sub-retangulares, com dimensões de até 4cm, e acham-se distribuídos caoticamente ou orientados em matriz cinzenta de granulação média (amostras 54, 56, 57, 81, 84; Foto 20; Tipo 1); os megacristais são principalmente de microclínio, conquanto oligoclásio também seja comum. Esse tipo textural varia no sentido leste e sudeste; para leste, passa-se gradativamente a rochas mais claras e equigranulares, com diminuição progressiva da granulação (amostras 111/1, 119; Tipo 2); para sudeste, embora a rocha se mostre escura, os megacristais vão se tornando menos destacados da massa e a granulação, como um todo, sofre redução (amostras 83, 113, 114,

117; Foto 21; Tipo 3), embora se conserve média a grossa. To dos esses tipos exibem minerais mais ou menos orientados, ca rãter que vai desaparecendo junto às rochas de granulação mais fina.

Além das variedades citadas, ocorrem ainda outras de menor expressão. Junto ao primeiro tipo, foram coletadas, nas bordas do maciço, algumas amostras (55A e 57A) de aspecto oftalmítico (MEHNERT, 1968), com megacristais de formas irregulares e bordas difusas; próximo ao contato norte, tem-se um afloramento de rocha rósea, alaskítica, de granulação média e equigranular. Também são comuns, ainda que em pequena quantidade, veios aplograníticos de espessura centimétrica.

Toda a borda sul do corpo é marcada pela presença de rochas fortemente orientadas (amostras 55, 82, 115, 116, 123), onde se alternam porções de textura porfiroclástica (Foto 22), de granulação variável, e faixas blastomiloníticas finamente bandadas e granulação fina. Entre a Serra dos Monos e Salesópolis, predominam rochas do segundo tipo, semelhantes ao Granito Santa Branca, mas fortemente orientadas; nessa mesma área, ramos do falhamento ilharam um pequeno maciço de rochas similares ao terceiro tipo (amostras 152, 153, 155), porém muito injetadas por veios pegmatíticos róseos, além de fortemente orientadas.

Apesar de referidas por RIDEG (1974) como adamelitos, as rochas do maciço têm composição variável de granito a granodiorito (HATCH *et al.*, 1949), ou simplesmente granítica com tendência granodiorítica (Tabela X) se empregada a classificação do IUGS (1973); é preciso também lembrar que as análises modais de rochas do primeiro tipo pecam por não integrarem devidamente os megacristais, em sua maioria de microclínio, refletindo, assim, uma composição granítica mínima.

Microclínio, plagioclásio e quartzo são os cons.

Foto 20 - Adamellito Santa Catarina, variedade porfiróide (Tipo 1). Os megacristais sub-retangulares centimétricos, dispostos com leve orientação, destacam-se da matriz grosseira cinzenta escura.

Foto 21 - Adamellito Santa Catarina, variedade com granulação seriada (Tipo 3). Os grãos maiores não ultrapassam 1 cm, e a matriz é fina, dando aspecto mais equigranular à rocha. Alguns pontos escuros correspondem à titanita milimétrica.

Foto 22 - Adamellito Santa Catarina. Este tipo textu-
ral corresponde às rochas da borda da várzea do Rio
Paraitinga II. Nota-se o arredondamento dos porfiro-
clastos centimétricos, envolvidos por matriz banda-
da e fortemente foliada.

Fotomicrografia 9 - Microclínio (cinzento escuro, à direita), incipientemente geminado incluindo restos de plagioclásio (cinzento médio e preto, no centro do microclínio), orlado por mirmequita, plagioclásio e quartzo (cinzentos claros, no centro e embaixo). Plagioclásio geminado (cinzento, à esquerda) aparece orlado por quartzo (branco), biotita (cinzento médio, placas) e agregado granoblástico poligonal de plagioclásio não geminado e quartzo arredondado (no centro, levemente à esquerda). Na mirmequita de borda, de tamanho maior, parece que o quartzo apresenta dois hábitos distintos. 26 X, polarizadores semicruzados.

tituintes dominantes, com os feldspatos alcalinos ora sobrepujando, ora subordinados aos álcali-cálcicos. O principal acessório é a biotita, ocorrendo a muscovita nas variedades mais claras; entre os demais minerais menos representativos, destaca-se a titanita na forma de cristais desenvolvidos.

Em secção delgada, a rocha mostra textura porfiroblástica (porfirítica ?), com maior ou menor número de fenoblastos arredondados ou retangulares de tamanho subcentimétrico; a matriz é hipidiomórfica granular ou granoblástica poligonal de granulação variada.

As variedades mais finas têm textura semelhante à da matriz das rochas grosseiras, sendo porém menor a quantidade de biotita. Indícios de cataclase incipiente ocorrem em quase todas as amostras, acentuando-se sobretudo nas amostras situadas na borda sul do corpo.

O microclínio ocorre como megacristais e na matriz. Os megacristais, com dimensões de 1 a 2 cm, são arredondados, sub-retangulares ou fragmentados; apresentam bordas com cavidades e geminação em grade pouco nítida (Fotomicrografia 9), que melhor se desenvolve junto às rochas dos Tipos 2 e 3. Distribue-se ao acaso, e quase sempre está orlado por uma matriz de plagioclásio + quartzo microgranulado e mirmequita. Micropertitas filamentosas possuem boa expressão, sendo visíveis em grãos ou partes de grãos fracamente geminados. Como inclusões, aparecem restos de plagioclásio e de biotita, além de quartzo, sericita (e muscovita), clorita e opacos. Na matriz, o microclínio assume habitualmente formas poligonais e equidimensionais com dimensões inferiores a 0,5 mm; apresenta-se sempre em agregados puros com maior ou menor número de indivíduos.

O plagioclásio, normalmente um oligoclásio intermediário a sódico, também está presente como megacristais e na matriz. Os megacristais são mais idiomórficos e com bordas mais regulares que os de microclínio, assumindo formas sub-

retangulares curtas e alongadas, com dimensões entre 0,2 e 1,2 cm; alguns destes indivíduos apresentam-se como uma "colcha de retalhos", incluindo placas de plagioclásio. Mostra-se geminado segundo as leis da albita e, com menor frequência, do periclínio e Carlsbad. O zoneamento é normal, havendo também o desenvolvimento de fímbrias periféricas albiticas. Além dos grãos de mesma mineralogia, incluem ainda biotita, quartzo, microclínio, muscovita, clorita, apatita, opacos, titanita e, duvidosamente, epidoto; alguns indivíduos estão muito sericitizados, às vezes preferencialmente junto às zonas mais internas ou em parte das lamelas. Os grãos da matriz, xenomórficos ou poligonais, estão dispersos ou formando agregados mais ou menos puros ou com quartzo e mirmequita. Suas dimensões são inferiores a 0,5 mm, e se apresentam mais regularmente sericitizados e geminados, segundo a lei da albita, em menor número de vezes. As mirmequitas, sempre presentes, estão extensamente desenvolvidas, sobretudo junto às bordas dos megacristais de microclínio.

O quartzo xenomórfico, e com dimensões variando entre 6 mm a menos que 0,1 mm, distribue-se na matriz em grãos isolados ou formando cordões curvos e irregulares. Raramente apresenta extinção ondulante.

A biotita, de cor castanha (Z, Y = castanho escuro, esverdeado; X = castanho claro), ou esverdeada, comparece como placas, de dimensões variáveis entre 2 e 0,1 mm, isoladas ou formando feixes curtos e desfeitos ou grumos milimétricos de poucos indivíduos contornando os megacristais. Às vezes, os feixes se dispõem subparalelamente; sua granulação diminui sensivelmente nas variedades mais claras, passando então a se apresentar em placas mais dispersas. Pode incluir a apatita e o zircão, sendo seus agregados acompanhados por apatita, opacos, titanita e allanita. Sua transformação em clorita esverdeada não é rara, conquanto observada em pequeno número de indivíduos.

Titanita xenomórfica é comum nas amostras do Tipo 3, assumindo condição de microporfiroblastos, isolados na matriz. Os grãos menores, arredondados, se agrupam junto à biotita.

A apatita, em teores da ordem de traços, comparece como grãos idiomórficos e de contornos arredondados, com dimensões inferiores a 0,3 mm, acompanhando as fileiras e massas de biotita; zircão diminuto e de formas variadas é encontrado principalmente incluso na biotita; os opacos formam massas submilimétricas de contornos irregulares, que se distribuem junto à biotita, ou então aparecem isolados e inclusos nos outros minerais; allanita idiomórfica está presente em algumas secções delgadas, ocorrendo sempre encostada ou envolvida pelas placas de biotita.

Como possíveis produtos secundários, tem-se placas esfarrapadas e de dimensões variadas de muscovita, quer inclusas nos feldspatos, quer intersticiais; nas rochas mais claras do Tipo 1, seus teores aumentam, havendo maior tendência para a formação de placas mais regulares e de distribuição intersticial. O epidoto, duvidosamente identificado, ocorre em grãos minúsculos no interior de plagioclásios sericitizados. Finalmente, associada à muscovita ou substituindo parcialmente algumas placas de biotita, comparece uma clorita esverdeada a quase incolor.

TABELA X

Análises modais do Adamellito Santa Catarina

	54	83	114	117	119	152	155
Quartzo	15	19	33	24	22	28	20
Microclínio	52	31	30	37	45	28	48
Plagioclásio	26	40	24	28	26	35	26
Biotita	7	8	10	10	6	7	5
Outros*	tr	2	3	1	1	2	1

* Incluem opacos, apatita (à exceção de 152) e clorita (à exceção de 117 e 119); ocorrem ainda muscovita (54, 117, 119, 152), titanita (83, 114, 117), zircão (114, 119) e allanita (83).

5.2.5. Granito Guararema

5.2.5.1. *Modo de Ocorrência* A sul de Guararema, ocorre um corpo estreito, alongado paralelamente às estruturas, constituído de rochas porfiróides semelhantes às descritas para o Adamellito Santa Catarina.

Dentro da área, ele se alonga por mais de 10 km, sem ultrapassar 2 km de largura, sendo parcialmente seccionado, na sua terminação nordeste, pelo Falhamento de Guararema. Seus contatos são concordantes com a atitude local das rochas, mostrando-se parte normais, parte falhados; xistos, em posição concordante com a atitude do granito, são encontrados muito próximos à região de contato, sem contudo trazerem em sua

composição mineral metamórficos indicativos de elevação do grau metamórfico. A sul, há também evidências de falhamentos, como exemplificado pelas rochas filoníticas da várzea do Ribeirão Putim. Pela sua conformação, é possível que falhamentos, de direção norte ou nordeste, tenham estrangulado o maciço, conquanto não fossem encontradas quaisquer evidências apontando nesse sentido. Toda a área ocupada pelo granito acha-se recoberta de matacões, de tamanho médio a grande.

5.2.5.2. *Caracteres Petrográficos* Possuem granulação grossa, textura porfiróide, e cores cinzentas rosadas; sua composição é caracterizada pela presença de megacristais, centimétricos, de coloração rósea a esbranquiçada, de microclínio e oligoclásio, representando 30 a 60% da rocha, imersos em matriz de granulação aparentemente subcentimétrica; orientação paralela dos constituintes é sempre visível.

O exame macroscópico mais detido revela a presença de quartzo, biotita e massas e grãos, de contorno quadrático, de feldspato branco, cujas dimensões chegam a 1 cm, formando uma matriz invariável ao longo de todo o corpo; sobre elas se dispõem megacristais, preferencialmente exibindo formas sub-retangulares, e com dimensões situadas entre 2 a 3 cm. Aparentemente, os megacristais aumentam de tamanho para oeste, onde chegam a ocorrer indivíduos com dimensões de até 10 cm; além disso, podem assumir hábito diferente, originando massas irregulares e ovaladas de contorno difuso (Foto 23), em rocha mais foliada que a variedade dominante; aparentemente, esse tipo petrográfico acha-se restrito às bordas do maciço.

Microscopicamente, as rochas apresentam características semelhantes às variedades porfiróides do Adamellito Santa Catarina. A matriz possui textura hipidiomórfica granular, porfiróide, com os maiores indivíduos exibindo dimensões milimétricas; porções microgranuladas, com granulometria da ordem de 0,1 a 0,3 mm, estão comumente presentes. Seu aspec

Foto 23 - Esta variedade ocorre mais nas bordas. Nota-se megacrístais de bordas difusas e formas irregulares e paralelismo da biotita, além de um grupo biotítico centimétrico. O aspecto geral é semelhante ao de rochas que têm sido descritas como oftalmitos.

Fotomicrografia 10 - Fragmentos de um único cristal geminado de microclínio (geminado em grade, à esquerda, centro inferior e direita superior) se parados por fraturas preenchidas por agregado de microclínio mal geminado (fratura que se ini cia no centro da foto e se dirige para o canto superior esquerdo) interrompidas pelas fraturas preenchidas por plagioclásio sericitizado e mir mequita (duas fraturas de posição aproximadamente vertical). 41 X, polarizadores semicruzados.

to mais orientado relativamente ao Santa Catarina deve-se à presença de fileiras e feixes subparalelos de biotita. Evidências indicativas de cataclase, como fragmentação de grãos, encurvamento de lamelas de geminação do plagioclásio, extinção ondulante no quartzo e torção de placas de biotita, foram reconhecidas em todas as amostras examinadas.

Basicamente, a mineralogia é a mesma descrita para as variedades do maciço de Santa Catarina, com microclínio, plagioclásio e quartzo totalizando 90% da rocha, seguidos por biotita, usualmente em torno de 10%; pequenas porcentagens a traços são completados pelos acessórios e minerais secundários: titanita, apatita, allanita, zircão, opacos, clorita, calcita, epídoto e muscovita-sericita. Análise modal efetuada em uma única amostra (128) de granulação mais favorável, não obstante apresentar evidências pronunciadas de cataclase, apresentou como resultado: 39% de quartzo, 35% de microclínio, 21% de plagioclásio, 4% de biotita e muscovita + sericita, apatita, titanita, zircão, allanita e clorita, totalizando 1%; trata-se, portanto, de um granito, apesar de permanecerem válidas as considerações feitas para o Adamellito Santa Catarina.

Além das feições referidas, parte do microclínio apresenta geminação melhor desenvolvida. Também é interessante notar que são comuns os grãos quebrados, com algumas das fraturas preenchidas unicamente por plagioclásio e mirmequita, cortando outras, que, por sua vez, acham-se preenchidas somente por microclínio (Fotomicrografia 10).

O plagioclásio é um oligoclásio intermediário; comumente encontra-se parcialmente orlado por biotita e enriquecido em inclusões, à exceção de muscovita-sericita, representadas por clorita, calcita e mineral do grupo do epídoto (?). Em geral, forma também intercrescimentos mirmequíticos, orlando os megacristais de microclínio.

A biotita guarda também semelhança com aquelas das rochas granitóides descritas anteriormente; forma, porém, con

centrações mais densas em fileiras e grumos, nos quais se reúnem em placas paralelas ou de orientação ao acaso. Como referido, orla os megacristais de feldspatos e agregados de quartzo mais microclínio. Sua coloração varia de castanho escuro a verde (Z, Y) e palha (Y), e forma placas bem desenvolvidas, isoladas ou contendo inclusões de titanita, apatita, zircão, alanita e epídoto. Não é raro alterar-se para clorita esverdeada.

Titanita, de tamanho submilimétrico, e apatita ocorrem comumente, enquanto que zircão é raro. Clorita comparece como produto de alteração de biotita ou do plagioclásio; neste último caso, acha-se acompanhada de calcita, formando pequenas e restritas massas. Minerais do grupo do epídoto, de dimensões reduzidas, ocorrem associados à biotita e, duvidosamente, ao plagioclásio.

5.2.6. Granito Santa Branca

5.2.6.1. *Modo de Ocorrência* Pelo menos duas referências a este corpo plutônico são encontradas na literatura: a primeira, uma citação de KNECHT (1964), e a segunda como exercício de Fotogeologia da obra de RICCI e PETRI (1965; Figs. 2III e 3III, pp. 156-157).

Trata-se de um corpo, à primeira vista, de forma oval, com seu maior eixo na direção nordeste, ocupando a porção mediana da borda oriental do mapa geológico e estendendo-se por mais ou menos 8 km dentro da área; sua continuidade para nordeste é facilmente verificável por fotointerpretação, devendo prolongar-se por mais uns 6 a 7 km.

Seu contato norte, a partir da estrada nova Salesópolis-Santa Branca para leste, é brusco e verificável com certa precisão; a grosso modo, parece acompanhar a estrutura dos

gnaisses, arqueada em volta do plutão; contudo, o exame mais atento revela uma alternância de partes concordantes, seguidas de partes discordantes (fraturamentos?), disso resultando um limite geral discordante, mas a baixo ângulo com relação às estruturas. A sul, o mesmo não se verifica, tratando-se de uma interface de localização problemática principalmente pela grande quantidade de intercalações de xistos e quartzitos; nas proximidades da Fazenda dos Monos, os metassedimentos encontram-se bastante injetados por pegmatitos e alternados com exposições do granito, localmente passando a verdadeiros migmatitos (estrada Salesópolis-Santa Branca), e, finalmente, se interrompendo em provável zona de falha. Para oeste, na altura do Bairro Mumbuca, o granito parece encobrir-se gradativamente pelos xistos regionais, sendo também muito grande a quantidade de intercalações; contudo não se exclui a possibilidade de um limite por fraturamentos de direção noroeste. Já na altura do Serrote, não foram observados limites litológicos, parecendo que o corpo se estira em estreita faixa no sentido sudoeste, com as rochas assumindo gradativamente caráter mais adamellítico.

Variados efeitos térmicos e metassomáticos se associam ao corpo granítico. Os gnaisses a norte, portadores de granada, parecem ter sido transformados termalmente a partir dos xistos vizinhos, sem apreciáveis adições de material. A sul, são frequentes os pegmatitos, geralmente pequenos e concordantes, portadores de muscovita e/ou turmalina; além disso, parte dos xistos está migmatizada, sendo ainda muito comuns xistos e quartzitos feldspatizados. Nesta mesma área, e em quase todos os xenólitos, se observa o efeito mais constante e notável: o extremo desenvolvimento de muscovita, que se torna centimétrica, passando assim o xisto a um verdadeiro "hornfels" micáceo e maciço. A área ocupada pelas intercalações de metassedimentos dentro do maciço é estimada em pelo menos 30%, havendo raros locais onde o granito se apresenta limpo.

O corpo granítico apresenta-se cortado por fraturas quilométricas, principalmente de direção variável entre NNE e NE (Foto 2), e por diques de diabásio encontrados em diversos pontos (amostras 133, 135, 136, 138, 144 e 145). Blocos arredondados de dimensões medianas, e quase sempre alterados, afloram em boa parte do corpo, tendo sido raras as amostras de rocha fresca.

5.2.6.2 Caracteres Petrográficos O corpo apresenta homogeneidade, achando-se constituído quase sempre por uma rocha leucocrática de granulação fina a média, equigranular, de cor esbranquiçada a cinzenta (Foto 24). Conforme a classificação recomendada pelo IUGS (1973), as análises modais (Tabela XI) indicam tratar-se de rochas graníticas, variando de mais alcalinas a mais granodioríticas, porém, alaskíticas; já segundo a classificação de HATCH *et al.* (1949), trata-se, respectivamente, de granitos e adamellitos. As composições graníticas mais alcalinas acham-se restritas à porção central do corpo (amostras 134 e 149), enquanto que as mais granodioríticas se concentram em uma zona mais periférica (amostras 112, 124, 125/1, 137, 143 e 151). Na faixa que segue para sudoeste, na altura do Serrote, tem-se um aumento gradativo na granulometria e um flagrante escurecimento da rocha, passando-se a variedades que serão discutidas no Adamellito Santa Catarina. Não obstante, a mineralogia é constante, havendo predomínio do microclínio sobre o plagioclásio ou ligeira inversão, e porcentagens variáveis de quartzo; como acessórios, ocorrem biotita e muscovita principalmente. Apresenta minerais incipientemente orientados, característica que se acentua na borda sul. Apesar disso, nunca foi possível a medida dessa orientação.

Microscopicamente, a rocha exibe textura hipidiomórfica granular, sendo poucos os cristais marcadamente idiomórficos; fragmentação incipiente dos grânulos é generalizada.

TABELA XI

Análises modais do Granito Santa Branca

	13	112	124	125	134	143	149	151
Quartzo	30	29	23	32	28	25	20	36
Microclínio	29	30	36	31	37	30	44	26
Plagioclásio + Mirmequita	32	34	36	32	28	37	32	34
Biotita	8	7	4	5	5	5	2	4
Outros*	1	tr	1	tr	2	3	2	tr
% An do Plagioclásio	-	20	-	-	15 e 21	14	18	15

* Incluem muscovita, apatita e zircão; ocorrem ainda opacos (112, 134, 143, 151), clorita (13, 149, 151), e allanita (112).

Foto 24 - A foto é de uma superfície cortada de matação, nas proximidades do contato norte. A rocha se apresenta um pouco mais escura que o usual, com os feldspatos exibindo cores cinzentas meio azuladas. Nota-se, também, pequenas e difusas concentrações de biotita.

A granulação, com os cristais não ultrapassando 4 mm, apresenta-se seriada, seja com ponderável porção intersticial, seja praticamente equigranular, com raros grânulos de dimensões maiores, principalmente microclínio. Nas variedades mais escuras, é maior a tendência de se desenvolverem megacristais.

O acessório mais representativo é a biotita, seguido de muscovita, que pode faltar como mineral primário em algumas variedades mais escuras; traços de apatita e zircão estão presentes em todas as amostras. Como produtos de alteração, aparecem sericita (e muscovita), clorita, opacos e epidoto. Mirmequitas estão extensamente desenvolvidas.

O microclínio comparece sob duas formas: a) grãos maiores, em alguns casos verdadeiros megacristais, possuindo forma geral mais ou menos ovalada ou sub-retangular, mas mostrando sempre bordas irregulares reentrantes e penetrantes nas vizinhanças, ou, ocasionalmente, formas irregulares; em geral, apresentam dimensões milimétricas, com alguns cristais chegando até 6 mm de tamanho; b) grãos menores (0,2 - 0,4 mm) possuindo formas mais regulares e constituindo um mosaico intersticial de grãos poligonais equidimensionais de contatos retilíneos. Ambas as formas contêm geminação em grade, geralmente melhor desenvolvida nos grãos maiores (Fotomicrografia 11); estes, por sua vez, mostram-se geminados segundo Carlsbad e variavelmente micropertíticos, do tipo filamentoso; nota-se que, nas variedades mais granodioríticas, a geminação em grade é menos desenvolvida. Dificilmente, os grãos maiores fazem contato com cristais de plagioclásio, estando normalmente envolvidos por um agregado de granulação mais fina de quartzo, plagioclásio e mirmequita; em contrapartida, são frequentes os restos de plagioclásio inclusos, que, às vezes, representam até 20% da secção visível do microclínio. Este, mais raramente contendo biotita e muscovita, ostenta pigmentação incipiente.

O plagioclásio, um oligoclásio intermediário a só

Fotomicrografia 11 - Nota-se a geminação bem desenvolvida no fenocristal de microclínio (canto direito, inferior) e em grão irregular (esquerda, superior), e incipiente nos grãos menores do agregado (centro esquerda, grãos cinzentos médios); o plagioclásio não geminado (centro, em baixo) aparece junto ao microclínio. Vê-se também o quartzo (branco) e a biotita (placas bem escuras). 26 X, polarizadores semicruzados.

dico (An_{13} a An_{23}), também apresenta duas formas com características distintas. a) Os grãos maiores, milimétricos (1 a 3 mm), exibem certo idiomorfismo, ocorrendo formas retangulares e quadradas, de vértices arredondados, embora estas mesmas formas se mostrem às vezes quebradas ou com contornos corroídos. Normalmente, estão geminados segundo a lei da albita ou, mais raramente, segundo albita-periclínio e albita Carlsbad; um zoneamento fraco, do tipo normal, foi também reconhecido. Estão sericitizados, ocasionalmente incluindo placas grandes de muscovita, e pigmentados por minúsculos grãos escuros, sendo relativamente raros os minerais visíveis do grupo do epidoto. Incluem ainda clorita, biotita, quartzo e, eventualmente, microclínio; b) os grãos menores (< 0,4 mm), de formas irregulares ou semelhantes ao microclínio, ocorrem em agregados intersticiais associados ao quartzo e à mirmequita. Estão igualmente sericitizados, mas geminados com menor frequência. Os intercrescimentos mirmequíticos estão extensamente desenvolvidos, e praticamente não deixam de orlar parcialmente quaisquer dos cristais maiores de microclínio, raramente estando nele inclusos. Quase todos os grãos de plagioclásio, particularmente os inclusos no microclínio, possuem uma borda estreita mais sódica, possivelmente albitica.

O quartzo, sempre xenomorfo e com extinção levemente ondulante, aparece disperso ou formando pequenas concentrações, com granulação variável entre 0,2 e 3 mm. Ocorre igualmente junto às faixas intersticiais de granulação fina, associado ao plagioclásio; neste caso, toma às vezes formas arredondadas, de dimensões inferiores a 0,1 mm, e praticamente intercresce com o agregado de plagioclásio e mirmequita.

A biotita aparece em placas regulares e bem desenvolvidas, ocasionalmente algo corroídas, e cujas dimensões variam entre 1,5 e 0,2 mm. Apresenta cores pardacentas, desde o pardo esverdeado ao alaranjado (X, Y) ao pardo amarelado pálido, quase incolor (X). Ocorre em placas isoladas, na

forma de concentrações irregulares ou mesmo enfileirada intersticialmente. Pode ainda aparecer inclusa no plagioclásio (e no microclínio) e, em algumas amostras, acha-se cloritizada. Contém apatita e zircão como inclusões e se associa à muscovita e a massas opacas submilimétricas.

A muscovita ocorre intersticialmente nas amostras de caráter mais alcalino. Forma placas meio desfeitas, e acompanha a biotita na distribuição e no tamanho. Frequentemente encontra-se alterada em clorita. Associada à clorita, comparece como provável produto de transformação de plagioclásio, às vezes em placas de dimensões apreciáveis, tanto nas amostras de caráter mais alcalino, como nas mais granodioríticas.

Apatita é o acessório tradicional mais comum. Ocorre na forma de grãos ovais de dimensões de até 0,3 mm, e quase sempre associada à biotita. O zircão, diminuto, de formas quadradas, ovais e alongadas, encontra-se principalmente incluso na biotita, o mesmo sucedendo com alguns poucos grânulos de allanita. A clorita verde aparece como alteração da biotita e da muscovita, e inclui ou se associa a pequenos grãos ou fibras de mineral opaco.

5.2.7. Granito Sabaúna

5.2.7.1. Modo de Ocorrência O corpo de Sabaúna tem sua maior expressão fora dos limites do mapa geológico anexo. Pequena porção, de aproximadamente 5 x 2 km, adentra a área, dispondo-se concordantemente com os xistos, a sul, e os gnaisses, a norte.

Seu contato com os xistos não está bem esclarecido, pois corre ao longo de pequena várzea de um afluente do Ribeirão Putim. A norte, parece que se tem um contato normal

e brusco, embora os gnaisses possam exibir alguma cataclase.

Ao longo do corpo, a rocha aflora em matacões de tamanhos pequenos a médios, sem contudo ter sido possível coletar-se amostras frescas ou mesmo pouco alteradas. Por essa razão, conseguiu-se apenas uma fragmentada lâmina de uma única amostra.

5.2.7.2. Caracteres Petrográficos O corpo mostra homogeneidade textural e mineralógica; o tipo petrográfico dominante é uma rocha leucocrática de cor cinzenta clara, equigranular, com granulação média a grossa, às vezes pegmatóide. Seus minerais mostram-se orientados subparalelamente, conferindo-lhe aspecto gnáissico (Foto 25).

Microscopicamente, suas características são semelhantes às do Granito Santa Branca, apresentando quartzo, microclínio e plagioclásio predominantes, ao lado de muscovita e biotita, e acessórios. O microclínio acha-se geminado em grade, enquanto que as micas formam placas mais ou menos longas.

Em virtude de sua semelhança com o Santa Branca, ainda que verificada macroscopicamente, e com base em uma única e precária amostra, além do fato de não se dispor de amostragem condizente, julgou-se mais adequado não se estender a discussão sobre os caracteres petrográficos, que, além do mais, se tornaria excessivamente repetitiva.

Foto 25 - Nota-se a granulação quase centimétrica e a orientação das micas, dando à rocha um aspecto gnaissóide (comparar com a Foto 24). Também se vê concentrações alongadas de biotita.

5.2.8. Diabásios

Principalmente cortando o Granito Santa Branca, ocorrem alguns diques de diabásio, o maior deles com largura aproximada de 30 m e extensão mínima de 2 km.

Estas rochas, de textura subofítica a intergranular, apresentam composição mineralógica usual, caracterizada pela predominância de plagioclásio e piroxênios, seguidos de opacos e massa intersticial criptocristalina, sempre parcialmente substituída por filossilicatos esverdeados.

Estimativas feitas em lâminas deram como resultado os seguintes números: plagioclásio, 50%; piroxênios, 25%; opacos, 10% e massa, 15%.

O plagioclásio, raramente zonado, forma ripas de 0,5 a 2 mm por 0,3 mm, entre as quais se dispõem os minerais restantes. Os piroxênios, de hábito granular ou prismático, com dimensões principalmente entre 0,3 e 0,5 mm, aparecem formando agregados ou como cristal isolado. Os opacos, dispersos no material micro a criptocristalino, possuem formas alongadas ou irregulares.

A massa reúne principalmente pequenas fibras de feldspato, e material criptocristalino. Ainda ocorrem raros intercrescimentos micrográficos e material esverdeado, parcialmente isotrópico, provavelmente resultante da alteração dos minerais ferromagnesianos.

5.2.9. Sedimentos

Areias e argilas formam principalmente os sedimentos da várzea do Rio Paraitinga II. Parece que nas porções das várzeas, que entram pela morraria vizinha, há certo pre

domínio das argilas, algumas das quais são azuladas e altamente plásticas.

Também ocorrem terraços com cascalheira basal e pequena espessura de argilas, siltes e areias; estes terraços aparecem em cortes de estrada e possuem expressão muito restrita.

5.3. Faixa Sul

À exceção de uma ocorrência isolada de quartzitos nas proximidades de Salesópolis, esta faixa não contém metas sedimentos típicos. Restringe-se à larga porção de gnaisses, parte cataclásticas, parte migmatíticas, e ao Granito Cruz do Alto, além dos sedimentos do Tietê. Seus limites já foram definidos em secção anterior.

5.3.1. Complexo Gnáissico Migmatítico

Sob esta designação procura-se agrupar rochas variadas, que ocorrem em zona ampla, principalmente entre os rios Tietê e Paraitinga II, mas que, levando-se em conta a sua extensão e a situação que ocupam, não foram devidamente amostradas. Os afloramentos encontrados são em número satisfatório, mas a rocha apresenta-se invariavelmente intemperizada, tanto nos barrancos e cortes, como nos matacões.

A norte, estas rochas estão interrompidas pelo contato tectônico referente ao Falhamento do Paraitinga, em parte encoberto pelos sedimentos da várzea do Rio Paraitinga II e, ao sul, terminam no Granito Cruz do Alto, em contato parcialmente concordante, parcialmente falhado.

As variações texturais e mineralógicas exibidas pelos gnaisses são muito grandes, havendo afloramentos inteiros ou mesmo pequenas porções de rochas, dificilmente catalogáveis, bem diversas. Estas acham-se representadas por gnaisses grosseiros, portadores de biotita e muscovita, e por rochas mais finas, de um lado mais foliadas e de outro mais graníticas, mostrando localmente caráter estromatítico.

Contudo, é possível definir-se, ainda que de forma vaga, uma sequência de tipos litológicos predominantes. Ao longo e nas imediações da estrada Biritiba Mirim-Salesópolis, biotita gnaisses, ora equigranulares, ora porfiroblásticos, são comuns, exibindo bandas de espaçamento centimétrico; nesta mesma porção, parte das rochas têm nítido caráter cataclástico e protomilonítico, sendo bastante difícil a distinção entre porfiroblastos e porfiroclastos.

As porções mais equigranulares ou de granulação seriada podem dominar em afloramentos inteiros próximos uns dos outros, mas o mais frequente é ocorrer uma alternância de limites gradativos com as porções nitidamente porfiroblásticas.

Em direção a sul, os porfiroblastos segregam-se em bandas mais nítidas, ao mesmo tempo em que faixas de granulação mais fina, por um lado granito-gnáissicas, por outro mais foliadas e biotíticas, começam a aparecer. A sul de Salesópolis, e nas proximidades da Usina da Light, o aspecto bandado é bem nítido, e as porções de biotita gnaisses mais equigranulares tornam-se subordinadas; localmente, a rocha assume caráter oftalmítico devido ao desenvolvimento exagerado dos porfiroblastos arredondados, de cores brancas, em matriz de granulação fina e coloração cinzenta; esse conjunto se alterna com porções isentas de porfiroblastos.

Finalmente, junto ao Granito Cruz do Alto, tem lugar o aparecimento de migmatíticos estromatíticos (Foto 26),

onde se alternam bandas centimétricas a decimétricas, brancas (pegmatóides), cinzentas (micrograníticos) e cinzentas escuras a pretas (biotita e anfibólio-biotita gnaisses).

Os biotita gnaisses possuem textura granoblástica ou granolepidoblástica, que pode dar lugar a porfiroblástica e protomilonítica, poucas vezes blastomilonítica. A granulação das rochas equigranulares, ou das matrizes, pode variar de fina a média, sendo comuns os casos de seriação da granulação, desde a fração fina até os megacristais centimétricos.

Nesses gnaisses, a mineralogia é constituída de plagioclásio, microclínio e quartzo, seguidos de biotita em quantidades menores; ainda que pouco abundantes, aparecem muscovita (sericita), apatita, titanita, zircão, turmalina, opacos, epídoto e clorita.

O microclínio, variando entre 20 e 40%, participa tanto como porfiroblastos, como das porções mais finas; quase sempre está geminado, com a geminação em grade melhor desenvolvida nos cristais maiores. Junto à matriz, ocorre, quer como agregado, quer isolado, juntamente com o quartzo e plagioclásio, assumindo então formas com tendência poligonal.

O plagioclásio, oligoclásio cálcico passando aandesina sódica, comparece em quantidades equivalentes às do microclínio. Como fenoblasto, está sempre geminado segundo a lei da albita e, em número menor de vezes, simultaneamente segundo a lei do periclínio; ainda como fenoblasto, apresenta formas sub-retangulares a quadráticas, mais regulares que às do microclínio, podendo, no entanto, assumir formas arredondadas. Nos indivíduos menores, a geminação é menos comum, ostentando os cristais formas equidimensionais, poligonais ou irregulares. Zoneamento normal, em geral pouco evidente, é muito comum; às vezes, acha-se evidenciado por sericitização mais intensa dos núcleos. Além de sericita e muscovita, o plagioclásio pode incluir biotita, clorita e minerais do grupo do epídoto. Os intercrescimentos mirmequíticos não

são raros, ocorrendo em massas pequenas, freqüentemente inclusas no microclínio.

O quartzo, xenoblástico ou arredondado, aparece isolado ou em agregados alongados e irregulares, constituído por pequeno número de grãos.

A biotita, de cores pardas, esverdeadas e alaranja das (Z, Y) a amarelado palha (X), forma feixes regulares e paralelos, algumas vezes com muscovita, ou pode se apresentar isolada e intersticial, eventualmente moldando os megacristais, principalmente de plagioclásio.

A muscovita, que somente ocorre em variedade litológica bem típica, associa-se intimamente aos feldspatos, formando palhetas regulares ou placas esfarrapadas, que se fazem acompanhar de sericita.

Os demais acessórios, sempre em grãos com dimensões inferiores a 0,4 mm, mostram certa tendência a acompanhar a biotita. Apatita, exibindo formas arredondadas e dimensões milimétricas, é comum; zircão, de formas quadráticas ou arredondadas, comparece principalmente incluso na biotita, enquanto que os opacos, mostrando formas irregulares, são relativamente raros. Titanita não é comum e, ocasionalmente, forma grãos um pouco maiores que os outros acessórios.

Algumas amostras contêm granada, em pequenos grãos arredondados, que se distribuem isoladamente e dispersos pela rocha, ou agrupados e distribuídos em certas bandas.

Como produtos de alteração, além da sericita e da muscovita, ocorrem clorita, junto à biotita, e epídoto, associado ao plagioclásio.

É, também, interessante fornecer alguns elementos sobre os migmatitos do sudeste da área, uma vez que representam tipos bem distintos, embora não tenham sido destacados à parte como litologia.

O aspecto mais notável dessas rochas reside no seu caráter porfiróide, dado principalmente pela presença de grandes porfiroblastos brancos de oligoclásio, ou a alternância de bandas do tipo estromatítico. No último tipo, alternam-se bandas pegmatóides (brancas), micrograníticas (cinzentas claras) e gnáissicas a xistosas (cinzentas escuras a pretas), que seccionam, com pequeno ângulo, a xistosidade do paleossoma. Cabe acrescentar que as porções mais escuras, correspondentes ao paleossoma, são de biotita gnaisses ou anfibólio-biotita gnaisses, raramente assumindo composições anfibolíticas; na interface paleossoma-leucossoma, é comum a presença de uma faixa estreita de melanossoma biotítico, apresentando forte lineação mineral.

Essa alternância, que é normalmente centimétrica a decimétrica, pode incluir outras faixas menos espaçadas, ou então o neossoma pode apresentar-se na forma de "pseudo porfiroblastos", que, em alguns casos, se desfazem em cordões (Foto 27), dentro das bandas de paleossoma.

Os leucossomas pegmatóides ou porfiroblásticos possuem granulação muito grossa, havendo casos de cristais com dimensões de até 10 cm. Os granitóides, com granulação média a grossa, junto às porções brancas, e fina a média, nas cinzentas, podem incluir finos feixes paralelos de biotita.

O exame microscópico dos neossomas graníticos (Tabela XII) revela textura granoblástica, de granulação seriala entre um máximo de 6 mm, para os cristais maiores, e inferior a 1 mm, para a porção mais fina; no tipo cinzento mais fino, a granulação varia entre 0,1 a 0,5 mm, e a textura pode adquirir caráter lepidoblástico.

No tocante à mineralogia, microclínio é dominante, seguido de quartzo e plagioclásio; biotita e muscovita ocorrem subordinadamente; em quantidades da ordem de traços, aparecem apatita, turmalina, zircão, clorita, opacos, sericita e carbonatos.

Foto 26 - Estromatito da Faixa Sul, notando-se leve discordância entre as bandas e entre estas e a foliação. Afloramento do ponto 218.

Foto 27 - Banda escura de migmatito, notando-se sua variação interna. Pode passar gradativamente a of talmitos. As bandas claras são de quartzo e feldss pato e as escuras de biotita gnaisse.

Microclínio, com geminação bem desenvolvida, comparece nas formas usuais dos megacristais, com dimensões de até 6 mm, sempre orlados por agregados mais finos; forma também agregados mais ou menos puros de grãos submilimétricos equidimensionais ou poligonais.

O plagioclásio forma placas de até 3 mm, equidimensionais ou arredondadas, de bordas irregulares, estando geminado segundo a lei da albita ou albita e periclínio simultaneamente; essas placas são isentas de inclusões e, ocasionalmente, zonadas. Algumas determinações forneceram valores entre 28 e 33% de anortita.

O quartzo forma cristais dispersos, equidimensionais ou xenoblásticos, com dimensões entre 0,1 e 0,3 mm.

A biotita, avermelhada, aparece reunida em pequenos grumos ou conjuntos de placas submilimétricas, dispostas caoticamente ou levemente orientadas. Quando alterada em clorita, associa-se à muscovita. Algumas placas aparecem dispersas caoticamente.

A muscovita se distribue de forma semelhante à biotita, formando placas mais esfarrapadas. Apresenta também intercrescimentos simplectíticos com o quartzo.

Apatita, com dimensões da ordem de 0,1 a 0,2 mm, ocorre dispersa ou junto à biotita; turmalina verde, formando prismas e grãos redondos de 0,1 mm, ocorre rara e dispersamente; zircão é pouco comum e, quando presente, forma grãos diminutos e curtos; opacos, com formas irregulares, aparecem rara e dispersamente; clorita está presente como principal produto de alteração da biotita, principalmente das placas dispersas; sericita acompanha muscovita ou pigmenta o plagioclásio, o mesmo se dando com raríssimas massas diminutas de carbonatos.

Paleossomas portadores apenas de biotita e biotita com anfibólio exibem texturas diferentes. De um modo geral, o aspecto granoblástico predomina, passando a lepidoblástico

Fotomicrografia 12 - Paleossoma de migmatito estromatítico da Faixa Sul. Nota-se a vaga semelhança com a textura intergranular das rochas básicas. Nas placas regulares de plagioclásio, pode-se observar geminação albita e albita-Carlsbad, além de zoneamento (centro, esquerda); o quartzo (grãos brancos a pretos) equidimensional aparece isolado (embaixo e a direita) ou formando mosaico (centro, em cima); a biotita (cinzenta média a escuro), forma palhetas dispersas ou grumos intersticiais. 26 X, polarizadores semicruzados.

TABELA XII

Análises modais de migmatitos da Faixa Sul

	218	218A	220
Quartzo	26	29	8
Microclínio	52	-	-
Plagioclásio	19	46	50
Biotita	1	24	29
Hornblenda	-	-	11
Outros*	2	1	2
% An do Plagioclásio	28 a 33	40	46

* Incluem apatita, opacos, sericita, clorita; ocorrem ainda muscovita, turmalina e calcita (218), zircão, granada e epídoto (218A) e titanita (220).

de um lado, ou a nematoblástico de outro; a granulação varia de fina a média, ocorrendo porções microgranuladas.

A mineralogia dessas rochas tem plagioclásio, largamente predominante, seguido de quartzo e biotita, e ocasionalmente anfibólio, como constituintes dominantes. Seguem-se titanita, apatita, granada, zircão, sericita, clorita, epídoto e opacos (Tabela XII).

O plagioclásio, uma andesina intermediária a cálcica, forma placas submilimétricas a milimétricas, sub-retangulares e equidimensionais, dispostas em mosaicos com o quartzo; estes estão orlados por faixas microgranulares constituídas

também de grãos equidimensionais e de contornos indefinidos de plagioclásio; em alguns lugares, essas massas microgranuladas coalescem com indivíduos maiores mal definidos. Apresenta-se habitualmente geminado segundo a lei da albita ou segundo associações complexas de geminação; pode aparecer zonado e incluir biotita, clorita, muscovita e mineral do grupo do epidoto. Nas amostras com hornblenda, o plagioclásio é mais cálcico e mais idioblástico, dispondo-se em textura que lembra a intergranular das rochas básicas (Fotomicrografia 12); neste caso, apresenta-se geminado segundo a lei da albita e combinação das leis da albita e Carlsbad.

O quartzo equidimensional e com contornos regulares, apresenta-se isolado ou formando porções de formas irregulares ou alongadas; suas dimensões são inferiores às do plagioclásio, situando-se, em média, em torno dos 0,2 a 0,6mm.

Biotita ocorre como placas e palhetas, de contornos regulares ou corroídos, dispondo-se nos interstícios, isoladamente, ou subparalelamente em fileiras.

Hornblenda verde-azulada (Z = verde-azulado; Y = verde-amarelado; X = amarelo pálido a incolor) forma placas, de contornos irregulares e aspecto corroído, com bordas apresentando incipiente microgranulação, sendo que algumas das placas parecem encavalar-se entre si. Pode incluir, parcial ou totalmente, grãos de plagioclásio.

Os acessórios minoritários estão sempre presentes, com a maior parte deles concentrado próximo às placas de biotita. Apatita, de forma ovalada, é o mais comum, enquanto que titanita pode aparecer em teores respeitáveis; granada e zircão são mais raros. Os minerais secundários aparecem normalmente associados ao plagioclásio.

5.3.2. Quartzitos

Nas proximidades de Salesópolis (pontos 203, 204 e 205), ocorrem alguns afloramentos de corpos quartzíticos, parcialmente minerados; sua continuidade quer para leste, quer para oeste, não foi verificada. No local, o corpo tem atitude subvertical e espessura de 5 a 6 mm, passando nas bordas a uma rocha muito foliada, às vezes semelhante a um quartzo-micaxisto; outras vezes se parece com um migmatito bandado; é possível, na verdade, que essas encaixantes sejam cataclasitos foliados.

O quartzito exhibe foliação dada pela presença de finíssimas lâminas micáceas regularmente espaçadas, que aumentam de quantidade em certas camadas; camadas restritas de metassiltitos estão presentes também.

Uma amostra das mais puras revelou 98% de quartzo e 2% de sericita. Nessa amostra, o quartzo forma agregado granoblástico típico, com grãos mais ou menos equidimensionais e de contornos pouco suturados. A sericita se dispõe em palhetas bem paralelas, quer em fileiras retilíneas intersticiais, quer dispersa e incluída no quartzo.

Além dessa ocorrência, foram registradas raras intercalações centimétricas, merecendo ser citada a do ponto 168, nas proximidades de Biritiba Mirim, onde por mais ou menos 10 km de afloramento, intercalam-se xistos e itacolomitos.

5.3.3. Granito Cruz do Alto

5.3.3.1. *Modo de Ocorrência* RIDEG (1974), trabalhando em região adjacente a oeste, nomeou e mapeou a extremidade oeste-sudoeste desse batólito, sugerindo também a localidade tipo

(proximidades da Capela Cruz do Alto, estrada Biritiba Mirim-Casa Grande). Esse autor relata sucintamente as características daquela porção do corpo, e mapeia seus contatos, a norte, com o Migmatito Biritiba Mirim, e, a sul, com a Zona Cataclástica Freires.

Na área ora em estudo, o corpo tem continuidade por mais quase 20 km segundo leste-nordeste, ocupando toda a faixa sul do mapa geológico; configura-se, assim, um batólito alongado de forma mais ou menos paralela às estruturas regionais, com extensão total mínima de 25 km, e largura variável entre 10 km, a leste, e 4 ou 5 km, a oeste, onde parece interromper-se à altura dos limites do mapa geológico.

Por toda sua extensão, ele aflora na forma de matacões arredondados e, ocasionalmente, em barrancos de rocha muito alterada nas estradas, quando se pode notar orientação dos minerais, regular a incipientemente desenvolvida. Os seus contatos nunca foram diretamente observados, mas foram, no entanto, locados com certa segurança pela proximidade de afloramentos das encaixantes, por sensível quebra topográfica e por fotointerpretação; a massa granítica se eleva bruscamente dos terrenos vizinhos, acompanhando, de certa forma, a extensa várzea rebaixada do rio Tietê (atual lago da Barragem de Ponte Nova).

Sua porção mediana não foi percorrida, devido à topografia acidentada e interrupção das vias de acesso pela subida das águas da bacia de acumulação da barragem; desta forma, as observações abrangeram a metade leste, ao longo da borda norte do corpo, e a porção oeste, com exame também de partes mais centrais.

Conforme relatado adiante, as feições cataclásticas são generalizadas, chegando a se formar portomilonitos, que não correspondem obrigatoriamente às amostras de borda. Por outro lado, tanto a leste, onde faz contato norte com estromatitos mais ou menos típicos, como a oeste, onde se encaixa em

gnaisses migmatíticos porfiroblásticos, tem-se a impressão de passagens mais ou menos graduais. É provável que zonas de falhamentos, subordinadas à Zona Cataclástica Freires e divergentes desta com pequeno ângulo, atravessassem e seccionem o batólito, desalinhando seus limites norte. Por toda a parte percorrida não se notou a presença de xenólitos, a indicar uma aparente homogeneidade do corpo. Também não foram observadas quaisquer feições estruturais sistematicamente desenvolvidas, a não ser foliação e, eventualmente, fraturamento.

Com base em TURNER e VERHOOGEN (1960), RAGUIN (1965) e MARMO (1971), RIDEG (1974, p. 33) considera esse corpo como sendo tardi-tectônico. Idades Rb/Sr do Granito Taiaçupeba, parcialmente semelhante ao Granito Cruz do Alto, indicam valores em torno de 635 m.a. (VANDOROS e OLIVEIRA, 1969): esta idade corresponde à das intrusões tardi-tectônicas da Faixa Ribeira, conforme síntese de MELCHER *et al.* (1973). Contudo, tais maciços mostram sempre características duvidosas, e particularmente de acordo com MARMO (1971), as feições mineralógicas do corpo de Cruz do Alto correspondem mais a dos granitos sintectônicos. Dessa maneira, deve-se aceitar o seu posicionamento como sendo tardi-tectônico, pelo menos até a obtenção de dados geocronológicos.

5.3.3.2. *Caracteres Petrográficos* Trata-se de rocha de granulação grossa, leucocrática, de cor rósea a rósea acinzentada, inequigranular seriada a porfiróide. A macroscopia detalhada revela granulação variável de média a grossa, onde megacristais róseos de microclínio, de formas retangulares a ovais e com dimensões entre 1,5 e 5 cm, estão separados entre si por faixas e bolsões centimétricos a subcentimétricos de agregados quartzo-feldspáticos de granulação média. Localmente, tem-se uma rocha rósea mais encarnada, onde se nota tão somente uma mistura de formas irregulares de microclínio e quartzo, sendo a granulação um pouco mais fina (amostra 172);

em afloramentos próximos ao contato norte, na estrada Biritiba-Casa Grande, a rocha se apresenta mais acinzentada e com subparalelismo das placas de biotita e dos megacristas de microclínio (amostra 171; Foto 28).

As secções delgadas mostram invariavelmente evidências de cataclase, em maior ou menor intensidade, obliterando parcialmente a textura original. Nas amostras ou porções de amostras onde a rocha original melhor se conservou (174 e 218A), tem-se uma textura porfiróide, com megacristas de microclínio e plagioclásio (estes últimos mais raros e menores) e matriz hipidiomórfica inequigranular, de granulação fina a média, constituída por quartzo, microclínio, plagioclásio e biotita; subordinadamente, ocorrem ainda clorita, titanita, apatita, muscovita, allanita, epídoto, hornblenda, zircão e opacos. A matriz comparece em porções amplas ou em bandas alongadas entre os megacristas, notando-se uma distribuição (segregada ?) dos minerais, concentrando-se quartzo por um lado e microclínio por outro; o plagioclásio e a biotita formam agregados pluriminerálicos, com o quartzo e o microclínio restantes. Em alguns casos, a fragmentação dos minerais chega a tal ponto que não se pode mais falar em textura porfiróide, sendo esta substituída por uma seriação de granulação desde 0,1 mm até 3 a 4 mm em alguns cristais de microclínio e plagioclásio; neste caso, parece mais recomendável referir-se à textura como porfiroclástica e microporfiroclástica ou mesmo protomilonítica.

O microclínio, sempre com geminação em grade bem desenvolvida, predomina sobre os demais minerais (Tabela XIII), sublinhando, assim, o caráter marcadamente granítico das variedades do corpo. Está presente na forma de megacristas ou como agregados mais ou menos equigranulares de granulação fina que ocupam porções consideráveis da rocha, porém, subordinadas às dos megacristas.

Os megacristas, com forma sub-retangular a elíptica e dimensões entre 6 mm a 1,5 cm (indivíduos mais íntegros,

por vezes também geminados segundo a lei de Carlsbad), estão sempre fraturados ou até mesmo divididos em pedaços; essas fraturas e os vãos entre os fragmentos estão ocupados, seja por agregados equigranulares poligonais de microclínio de granulação fina (01, a 0,8 mm), seja por agregados de plagioclásio e mirmequita, ocorrendo biotita, clorita e muscovita subordinadamente. Na maioria das vezes, a borda dos megacrístais exibe reentrâncias côncavas, ocupadas por plagioclásio e/ou mirmequita, ou irregulares, ocasionalmente retilíneas, quando em contato com quartzo ou agregado de microclínio de granulação fina. Apresenta-se sempre micropertítico, com dois tipos de hospede, às vezes simultaneamente desenvolvidos: a micropertita mais abundante é do "tipo remendo" (patch), com distribuição irregular, tratando-se, às vezes, de restos de plagioclásio não digerido e, em outras vezes, simulando tratar-se de crescimento do hospede, pois engloba pequenas

TABELA XIII

Mineralogia do Granito Cruz do Alto

	1*	171	218A	2**
Quartzo	35-45	30-40	40	35
Microclínio	30-50	35-45	60	40
Plagioclásio + Mirmequita	15-20	10-15	<10	15
Biotita + clorita	10-15	10	±5	5
Outros ***	-	± 1	±1	2-3

* Macroscopia e estimativas visuais (amostras 171, 174, 218A).

** Dado extraído de RIDEG (1974, p. 55).

*** Incluem hornblenda, titanita, apatita, allanita, muscovita, epidoto, opacos e zircão.

Foto 28 - Nota-se a orientação dos megacrístais de microclínio e subparalelismo das massas de biotita envolventes; a massa intersticial cinzenta é composta de quartzo, microclínio e plagioclásio.

porções ilhadas do hospedeiro; alguns restos mais evidentes de plagioclásio podem chegar a dimensões de quase 1 mm, e normalmente possuem um núcleo sericitizado e uma fímbria periférica límpida mais albítica; a menos desenvolvida é do tipo "hair". De modo geral, os megacristais estão fracos e irregularmente sericitizados.

Nas porções uniminerálicas de microclínio de granulação fina, este se apresenta com formas poligonais regulares e equidimensionais, isento de inclusões e inalterado.

O quartzo forma agregados disposto em bolsões ou bandas de espessura milimétrica. Os indivíduos exibem dimensões variáveis, havendo, contudo, certo predomínio em torno de grãos com 0,5 a 2 ou 3 mm. De modo geral, ou os grãos se justapõem, quando possuem contornos mais regulares e são mais equidimensionais, ou têm formas irregulares e se imbricam; quase sempre nos contatos entre os grãos aparece um mineral incolor de birrefringência média (muscovita?), muito pequeno para ser identificado. Parte do quartzo ocorre, seja disperso entre os outros minerais, notadamente nas porções pluriminerálicas da matriz, seja incluso no plagioclásio (ou mesmo tomando parte nas mirmequitas). Ao contrário do que se deveria esperar, raramente mostra extinção ondulante e, quando presente, é pouco pronunciada.

O plagioclásio, predominantemente um oligoclásio intermediário a sódico (amostra 46: An_{18} e An_{24} ; amostra 171: An_{12} e An_{27} ; amostra 172: An_{12} a An_{18}), apresenta-se quase sempre zonado e/ou geminado segundo a lei da albita (mais frequente), ou segundo combinação das leis da albita e do periclínio. Mostra certo idiomorfismo, com formas equidimensionais e retangulares curtas e alongadas, de dimensões variáveis entre 0,2 e 4,5 mm. Os de maiores dimensões ocorrem dispersos em meio aos outros minerais, ou então formando aglomerados (amostra 172) de indivíduos tabulares e irregulares, justapostos ou imbricados, em conjuntos de contornos externos.

aproximadamente circulares ou irregulares, com dimensões atingindo até 8 mm; os de menores dimensões aparecem isolados ou formando conjuntos irregulares de indivíduos, às vezes juntos a massas puras de microclínio de mesma granulação, ou associados à mirmequita, nas bordas ou entre pedaços de megacristais de microclínio; também ocorrem inclusos no microclínio. Observa-se certa tendência dos indivíduos menores serem mais sódicos; de qualquer forma, quase todos os grãos, inclusive fragmentos do mesmo indivíduo, apresentam uma fímbria mais sódica na borda, que os desenha parcial ou totalmente; nas mirmequitas, essa fímbria aparece principalmente do lado do microclínio vizinho, interrompendo os corpos alongados de quartzo. O quartzo, em glóbulos diminutos, é a inclusão frequente, seguindo-se mais raramente de restos de biotita e clorita. A sericitização é intensa e generalizada, excetuando-se apenas as bordas albíticas; junto à sericita, aparecem ainda o epídoto (raro) e calcita (comum). Como efeito das tensões cisalhantes sofridas pela rocha, observa-se comumente lamelas de geminação encurvadas.

A biotita, do tipo esverdeado escuro e fortemente pleocrônica (X = pardo-amarelado claro < Z, Y = verde oliva a pardo escuro), ocorre na forma de feixes estreitos que prontamente se desfazem, com as placas, de dimensões entre 0,3 e 3 mm, dispostas ora subparalelamente, ora ao acaso. Esses feixes aparecem em meio aos grânulos em geral e, em alguns casos, intersticialmente nas bandas de quartzo. Placas e farapos desfeitos aparecem também intersticialmente, total ou parcialmente inclusos principalmente nos feldspatos. É frequente a passagem da biotita a uma clorita fortemente colorida de verde azulado, pigmentada com opacos.

A clorita, em placas submilimétricas, é comum em algumas amostras, e ocorre, além da forma acima, em fraturas e inclusa em outros minerais, principalmente microclínio, tornando assim evidente o seu caráter secundário. Está quase

sempre presente, aparecendo isolada, em indivíduos xenomórficos alongados, com dimensões milimétrica a submilimétrica, ou associada à biotita. Apatita arredondada e zircão de secção quadrada, ambos de dimensões diminutas, formam inclusões na biotita, com o primeiro mais comum que o segundo. A allanita milimétrica e idiomórfica acha-se representada por dois ou três grãos em algumas amostras, fazendo parte dos feixes de biotita, e associada ao epídoto. Hornblenda, de coloração verde-azulada, foi reconhecida em apenas uma amostra (171), desfeita entre os feldspatos. Sericita e calcita, com disposição ao acaso, são os principais produtos de alteração do plagioclásio; a calcita apresenta-se também em minúsculas massas informes, preenchendo fraturas micrométricas. Algumas placas e farrapos de muscovita ocorrem associadas aos feldspatos ou preenchendo fraturas. O epídoto, além dos grânulos associados à allanita, está presente em pequena quantidade como alteração do plagioclásio ou, mais raramente, em grãos maiores isolados. Os opacos, em geral raros, ocorrem intersticialmente e na forma de massas irregulares e desfeitas.

5.3.4. Sedimentos

Estes ocorrem nas várzeas dos rios Tietê e Paraitinga, além dos pequenos terraços suspensos às margens de rios e córregos da região. Os sedimentos da várzea são os habituais, com predominância de areias e argilas.

Alguns depósitos arenosos, feldspáticos e pobremente estratificados, ocorrem na borda sul da planície do Tietê, ao pé dos migmatitos e Granito Cruz do Alto, podendo tratar-se de material mais antigo que a várzea atual.

Também ocorrem argilas brancas, arenosas, preenchendo o fundo de estreitos vales localizados nos domínios do Granito Cruz do Alto.

6. ESTRUTURAS

As medidas das estruturas planares das rochas foram tratadas em diagrama Schmidt-Lambert, tendo-se, no entanto, obtido resultados pouco conclusivos. As feições lineares foram poucas vezes visualizadas, não merecendo sequer esse tratamento.

Os resultados pouco satisfatórios decorrem, sobretudo, da falta de preocupação voltada para uma análise estrutural mais elaborada, condizente com as proposições e finalidades do trabalho. Desta forma, apenas a descrição das estruturas será abordada, fornecendo-se dados quantitativos mínimos quando possível, e onde julgado necessário.

6.1. Estruturas Sedimentares

A estrutura mais segura e evidente é o acamamento, assim mesmo sujeito a repetições e transposições por efeito de dobramentos cerrados. Esses mesmos fatores, somados à diferenciação metamórfica, fazem com que o bandamento observado nas rochas gnáissicas e migmatíticas não seja tomado como estratificação. Uma vez que as intercalações de xistos da Faixa Norte resumem-se praticamente a porções granitóides e pegmatóides, as considerações sobre o acamamento baseiam-se única e exclusivamente nos xistos da Faixa Central.

A estratificação nessas rochas é evidenciada pela presença de intercalações quartzíticas e metassiltíticas, com espessuras variáveis. Com frequência as camadas de quartzito, embora pouco possantes, repetem-se inúmeras vezes em pequena extensão, sugerindo uma ritmicidade original;

fato idêntico ocorre com os metassiltitos, com a diferença de se tratar de camadas mais finas.

É preciso também lembrar que existe, de sul para norte, regularidade na frequência das intercalações, com os quartzitos mais abundantes a sul; ambos os tipos quase desaparecem nas proximidades da passagem para os gnaisses, quando os xistos de caráter mais pelítico tornam-se mais homogêneos. Admitindo-se o amplo trato de xistos e gnaisses como um sinclínório, seccionado em seus flancos pelo Granito Guararema e Adamellito Santa Catarina, a esperada recorrência das litologias não se processa e, onde deveriam voltar a aparecer metassiltitos e quartzitos, surgem agora gnaisses.

Em todos os lugares observados, à exceção de um único, onde camadas pegmatóides ou de quartzitos feldspáticos apresentam-se foliadas e dobradas em pequena escala, o acamamento revelou-se paralelo à xistosidade.

Ao contrário dos quartzitos puros ou feldspáticos, os quartzitos calcossilicáticos formam raramente camadas inteiras, apresentando-se como corpos "boudinados", de forma e dimensões típicas (Foto 19). Pelo menos na área, a composição uniforme, a forma regular e a ampla distribuição, além da inexistência de gradação nas dimensões, fazem supor a correção das idéias de COUTINHO (1972) com relação à natureza original desses corpos; além disso, em dois ou três lugares, eles ocorrem em blocos mais possantes, seguramente partes de uma camada.

Não foram observadas outras estruturas sedimentares, ainda que se tivesse dado alguma atenção a essas feições.

6.2. Estruturas de Origem Tectono-Metamórfica

6.2.1. Xistosidade

Neste trabalho, xistosidade é assumida como sendo a foliação das rochas, resultante da orientação paralela de minerais placóides, prismáticos ou achatados, coincidente com as bandas de segregação mineral, quando também se pode usar o termo gnaissificação. Em muitos casos, a foliação não corresponde a uma xistosidade plano axial originalmente desenvolvida, podendo tratar-se de clivagem de crenulação (strain slip cleavage) segundo TURNER and WEISS (1963) ou desenvolvida nas zonas de falhas; estas últimas e os casos duvidosos, serão referidos apenas como foliação.

A atitude desta feição é constante na área, variando pouco como se pode ver no mapa geológico. A maior parte das medidas está compreendida entre N65E e N85E, com mergulhos sempre altos, para sul ou para norte; no bloco sul, o mergulho é mais para sul, principalmente nas vizinhanças de Saleópolis, predominando mergulhos para norte nos outros dois blocos.

Nas vizinhanças do Granito Santa Branca, ocorre nítido arqueamento das estruturas em volta do maciço, onde é possível a obtenção de medidas de até N30E para a atitude da xistosidade. Também nas proximidades da zona do Falhamento de Guararema, tem-se inflexão da foliação, que se aproxima mais da direção leste-oeste, indicando movimento dextral para o deslocamento dos blocos. Por fim, a norte de Santa Branca, as estruturas se arqueiam mais para norte, chegando-se a ter atitudes de até N30E.

As superfícies de xistosidade, quando não dobradas, apresentam-se invariavelmente onduladas, atestando esforços

posteriores à sua formação, muito embora, a norte de Salesópolis, ocorram quartzitos com foliação excepcionalmente plana.

Nas zonas de falhamentos, torna-se difícil assegurar-se a correspondência devida da foliação, já que esses são subparalelos às direções regionais; pela sua dimensão, é de se esperar que se trate de uma nova foliação, imposta à rocha pelo transporte tectônico envolvido no processo.

6.2.2. Lineações

Lineações de vários tipos são encontradas nas rochas da área, sendo, no entanto, raras as situações favoráveis à sua medição.

Os paleossomas e melanossomas dos estromatitos, situados nas proximidades da Usina da Light, apresentam forte lineação das biotitas; contudo, sua determinação mostrou-se impraticável.

Lineações de minerais e de cristais de microdobras ocorrem nos gnaisses bandados e blastomilonitos do bloco norte, sendo neste caso essencialmente paralelas à xistosidade, além de sub-horizontais. Nas faixas de blastomilonitos, mediram-se, na superfície de foliação, algumas lineações sub-horizontais ou mergulhando até 10° , tanto para leste, como para oeste.

Os xistos pelíticos apresentam lineações, correspondentes a corrugamentos em sua superfície de xistosidade, sendo que, na maioria das vezes, não se conseguiu constatar a sua origem (dobras de arrasto ou de crenulação).

6.2.3. Dobras

As dobras, em escala de afloramentos, foram poucas vezes observadas. Como já referido, elas mostram caráter simétrico, similar ou concêntrico; são fechadas, afetando a estratificação e a xistosidade. Dos poucos eixos medidos, a maioria tem direções entre N30E e N70E, com caimento de 20° a 40° para norte.

Microdobras, observáveis em secção delgada, são comuns e visíveis principalmente em quartzitos estratificados e calcossilicáticos, bem como em xistos (Foto 13). No caso dos quartzitos, parece tratar-se de planos de cisalhamento finamente espaçados, do que resultam dobras de âpices agudos, assimétricas, cerradas e até isoclinais,

A norte do Granito Guararema, os xistos vizinhos apresentam dobras de arrasto, que indicam âpice de dobra antiforme coincidente com o granito. A observação foi feita em dois afloramentos, conquanto, do lado sul do maciço, nada tenha sido registrado.

Comprovada a posição do plano axial da xistosidade para as rochas metapelíticas a oeste de São Paulo (HASUI, 1973), é cabível admitir-se uma situação similar para a área em questão. Isto posto, os mergulhos da xistosidade indicariam planos axiais subverticais e de direções ENE.

6.2.4. Crenulação (strain slip cleavage)

Nas vizinhanças do Granito Sabaúna, aparece uma segunda foliação, que deforma a xistosidade original através da movimentação ao longo de planos de cisalhamento finamente espaçados e paralelos. Em algumas amostras recolhidas, é

bem nítido o aspecto resultante dessa transposição nas rochas pelíticas (Foto 13). Também em rochas mais competentes, estratificadas, tal fato é observado com frequência, tratando-se sem dúvida do mesmo fenômeno. Este é generalizado na Faixa Central, sendo contudo pouco visível das demais.

É de se acreditar que, ao menos nas rochas pelíticas, a transposição da xistosidade por esse mecanismo tenha sido completa em muitos lugares da área, sendo impossível a distinção, em afloramento, entre os dois tipos de foliação. Em quase todas as secções delgadas com ponderável participação de micas, estes minerais mostram frequentemente mais de uma orientação, talvez em razão do mesmo fenômeno.

6.2.5. Falhas

Os grandes falhamentos foram previamente discutidos quanto à litologia.

Resta acentuar a presença das lineações sub-horizontais junto ao Falhamento de Guararema, também esboçada nas proximidades do Falhamento do Paraitinga. Essa feição, aliada à inflexão das direções de xistosidade, leva a admitir um caráter transcorrente para ambas as estruturas, e dextral para a de Guararema.

O exame de fotografias aéreas e fotoíndices permite acompanhar, desde o maciço do Itapeti, a sudoeste, até além de Paraibuna, a nordeste, um extenso lineamento, coincidente com o de Guararema.

Também, a partir do Paraitinga, estendem-se fortes lineamentos para nordeste, seguidos até a mesma altura, onde trabalhos executados pelo IPT localizaram, preliminarmente, algumas zonas de falhas. A continuidade sudoeste do Falhamento do Paraitinga é problemática, aparentemente pa-

recendo continuar no Falhamento do Cubatão. Tal suposição discorda da proposição de RIDEG (1974), uma vez que esse falhamento seria interrompido por outro mais importante, o Falhamento do Tietê, de direção essencialmente leste-oeste.

Outros falhamentos, aparentemente subordinados a esses dois, parecem também existir na área, conquanto tenham sido comprovados apenas em fotografias aéreas.

Cite-se, ainda, o falhamento que se inicia no de Guararema e se dirige para nordeste, bem como outros de menor expressão.

Pequenas falhas são também comumente encontradas.

6.2.6. Juntas

Exceção feita ao tratamento estatístico, pouco se pode dizer a respeito das juntas, parecendo, no entanto, conveniente destacar-se a importância dos fraturamentos subverticais NNW, perpendiculares à xistosidade. Tanto em afloramentos, como nas fotografias aéreas, este é o sistema mais desenvolvido; na curva do rio Paraíba, os lineamentos de vales e cristas paralelas aos fraturamentos alcançam uma densidade notável, sugerindo ter sido esse o fator de controle estrutural responsável pela súbita volta do curso d'água. É possível que muitos desses planos de fratura sejam, na verdade, falhamentos de pequeno rejeito e, portanto, produzindo pouco material cataclástico, por essa razão não encontrado.

7. METAMORFISMO

As associações minerais presentes nas rochas investigadas permitem que se tirem algumas conclusões a respeito do tipo e condições de metamorfismo operantes na área.

Admitindo-se o gradiente metamórfico regional no roeste-sudeste, sugerido para áreas próximas (COUTINHO, 1972; RIDEG, 1974), seria de se esperar que associações indicativas de condições mais brandas de metamorfismo ocorressem junto às porções localizadas a norte-nordeste de Guararema, fato em realidade não observado. O aparecimento de abundante sillimanita e a virtual ausência de muscovita em rochas de caráter migmatítico, nessa porção da área, obriga a se considerar independentemente as três Faixas.

No tocante à Faixa Sul, esta deve ter atingido condições de fácies anfibolito, compatíveis com a existência dos migmatitos. Não foram identificadas associações mineralógicas mais diagnósticas, com as observações resumindo-se a assembléias essencialmente quartzo-feldspáticas.

Nas proximidades do Granito Guararema, parece definida uma zona de granada, que se estende para leste e sudeste, indicando que todo o pacote de xistos e gnaisses da Faixa Central superou a isógrada correspondente. Se tomado isoladamente, esse mineral não forneceria indicações precisas quanto ao grau de metamorfismo; no entanto, os gnaisses dessa porção da área são portadores de andesina e, por sua vez, as rochas calcossilicáticas contêm andesina-labradorita, diopsídio, granada e hornblenda em sua composição, ou seja, mineralogia compatível com as condições vigentes na fácies anfibolito. Também se deve levar em conta a inexistência de associações biotita-clorita e albita-epídoto, indicativas da fácies xistos verdes, ou de condições transicionais para a fácies anfibolito.

Mais para sul, acham-se perfeitamente definidas, do ponto de vista metamórfico, duas faixas paralelas às bordas do Adamellito Santa Catarina e do Granito Sabaúna; na mais setentrional, afloram xistos quartzosos, portadores de muscovita e estauroлита, com granada e/ou sillimanita, estando biotita ausente; na faixa mais próxima ao maciço Santa Catarina, os mica xistos contêm, além de muscovita e biotita, cianita, podendo ainda ocorrer sillimanita e/ou granada. Ambas as faixas se interrompem a meio caminho do Granito Santa Branca.

A disposição das zonas e a presença, em ambas as faixas, de sillimanita subordinada, parece resultante do metamorfismo de contato (TURNER, 1968; MIYASHIRO, 1973) provocado pelo Adamellito Santa Catarina; embora este corpo se apresente muito estreito para uma auréola dessa extensão, é possível que suas dimensões atuais tenham sido em muito reduzidas pelo Falhamento do Paraitinga.

Contudo, não deve ser descartada a possibilidade dessas zonas representarem um gradiente regional; há relatos apontando no sentido de a existência de zoneamento semelhantes a sudoeste (RIDEG, 1973; J.M.V. COUTINHO, comunicação verbal), tendo sido encontrados xistos portadores de estauroлита nas imediações de Paraibuna (IPT, Relatório Interno).

A interrupção do zoneamento, para leste, pode ser entendida como decorrente do aumento da muscovitização, uma vez que aquela porção da área teria sofrido o efeito simultâneo de dois grandes corpos granitoides. Como se recorda, tanto os polimorfos como a estauroлита, ocorrem invariavelmente em massas sericíticas ou inclusos em porfiroblastos tardios de muscovita.

Nas rochas metassedimentares, que ocorrem ao longo do rio Paraitinga, sillimanita é o mineral índice mais frequente, havendo uma ocorrência de cianita a norte de Salesópolis; como esses corpos situam-se em zona de movimentação.

tectônica, é possível que tenham sido deslocados.

Para esses dois blocos, a presença de gnaisses migmatíticos a sul sugere um gradiente metamórfico nesse sentido. As associações minerais dos xistos, conquanto não forneçam elementos seguros a respeito do gradiente, permitem situar as condições metamórficas imperantes na fácies anfibolito, melhor ajustável às pressões médias, isto é, à série Barroviana.

RIDEG (1974) estabeleceu condições semelhantes a sudoeste e, com base no geotermômetro de Barth, obteve temperaturas superiores a 500°C; dados concordantes foram também conseguidos por COUTINHO (1972), empregando-se o mesmo método. Esta temperatura, obtida a partir de rochas cujas condições de resfriamento podem ter sido irregulares, indica valores abaixo dos reais, servindo, assim, como indicadora de condições mínimas de formação das rochas ou mesmo retrometamórficas.

Na Faixa Norte, à exceção de bandas anfibolíticas apresentando o par hornblenda-plagioclásio, típico da fácies anfibolito, as associações minerais sensíveis ao metamorfismo são quase que exclusivamente de natureza pelítica.

Além dessas bandas, ocorrem ainda corpos de natureza calcossilicática e aluminosa, onde são encontrados diopsídio, hornblenda (?), bytownita e granada, com presença de escapolita, calcita e clinozoisita como secundários, ou mesmo, retrometamórficos.

Nas associações pelíticas, examinadas principalmente em montagem de grãos, a associação biotita-sillimanita-almandina (-quartzo ? -feldspato potássico ?) foi encontrada em quase todas as amostras, estando a muscovita praticamente ausente.

O conjunto de associações verificadas pertence também à fácies anfibolito, sendo as pelíticas sugestivas das

proximidades do limite com a fácies granulito, não havendo contudo indicações do gradiente temperatura-pressão.

Apesar de separadas pelo Falhamento do Paraitinga, as Faixas Central e Sul se conformam a um único gradiente metamórfico, ao qual não se ajusta a presença das paragêneses encontradas na Faixa Norte; nessa última Faixa, as associações minerais não são diagnósticas das condições de pressão e indicam temperaturas superiores às que devem ter prevalecido na maior parte das outras duas.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Trabalhos deste gênero dificilmente permitem o estabelecimento de idéias novas e frontalmente contrárias às já existentes. A confirmação ou não dos fatos geológicos observados em áreas vizinhas ou próximas, bem como a referência a algum dado novo significativo coligido no seu transcurso, representam, de um modo geral, os limites a serem alcançados.

Litologicamente, as Faixas Central e Sul apresentam muita semelhança com a área estudada por RIDEG (1974), sendo praticamente certa a sua continuidade litológico-estratigráfica. De particular interesse, é o estreito pacote de xistos, que se estende até o Município de São Paulo, onde foi objeto de estudos por COUTINHO (1972), prosseguindo também para nordeste, até além de Paraibuna.

Tal situação está em aparente desacordo com o modelo proposto por RIDEG (1974), em que o Falhamento do Cubatão, e por extensão os Xistos Oropó, teriam sido seccionados por uma falha transcorrente, que prosseguiria no sentido leste. Além da continuidade dos xistos, mencione-se ainda que, entre Biritiba Mirim e Salesópolis, a zona cataclástica acompa

nha aproximadamente o Rio Paraitinga II, com direção em torno de N70E, passando a norte de Salesópolis; as rochas embutidas na faixa cataclástica correspondem, aproximadamente, àquelas descritas para o Falhamento do Cubatão, isto é, metassedimentos quartzíticos e quartzosos, comumente portadores de turmalina ou turmalizados; contudo, não foram encontrados tremolita quartzitos. A litologia da Faixa Sul mostra também continuidade com a área vizinha.

Admitida essa situação, a Faixa Sul corresponderia ao Complexo Itatinga de RIDEG (1974), enquanto que a Faixa Central ao Complexo Suzano, onde as condições de metamorfismo estabelecidas são essencialmente semelhantes às propostas por COUTINHO (1972). A presença de cianita (J.M.V. COUTINHO, comunicação verbal) nos xistos do município de São Paulo vem reforçar a idéia de uma série Barroviana, pelo menos entre Salesópolis e municípios do ABC; os gradientes metamórficos observados, crescentes de noroeste para sudeste, mostram-se igualmente concordantes.

Os autores acima referem-se à existência de parageneses retrometamórficas, pouco evidentes, sendo a cloritização da biotita e a muscovitização generalizada e os efeitos mais comumente observados; tais fatos foram amplamente confirmados na área objeto deste trabalho, o mesmo sucedendo com as evidências texturais indicativas do crescimento tardio de alguns minerais (granada e muscovita), em condições semi-estáticas da fase final das deformações.

A história dos dobramentos que ocorreram na Faixa Ribeira é amplamente discutida por HASUI (1973), em particular com referência às várias fases de metamorfismo. Esse autor distinguiu três fases de dobramento, sendo a última de crenulação, para as rochas supostamente do Grupo Açungui; em contraposição, as rochas pertencentes ao Grupo São Roque teriam sido afetadas tão somente por uma fase de dobramento e uma de crenulação.

Embora carecendo de análise mais aprofundada, to dos esses episódios foram reconhecidos na área. O paralelismo da foliação e bandamento, bem como a presença de dobras afetando a xistosidade, confirmam pelo menos duas das fases, uma vez assumindo-se a xistosidade como plano-axial, o que, atualmente, parece fora de dúvida no entender de HASUI (1973).

Também a foliação de crenulação foi reconhecida, ve rificando-se frequentemente a sua concomitância com a muscovitização. Sabendo-se que a crenulação desenvolve-se em es tádios tardios, enquanto que a muscovitização acha-se associada a condições retrometamórficas semi-estáticas, é perfei tamente possível admitir-se a contemporaneidade dos dois eventos.

Com relação às falhas, duas amplas zonas cataclás ticas foram reconhecidas. Uma delas, denominada Falhamento do Paraitinga, parece representar a continuação do Falhamento do Cubatão, conforme ponderações anteriores. A outra, mais a norte, denominada Falhamento de Guararema e melhor estudada, foi responsável pelo desenvolvimento de larga faixa de blastomilonitos, às vezes com recomposição total das formas minerais. Junto a esses blastomilonitos é possível reconhecer-se algumas bandas dobradas, com atitude e origem não de terminadas. Na área, parte dos granitos foi afetada por es ses falhamentos, atribuindo-se-lhes a mesma idade fixada pa ra o de Taxaquara, ou seja, pós-cambriano e pré-carbonífero. Falhas menores estão representadas no mapa geológico anexo, conquanto não tenham sido reconhecidas no campo.

Novos falhamentos ou reativações de antigos, reco nhecidos no Juro-Cretáceo das áreas vizinhas, acham-se indi cadas pela presença de diques de rochas básicas, cortando principalmente o Granito Santa Branca. Não se observaram fa lhamentos cortando esses diques.

No tocante à posição estratigráfica, as rochas da área, podem ser correlacionadas com as do Complexo Crisali-

no (COUTINHO, 1972) ou as do Grupo Açungui (HASUI, 1973). Nas únicas rochas onde a estratificação acha-se conservada, foi impossível estabelecer-se rigorosamente uma sequência. Parece atraente a idéia da existência de uma calha sinclinal entre o Granito de Guararema e Adamellito Santa Catarina, ocupada pelo pacote de xistos e gnaisses, e perfurada pelo Granito Sabaúna; essa calha teria flancos com dobras isoclinais de 2a. ordem, o que poderia originar recorrência das camadas.

Os corpos granitóides da área tem história complexa, semelhante às descritas por outros autores. É admissível uma origem tardia para os megacrístais de microclínio, após a formação prévia de um arcabouço com plagioclásio, microclínio, biotita e acessórios. Por sua vez, os agregados mais finos de feldspatos tanto poderiam ser tardiamente magmáticos, como terem se originado a partir da fragmentação da rocha original, com posterior recristalização.

Há evidências apontando no sentido de uma recristalização de fragmentos de microclínio, seguida da formação de plagioclásio microgranulado, mirmequita e quartzo; posteriormente albitização teve lugar e, finalmente, sericitização. Esta, por sua vez, não parece ter sido a mesma que afetou os xistos em geral, uma vez que é posterior aos fenômenos cataclásticos; provavelmente, sua formação esteve ligada a processos mais superficiais.

Referência especial deve ser feita às particularidades apresentadas pela Faixa Norte, que se resumem em paragênese metamórfica discordante do gradiente regional e ausência de xistos quartzosos e intercalações quartzíticas. Essa situação pode ser explicada à luz de duas hipóteses: ou o Falhamento de Guararema atuou, já inicialmente, com forte componente vertical, trazendo à superfície um bloco bastante profundo, idéia compatível com o grau de recristalização observado nos blastomilonitos, ou o bloco não pertence ao Complexo Cristalino — reconhecido como sendo formado por rochas de

idade Brasileira (Açungui de HASUI, 1973) —, tendo sido colocado à superfície por transcorrência ou por movimentação vertical. No caso de transcorrência, e com base na inflexão da xistosidade, esse bloco teria vindo de oeste, uma vez admitido o caráter dextral do falhamento.

9. BIBLIOGRAFIA

- ALMEIDA, F.F.M. de (1964) - Fundamentos geológicos do relevo paulista *in* Geologia do Estado de São Paulo. I.G.G., Bol. 41: 165-274.
- BIGARELLA, J.J. & SALAMUNI, R. (1956) - Estudos preliminares da Série Açungui - V - Estruturas organógenas nos dolomitos da Formação Capiru. Dusenía VII (6): 317-323.
- BIGARELLA, J.J. & SALAMUNI, R. (1958) - Estudos preliminares da Série Açungui - VI - Algumas estruturas singenéticas nos dolomitos da Formação Capiru. Arq. Biol. Tecn., XI, Art. 10: 197-205.
- CHAYES, F. (1949) - A simple point counter for thin-section analysis. Amer. Mineral., 34: 1-11.
- CORDANI, U.G.; CAMPOS, A.R.; DAVINO, A. & BJÖRNBERG, A. J. S. (1961) - Geologia da região do Jaraguá, SP. Bol. Soc. Bras. Geol., 10: 72-91.
- CORDANI, U.G. & BITTENCOURT, I. (1967) - Estudo geocronológico no Grupo Açungui. An. XXI Congr. Bras. Geol., pp. 218-233, Curitiba.
- CORDANI, U.G. & KAWASHITA, K. (1971) - Estudo geocronológico pelo método Rb-Sr, de rochas graníticas intrusivas no Grupo Açungui. An. XXV Congr. Bras. Geol., 1: 105-110, São Paulo.
- COUTINHO, J.M.V. (1955) - Metaconglomerado e rochas associadas no Município de São Paulo. Fac. Fil. Ci. Let., Bol. 186, Mineralogia, 13: 5-55.
- COUTINHO, J.M.V. (1972) - Petrologia do Pré-Cambriano de São Paulo e arredores. Bol. IG-USP, 3: 5-99.
- FRANCO, R.R. (1955) - Contribuição ao conhecimento das estruturas migmatíticas do complexo brasileiro. Fac. Fil. Ci. Let., Bol. 186, Mineralogia, 13: 81-95.
- FRANCO, R.R. (1956) - Migmatitos de textura gnáissica dos arredores de São Paulo. Bol. Soc. Bras. Geol., 5: 31-60.
- FUCK, R.A.; MARINI, O.J.; TREIN, E. & MURATORI, A. (1971) - Geologia do Leste Paranaense. An. XXV Congr. Bras. Geol., I: 121-130, São Paulo.

- GOMES, C.B. (1962) - Contribuição ao conhecimento dos anfibolitos da região do Jaraguá, SP. Bol. Soc. Bras. Geol., 11: 57-78.
- GOMES, C.B. (1971) - Polimetamorfismo dos anfibolitos do Jaraguá, São Paulo: Evidências químicas, mineralógicas e texturais. Tese de Livre-Docência, IG-USP (inédito).
- GOMES, C.B.; SANTINI, P. & DUTRA, C.V. (1964) - Petrochemistry of a precambrian amphibolite from the Jaraguá area, São Paulo, Brazil. J. Geol., 72: 664-680.
- HASUI, Y.; PENALVA, F. & HENNIES, W.T. (1969) - Geologia do Grupo São Roque. An. XXIII Congr. Bras. Geol., pp. 101-134, Salvador.
- HASUI, Y. & HAMA, M. (1972) - Geocronologia do Grupo São Roque. Rev. Bras. Geoc., 2 (1): 18-24.
- HASUI, Y. (1973) - Tectônica da área das Folhas de São Roque e Pilar do Sul. Tese de Livre-Docência, IG-USP (inédito).
- HATCH, F.H.; WELLS, A.K. & WELLS, M.K. (1949) - The Petrology of Igneous Rocks. Thomas Murby & Co., London.
- HEINRICH, E.W. (1956) - Microscopic Petrography - McGraw-Hill Book, New York.
- HENNIES, W.T.; HASUI, Y. & PENALVA, F. (1967) - O Falhamento transcorrente de Taxaquara. An. XXI Congr. Bras. Geol., pp. 159-168, Curitiba.
- IUGS (1973) - Classification and Nomenclature of Plutonic Rocks: Recommendations. N. IB. Miner. Mh., H. 4: 149-164.
- KERR, P.F. (1959) - Optical Mineralogy. McGraw-Hill Book Co., Inc.
- KNECHT, T. (1964) - Pré-Cambriano inferior in Geologia do Estado de São Paulo. I.G.G., Bol. 41: 14-36.
- MARINI, O.J.; TREIN, E. & FUCK, R.A. (1967) - O Grupo Açungui no Estado do Paraná in Geologia do Pré-Cambriano e intrusivas subsequentes da porção oriental do Estado do Paraná. Bol. Paran. Geoc., 23 a 25: 43-100.
- MARMO, V. (1971) - Granite petrology and the granite problem. Elsevier Publ. Co.
- MEHNERT, K.R. (1968) - Migmatites and the origin of granitic rocks. Elsevier Publ. Co.

- MELCHER, G.C.; GOMES, C.B.; CORDANI, U.G.; BETTENCOURT, J. S.; DAMASCENO, E.C.; GIRARDI, V.A.V. & MELFI, A.J. (1973) - Geologia e petrologia das rochas metamórficas e graníticas associadas do Vale do rio Ribeira de Iguape, SP e PR. Rev. Bras. Geol., 3(2): 97-123.
- MELFI, A.J.; BITTENCOURT, I. & CORDANI, U.G. (1965) - Reconhecimento fotogeológico de parte do Grupo Açungui. Bragantia, 24: 447-474.
- MINIOLI, B. (1971) - Determinações potássio-argônio em rochas localizadas no litoral norte do Estado de São Paulo. An. Acad. Bras. Ci., 43(2): 443-448.
- MIYASHIRO, A. (1973) - Metamorphism and Metamorphic Belts. George Allen e Unwin Ltd., London.
- MORAES REGO, L.F. (1933) - Contribuição ao estudo das formações prédevonianas de São Paulo. Inst. Astron. e Geogr. de São Paulo, pp. 5-56.
- PAIVA FILHO, A.; TOGNON, A.A.; CAPUCCI, E.B.; CORDANI, U.G.; BARBOUR, A.P.; SVIZERO, D.P. & MORESCHI, J.B. (1972) - Levantamento geológico das áreas de interesse à implantação das barragens dos rios Biritiba e Jindiaí, SP. An. XXVI Congr. Bras. Geol., 1: 231-243.
- PETRI, S. & SUGUIO, K. (1969) - Sobre metassedimentos do Grupo Açungui do Extremo sul do Estado de São Paulo. Convênio USP/DAEE, Secretaria de Obras Públicas do Estado de São Paulo e USP, 2: 98, São Paulo.
- RAGUIN, E. (1965) - Geology of Granite. Interscience Publishers.
- RICCI, M. & PETRI, S. (1965) - Princípios de Aerofotogrametria e Interpretação Geológica. Companhia Editora Nacional, São Paulo.
- RIDEG, P. (1974) - Geology and Structure of a portion of the Serra do Mar in Eastern São Paulo, Brazil. Ph.D. Thesis, State University of New York at Binghamton (inédito).
- SADOWSKI, G.R. (1974) - Tectônica da Serra Cubatão, SP. Tese de Doutorado. IG-USP (inédito).
- SPRY, A. (1969) - Metamorphic Textures. Pergamon Press, London.

- TRÖGER, W.E. (1956) - Optische Bestimmung der gesteinsbildenden Minerale. Teil I, Stuttgart.
- TURNER, F.J. (1968) - Metamorphic Petrology - Mineralogical and Field Aspects. McGraw-Hill Book Company.
- TURNER, F.J. & VERHOOGEN, J. (1960) - Igneous and Metamorphic petrology. McGraw-Hill Book, New York.
- TURNER, F.J. & WEISS, L.E. (1963) - Structural Analysis of Metamorphic Tectonites. McGraw-Hill Book, New York.
- VANDOROS, P. & FRANCO, R.R. (1966) - Determinações de idades de Granitos da região de Moji das Cruzes, São Paulo, pelos métodos Potássio/Argônio e Rubídio/Estrôncio. An. Acad. Bras. Ci., 38(2): 289-292.
- VANDOROS, P. & OLIVEIRA, M.A.F. de (1968) - Silicificação e turmalinização de xistos e quartzitos da região de Moji das Cruzes, São Paulo. Ci. e Cult., 20(2): 157-158.
- VANDOROS, P. & OLIVEIRA, M.A.F. de (1969) - Geologia e Petrologia da Região de Taiaçupeba e arredores, São Paulo. An. Acad. Bras. Ci., 41(2): 181-194.
- WILLIAMS, H.; TURNER, F.J. & GILBERT, C.M. (1954) - Petrography - W.H. Freeman Co., São Francisco.
- WINKLER, H.G.F. (1967) - Petrogenesis of Metamorphic Rocks. 2nd. Ed. Springer-Verlag, Berlin.

10. AGRADECIMENTOS

O autor agradece, primeiramente, ao Professor Doutor Celso de Barros Gomes, pela orientação segura e paciente durante os trabalhos e pela revisão do texto final.

Agradecimentos são também devidos ao Professor Doutor José Moacyr Vianna Coutinho, pela honesta atenção nos trabalhos microscópicos e pelas discussões dos problemas do prê-cambriano.

O Professor Doutor Marcos Aurélio Farias de Oliveira tirou as fotomicrografias, pelo que lhe são extensivos os agradecimentos.

O autor agradece também à Administração do Instituto de Geociências, na pessoa do seu Diretor, Professor Doutor Setembrino Petri, pelo custeio de algumas das viagens ao campo.

Agradecimentos são, ainda, devidos às seguintes pessoas:

ao Senhor Jaime Souza Marcos pelas fotografias;
à Senhora Nair de Campos Louzada e senhores José Ponchirolli e Mauricio de Andrade, pela datilogafia dos originais;

aos Senhores Jayme Alves da Silva, Laércio Perez Joya e Luiz Carlos Marcon, pela eficiência e rapidez na impressão do texto;

aos estudantes de geologia, senhores Márcio Antonio de Oliveira e Cid Chiodi Filho, pela colaboração nos trabalhos de campo.

MAPA DE LOCALIZAÇÃO DE AMOSTRAS E ZONEAMENTO METAMÓRFICO

REGIÃO DE GUARAREMA - SALESÓPOLIS, SP

LEGENDA

- Estradas asfaltadas
- Estradas de terra
- Rios, Ribeirões e Córregos
- Lagos e Barragens
- Cidades e Vilas

- Afloramentos principais amostrados
- Amostras referidas no texto
- AMOSTRAS PELÍTICAS PORTADORAS DE:
 - S - Sillimanita
 - E - Estaurólita
 - C - Cianita
 - G - Granada
- Limite aproximado das faixas definidas no texto

Autor: Francisco Rubens Alves
São Paulo, 1975

Francisco Rubens Alves - 1975

Cambriano e Pré-Cambriano

PE^x	PE^q	PE^g	$\text{PE}^g b$	$\text{PE}^g m$	PE^m
---------------	---------------	---------------	-----------------	-----------------	---------------

PEm - Migmatitos

6A	6B	6C	6D	6E
----	----	----	----	----

SE - Granito Cruz do Alto

-
- Rio e córrego

0 2,5 km

Rochas de zona de falha: protomilonitos, blastomilonitos e filonitos