

# O LINEAMENTO DE ALÉM PARAÍBA NA ÁREA DE TRÊS RIOS (RJ)

#### GINALDO A. DA C. CAMPANHA

Dissertação de Mestrado apresentada ao Instituto de Geoclências da Universidade de São Paulo.

Orientadori Prof. Dr. Fernando Flávio Marques de Almeida



30900004658

## INDICE

		Página
1 -	- INTRODUÇÃO	1
	1.1 - Problemas, Objetivos e Abordagem	2
	1.2 - Metodologia	3
	1.3 - Nomenclatura de Rochas Cataclásticas	5
	1.4 - Nomenclatura de Migmatitos	9
	1.5 - Rochas de Fácies Granulito	11
2 -	TRABALHOS ANTERIORES	1.3
	2.1 - Sistema de Falhamentos Transcorrentes da Região Sudeste	13
	2.2 - Geologia da Região do Lineamento de Além Paraíba	17
	2.3 - Geologia da Folha de Três Rios	23
3 -	ÁREA DE TRÊS RIOS	25
	3.1 - Localização da Área Escolhida e Trab <u>a</u> lhos Realizados	25
	3.2 - Estruturação Geológica	26
	3.3 - Condicionantes Geológicos da Fisiografia	29
	3.4 - Litologias	<u>32</u>
	3.4.1 - Rochas Blastomiloníticas	33
	3.4.2 - Migmatitos	38
	3.4.3 – Gnaisses Bandados	39
	3.4:4 - Quartzitos	40
	3.4.5 - Rochas Granulíticas	40
	3.4.6 - Rochas Carbonáticas e Calcossil <u>i</u> catadas	41

	and the second	
	3.4.7 - Anfibolitos	42
	3.4.8 - Rochas Intrusivas	42
	3.4.9 - Depósitos Aluvionares	43
	3.5 - Estruturas	44
	3.5.1 - Foliações	44
	3.5.2 - Lineações	46
	3.5.3 - Dobras	49
	3.5.4 - Estruturas Disruptivas	55
	3.6 - Migmatização	60:
	3.7 - Evolução Estrutural e Metamórfica	62
	3.8 - Anālise dos Dados Geocronológicos	
	Existentes	70
4	- INTEGRAÇÃO REGIONAL E EVOLUÇÃO GEOLÓGICA	77
5	- CONCLUSÕES	86
5	- AGRADECIMENTOS	89
7	- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	92
	CONTÉM 2 TABELAS, 10 FIGURAS E 50 FOTOGRAFIAS	
	ANEXOS:	
	Anexo 1 - Mapeamentos sistemáticos na região do Lineamento de Além Paraíba	
	Anexo 2 - Mapa de pontos de afloramentos	
	Anexo 3 - Esboço e perfis geológicos - Área de Três	Rios
	Anexo 4 - Mapa de lineamentos de imagens Landsat-1	

Pāgina

#### 1 - INTRODUÇÃO

O estudo e caracterização sistemáticos de estrutu ras de falhamento transcorrente de âmbito regional é relat<u>i</u> vamente recente no Brasil. Em duas regiões estes encontram--se melhor estudados. No Nordeste, na Região de Dobramentos Caririana. No Sudeste, no que HASUI et al. (1975) denomina ram de "Zona de Transcorrência São Paulo", e BRAUN (1972)"Faixa Rúptil do Rio Paraíba do Sul". No Nordeste KEGEL (1961) e EBERT (1962) identificaram um sistema de lineamen tos que secciona as estruturas regionais. Na região Sudeste, ALMEIDA (1955) e HENNIES et al. (1967) caracterizam pela pri meira vez a ocorrência de falhamentos transcorrentes maiores na região. Nas duas regiões atualmente configura-se um qua dro de sistemas de falhamentos ou lineamentos, que condicio nam uma estruturação geológica regional em blocos tectônicos.

Jā hā algum tempo, diversos autores vêm propondo ser a crosta continental recortada por redes de lineamentos ou falhamentos maiores, que podem afetar toda sua espessura e promover uma tal estruturação em blocos. Estas estruturas não apenas separam blocos distintos, como também em geral apresentam uma estruturação e evolução complexas. Podem apresentar evidências de terem sofrido movimentos e deforma ções com diferentes caracteres no decorrer do tempo, e uma evolução polifásica que pode remontar ao Arqueano. Portanto, sua caracterização geológica e evolutiva é essencial para a compreensão da compartimentação e história geológica de uma dada região (ver DE SITTER, 1956; PEIVE, 1960; BELOUSSOV, 1962; NEVSKIY, 1965; NGUYEN DIN'KAT, 1972; WATSON, 1973; McCONNELL, 1973, etc.).

ALMEIDA, HASUI & CARNEIRO (1975) identificam e des crevem o Lineamento de Além Paraíba, no Estado do Rio de Ja neiro. Observam que este se constitui numa faixa de blasto milonitos que corta obliquamente as estruturas da "Série Pa raíba-Desengano" (ROSIER, 1965), tida como de idade transama

-1-

zônica, remobilizada durante o Ciclo Brasiliano (DELHAL et al., 1969 e CORDANI et al., 1973). Mostram que sua evolução não foi simples em termos de movimentos e recristalização, ten do sido ativa durante o Pré-Cambriano Superior, e tendo pro vavelmente suas últimas fases de movimentação ao final do Ciclo Brasiliano, já durante o Paleozóico.

Esta estrutura apresenta expressividade morfológi ca regional, aparentando também ter grande importância na compartimentação geológica da região. Possui característi cas que permitem reconstituir pelo menos em parte sua hist<u>ó</u> ria mais antiga.

1.1 - Problemas, Objetivos e Abordagem

Diversos aspectos referentes à rede de falhamentos transcorrentes da região Sudeste do Brasil ainda não foram elucidados. Dentre eles destacam-se os seguintes:

a) determinação da totalidade da rede de falhamen tos transcorrentes;

b) determinação da distribuição espacial e rela ções entre unidades tais como os Grupos Paraíba, Amparo,Açun gui, Serra dos Órgãos, e Formações Barbacena e Juiz de Fora, pelo menos em parte delimitadas pelos falhamentos;

c) determinação da seqüência evolutiva de cada uma dessas unidades (apenas parcialmente conhecida em algumas re giões), ou de outras unidades ou blocos tectônicos a serem reconhecidos;

d) determinação da seqüência evolutiva dos falha mentos maiores; a partir das etapas finais do Ciclo Brasi liano, esta seqüência está razoavelmente determinada, como o foi originalmente nos trabalhos de ALMEIDA (1955) e de HENNIES *et al*.(1967), estando relacionada aos estádios de transição e reativação da Plataforma Brasileira (ALMEIDA,1969); no entanto, sua história mais antiga, assim como suas rela ções com as fases principais de metamorfismo e deformação do Ciclo Brasiliano, são desconhecidas.

A região afetada pelo Lineamento de Além Paraiba oferece condições propícias para tentativas de resolução de alguns desses problemas. O presente trabalho tem especifi camente como objetivos a caracterização geológico-estrutural dessa feição e a determinação de sua sequência evolutiva (fa ses de movimento e recristalização). Como estratégia de abor dagem do problema, realizou-se um reconhecimento preliminar da região, selecionando-se então uma área relativamente pe quena para os trabalhos de detalhe, abrangendo a zona de ro chas blastomiloníticas e porções imediatamente contíguas dos blocos adjacentes, não afetados pela deformação intensa. Es ta área foi mapeada na escala 1:50.000, tendo sido - realiza dos estudos de maior detalhe nos pontos mais interessantes.

- 3-

1.2 - Metodologia

Análise estrutural qualitativa ao nivel de aflora mento (escala mesoscópica) e análise de texturas microscópi cas foram os métodos essenciais adotados neste trabalho.Como referências metodológicas básicas podem ser citadas as obras de TURNER & WEISS (1963), HOBBS et al. (1976) e SPRY (1969). Os artigos de CHRISTIE (1960, 1963) e de REED & BRYANT (1964) podem ser considerados como exemplos de trabalhos semelhan tes. O enfoque básico foi realizar análise geométrica das estruturas da área mapeada em detalhe ou seja, determinar а configuração e arranjos espaciais destas, e na medida do pos sível, sua seqüência de eventos, etapa necessária para in terpretações sobre a história deformacional e de esforços da Não se adotou procedimentos de análise estatística de área. Diagramas de distribuição estatística de estru petrofabric. turas mesoscópicas, como foliações, lineações, eixos de đo bras e juntas, foram feitos com o intuito de mostrar os pa drões dominantes, antes do que realizar análises estatisti cas elaboradas. Justifica-se tal procedimento pelo fato de se estar dando uma abordagem preliminar ao problema, neces.

sária para análises quantitativas posteriores.

Para a seleção da área de detalhe, examinou-se os trabalhos anteriores sobre a região, mapas topográficos e ima gens multiespectrais de satélite. Percorreu-se a região do Lineamento de Além Paraíba onde este foi originalmente defi nido, e executou-se alguns caminhamentos geológicos prelimi nares, transversais à Zona de Rochas Blastomiloníticas, atra vés das estradas principais da região.

Na área de detalhe escolhida, foi adotado o proce dimento de primeiramente realizar no campo caminhamentos transversais às estruturas, procurando-se correlacionar e in tegrar as observações pontuais, estabelecendo-se as relações estruturais e variações litológicas entre os tipos observa Posteriormente, percorreu-se a maior parte das dos. estra das e caminhos restantes, procurando-se delimitar as unida des observadas. A cada etapa de trabalhos de campo, foi fei ta foto-interpretação, análise e correlação dos dados obti dos.

No mapa geológico final, indicou-se como contatos definidos aqueles que ocorrem de maneira brusca na escala de mapeamento (1:50.000), entre unidades bem caracterizadas e com bom controle de campo. Como contatos aproximados aque les em que a caracterização das unidades e/ou contatos não foi precisa, em função dos dados de campo disponíveis, sendo delimitados por foto-interpretação. Contatos transicionais foram traçados entre unidades que apresentam gradação con tínua entre si, com passagem suave na escala de mapeamento, sendo o contato traçado, se possível, na região mediana da faixa de transição.

Em escala de afloramento observou-se litologias, texturas e estruturas, com suas variações espaciais. Procu rou-se determinar seqüências de eventos sobrepostos, através de análise estrutural qualitativa.

Estruturas em escala macroscópica, como sinformas

e antiformas, foram inferidas com base em evidências em esca la de afloramento.

O trabalho com seções delgadas, em escala microsco pica, foi essencial. Procurou-se não số determinar mineralo gias e paragêneses, mas também se deu ênfase ao estudo das texturas e microestruturas, em nível qualitativo, procurando--se determinar sequências de eventos de cristalização e de formação. Para este trabalho, além do microscópio petrográ fico usual, a utilização de lupa com polarizadores foi đe grande valia, pois permitiu a observação de um campo maior nas seções delgadas, necessário para o reconhecimento e  $\operatorname{cor}$ relação das texturas e microestruturas. A confecção de se ções em vários cortes perpendiculares entre si numa mesma amostra, assim como a de seções delgadas como áreas maiores que as usuais, foram também de grande ajuda.

Definido o quadro geológico da área, foram revis tas as interpretações dos dados geocronológicos existentes na literatura. Apenas uma nova datação, K/Ar em biotita,foi realizada, de amostra de dique de pegmatito que corta trans versalmente a Zona de Rochas Blastomiloníticas.

1.3 - Nomenclatura de Rochas Cataclásticas

Não existe no momento nenhuma classificação para rochas cataclásticas aceita consensualmente, assim como não existe acordo sobre a definição de termos como"cataclase" ou "milonito" e sobre os processos que geram este tipo de ro chas.

Historicamente a nomenclatura dessas rochas está relacionada a processos rúpteis (trituramento, esmigalhamento, fraturamento, ruptura de rochas). No entanto, desde o traba lho original de LAPWORTH (1885), o qual definiu o termo "mi lonito", reconhece-se que processos de recristalização e de formação dúctil podem atuar em grau variável nesse tipo de rochas. Também não se pode dizer simplesmente que são atri buíveis a processos puramente destrutivos, uma vez que orig<u>i</u> nam rochas com texturas e estruturas definidas, com grau de "ordenação" por vezes mais alto que as próprias rochas orig<u>i</u> nais.

Trabalhos relativamente recentes como os de CHRISTIE (1960) e HIGGINS (1971) tentaram ordenar a ampla e confusa literatura existente sobre rochas cataclásticas (ou milon<u>í</u> ticas, em senso amplo), revisando a literatura existente. E<u>n</u> tre outros autores que organizaram classificações sintéticas e abrangentes para este tipo de rochas, pode-se citar WATERS & CAMPBELL (1935) e SPRY (1969).

Adotaram-se aqui critérios e classificação de HIGGINS (1971), sintetizados na Tabela l. Esse autor propõe o termo rocha cataclástica como designativo geral para todas rochas formadas por cataclase, entendida como o processo p<u>e</u> lo qual as rochas são quebradas e granuladas devido aos e<u>s</u> forços e movimentos durante o falhamento. Restringe o uso do termo milonito para as rochas com as características en<u>u</u> meradas por LAPWORTH (1885).

Propõe uma classificação para rochas cataclásticas utilizando critérios múltiplos, a saber: a) porcentagem de volume de porfiroclastos (fragmentos maiores de minerais ou agregados minerais de origem cataclástica);b) tamanho da maior parte dos porfiroclastos; c) presença ou ausência de coesão primária (coesão singenética, não devida a cimentação posterior); d) textura dominante (cataclástica ou de recris talização); e) presença ou ausência de foliação cataclástica; (ver Tabela 1). Existem transições entre todos os tipos, sen do os limites entre eles arbitrários. Textura, inclusive grau de recristalização/neomineralização, é a principal base para a classificação. O tamanho e a porcentagem em volume aproximados dos porfiroclastos, comparados com fotomicrogra fias padrões, são os únicos parâmetros quantitativos utiliza dos.

Um problema relacionado à classificação de HIGGINS

-6-

(1971) é que este autor considera que a cataclase e a recris talização ocorram simultaneamente, dentro de uma mesma fase. Então rochas da seqüência protomilonito-milonito-ultramiloni to, recristalizadas posteriormente à sua cataclase, não dev<u>e</u> riam ser denominadas blastomilonitos ou milonito-gnaisses, mas sim por exemplo, milonitos metamorfizados. E também implica ria que cataclase e recristalização fossem sempre fenômenos perfeitamente distinguíveis nessas rochas, o que de acordo com trabalhos mais recentes, pode nem sempre ser correto(ver BELL & ETHERIDGE, 1973; TULLIS *et al.*, 1973; HOBBS *et al.*, 1976).

Porém, tais considerações de caráter genético ро dem ser a princípio deixadas de lado, e a classificação de HIGGINS utilizada segundo critérios puramente descritivos. Como por exemplo, definições como a que se segue, (de miloni to em senso amplo, ou seja, equivalente a todas rochas cata clásticas coesivas e foliadas) poderiam ser utilizadas: "Um milonito é uma rocha foliada, comumente lineada e contendo megacristais, a qual ocorre em zonas planares e estreitas de intensa deformação. É freqüentemente de granulação mais fi na que as rochas circundantes, nas quais grada" (BELL & ETHERIDGE, 1973, pág. 347).

Todas as rochas cataclásticas observadas na área estudada correspondem a blastomilonitos ou milonito-gnaisses, na acepção de HIGGINS (1971), com considerável grau de re cristalização. Por uma questão de brevidade, adota-se aqui a denominação genérica de rochas blastomiloníticas quando se quiser referir indiferenciadamente a rochas cataclásticas com texturas de recristalização dominantes.

Para caracterizar com certeza rochas blastomilon<u>í</u> ticas, foram necessárias quase sempre seções delgadas. No e<u>n</u> tanto, quando em escala de afloramento as feições cataclá<u>s</u> ticas são muito claras, ou quando se trata de uma faixa já caracterizada como constituída desse tipo de rochas, a di<u>s</u> tinção entre blastomilonitos e milonito-gnaisses pode ser

-7---

ochas <u>sem</u> coesão primária	Rochas com coesão primária			
	Texturas cataclásticas dominantes		texturas de neomineralização- -recristalização dominantes	
×	Rochas <u>sem</u> foliação cataclástica	Rochas <u>com</u> foliação cataclástica		
BRECHA DE	MICROBRECHA	PROTOMILONITO	* .	MILONITO
FALHA	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	MILONITO		GNAISSE
"FAULT		ULTRAMILONITO	OTINOI	BLASTOMILONITO

TABELA 1 CLASSIFICAÇÃO DE ROCHAS CATACLÁSTICAS (HIGGINS, 1971)

Termos como porfiroclástico, protoclástico, diafitorítico, pseudotaquilítico, filítico, etc., são usados como sufixos adjetivantes.

Todas as rochas são gradacionais entre si

TAMANHO APROX. DA MAIOR PARTE DOS PORFIROCIASTOS

ထု

feita macroscopicamente. Como a variação entre estes dois tipos pode ser contínua, e ocorrem faixas alternadas deles nas mais variadas escalas, no mapeamento em escala 1:50.000 foram separadas faixas segundo critério de predominância cl<u>a</u> ra de um tipo ou de outro.

#### 1.4 - Nomenclatura de Migmatitos

Para a classificação das rochas dos blocos adjacen tes adotou-se a classificação de migmatitos de MEHNERT (1968), além dos critérios petrográficos mais usuais, como os indica dos em WILLIANS *et al*. (1970). A classificação de MEHNERT foi utilizada para os trabalhos de campo, adotando-se crit<u>é</u> rios puramente descritivos, conforme nos Capítulos 1 e 2 da referida obra. Alguns critérios para análise de texturas mi croscópicas foram utilizados segundo o Capítulo 3, e também algumas definições contidas no Apêndice.

Os seguintes termos foram mais utilizados, com as definições do autor citado:

Migmatito: "Numa forma preliminar para uso prático no campo a seguinte definição pode ser utilizada: um migma tito é uma rocha composta megascopicamente de duas ou mais partes petrograficamente diferentes, uma das quais é a rocha regional num maior ou menor estágio metamórfico, e a outra é de aparência pegmatítica, aplítica, granítica ou geralmen te, plutônica" (MEHNERT, 1968, pág. 8).

"Em migmatitos as seguintes partes podem ser gera<u>l</u> mente distinguidas:

(1) o paleossoma, i.é., a rocha original inalter<u>a</u> da ou ligeiramente transformada;

 (2) o neossoma, i.é., a porção de rocha neoformada.
Aqui novamente dois tipos de rocha podem em regra ser distin guidos, ou seja:

(a) o leucossoma contendo mais minerais claros

-9-

(quartzo e/ou feldspato) com relação ao paleossoma;

(b) o melanossoma contendo principalmente minerais escuros (máficos), tais como biotita, hornblenda, cordierita e outros".

(Op.cit., págs 7 e 8).

Gnaisse: "Rocha metamórfica exibindo estrutura <u>pa</u> ralela (lineação, foliação, xistosidade), contendo mais que 20% em feldspato".

(Op.cit., pág. 354).

Granito: "Rocha fanerítica, cristalina, maciça, cons tituída de quartzo, feldspato potássico e plagioclásio sódi co (tipicamente oligoclásio) em quantidades aproximadamente iguais, e geralmente uma pequena quantidade (5-10%) de mine rais máficos (biotita, hornblenda e outros)".

(Op.cit., pag. 354).

Granitóide: "Termo de campo para um conjunto de ro chas de composição e texturas semelhantes a granito".

(Op.cit., pág. 354).

Estromatito: "Migmatito com estrutura bandada".

(Op.cit., pág. 357).

Agmatito: "Migmatito com estrutura semelhante a brecha".

(Op.cit., pág. 353).

Nebulito: "Migmatito com estruturas reliquiares di fusas de rochas pré-existentes".

(Op.cit., pág. 354).

"Chorismite": "Rocha megascopicamente composta a qual consiste de duas ou mais partes petrograficamente dif<u>e</u> rentes de origem duvidosa ou incerta".

(Op.cit., pág. 354).

Oftalmito : "Chorismite caracterizado por augens (e.g., feldspatos) ou agregados lenticulares de minerais neo formados".

(Op.cit., pág. 356).

Usaremos aqui o termo gnaisse bandado para rochas gnáissicas com estrutura plano-paralela composta unicamente de bandas com texturas metamórficas. Difere portanto da d<u>e</u> finição de migmatito de MEHNERT e aproxima-se de sua defin<u>i</u> ção de "chorismite". Também não é utilizado aqui com o se<u>n</u> tido desse mesmo autor citado, de um gnaisse com estrutura bandada oriunda de acamamento reliquiar.

As estruturas migmatíticas relacionadas acima for ram comumente encontradas, embora localmente outros tipos descritos por MEHNERT (1968) pudessem ser encontrados. Como freqüentemente mais de um tipo de estrutura migmatítica é ob servavel num mesmo local e sendo transicionais os contatos entre os diversos tipos, adotaram-se critérios de mapeamen to em função dos tipos predominantes.

Foram também observados, em várias escalas, corpos de "resisters", ou sejam rochas refratárias à migmatização, como anfibolitos, quartzitos e rochas calcossilicatadas.

1.5 - Rochas de Fácies Granulito.

Não foi adotada nenhuma classificação especial pa ra rochas pertencentes à fácies granulito. Como tais, foram consideradas aquelas rochas com associações mineralógicas em equilíbrio contendo hiperstênio (equivalente à definição đe "zona regional de hiperstênio" do grau forte de metamorfismo, de WINKLER, 1977). Foram eventualmente denominadas de "gra nulitos básicos" rochas dessa fácies com elevada porcentagem de piroxênios e anfibólios. Não foram denominadas de qranu litos aquelas rochas com texturas de deformação predominan tes, como as miloníticas, "flaser" e blastomiloníticas, com quartzo planar (discóide) como classicamente é feito, desde a definição original desse termo na Saxônia. Isto pelo fato

-11-

de representarem na área associações mineralógicas em desi quilíbrio, com as paragênese dos porfiroclastos deformados e da matriz mais fina recristalizada, pertencentes a diferen tes fácies metamórficas.

#### 2 - TRABALHOS ANTERIORES

Para melhor situar o problema em questão, foi fei ta uma revisão dos trabalhos de cunho geológico já realiza dos sobre três aspectos:

 Sistema de falhamentos transcorrentes da Região
Sudeste - englobando os trabalhos realizados sobre essas es truturas nos Estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Sudeste de Minas Gerais.

2) Geologia da região do Lineamento de Além Paraí ba - englobando os principais trabalhos de cunho geológico realizados em torno da região em que esta estrutura foi ori ginalmente definida, englobando assim toda região interior do Estado do Rio de Janeiro e a porção adjacente do Estado de Minas Gerais.

3) Geologia da Folha de Três Rios - RJ - Foi dedi cada atenção especial a esta área por ter sido escolhida pa ra os trabalhos de detalhe.

> 2.1 - Sistema de Falhamentos Transcorrentes da Região Sudeste

O Pré-Cambriano da Região Sudeste do país é recor tado por uma rede de falhamentos transcorrentes, que aden tra os Estados do Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná e Sudes te de Minas Gerais, denominada de "Zona de Transcorrência São Paulo" por HASUI et al. (1975) e de "Faixa Rúptil do Rio Pa raíba do Sul", por BRAUN (1972). Para SW, este sistema de falhamentos mergulha sob a Bacia do Paraná, e para NE sob 0 Oceano Atlântico. Os falhamentos que o compõe podem possuir extensões de até centenas de quilômetros, e larguras da or dem de até centenas ou mesmo milhares de metros, delimitados por vários tipos de rochas cataclásticas. O movimento predo minante é transcorrente subhorizontal, apresentando portanto

-13-

pequeno rejeito vertical. Foram ativos pelo menos no final do Ciclo Brasiliano, havendo algumas evidências de que pos sam ser ainda mais antigos. São de grande importância para a compreensão da geologia regional, pois promovem uma estru turação geológica da região em blocos de falha, delimitados pelos falhamentos transcorrentes, com identidades litológi cas, metamórficas, estruturais, estratigráficas e geocrono lógicas próprias.

A evolução pós-brasiliana desses falhamentos está relacionada aos estádios de transição e reativação da Plata forma Brasileira (Sul-Americana), conforme definidos por ALMEIDA (1969). Particularmente na região em foco evoluiu no Mesozóico e Cenozóico um Sistema de "Rifts", denominado Sistema "Rift" da Serra do Mar (ALMEIDA, 1976).

Os movimentos verticais que deram origem às fei ções morfológicas e às bacias tafrogênicas deste Sistema de "Rifts" foram acompanhados por intenso magmatismo básico е Sua evolução foi fortemente condicionada pela alcalino. re de de falhamentos transcorrentes estabelecida ao final do Brasiliano, através de sua reativação com caráter normal.Fra ca atividade sísmica parece indicar que os falhamentos não estão totalmente inativos (HABERLEHNER, 1978, e HASUI & PON ÇANO, 1978).

Diversos autores propuseram anteriormente uma or<u>i</u> gem por falhamento ou Sistema de "Rift valley" para esse con junto de feições morfológicas e bacias sedimentares associa das (BACKHEUSER, 1926; MAULL, 1930; WASBURNE, 1930; PAES LE ME, 1930; MARTONNE, 1933; RUELLAN, 1944; FREITAS, 1944,1947, 1951a, b, 1956; ALMEIDA, 1953; AB'SABER & BERNARDES, 1956, etc.

Cabe a ALMEIDA (1955) a primeira descrição detalha da e identificação de falhamentos transcorrentes na região. Estudando a região da Serra da Cantareira, ao Norte da cida de de São Paulo estabelece aí a existência de um sistema de falhas transcorrentes antigas, com reativação de caráter nor

-14-

mal, a qual relaciona com a geomorfogênese da região e a or<u>i</u> gem da Bacia Sedimentar de São Paulo.

COUTINHO (1953) e FRANCO (1955) descrevem milon<u>i</u> tos e ultramilonitos na região de São Roque, SP.

Em 1965, BJÖNBERG, GANDOLFI & PARAGUASSU, em traba lho sobre a região Leste do Estado de São Paulo, afirmam que as falhas de rejeito horizontal prevalecem sobre as falhas normais em extensão. Assinalam a existência de um grande fa lhamento contínuo desde Parateí de Cima até São José dos Cam pos.

Em 1967, HENNIES, HASUI & PENALVA descrevem o fa lhamento transcorrente de Taxaquara, estabelecendo um esque ma evolutivo, que mais tarde é generalizado para todo siste ma regional de falhamentos transcorrentes. 0 falhamento de Taxaquara foi descrito inicialmente numa extensão de aproxi madamente 100 km, entre a sinéclise do Paraná e a Bacia Sedi mentar de São Paulo, cortando em pequeno ângulo as estrutu ras regionais, rochas ectiníticas e corpos graníticos do Blo co de São Roque, e rochas migmatíticas e granitóides do Blo co Cotia.

BRAUN (1972) afirma que o Escudo Brasileiro é re cortado por zonas de ruptura muito extensas, caracterizando--os como cinturões de rochas extremamente deformadas, com uma trama de falhas onde predominam as de caráter transcor rente de grande extensão, com largas zonas miloníticas. A estruturação geral é representada por falhas aproximadamente paralelas, ligadas entre si por falhas menores sigmoidais. A mais notável dessas zonas seria a do Rio Paraiba do Sul,que condiciona o vale desse rio, prolonga-se pelo Estado de São Paulo, sendo coberta pelos sedimentos da Bacia do Paranã е reaparecendo no Rio Grande do Sul.

Em 1975, ALMEIDA, HASUI & CARNEIRO identificam e descrevem o Lineamento de Além Paraíba. Foi descrito ini cialmente num trecho de 150 km, entre a estação Andrade Pin to e proximidades de Itaocara, Estado do Rio de Janeiro. Pos

-15-

sui destacada expressão topográfica, sendo caracterizado por larga faixa de blastomilonitos, que atravessa diagonalmente as estruturas da "Série Paraíba" (ROSIER, 1965). Segundo os autores, o lineamento descrito corresponde a uma grande fa lha transcorrente dextral, de rejeito desconhecido, bem ates tada pela deflexão das estruturas dos blocos adjacentes.Afir mam que as características do desenvolvimento dessa falha profunda, assim como a idade de suas sucessivas fases de ati vidades, ainda não podem ser precisadas, mas que certamente foi ativa no Pré-Cambriano Superior, após o metamorfismo do Ciclo Transamazônico, sendo suas relações com o Ciclo Brasi liano desconhecidas. Supõe por correlação com outras áreas que sua última fase de atividade seja brasiliana, já duran te o Paleozóico.

Nos últimos anos, diversos pesquisadores vêm real<u>i</u> zando trabalhos de mapeamento geológico sistemático na r<u>e</u> gião, estando a rede de falhamentos transcorrentes em boa parte mapeada, em geral em escala de semi-detalhe.Entre eles, destacam-se HASUI *et al*. (1969), COUTINHO (1972), HASUI(1973), SADOWSKI (1974), RIDEG (1974), ALGARTE *et al*. (1974), SILVA & FERRARI (1975), BRANDALISE *et al*. (1976), FREITAS (1976), CARNEIRO (1977), HASUI *et al*. (1977a, b, 1978), COSTA *et al*. (1978), SILVA *et al*. (1978), etc.

HASUI *et al*. (1975) propõe a denominação de Zona de Transcorrência São Paulo para a região em questão, const<u>i</u> tuindo esta um segmento caracterizado por uma complexa rede de falhamentos transcorrentes, dividindo a Região de Dobr<u>a</u> mentos Sudeste (ALMEIDA *et al.*, 1976) em duas porções.

HASUI & SADOWSKI (1976) realizaram sintese sobre a geologia e a evolução geológica do Pré-Cambriano a SE da cidade de São Paulo, descrevendo sua compartimentação em blo cos de falhas. Consideram que os falhamentos ocorreram num nível superficial da crosta, ocasionando fragmentação mecâni ca das rochas.

HASUI et al. (1977a, b, 1978) apresentam os resul

-16-

tados obtidos por extenso mapeamento na escala 1:100.000 đė todo o Leste paulista. Definem a rede de falhamentos trans correntes e a estruturação da área em blocos tectônicos. Con firmam a sequência de evolução estrutural desses falhamentos, assim como configurada por ALMEIDA (1955) e HENNIES et al. (1967). Sugerem que as intrusões de diabásio e rochas alca linas possuam um controle estrutural relacionado a esses fa lhamentos, Mapeiam em traços gerais a rede de falhas nor mais relacionadas às bacias sedimentares tafrogênicas e às. feições geomorfológicas. Retificam e fundamentam na estrutu ra da rede de falhamentos a compartimentação geomorfológica proposta por ALMEIDA (1964).

Indicam que, além de certamente estarem ativas du rante o Ciclo Brasiliano e reativadas no Meso-Cenozóico,exis tem "evidências de que estes falhamentos já estivessem im plantados pelo menos no Pré-Cambriano Médio".

Os termos litológicos presentes variam de protomi lonitos a ultramilonitos e até blastomilonitos. Em alguns trechos, apresentam fatias embutidas de xistos, interpretadas como encaixadas dentro das zonas de falhas pela componente vertical do rejeito.

Os maiores falhamentos são os de Taxaquara (possi velmente prolongando-se no de Além Paraíba, de ALMEIDA *et al.*, 1976). Cubatão (unindo-se ao de Taxaquara), Alto de Fartura (continuando no de Rio Preto, Minas Gerais), Buquira e Jun diuvira. Todos se caracterizam por uma zona de rochas cata clásticas de mais de 1.000 m de espessura. Supondo verdadei ra a continuidade entre os falhamentos de Taxaquara, Cubatão e Além Paraíba, estes correspondem à mais extensa estrutura desse tipo na região.

> 2.2 - Geologia da Região do Lineamento de Além Paraíba

ESCHWEGE (1932) apresentou possivelmente o primei.

-17--

ro esboço da geologia regional da área, num perfil entre a Baía da Guanabara e pouco além da cidade de Uberaba (Minas Gerais), alcançando o Estado de Goiás. Descreve a área que vai do topo da Serra do Mar até pouco além do vale do rio Paraíba como sendo constituída predominantemente de gnais ses, com intercalações de granitos, granitos-gnaisses, dia básios e gabros. O vale do Rio Paraíba do Sul seria cons tituído de faixas "granitos-gnaisses" em meio aos qnaisses regionais.

BRANNER (1919) mostra a região como pertencente ao "Complexo Brasileiro", de idade arqueana. Localiza os principais corpos de "rochas alcalinas pré-cretáceas", as bacias sedimentares terciárias e os sedimentos quaternários. Sobre o Estado do Rio de Janeiro afirma que "A geologia da região não tem muita variedade e geralmente as notas prin cipiam e acabam com a observação que as rochas são granitos e gnaisses".

LAMEGO (1938, 1946) afirma que o Rio Paraíba, a partir de Barra Mansa, entra na calha de um grande sincli nal, o qual constituiria todo interior do Estado do Rio, da borda da Serra do Mar até imediações da Serra da Mantiquei ra.

LEONARDOS & OLIVEIRA (1943) afirmam que, com ex clusão da Baixada Fluminense, todo o resto do Rio de Jane<u>i</u> ro pertence ao sistema orográfico da Serra do Mar, const<u>i</u> tuído essencialmente de gnaisses arqueanos, aqui e ali ass<u>o</u> ciados e calcários e dolomitos sacaróides e a pequenos mac<u>i</u> ços de granito laurentiano. De um modo geral, em toda Ser ra do Mar os granitos seriam abundantes no alto da Serra e iriam escasseando na direção do Rio Paraíba. Afirmam que este corre no fundo de um vale tectônico ("strike valley"), paralelo ã costa.

RUELLAN (1944), utilizando-se de métodos geomorfo lógicos fundamenta a origem por falhamento da Serra do Mar. Mostra que a Serra dos Órgãos (denominação local da Serra

-18-

do Mar) é um bloco falhado, adernado para o Norte, e o Vale do Paraíba nessa região formado numa depressão de ângulo de falha.

ROSIER (1953) esboça uma cronologia de eventos do Pré-Cambriano na Serra dos Órgãos, na região vizinha à cida de de Teresópolis. Estabeleceu a seguinte seqüência de eventos: 1) anfibolitos micáceos (para-anfibolitos na maior parte), com neossoma de material quartzo-feldspático; 2) complexo gnáissico, originado por granitização; 3) granitos pós-tectônicos; 4) microgranitos e pegmatitos; 5) diques de diabásio.

ROSIER (1957) apresenta mapeamento na escala 1:250.000 de parte do interior do Estado do Rio de Janeiro (ver Anexo 1). Descreve uma estrutura regional de "nappes" de estilo alpino (denominados "nappes" da Serra dos Órgãos e a do Desengano), relacionados com a orogênese assíntica (brasiliana). Estes teriam sido transportados sobre o ante país que teria como cobertura o que denominou de "Faixa Pa raíba", no vale do Rio Paraíba, de idade algonqueana. Na região de Três Rios, indica uma série de "Faixas laminadas". Interpreta estas feições e a própria Faixa Paraíba como de vidas a uma forte compressão lateral, por sua posição entre a frente do "nappe" e o antepaís. Não admite a existência na região de "faixas miloníticas" ou de "falhas de grande rejeito".

EBERT (1957) definiu e delineou as áreas de ocor rência de várias unidades litológicas na região Sul de <u>Mi</u> nas Gerais e Estado do Rio de Janeiro. Na região em que<u>s</u> tão ocorre a "Série Paraíba" (Neo-Algonqueano catazonal de granitização), e ao Norte desta, a "Série Juiz de Fora" (Neo-Algonqueano de charnoquitização), a "Série Andrelândia" (Neo-Algonqueano mesozonal) e a Formação Barbacena (Arquea no não especificado, com rochas graníticas e migmatíticas).

ROSIER (1967), no relatório anual do Diretor do D:G.M. do ano de 1962, comenta a existência no Vale do Paraí

-19-

ba no Estado do Rio de Janeiro, de um feixe de faixas de ro chas muito laminadas, com composição petrográfica de cará ter mesozonal, mais ou menos locais e descontinuas, que po dem ser incluídas numa "faixa geral laminada", com largura de até 3 ou 4 km, observada de Paraíba do Sul até Bom Jesus de Itabapoana. Segue inicialmente o eixo do Rio Paraíba, defletindo-se depois gradativamente para o Norte. Observa ainda que as águas minerais de Salutaris e de Santo Antônio de Pádua ocorrem sobre essa zona laminada.

ROSIER (1965) apresenta mapeamento na escala 1:500.000 de extensa área no Estado do Rio de Janeiro e re giões vizinhas (ver Anexo 1). Mostra que a direção das es truturas regionais descreve um grande arco, passando de pa ralela ao curso do Rio Paraíba do Sul (ENE), até N/S, na re gião de Caratinga. Delimita diversas unidades, sendo que a "Série Paraíba-Desengano" inclui a zona de Lineamento de Além Paraíba. Considera que esta foi formada durante a oro gênese assíntica, sendo constituída de charnoquitos, gnais ses diversos e migmatitos, com intercalações de mármores, quartzitos e gnaisses granitóides. Retifica as interpreta ções anteriores, de uma tectônica de "nappes" estilo alpino, julgando-as "não totalmente passíveis de prova".

EBERT (1967) define o Grupo Paraíba incluindo as Séries Paraíba e Juiz de Fora definidas anteriormente, e mo difica os termos Série Andrelândia e Formação Barbacena res pectivamente para Grupo Andrelândia e Grupo Barbacena.

EBERT (1968) define um novo esquema estrutural e estratigráfico para o Pré-Cambriano da região Sudeste. Del<u>i</u> mita uma faixa orogênica assíntica subdividida em dois r<u>a</u> mos: os Paraibides, de direção NE-SW, e os Araxaídes, de d<u>i</u> reção NW, contornando o antepaís. O limite entre os dois ramos seria uma grande falha (Campinas-Pinhal-Jacutinga--Ipuiuna-São Gonçalo-Varginha).

DELHAL *et al.* (1969) e CORDANI *et al.* (1973) realizaram estudo geocronológico regional no Sul de Minas Ge.

-20-

rais e Rio de Janeiro, por meio de determinações U/PB,Rb/Sr e K/Ar. Retificam as idéias sobre a evolução geológica re gional de ROSIER (1965) e EBERT (1968) e introduzem a idéia de três ciclos orogênicos sucessivos sobrepostos na região. As Formações Barbacena (gnaisses Mantiqueira) e Juiz de Fo ra seriam arqueanas com aproximadamente 2.800 m.a. Α For mação Paraíba do Sul seria transamazônica (2.070 m.a.) remo bilizada durante o Brasiliano (620 m.a.). As rochas da Ser ra dos Órgãos seriam brasilianas, com os gnaisses sintectô nicos formados a 620 m.a., os granitos pós-tectônicos a 540 m.a. e os pegmatitos a 500-470 m.a. Reomogeinização par cial a completa de Sr<sup>87</sup> ocorreu sobre todas as rochas da re gião a 450 m.a., e o fechamento do sistema K/Ar em hornblen das a 470-500 m.a. Diques de diabásio apresentaram idade de 113 + 6 m.a.

LIU et al. (1976) apresentam mapa geológico do Esta do do Rio de Janeiro na escala 1:500.000, baseado em inter pretação de imagens multiespectrais MSS do satélite LANDSAT - 1. Os critérios de interpretação basearam-se prin cipalmente na variação das formas do relevo. Distinguem três províncias topográficas distintas: o Vale do Rio Paraíba do Sul, a Serra do Mar e a Planície Costeira. No Pré-Cambriano, distinguem três grupos: Paraíba (subdividido nas unidades A, B e C), Serra dos Órgãos (subdividido nas unidades A, B e C) e complexo do Litoral Fluminense.

BRANDALISE et al. (1976) apresentam resultados de mapeamento 1:250.000 das Folhas Juiz de Fora (SF.23-X-D), Rio de Janeiro (SF.23-Z-B), Volta Redonda (SF.23-Z-A)e Ilha Grande (SF-23-Z-C) (ver Anexo 1). Agruparam as rochas Pré--Cambrianas em duas associações, denominadas Associação Pa raíba do Sul e Associação Barbacena. A Associação Paraíba do Sul foi subdividida num Complexo Charnoquítico e num Com plexo Migmatítico. Afirmam ainda que uma tectônica ruptu ral compressiva no Pré-Cambriano produziu falhas de rejeito horizontal, desenvolvendo extensas faixas cataclásticas. Os maiores falhamentos descritos são os de Guiricema, Rio

-21-

Preto, Conservatória, Barra Mansa, Ipiabas e Rio Paraíba do Sul - Médio Inferior.

SILVA & FERRARI (1976) apresentam resultados de mapeamento na escala 1:250.000 das Folhas de Macaé(SF.24-Y-A), Campos (SF.24-V-C), Caparaó (SF.24-V-A), Vitória (SF.24-V-B), Rio Doce (SE.24-Y-D) e São Mateus (SE.24-Y-B) (ver Anexo 1). As rochas Pré-Cambrianas foram agrupadas na Associação Paraí ba do Sul, subdividida nos complexos migmatíticos e charno quítico, conforme BRANDALISE *et al.* (1976).

FERRARI, DUPUY & BRENNER (1977) mostram que ocor rências de rochas alcalinas da Serra dos Tomazes, município de Piraí, RJ, encontram-se intrudidas em metatexitos, condi cionados por zonas miloníticas. Sendo estas constituídas por blastomilonitos de granulação fina, com porfiroclastos de microclíneo e faixas de quartzo estirado, tratando-se de falhamentos transcorrentes, que correspondem à continuidade do Lineamento de Além Paraíba para SW.

SILVA et al. (1978) apresentam mapeamento na esca la 1:250.000 das Folhas Franca (SF.23-V-A), Furnas(SF.23-V-B), Divinopolis (SF.23-X-A) e Barbacena (SF.23-X-C). Para 0 problema em questão, interessa a porção SE da Folha Barbace na (ver Anexo 1). Al ocorrem o Complexo Charnoquítico da Associação Paraíba do Sul, e a Associação Barbacena (confor me BRANDALISE et al., 1976), subdividida nos Complexos Pie dade (gnaisses bandados micaxistos, cataclasitos e gnaisses sieníticos), Andrelândia (micaxistos granatíferos, quartzi tos, gnaisses bandados e xistos verdes), e Complexo Migmatí tico-gnáissico.

COSTA & MARCHETO (1978) e COSTA *et al*. (1978 a,b) apresentam os resultados de mapeamento em escala 1:50.000 das Folhas Cambuci, São João do Paraiso, Italva e São Fide lis (ver Anexo 1). Os critérios de mapeamento foram estabe lecidos em seminário promovido pelo Departamento de Recur sos Minerais do Estado do Rio de Janeiro (1978). Mostram que as rochas granulíticas sofreram um processo polifásico

-22-

e possivelmente policíclico de deformação e metamorfismo.

2.3 - Geologia da Folha de Três Rios (IBGE, SF. 23-Q-II-2)

As primeiras referências à geologia da área são devidas a LEONARDOS (1935, 1939) descrevendo ocorrência de garnierita associada a pequeno maciço peridotítico em meio a gnaisses regionais (situada pouco a Sul da área mapeada em detalhe neste trabalho) e ocorrência de calcário em Mou ra Brasil. O calcário apresenta estrutura sacaróide, colo ração branco leitosa e composição dolomítica, com transição suave, pela aquisição de minerais silicatados, para leptin<u>i</u> dos e biotita gnaisses regionais.

O mapa apresentado por ROSIER (1957), mostra que a área da Folha de Três Rios situa-se na "Faixa do Paraíba", ocorrendo basicamente plagioclásio-biotita-granada-sillimanita-gnaisses, localmente "conglomeráticos". Mostra a ocor rência de três faixas de gnaisses granitóides, uma ao Norte do Rio Paraíba, e duas ao Sul deste, respectivamente ao Nor te e ao Sul da localidade de Bemposta. Indica também três faixas de quartzitos, uma a Norte de Bemposta, e duas a Sul desta. Na região de Chiador, indica a ocorrência de plagio clásio-augita-hornblenda-gnaisses e plagioclásio-microclíneo--hornblenda-biotita-gnaisses. Nas proximidades do Rio Pa raíba do Sul, entre as localidades de Paraíba do Sul e a con fluência com o Rio Paraibuna, indica a ocorrência de "fai xas laminadas", um pequeno corpo de gnaisses charnoquíticos (plagioclásio-biotita-hiperstênio-gnaisses e microclíneo-oli goclásio-hiperstênio-gnaisses), além de dois diques de dia básios e basaltos. Ocorrem ainda na área dois pequenos cor pos de mármore, entre Moura Brasil e Bemposta. Destacam-se o formato alongado e o paralelismo dos corpos mapeados, as sim como a atitude vertical e subvertical das estruturas.Os gnaisses charnoquíticos passam a ocorrer em áreas maiores apenas a NW do Rio Preto, fora da Folha de Três Rios.

-23-

Os dados radiométricos levantados por DELHAL et $\alpha l$ . (1969) e CORDANI et  $\alpha l$ . (1973) concentram-se em grande parte da área da Folha de Três Rios, sendo discutidos mais adiante (item 3.8).

Em 1978, o Departamento de Geologia da UFRJ, em estágio de campo do Curso de Graduação, realizou perfil geo lógico na escala 1:20.000 da Rodovia BR-040, entre 👘 Bingem (Petropólis) até a divisa com o Estado de Minas Gerais. 0 trabalho de graduação de VASCONCELOS & MIRANDA (1978) abran ge trecho desse perfil praticamente coincidente com a área de detalhe do presente trabalho. Mostram a ocorrência de uma faixa de cerca de 10 km de milonito-gnaisses e miloni tos, correspondentes ao Lineamento de Além Paraíba, ladeada por migmatitos estromatíticos. Descrevem várias litologias de ocorrência menor, como calcossilicatadas, charnoquitos e quartzitos, assim como as estruturas observadas.

#### 3 - ÁREA DE TRÊS RIOS

### 3.1 - Localização da Área Escolhida e Trabalhos Realizados

Após a seleção e análise de mapas topográficos, imagens de satélite e bibliografia referentes à região na qual o Lineamento de Além Paraíba foi originalmente descri to partiu-se para uma fase de reconhecimento preliminar no campo, na extensão do Lineamento desde a Via Dutra (BR-116), pouco a Sul de Volta Redonda, até pouco a nordeste de Além Paraíba. Realizou-se caminhamentos geológicos transversais à Zona de Rochas Blastomiloníticas nas localidades de Além Paraíba, Três Rios, Paraíba do Sul e Andrade Pinto. Α área de Três Rios mostrou-se ser a que oferecia melhores co<u>n</u> dições em termos de acesso e afloramentos existentes, além de oferecer problemas geológicos interessantes. É cortada por rodovias importantes, como a BR-339 (Volta Redonda-Itaperuna) a BR-116 (Rio-Bahia) e a BR-040 (Rio-Belo Horizonte). Por ocasião dos trabalhos de campo executava-se no trecho Petró polis-Três Rios da BR-040 trabalhos de duplicação e retifi cação do trajeto, dispondo-se de afloramentos de rochas fres cas quase que contínuos ao longo de um perfil perpendicular à direção das estruturas. A área também é cortada por vá rios troncos e ramais ferroviários, oferecendo bons aflora mentos. Para fornecimento de brita para as ferrovias e ro dovias,foram abertas diversas pedreiras, além de lavras de dolomito para uso na indústria siderúrgica e como corretivo de solos, e de quartzitos (alterados) para uso no leito das estradas em construção. Afora isso, a área é cortada por três grandes rios,o Paraiba do Sul,o Paraibuna e o Piabanha, os quais,durante a época da vazante,oferecem ótimos aflora mentos de rochas frescas em seus leitos, por vezes com cente nas de metros de extensão.Uma boa malha de estradas subsidiá rias e de acesso a sítios e fazendas garante a penetração no restante da área. Trata-se também de uma área que possuile vantamentos geológicos de semi-detalhe (ROSIER, 1957, 1965;

-25-

BRANDALISE *et al.*, 1976) e estudos geocronológicos relativa mente detalhados (DELHAL *et al.*, 1969; CORDANI *et al.*,1973). Todos estes fatores fizeram com que fosse escolhida para ma peamento de detalhe.

Como base topográfica, adotou-se a Folha de Três Rios, escala 1:50.000 (IBGE, SF.23-QII-2, 1966). Utilizou-se também os levantamentos aerofotogramétricos da SACS-PROSPEC (escala 1:36.000) e USAF (escala 1:60.000).

Em função dos objetivos propostos, não se julgou necessária a apresentação de mapa geológico abrangendo toda Folha de Três Rios, mas apenas uma área mínima que contives se a faixa de rochas intensamente deformadas e porções ime diatamente contíguas dos blocos adjacentes. A localização dessa área escolhida encontra-se ilustrada na Figura 1 (mapa de localização) e Anexo 2 (mapa de pontos de afloramentos). Totaliza 550 km<sup>2</sup>.

Segundo a metodologia de trabalho esboçada no Capí tulo 1, foram descritos no total (incluindo toda Folha de Três Rios e porção adjacente da Folha de Paraíba do Sul) 256 pontos (que podem realmente corresponder a afloramentos "pon tuais" no mapa, ou simplesmente servir de referência à loca lização de afloramentos ou perfis maiores, continuos por até centenas de metros). Foram coletadas 223 amostras, prepara das e analisadas 165 seções delgadas e uma seção polida. Den tro da área do esboço geológico apresentado (Anexo 3) foram descritos 183 pontos. Algumas áreas receberam maior atenção e detalhe, como aquela em torno do Rio Paraíba do Sul, desde pouco a montante da cidade de Três Rios até sua confluência com os Rios Paraibuna e Piabanha. A distribuição dos pontos de descrição, amostras coletadas e seções delgadas prepara das, encontra-se indicada no Anexo 2.

3.2 - Estruturação Geológica

Na área mapeada pode-se caracterizar três unidades

MAPA DE LOCALIZAÇÃO



Campanho , 1980 Desenho: Wilson R. Leão FIGURA I

litológico-estruturais distintas: A Zona de Rochas Blastomi loníticas, o Bloco NW e o Bloco SE, estes dois últimos adja centes à Zona de Rochas Blastomiloníticas e preservados da cataclase e deformações intensas. A Zona das Rochas Blasto miloníticas por sua vez, pode ser subdividida em Zona Prin cipal de Deformação e zonas de transição, a NW e a SE, sepa rando a Zona Principal de Deformação dos blocos adjacentes. Esta estruturação encontra-se ilustrada na Figura 2, estando representadas também as faixas nas quais se supõs que ocor reram os últimos movimentos transcorrentes, conforme é discu tido mais adiante.

Por Zona Principal de Deformação entende-se aqui uma faixa com cerca de 3 km de largura, constituída prepon derantemente por rochas com feições cataclásticas muito cons pícuas, tanto macro como microscopicamente, porém fortemente recristalizadas. Apresentam uma intensa foliação vertical a subvertical, extremamente conspicua e laminar, com dobras in trafoliais, cerradas e fortemente transpostas, assim como in tenso padrão de lineações subhorizontais. Constituí-se na escala 1:50.000, de faixas paralelas com predominância de blastomilonitos ou milonito-gnaisses. As zonas de transição correspondem a faixas imediatamente contíguas à Zona Princi pal de Deformação. Nestas as estruturas cataclásticas, a fo liação vertical a subvertical, o padrão de dobramento е transposição da Zona Principal de Deformação, assim como as lineações subhorizontais, impõe-se sobre as estruturas meta mórficas anteriores, sem destruí-las totalmente e preservan do freqüentemente blocos de rochas pouco afetadas pela defor mação. Estes são observáveis em todas as escalas, e às ve zes mapeáveis na escala 1:50.000. As rochas predominantes são milonito-gnaisses.

A Zona de Transição NW possui aproximadamente 1,5 km de largura, com uma faixa de migmatitos estromatíticos in tercalada nos milonitos-gnaisses. A Zona de Transição SE possui cerca de 4,5 km de largura, apresentando estruturação

-28-

mais complexa, com intercalações de corpos alongados de ro chas preservadas da deformação intensa, incluindo migmati tos, rochas carbonáticas e granulitos. A Zona de Rochas Blastomiloníticas possui no total uma largura de aproximada mente 9 km.

Os blocos adjacentes constituem-se de rochas meta mórficas de médio e alto grau não afetadas pela deformação intensa, a não ser localmente. O bloco a NW da Zona de Ro chas Blastomiloníticas constituí-se, dentro da área mapeada, de gnaisses bandados com migmatização incipiente, que pas sam gradualmente no canto NW da área mapeada para rochas de aspecto granitóide. O Bloco SE constituí-se de uma faixa de quartzitos e migmatitos estromatíticos indiferenciados na escala de mapeamento, seguida de uma faixa central de migma titos com estrutura nebulítica predominante, passando para migmatitos estromatíticos no canto SE da área mapeada.

O contato entre algumas unidades na Zona de Rochas Blastomiloníticas por vezes é relativamente brusco e retili Eventualmente foram encontradas nesses contatos neo. fai xas métricas de blastomilonitos muito finos e foliados. Uma das interpretações possíveis para estas feições é de que correspondem a faixas nas quais concentraram-se os movimen tos transcorrentes tardios, como está representado na Figu ra 2, seccionando a Zona de Rochas Blastomiloníticas. Fa lhas transcorrentes menores foram observadas com atitudes em torno de N/S, com rejeitos em geral não representáveis na escala adotada.

## 3.3 - Condicionantes Geológicos da Fisiografia

A morfologia e o padrão de drenagem encontram-se fortemente relacionados com a estruturação geológica da área.

Os três principais rios que cortam a área, o Paraí ba do Sul, o Paraibuna e o Piabanha, tem seus cursos forte mente condicionados pelas direções estruturais. O primeiro

-29-

# ESTRUTURAÇÃO GEOLÓGICA

ÁREA DE TRÊS RIOS



a grosso modo, atravessa a área paralelamente à foliação, e os outros dois perpendicularmente. O Rio Paraíba do Sul `p**e** netra na área mapeada na cota de 275 m em relação ao nivel do mar, saindo desta na cota de 235 m. Seus cursos apresen tam padrão retangular, encaixados em estruturas paralelas ã foliação (N70E) e em fraturas oblíquas a esta (N30W e N/S).A drenagem mais fina, dentro da Zona de Rochas Blastomiloníti cas, tem um padrão em treliça quase que perfeito. Nos blo cos adjacentes, a drenagem mais fina tende para um padrão mais dentrítico, embora os cursos d'água principais freqüen temente tendam a seguir a direção da foliação, ou são às ve zes perfeitamente retilíneos, encaixados em lineamentos de direção N/S. A direção de fraturamento N30W também mostra por vezes forte influência.

A morfologia da área apresenta-se também fortemen te condicionada pelas estruturas e litologias locais, cuja influência se sobrepõe ao padrão regional, que corresponde a uma superfície de aplainamento, soerguida e basculada por f<u>a</u> lhamentos normais (bloco da Serra dos Örgãos, ver RUELLAN, 1944).

A Zona de Rochas Blastomiloníticas corresponde a uma faixa deprimida, com relação aos blocos adjacentes, com uma porção central mais elevada (ver perfis, Anexo 6).

O Bloco NW não possui um destaque muito grande em relação à Zona de Rochas Blastomiloníticas, como se vê nos perfis, apresentando uma elevação das cumeadas gradativa e suave para NW atingindo dentro da área a cota máxima de 555m em relação ao nível do mar.

Já o Bloco SE apresenta-se como uma superficie dis secada com cota máxima de 878 m. Esta termina aproximadamen te junto ao limite com a Zona de Transição SE, a qual se mos tra arrasada. Para o Sul, as cotas das cumeadas elevam-se gradativamente, atingindo 1.200 m no limite Sul da Folha de Três Rios. Dentro da área, as elevações principais recebem os nomes de Serra do Monte Alegre, Mundo Novo, dos Portões, da Cotia, do Tubarão e Mãe Joana.

Na região central da Zona de Rochas Blastomiloniticas configura-se uma morfologia de serrotes retilíneos. e paralelos entre si, com as respectivas cumeadas a diferentes alturas, bem distintas, configurando um relevo escalonado (ver Foto 1 e perfis, Anexo 3). Estas elevações apresentam--se em mapa como faixas, de largura regular (com faixas des de 0,3 até 1,1 km de largura), extensas por vários quilôme tros, e separadas por depressões pouco profundas, estreitas e extremamente lineares também com quilômetros de extensão. Na altura da cidade de Três Rios estas feições recebem a de nominação local de Serra Boa Vista. A faixa mais elevada, corresponde a crista da Serra Boa Vista, com cota máxima de 679 m. A faixa mais rebaixada possui o ponto mais elevado na cota de 341 m.

Os milonito-gnaisses "b", das zonas de transição, correspondem em geral às áreas mais arrasadas, com cotas nos pontos mais baixos que podem chegar a 280-300 m. No entanto, dentro das áreas mapeadas com essa litologia, são freqüentes também os pontos mais altos, atingindo um máximo de 656 m lo go a NW da área mapeada. Além disso, as intercalações maio res, mapeáveis, de rochas preservadas da deformação intensa (migmatitos em geral), dentro das zonas de transição, corres pondem normalmente a elevações alongadas, de contornos sua vemente curvilíneos. São exemplos destas últimas feições as Serras do Mato Alegre e da Carioca. Podem atingir cotas de 520 m (Serra do Mato Alegre) e 542 m (Serra da Carioca).

#### 3.4 - Litologias

A descrição das diversas litologias é feita de acordo com os critérios e nomenclatura expostos no Capítulo 1.

3.4.1 - Rochas Blastomiloníticas

Mesoscopicamente, são rochas fortemente foliadas e bandadas, com bandamento regular e laminar, observável por dezenas a centenas de metros (ver Fotos 2, 3, 5 e 6).

Apresentam uma textura dual típica. Observa-se uma fração de porfiroclastos, com feições de deformação conspí cuas. E uma fração em geral mais fina, em forma de matriz granoblástica a granolepidoblástica recristalizada ou neofor mada segundo as condições refletidas por sua paragênese, sen do em geral isenta de deformação (Fotos 7 a 10).

Os pofiroclastos representam relíquias de uma asso ciação mineralógica anterior de fácies granulito,observando--se porfiroclastos de plagioclásio (oligoclásio),microclíneo, mesopertita, pertita, antipertita, quartzo, granada, diopsí dio, hornblenda, hiperstênio, sillimanita, opacos. Em geral, encontram-se duas associações distintas, uma com predominân cia de piroxênios e anfibólios, e outra com predominância de feldspatos.

Microgranulação nas bordas dos grãos deformados é uma feição comum a todos os porfiroclastos. Quando se tr<u>a</u> tam de granadas, piroxênios e minerais opacos, esses cri<u>s</u> tais menores microgranulados são claramente cataclásticos, mas em outros minerais mostram-se em geral isentos de deformação. Quase todos os porfiroclastos mostram formas arredondadas ou elipsoidais, neste últim caso sempre com o eixo maior paral<u>e</u> lo à foliação da rocha (Fotos 35 a 40).

Extinção ondulante é regra em porfiroclastos de feldspatos, anfibólios, piroxênios, sillimanita e quartzo. O plagioclásio mostra geminações polissintéticas encurvadas, mas não falhadas ou fraturadas. O quartzo como porfiroclas tos é raro, ocorrendo em geral recristalizado na forma de quartzo planar. Granada apresenta-se em geral fraturada, com formas arredondadas e minerais recristalizados nos interstí cios abertos pelas fraturas; não foram encontradas evidên

-33-
cias nítidas de rotação. Diopsídio e hiperstênio, encontram--se normalmente fraturados, com freqüência parcialmente trans formados em hornblenda, recristalizada, sem deformações. Me sopertitas e pertitas encontram-se com freqüência parcial ou quase totalmente transformadas em microclíneo. Essa micro clinização aparenta começar nas regiões mais deformadas do A sillimanita, quando ocorre como porfiroclastos, apre grão. senta certas bordas serrilhadas, extinção ondulante fracamas observável e formato irregular, podendo-se em alguns casos . observar-se vestígios da forma original.

A matriz apresenta-se com texturas de granoblásti ca a granolepidoblástica, com associações mineralógicas de fácies anfibolito, contendo plagioclásio (oligoclásio), bio tita, quartzo, microclíneo, sillimanita, hornblenda, apatita, opacos. Essa matriz encontra-se frequentemente poligonizada, com texturas de equilíbrio plenamente desenvolvidas, formando um mosaico de grãos com aparência hexagonal, com pontos trí plices de contatos em ângulos aproximadamente iguais (Fotos 7 a 10). Em algumas lâminas a matriz constituí-se predominan temente de microclíneo. A textura granolepidoblástica é da da pela orientação das biotitas, quando estão presentes, sen do que os demais minerais apresentam-se num agregado granu lar, poligonizado. Tanto os minerais da matriz como o quart zo em forma planar em geral não apresentam extinção ondulan te. Ou apresentam muito fracamente, a não ser localmente, quando também podem ocorrer outras evidências de deformação. Eventualmente, outros minerais de tamanho equivalente aos da matriz são encontrados (piroxênio, granadas), mas em geral apresentam características cataclásticas. Muscovita e clori ta são localmente encontradas mostrando em geral evidências de serem produtos de alteração de biotita, feldspatos, anfi bólios e piroxênios. Muito raramente, as biotitas são encon tradas com lamelas deformadas.

As rochas blastomiloníticas possuem como caracte rística textural microscópica mais proeminente uma forte fo

-34-

liação dada por placas de quartzo planar ("flatten-quartz", "ribbon-quartz", quartzo discóide) e pela orientação de lame las de biotita, além da orientação dos porfiroclastos. O quartzo planar forma placas constituídas de vários grãos de quartzo em geral isentos de qualquer feição de deformação, com contatos entre si amebóides, apresentando orientações crista lográficas ligeiramente diferentes, evidenciadas pelas diferentes posições de extinção dos grãos (Fotos 9, 17, 35 e 37). Observam-se às vezes pequenas inclusões dispostas em arranjos retilíneos dentro do grão de quartzo, demarcando provavelmen te o antigo agregado cristalino deformado, antes de sofrer re cristalização.

-35-

Sombras de pressão freqüentemente desenvolvem-se em torno dos porfiroclastos, principalmente nas suas extremi dades, encontrando-se aí as mesmas associações mineralógicas da matriz, com bordas de equilíbrio bem desenvolvidas e fre qüentemente envolvidas por cordões de quartzo planar, que con tornam o porfiroclasto e as sombras de pressão (Fotos 7 e 8). Também a microgranulação de feldspatos e quartzo desenvolve texturas de equilíbrio nas bordas dos cristais configurando texturas "em moldura". Eventualmente todo o porfiroclasto é transformado numa massa de cristais menores com textura po ligonizada, podendo-se em alguns casos se notar a forma ori ginal do porfiroclasto.

Perpendicularmente à foliação da rocha observa-se, mesmo em lâmina, variações pronunciadas na textura e composição mineralógica (Fotos 38 e 40), fornecendo na escala mesos cópica o bandamento pronunciado a laminar dessas rochas. Ocor rem no sentido lateral pronunciadas variações composicionais na matriz, com bandas bem definidas, com contatos graduais ou bruscos na escala microscópica, constituídas por variação na quantidade de biotitas. Também nos porfiroclastos, ocorrem bandas mais máficas (com piroxênios e anfibólios) e bandas mais félsicas (com feldspatos dominantes). Ocorrem ainda va riações na quantidade de granadas nas várias bandas. Notam-se também bandas e porções mais ou menos microclinizadas, porém tal variação é mais difusa. Em alguns blastomilonitos finos, a matriz é quase que totalmente constituída de microclíneo, dando uma cor fortemente avermelhada à rocha, de aparência afanítica. Texturalmente apresentam-se variações laterais na quantidade e tamanho dos porfiroclastos. Em lâmina é comum observar-se em matriz mais fina dominante, longos alinhamen tos de porfiroclastos, em geral de um só tipo de mineral (hi perstênio, diopsídio, sillimanita, opacos, etc.).

No caso da sillimanita, é possível observar-se um cristal maior deformado, seguido de uma longa esteira de cristais menores recristalizados.

As rochas blastomiloníticas foram diferenciadas no campo e em lâmina, em milonito-gnaisses e blastomilonitos.Ca da um desses tipos por sua vez foi subdividido em outros dois, de acordo com suas características de deformação. Fo ram ainda descritas rochas com deformação incipiente, inte<u>r</u> mediárias entre as rochas blastomiloníticas e as não defor madas.

Blastomilonitos tipo "b" (Pebb) - Ocorrem tipica mente na Pedreira Moura Brasil (Tabaiara). Possuem a apa rência de gnaisses finamente cristalinos, foliados e lamina dos com raros porfiroclastos visíveis a olho nu. Εm seção delgada, mostram que o bandamento pronunciado que apresentam, constituí-se de bandas alternadas, mais ou menos ricas em biotitas. Em seção delgada a matriz recristalizada, poligo nizada, com cordões de quartzo planar, predomina francamente sobre a porção de porfiroclastos (Fotos 3, 6 e 17).

<u>Blastomilonitos tipo "a" (PEba)</u> - Ocorrem tipica mente na margem direita do Rio Paraíba do Sul, em cortes da estrada que contorna a cidade de Três Rios pelo lado Oeste. Também na margem esquerda do Paraíba do Sul, no leito retifi cado da BR-040 (Rio-Belo Horizonte), 200 m depois de cruzar o rio, e em cortes da estrada de ferro e estrada de rodagem, na altura em que cruzam o Rio Paraibuna, próximo a Três Rios.

-36-

Mostram aparência muito fina, afanítica, muito semelhante a quartzitos finos ou a "chert". Apresentam-se às vezes cons picuamente bandados, e outras vezes totalmente homogêneos. Em lâmina mostram granulação muito fina. Às vezes possuem lamelas de biotita deformadas em meio a matriz, sendo estas preservadas da deformação em sombras de pressão de porfiro clastos. Mostram às vezes feições como cordões de quartzo planar dobrados e/ou fraturados, com extinção ondulante, е planos de crenulação cortando obliquamente a foliação ante rior. Observa-se eventualmente a microclinização da matriz e também às vezes grandes porfiroclastos isolados de micro clineo, com dimensões que podem exceder 5 cm (Fotos 18 e 20).

<u>Milonito-gnaisses tipo "a" (Pébga)</u> - Apresentam estrutura "flaser" típica, com porfiroclastos maiores (até centimétricos) em grande quantidade, em geral de feldspatos, alinhados e em forma de "olhos" ovalados. Possuem forte f<u>o</u> liação e texturas cataclásticas conspícuas com bandamento e acentuada variação de texturas no sentido perpendicular à foliação. Ocorrem tipicamente no leito e margens do Rio P<u>a</u> raíba do Sul, sob a ponte do trajeto retificado da BR-040 (Rio-Belo Horizonte) (Fotos 2, 16, 24 e 25).

<u>Milonito-gnaisses tipo "b" (Pébgb)</u> - Ocorrem tipi camente nas zonas de transição. Apresentam características de deformação menos claras, e mega-cristais menores e menos abundantes que o tipo "a". Mesoscopicamente, possuem estru tura de gnaisses oftalmíticos. Em lâmina normalmente é pos sível estabelecer seu caráter cataclástico. Porém em alguns casos, mesmo assim tal tarefa é difícil, observando-se um conjunto de cristais maiores xenomorfos, em meio à matriz fina, porém sem que os primeiros denotem características de deformação extremamente nítidas (Foto 15).

Rochas com deformação incipiente - Tanto na Zo na de Rochas Blastomiloníticas como fora dela, é comum observar-se rochas que, em seção delgada, possuem caracte rísticas de cataclase incipiente. Em geral apresentam tex tura granoblástica ou granolepidoblástica grosseira, com cristais maiores com extinção ondulante e geminações encurva das, com texturas em moldura nas suas bordas, sendo os in terstícios estreitos entre os maiores cristais deformados, preenchidos por agregados finos recristalizados (Foto 14).Em bora sejam relativamente freqüentes, não formam corpos mapeá veis na escala adotada.

3.4.2 - Migmatitos

<u>Nebulitos</u> - Ocorrem numa faixa maior dentro do Blo co SE, podendo também ser encontrados em corpos de formato alongado preservados dentro da Zona de Transição SE e no can to NW da área mapeada.

Em amostras manuais ou em pequenos afloramentos, es tas rochas poderiam ser descritas como granitóides, gnaisses grosseiros e homogêneos, migmatitos ou gnaisses com estrutu ra oftalmítica. Nas melhores exposições no entanto, obser va-se que a estrutura nebulítica predomina, porém localmente com associações complexas de migmatitos de estruturas oftal mítica, estromatítica e agmatítica. Os contatos entre os vá rios tipos são normalmente difusos e gradacionais.

Microscopicamente, estas rochas apresentam textu ras granoblásticas e granolepidoblásticas, com granulação va riável (Foto 13). Quando bandadas, apresentam bandas mais biotíticas, granolepidoblásticas, e bandas mais grosseiras, granoblásticas. As associações mineralógicas mais comuns são de plagioclásio, quartzo e biotita, sendo comuns o micro clíneo e alteração de biotita em muscovita, podendo também ser encontrados granada, sillimanita, zircão e apatita.

<u>Oftalmitos</u> - A estrutura oftalmítica é normalmente encontrada associada com outros tipos de estruturas migmat<u>í</u> ticas, sendo localmente predominante. Eventualmente torna--se difícil a distinção entre oftalmitos verdadeiros e mil<u>o</u> nito-gnaisses tipo "b", com texturas cataclásticas pouco n<u>í</u> tidas. Não foram encontrados corpos com predominância de oftalmitos, representáveis nesta escala de mapeamento.

Estromatitos - migmatitos com estruturas estromati ticas foram mapeadas em um corpo alongado na Zona de Transi ção NW, no canto SE da área, e em associação com quartzitos no Bloco SE e no Bloco NW. Fora isso, encontram-se frequen temente associados a outros tipos de migmatitos. Nos corpos citados possuem em geral paleossoma gnáissico, de textura granolepidoblástica, com microclíneo, biotita, plagioclásio, quartzo, opacos, apatita. O neossoma é quartzo-feldspático, com textura granítica. Muito raramente apresentam paleosso ma xistoso, configurando tipos mais heterogêneos. Melanos soma e leucossoma são às vezes observados, sendo o primeiro representado por faixas estreitas preponderantemente biotíti cas orlando os paleossomas.

<u>Agmatitos</u> - Foram observados localmente, em corpos não mapeáveis na escala adotada. São encontrados associados aos granitóides e nebulitos do Bloco SE, e também a rochas da Zona Principal de Deformação, neste último caso com p<u>a</u> leossoma granulítico e/ou blastomilonítico.

3.4.3 - Gnaisses Bandados

Ocorrem tipicamente no Bloco NW, numa faixa larga em contato com as rochas blastomiloníticas, ou ainda associ<u>a</u> dos a milonito-gnaisses e migmatitos das zonas de transição.

Normalmente apresentam alguma migmatização. Porém, como em regra o neossoma perfaz menos que 20% do volume da rocha, não foram denominadas de "migmatitos".

No Bloco NW possuem bandas gnáissicas, com textu ras granolepidoblásticas, félsicas (com microclíneo em quan tidade variável, biotita, plagioclásio, quartzo, apatita,opa cos, e às vezes hornblenda), bandas de composição anfibolí tica (hornblenda, plagioclásio, carbonato, zircão, apatita)e

-39-

raramente granulíticas (diopsídio, granada, quartzo, plagio clásio, carbonato, zircão, apatita).

Ocorrem também em faixa constituída de associação indiferenciada de milonito-gnaisses e migmatitos estromatí ticos, na Zona de Transição SE. Observam-se bandas gnáissi cas, granolepidoblásticas (com granada, biotita, quartzo,mus covita, sillimanita, plagioclásio, opacos), com quantidade variável de biotitas, bandas calcossilicatadas, raras (com microclíneo, diopsídio, biotita, plagioclásio, escapolita,car bonato, anfibólio, opacos), e bandas máficas (com diopsídio, escapolita, quartzo, biotita).

#### 3.4.4 - Quartzitos

Ocorrem principalmente associados com migmatitos estromatíticos no Bloco SE e no canto NW da área mapeada. Em menor proporção ocorrem associados com nebulitos e granitói des do Bloco SE, e milonito-gnaisses da Zona de Transição SE, a NE de Bemposta. Embora possam ser relativamente espessos, são difíceis de serem mapeados, pois freqüentemente são des continuos, e apresentam transições graduais e difusas para os migmatitos através do aumento relativo da quantidade de feldspatos e micas. É possível também que estruturas de re dobramento compliquem a forma desses corpos. Por estes moti vos, não foram representados em mapa como corpos isolados, mas sim em associações litológicas. Além do quartzo, são en contrados comumente biotita, muscovita, sillimanita e micro clíneo. Apresentam em geral texturas granulares e granoblás ticas, eventualmente com orientação das lamelas de biotita. Mostram por vezes bandamento, com bandas mais quartzosas е bandas mais impuras.

3.4.5 - Rochas Granulíticas

Paragêneses de fácies granulito estão representa

das pelas associações mineralógicas dos porfiroclastos de ro chas blastomiloníticas (hiperstênio, diopsídio, granada, me sopertita, pertita, plagioclásio, quartzo, hornblenda, etc.), por enclaves tectônicos e "boudins" de rochas granulíticas não deformadas dentro da Zona de Rochas Blastomiloníticas, não mapeáveis na escala adotada, e por bandas centimétricas ra ras nos gnaisses bandados no Bloco NW. Porém neste último caso, sem paragêneses comprovadamente diagnósticas (ver item 3.4.3). As principais ocorrências estão assinaladas no mapa Trata-se em geral de granulitos básicos, com tex geológico. turas granoblástica e granolepidoblástica , quase sempre com alguma evidência de cataclase, de granulação variável, com associações de hornblenda, diopsídio, hiperstênio, plagioclá sio, quartzo, apatita e opacos; e também de magnetita, quart zo, hiperstênio e plagioclásio (Foto 11). Encontram-se even tualmente migmatizados.

3.4.6 - Rochas Carbonáticas e Calcossilicatadas

São encontradas principalmente na Zona de Transi ção SE, em dois corpos com largura decamétrica e esparsada mente em outras unidades em bandas centimétricas a métricas, e na forma de "boudins". As principais ocorrências estão as sinaladas no mapa geológico. Variam desde mármores dolomí ticos bastantes puros, recristalizados e grosseiros até ro chas calcossilicatadas, impuras, foliadas e de granulação fi Mostram bandamento composicional difuso. na. Cristais maio res mostraram granulações de borda e outras evidências de de formação, como estrias e lineações, mas são sempre fortemen te recristalizadas.

As rochas carbonáticas impuras mostram associações de: a) carbonato, diopsídio, olivina, clorita; b) carbonato, escapolita, granada, diopsídio, quartzo, plagioclásio e c) microclíneo, diopsídio, biotita, plagioclásio, escapolita, opacos, anfibólio. Parecem ocorrer como mineral carbonático tanto calcita como dolomita.

-41-

#### 3.4.7 - Anfibolitos

A ocorrência de rochas de composição anfibolítica é comum na forma de bandas em gnaisses e rochas blastomilo níticas, e em paleossomas de migmatitos. Também aparecem comumente na forma de "boudins". Dentro da Zona Principal de Deformação apresentam comumente texturas blastomiloníti cas (Foto 12). Quando pouco afetados pela deformação podem apresentar texturas nematoblásticas e granoblástica. Apre sentam-se tanto associações com hornblenda, biotita, quart zo, plagioclásio, apatita, opacos, como associações conten do quantidades menores de diopsídio e hiperstênio, em parte transformando-se em hornblenda (granulitos anfibolitizados).

3.4.8 - Rochas Intrusivas

São relativamente comuns dentro da Zona Principal de Deformação, diques de diabásio, que penetram por fratu ras, cortando todas as estruturas anteriores. Uma amostra da qual foi feita seção delgada, mostra textura subofítica. com plagioclásio,clinopiroxênio, opacos, olivina e hornblen da (rara).

Foram encontrados também dois pequenos diques de lamprófiros, com espessuras centimétricas e extensões obser váveis em afloramento de metros a dezenas de metros (Foto 49). Um corta blastomilonitos da Zona Principal de Deforma ção (Pedreira Moura Brasil) e outro, migmatitos do Bloco SE. Próximo à parede do dique apresentam fenocristais de bioti ta orientados, e na parte central caoticamente distribuídos. A matriz mais fina mostra textura ladrilhada com feldspato potássico, clinopiroxênio, apatita, quartzo (cerca de 10%) e titanita. Possuem composição próxima a de "minettes", po rém com teor relativamente alto de quartzo. Podem portanto ser denominados de "quartzo-minettes".

São encontrados também corpos de pegmatitos, em

forma de bolsões irregulares nas rochas blastomiloníticas, pe netrando por planos de falhas com direções em torno de N/S e em diques tabulares que cortam obliguamente as rochas blas tomiloníticas. Neste último caso, não apresentam nenhuma feição de deformação, possuindo paredes planares e engloban do xenólitos de rochas blastomiloníticas (Fotos 21 e 22).Nos outros casos, apresentam em geral texturas bastante grossei ras, com massas localizadas de grandes cristais de quartzo e microclíneo, além de cristais dispersos de fluorita. Apresen tam no entanto alguma deformação, com cristais maiores đe quartzo e microclíneo com extinção ondulante, quartzo planar com fraca extinção ondulante, e matriz de granulação média, com texturas de equilibrio bem desenvolvidas e fraca extin ção ondulante, composta de plagioclásio, microclíneo, musco vita, quartzo e opacos.

Foi encontrado próximo ao plano de uma falha de di reção N/S um dique de granito de aproximadamente 0,5 m de espessura, cortando as rochas blastomiloníticas. Apresenta nas suas bordas em contato com os blastomilonitos faixas es treitas, centimétricas, com textura pegmatítica. A rocha em si apresenta textura fanerítica fina, inequigranular, porém com biotitas orientadas, principalmente próximo ãs suas bor das. Como mineralogia apresenta biotita, microclíneo, quart zo, hornblenda, apatita, ortoclásio (?) e mesopertita (?).

3.4. 9 - Depósitos Aluvionares

São encontrados freqüentemente acompanhando a rede de drenagem da área depósitos aluvionares com espessura máxi ma da ordem de metros, dos quais poucos possuem extensão ma peável. Alguns depósitos situam-se em terraços nas margens do Rio Paraíba do Sul, estando alguns metros mais altos que o nível normal da superfície do rio (Foto 4). Compõe-se <u>ge</u> ralmente de argilas, siltes e areias finas.

-43-

#### 3.5 - Estruturas

3.5.1 - Foliações

A Zona Principal de Deformação caracteriza-se por apresentar uma foliação extremamente conspicua, vertical a subvertical. Como estruturas penetrativas podem ser distin guidas xistosidade, foliação de transposição e bandamento com posicional, este último bastante desenvolvido e laminar, dan do um aspecto "fitado" às rochas blastomiloníticas (Fotos 3 e 6). Além disso, um sistema de fraturamento muito conspi cuo ocorre paralelamente à foliação (Foto 23).

A xistosidade é dada pela orientação de grãos de biotita e de quartzo planar, e de porfiroclastos de formato alongado de feldspatos, anfibólios e piroxênios.

O bandamento composicional é conspicuo, sendo que as bandas possuem freqüentemente limites bruscos e bem def<u>i</u> nidos, mesmo em seção delgada. Na escala microscópica, este bandamento composicional já foi descrito no item 3.4.1.

O bandamento composicional encontra-se na Zona Principal de Deformação intensamente transposto, de tal <u>ma</u> neira que as rochas adquirem um padrão estrutural muito homo gêneo, sendo todas as estruturas tornadas paralelas.

Sobre estas estruturas sobrepõe-se ainda estruturas ras disruptivas, que serão analisadas adiante.

Principalmente dentro da faixa mapeada como consti tuída predominantemente de blastomilonitos tipo "a", ocorrem eventualmente planos de crenulação que cortam obliquamente a foliação. Estes planos de crenulação defletem a orienta ção das lamelas de biotita, cordões de quartzo planar е а forma alongada dos porfiroclastos, permitindo inferir o sen tido do cisalhamento (Fotos 43 e 45). No entanto não foi possível coletar medidas estatísticas das atitutes desses planos.

A intensa foliação de transposição e xistosidade associadas tornam-se mais rarefeitas e menos conspicuas con forme se passa da Zona Principal de Deformação para as zonas transição e para os blocos adjacentes. A foliação passa a ter atitudes mais variáveis, com mergulhos variando entre  $0^{\circ}$  e 90°, tanto para SE como NW, com direção mais freqüente situada entre N70E e N50E. (ver Figuras 3, 4 e 5).

Nota-se com freqüência, principalmente nas zonas de transição, a presença de duas foliações. Uma vertical a subvertical, devida à transposição e/ou foliação cataclásti ca, sobreposta a outra, freqüentemente de mergulhos menores, correspondente a gnaissificação ou xistosidade anteriores.

As medidas de atitudes de foliação obtidas no cam po foram agrupadas em três conjuntos distintos: as dos blo cos adjacentes, as das zonas de transição e as da Zona Prin cipal de Deformação. Foram plotados como polos em diagramas Schmidt-Lambert (respectivamente Figuras 5, 4 e 3, com 83,105 e 101 polos cada um) e traçadas curvas de contorno de frequen cia de medidas por 1% de área do diagrama. Como o número de medidas em cada diagrama é pequeno, e os dados não foram co letados visando uma análise estatística, os diagramas devem ser entendidos como de cunho meramente ilustrativo, mostrando os padrões gerais.

O diagrama de polos de foliação da Zona Principal de Deformação (Figura 3), mostra uma concentração muito alta de polos (acima de 30%), indicando que praticamente a totali dade das atitudes das foliações medidas encontra-se entre  $N54^{\circ}E$  e  $N68^{\circ}E$ , com mergulho de  $90^{\circ}$  a  $80^{\circ}$ , tanto para SE co mo para NW. A única dispersaõ importante observada é de um conjunto pequeno de polos, indicando foliações com atitudes contidas entre  $N31^{\circ}E$  e  $N06^{\circ}E$ , com mergulhos entre  $50^{\circ}$  e  $70^{\circ}$ NW.

O padrão de foliação das zonas de transição (Figu ra 4), mostra já alguma dispersão, principalmente nos valo res de mergulho, que podem chegar até 20<sup>0</sup>, porém assim mesmo. com alta concentração de pontos entre N57<sup>o</sup>E e N68<sup>o</sup>E, e 90<sup>o</sup> e  $80^{\circ}$  de mergulho. Nota-se também uma dispersão de atitudes de foliação no sentido anti-horário, desde o ponto de maior concentração (N62<sup>o</sup>E) até N15<sup>o</sup>W. Afora o conjunto de polos que constituem esta última dispersão, pode-se tentativamente esboçar um circulo máximo passando pelas maiores concentra ções, indicando um eixo  $\beta$  com atitude S63<sup>o</sup>W 88<sup>o</sup>SW.

Já o diagrama com os polos das foliações medidas nos blocos adjacentes (Figura 5), mostra uma razoável dispe<u>r</u> são, com tendência de configurar um circulo máximo com eixo  $\beta$  de atitude N68<sup>0</sup>E 74<sup>0</sup>NE.

Apesar do número relativamente pequeno de dados,os diagramas mostram a grande homogeneidade da foliação, princi palmente na Zona Principal de Deformação, sendo que, confor me se passa para as zonas de transição e para os blocos adja centes, a dispersão aumenta, principalmente nos valores de mergulho. No entanto, a distribuição dos polos nestes dois últimos casos sugere uma "guirlanda", com eixo β por volta de N65<sup>0</sup>E, subhorizontal. Também ocorre uma dispersão em torno de um eixo aproximadamente vertical, podendo a folia ção atingir direções de até N10<sup>0</sup>W. No entanto, as medidas que configuram essas dispersões estão relacionadas no campo com proeminentes lineamentos de direção N/S, analisados mais adiante.

3.5.2 - Lineações

As rochas blastomiloníticas apresentam de modo <u>ge</u> ral proeminentes lineações com atitude subhorizontal, cont<u>i</u> das nos planos de foliação, estruturas estas que podem eve<u>n</u> tualmente serem observadas em outras rochas (Fotos 19 e 20).

O tipo mais comum é semelhante ao que freqüentemen te se identifica como estrias de atrito em espelhos de falha. São observáveis preponderantemente em planos de fraturamen tos verticais a subverticais, planos ou suavemente curvos

-46-

(Foto 23). Possuem uma distribuição heterogênea, algumas ve zes concentrando-se fortemente em faixas de largura métrica. Possuem em geral grande extensão e continuidade (metros a de zenas de metros). No entanto, ocorrem basicamente em faixas quartzo-feldspáticas, aparentando apresentar forte recrista lização de quartzo. Em toda a área foram coletadas 100 medi das de atitudes dessas lineações, que foram plotadas em dia grama Schmidt-Lambert (Figura 6). Mostram uma concentração muito forte (superior a 20% por 1% da área) em torno da ati tude N64<sup>0</sup>E 75<sup>0</sup>E. Apresentam também uma dispersão de NE até N20<sup>0</sup>W, com as atitudes de lineações sofrendo rotação em tor no de um eixo aproximadamente vertical, até esta última dire ção. Como no caso das foliações, estas medidas foram coleta das nas áreas de influência de lineamentos N/S (até distân cias de metros a dezenas de metros destes).

Porfiroclastos grosseiros que dão a estrutura "flaser" dos milonitos-gnaisses também constituem-se em **li** neações subhorizontais. Em escala microscópica nota-se que o alongamento de porfiroclastos, alinhamento de fragmentos cataclasados e sombras de pressão com associações recristali zadas em torno de porfiroclastos definem também lineações com Em algumas lâminas, nota-se que a sillimanita essa atitude. tende a aparecer preponderantemente em seções basais, ou em seções prismáticas revelando um "fabric" orientado. Seções basais de hornblenda aparecem predominantemente em cortes perpendiculares aos eixos de dobras, mostrando que os cris tais prismáticos definem lineações paralelas aos eixos de do bras. Porém, aparentemente, não há padrões simples de orien tação na matriz, observáveis com inserção de lâmina de gipso no microscópio.

Eixos de dobras mesoscópicas nas rochas blastomilo níticas da Zona Principal de Deformação e de rochas das zo nas de transição e blocos adjacentes possuem também atitude subhorizontal. Pela homogeneidade do padrão de dobramento na Zona Principal de Deformação os eixos de dobras podem ser

-47-

considerados lineações penetrativas. Onze medidas de eixo de dobras em blastomilonitos tipo "b" lançadas em diagrama (Figura 7) mostram coincidência com as concentrações máximas das lineações do diagrama da Figura 6, e também com os eixos  $\beta$  dos Diagramas das Figuras 4 e 5. Ainda na Figura 7, nota--se que uma medida de eixo de dobra em rochas carbonáticas da Zona de Transição SE coincide com as atitudes dos eixos de dobras dos blastomilonitos, enquanto que duas medidas de <u>ei</u> xos de dobras em quartzitos do Bloco SE divergem um pouco, com atitudes por volta de N40<sup>O</sup>E.

Preponderantemente na Zona Principal de Deformação observa-se feições de intensa "boudinage" (Fotos 24 a 27).

Os "boudins" constituem-se normalmente em corpos de rochas anfibolíticas, granulíticas, quartzíticas ou cal cossilicatadas, em meio às rochas blastomiloníticas. Apre sentam, via de regra, estruturas, texturas e constituição di ferentes e eventualmente discordantes das rochas ao seu re Observam-se também estruturas de estricção ("pinch and dor. swell") (Foto 25), ou seja, de estrangulamento e deformação plástica do corpo, sem que chegue a ocorrer a "boudinage". Quando vistos em corte horizontal, a foliação dos blastomilo nitos tipicamente contorna as formas em geral elipsoidais dos "boudins". As Fotos 26 e 27, mostram feições particular mente surpreendentes neste aspecto, notando-se que a orienta ção dos porfiroclastos também contorna o "boudin""Boudinage" em rochas carbonáticas da Zona de Transição SE também foi ob servada (Foto 29). Os "boudins" são constituídos de mate rial carbonático mais puro, enquanto que o material deforma do em torno do "boudin" apresenta constituição mineralógica mais variada (calcossilicática), com minerais granulares verde escuros (provavelmente olivina). Dentro da faixa dos blastomilonitos tipo "a" foram encontrados "boudins" de milo nito-gnaisses (tipo "a"), de composição anfibolítica ou gra nulítica, apresentando por vezes foliação discordante dos blastomilonitos que o circundam (Foto 44).

-48-

A observação de forma tridimensional dos "boudins" não é muito fácil. No entanto, dentro da Zona Principal de Deformação, observa-se que em cortes horizontais os "boudins" tem forma elipsoidal típica, com alongamento maior paralelo à foliação e o menor perpendicular a ela. Em cortes verti cais no entanto observa-se que os "boudins" possuem forma mais tabular (Foto 44) sendo o alongamento maior na verda de no sentido vertical. E sendo o eixo paralelo à foliação, observado em cortes horizontais, a dimensão intermediária. Estas observações mostram que, dentro da Zona Principal đe Deformação, os "boudins" definem lineações verticais. Porém com direção de estiramento horizontal, paralela à foliação e demais lineações. Nas zonas de transição e nos blocos adjacentes, os "boudins" possuem atitudes mais variáveis,ob servando-se por vezes, em corte vertical, a forma elipsoi dal típica dos "boudins" em meio à foliação subhorizontal.

Estruturas colunares observadas (Foto 28) dentro da Zona de Rochas Blastomiloníticas, definidas por superf<u>í</u> cies cilíndricas, intensamente lineadas, também definem l<u>i</u> neações subhorizontais.

#### 3.5.3 - Dobras

As rochas blastomiloníticas da Zona Principal de Deformação possuem um estilo de dobramento bastante homogê neo na escala de afloramento. Constituí-se de dobras cerradas, com ápices espessados, freqüentemente isolados em meio à intensa foliação, com flancos estirados e transpos tos (Fotos 30, 33 e 34). Apresentam plano axial vertical e eixo subhorizontal. Medidas de onze eixos de dobras em ro chas blastomiloníticas, um em rochas carbonáticas e dois em quartzitos encontram-se plotados no diagrama da Figura 7,jã discutido no item anterior. Embora o número de medidas de atitudes de eixos seja pequeno, este padrão de atitudes dos planos axiais e eixos de dobras é inferido com bastante se gurança, pois os perfis das dobras mostram-se quase que tão

-49-

## DIAGRAMAS DE IGUAL ÁREA

(REDE DE SCHMIDT-LAMBERT)





FIGURA 3

Foliações

Zona principal de deformação

IOI medidas





Foliações

Zonas de Transição

105 medidas

FIGURA 4

Campanha, 1980 Desenho: ₩41son R. Leão

### DIAGRAMAS DE IGUAL ÁREA

(REDE DE SCHMIDT-LAMBERT)





Foliações

Blocos adjacentes

83 medidas







Lineações

Toda área

100 medidas

Campanha, 1980 Desenho: Wilson R. Leão

# (REDE DE SCHMIDT-LAMBERT)



Eixos de dobras 14 médidas



> 8,4%
5,0-8,4%
3,4-5,0%
1,7-3,4%
0,8-1,7 %

Juntas

119 medidas

FIGURA 8

Campanha, 1980 Desenho: Wilson R. Leão

 Blastomilonitos (Zona principal de deform.)
O<sub>QZ</sub> Quartzitos (bloco SE)

-52-

od Dolomitos (zona transição SE)

FIGURA 7

somente em cortes verticais, sendo que em cortes horizon tais observa-se em geral somente a intensa foliação, ou en tão perfis aparentes de ápices de dobras muito fechadas e alongadas, indicando dobras com eixo subhorizontal, observa dos em corte situado em plano subparalelo ao eixo. Em al guns locais apresentam em perfil características típicas de dobras de fluxo, com ápices bastante espessados, mas em ou tros apresentam características de dobras angulares, com ápices fechados e agudos, crenulados no sentido vertical.Al guns perfis de dobras sugerem feições de redobramento, como na Foto 34, porém as evidências disso não são claras. A den sidade de planos de transposição varia, obscurecendo fre quentemente todas as outras estruturas. Este estilo de do bras e transposição evidencia um forte processo de achata mento dessas rochas, na direção perpendicular aos planos axiais das dobras e planos de transposição.

Este dobramento e transposição efetua-se sobre o bandamento composicional das rochas blastomiloníticas. Even tualmente, observa-se em algumas seções delgadas que a <u>fo</u> liação dada pela orientação das lamelas de biotita e pelo quartzo planar é oblíqua ao bandamento composicional, ind<u>i</u> cando que este está dobrado.

Selecionou-se amostras que contivessem ápices de dobras nas rochas blastomiloníticas. Foram então feitos cortes e seções delgadas em três planos perpendiculares en tre si, de modo que para um mesmo ponto tivessemos uma lâmi na perpendicular ao eixo de dobra e ao plano axial (paral<u>e</u> lo ao perfil da dobra), uma paralela ao eixo e perpendicular ao plano axial, e outra paralela ao plano axial (Figura 9). Por esta técnica também foram feitas seções delgadas em flan cos de dobra.

Da análise textural de ápices de dobras nas rochas blastomiloníticas, algumas conclusões podem ser traça das.

Em primeiro lugar, observa-se que o dobramento e

transposição efetuam-se sobre o bandamento composicional das rochas blastomiloníticas. Nos blastomilonitos mais finos e homogêneos, este bandamento apresenta-se como variações na quantidade de biotitas. Em milonito-gnaisses grosseiros,o<u>b</u> servam-se bandas, às vezes com contatos bruscos e bem def<u>i</u> nidos, de associações distintas de porfiroclastos (Fotos 35 a 40).

Observa-se também que os porfiroclastos definem lineações paralelas aos eixos das dobras.

O quartzo planar e as lamelas de biotita definem uma foliação plano axial. O quartzo planar é observado ape nas em algumas bandas, interrompendo-se no contato entre elas, indicando que sua formação se deu apenas dentro das bandas com composição adequada (Foto 35).

Em algumas seções delgadas de blastomilonitos da Zona Principal de Deformação nota-se que a foliação dada pe las biotitas e quartzo planar, estabelecida como plano axial, está crenulada em direção oblíqua a ela (Foto 43). Em algu mas lâminas de amostras de faixa de blastomilonitos tipo"a", nota-se que os cordões de quartzo estão deformados, apresen tando extinção ondulante (Foto 42).

O estilo de dobramento e transposição observado na Zona Principal de Deformação torna-se menos denso conforme se passa para as zonas de transição e para os blocos adja centes. Ai são encontradas dobras e transposições com esti lo semelhante, porém com atitudes de plano axial mais variá veis, com mergulho desde vertical até cerca de 30°, para NW ou SE e com padrão de ocorrência bem menos denso. Em quart zitos do Bloco SE, em rochas das zonas de transição e em gnaisses bandados do Bloco NW, observou-se que ocorre outro tipo de dobras, em geral recumbentes, com plano axial hori zontal a subhorizontal, mergulhando tanto para NW como para SE, e com eixos subhorizontais (Foto 31). Este dobramento afeta bandamento composicional dessas rochas, e possivelmen te neossomas. Em alguns locais, observa-se claramente quese sobrepõe a ele a foliação (xistosidade) subvertical e transposição relacionadas ao primeiro tipo de dobras descrito (Foto 32).

No Bloco SE foram mapeadas sinformas e antiformas maiores em escala macroscópica cujos eixos aproximados estão indicados no mapa geológico (Anexo 3). As evidências utilizadas para identificá-las foram basicamente atitudes de fo liação e das dobras menores. No Bloco NW os dados coletados não permitiram delineá-las, sendo as feições desenhadas nos perfis geológicos apenas de cunho ilustrativo (embora não dis . cordantes das medidas tomadas). Isto não significa no entan to que não seja possível identificar mais estruturas desse tipo na área, com uma coleta de dados mais detalhadas nos blocos adjacentes.

3.5.4 - Estruturas Disruptivas

Em escala de afloramento, as principais estrutu ras disruptivas observadas relacionam-se a um denso sistema de fraturamento paralelo à foliação. Com freqüência, um pa drão bastante denso de lineações dentro desses planos sugere a aparência de "espelhos de falha", devidos ao atrito entre blocos que sofreram movimentos diferenciais. Porém conforme jā indicado no item 3.5.2, essas lineações mostram por vezes feições de recristalização. Esse sistema de fraturamento re corta toda a Zona Principal de Deformação, assim como as zo nas de transição, sendo observados esparsamente nos blocos adjacentes. No entanto, a densidade com que ocorrem não é uniforme, estando concentrados em certas faixas, da ordem de metros a dezenas de metros.

Sistema de juntas sobrepõe-se a toda a área, sen do no entanto particularmente bem desenvolvido em blastomilo nitos finos, quartzosos e homogêneos, em geral tipo "a". So bre dois afloramentos deste tipo de rochas foram coletadas 119 medidas de atitudes de juntas, plotadas como polos em diagrama Schmidt-Lambert (Figura 8). O conjunto de juntas









Localização dos cortes em amostra de milonito-gnaisse com ápice de dobra intrafolial, assinalados pelas letras maiusculas, nos quais foram preparadas e fotomicrografadas seções delgadas. O eixo <u>b</u> é paralelo ao eixo de dobra; o eixo <u>a</u> perpendicular ao eixo de dobra e paralelo ao plano axial; o eixo <u>c</u> é perpendicular ao plano axial. As seções delgadas são referenciadas por e<u>s</u> ses eixos assim definidos em relação ao arranjo ge<u>o</u> métrico da dobra. As fotos 35 e 36 são paralelas ao plano ac; as fotos 37 e 38 são paralelas ao plano bc e as fotos 39 e 40 ao plano ab.

FIGURA 9

ந்த

que nitidamente sobressai em relação aos demais é vertical e paralelo à foliação, com máximo a  $N60^{\circ}E 90^{\circ}$ . Afora estes, destacam-se dois conjuntos com atitude subvertical,oblíquos à foliação ( $N08^{\circ}E 80^{\circ}SE e N15^{\circ}W 80^{\circ}NE$ ) e um subhorizontal, perpendicular à foliação ( $N35^{\circ}W 25^{\circ}NE$ ). Além disso,ocorrem medidas mais dispersas, porém tendendo a configurar um cin turão com atitudes aproximadamente perpendiculares à folia ção e mergulho de  $0^{\circ}$  a  $90^{\circ}$ , tanto para NE como para SW,apre sentando dois máximos a  $N40^{\circ}W 55^{\circ}NE$  e  $N30^{\circ}W 70^{\circ}SW$ , e um má ximo mais deslocado, a  $N60^{\circ}W 50^{\circ}NE$ .

Na topografia e drenagem, ressalta-se bastante o conjunto de juntas paralelo à foliação (N60°E 90°) e o perpendicular a esta (provavelmente com o máximo a N30°W 70°SW). A drenagem mais fina apresenta um padrão em treliça já des crito, sendo condicionado por esse sistema de juntas. Po rém sobre a área desenvolve-se também um conspicuo sistema de lineamentos morfológicos bastante longos, com quilôme tros de extensão, facilmente identificáveis em mapas topo gráficos, fotografias aéreas e imagens de satélite. Um con junto mais contínuo é paralelo à foliação, desenvolvendo-se principalmente dentro da Zona de Rochas Blastomiloníticas,e outro é obliquo a esta, com direções N15<sup>0</sup>W, N/S e N10<sup>0</sup>-15<sup>0</sup>E.

Este último conjunto de lineamentos, com dir<u>e</u> ções em torno de N/S, destaca-se em relação às demais estr<u>u</u> turas por ser oblíquo à foliação. Apresentam, quando obser vados na escala 1:50.000, extensões de poucos quilômetros. Porém quando observados em escala menor, como em imagens de satélite ou radar, os vários segmentos unem-se, formando lineamentos com dezenas de quilômetros de extensão, na alt<u>u</u> ra da cidade de Três Rios (ver Anexo 4). Certas feições mor fológicas nas suas proximidades sugerem inflexões na folia ção.

Embora facilmente evidenciáveis em fotos aéreas e imagens de satélites, são no entanto difíceis de obser var no campo, pelo fato de constituirem freqüentemente va

-57-

les alongados e retilíneos, recobertos por aluviões. Nos ra ros locais em que afetam rochas aflorantes, observa-se que constituem-se de faixas estreitas de rochas com foliações pa ralelas à sua direção, produzindo inflexões na foliação das rochas blastomiloníticas (ou de outras rochas que cortem), numa distância de metros a dezenas de metros. Tratam-se de zonas de cisalhamento, que podem ser caracterizadas como fa lhas transcorrentes sinistrais, com rejeitos mínimos da or dem de metros a dezenas de metros (Figura 10). Pela amplitu de relativamente pequena desses rejeitos, são dificilmente representáveis na escala adotada (1:50.000). Quando tais fei ções foram observadas no campo (pelo menos inflexões bruscas na foliação até perto da atitude N/S), foram indicadas no ma pa como "falhas observadas" na extensão total do lineamento observável em fotos aéreas. Quando só foram observadas em fotos aéreas e mapas, foram indicadas como "falhas prováveis". O estilo de deformação observado (de inflexão e produção uma nova foliação e/ou rotação da antiga) sugere que proces sos de caráter dúctil predominaram na formação dessas estru turas. As inflexões mostradas na foliação e lineação, de N54<sup>°</sup>E até N20<sup>°</sup>W (ver Figuras 3 a 6), estão relacionadas a est te sistema de falhas transcorrentes menores, tendo sido as medidas de atitudes coletadas nas suas áreas de influência. Nota-se que as foliações tendem a ter mergulho alto para Oes te indicando que o plano de falha não é perfeitamente verti E as lineações tendem a mergulhar para NE e N. cal. Num dos afloramentos observa-se a ocorrência de pegmatitos no plano de falha e de dique de granito próximo a ele (ver item 3.4.8)

Dentro da área mapeada não foram encontradas evidên cias de falhamentos normais. A ocorrência destes é sugerida pelo relevo escalonado observado na Zona Principal de Defor mação (ver item 3.3). Os terraços aluvionares pouco mais altos que o nível do Rio Paraíba do Sul poderiam também ser devidos a movimentos verticais, ou então ao rebaixamento do nível de base do rio. Foram encontradas lineações com for te mergulho apenas fora da área de detalhe, próximo a Areal, no alinhamento da represa de Morro Grande.

-58-



FIGURA IO — Zona de cisalhamento em escala de afloramento, correspondente a falha transcorrente sinistral de direção NNW, defletindo a foliação das rochas blastomiloníticas.

Campanha, 1980 Desenho: Wilson R. Leão 1591

Foi observada em pedreira abandonada de dolomito, falha de empurrão de dimensões métricas, com descolamento na base, provocando deformações plásticas no bloco cavalgante (Foto 41). A mesma indica cavalgamento para o quadrante sul. No entanto, não foi possível determinar-se mais precisamente sua atitude e continuidade, assim como relação com outras es truturas.

Certos contatos entre unidades da Zona Principal de Deformação e das zonas de transição são bruscos na escala de mapeamento (1:50.000), sendo marcados por depressões reti líneas na morfologia, por vezes persistentes por muitos qui lômetros. Em alguns locais estes contatos são caracteriza dos por uma alta densidade de lineações e/ou blastomilonitos de granulação fina (tipo "a"). Particularmente na faixa mais larga de ocorrência dos blastomilonitos tipo "a", situada a margem direita do Rio Paraíba do Sul, a montante de Três Rios, e atravessando a porção sul dessa cidade (vide esboço geológico), certos tipos de feições podem ser mais claramen te observados. Observa-se, particularmente no perfil da es trada que contorna Três Rios pelo Leste, indo-se de Sul para Norte, milonito-gnaisses grosseiros, foliados, dobrados е transpostos, que passam para blastomilonitos quartzosos, mui to finos (tipo "a"), sem dobras ou transposições visíveis. Esses últimos englobam "boudins" de milonito-gnaisses mais grosseiros, de coloração escura, com dobras e transposições (Foto 44). Estas feições repetem-se também em outros aflora mentos dessa faixa, sendo observáveis também intercalações e "boudins" de anfibolitos e granulitos básicos. Estes dados sugerem que se trate de faixas de maior taxa de deformação, ou faixas onde se concentraram os movimentos transcorrentes posteriores, como é discutido no item 3.7.

3.6 - Migmatização

Dentro da área pode ser observada desde migmatiza

ção intensa, como no Bloco SE e porção norte do Bloco NW,até incipiente, como na Zona de Rochas Blastomiloníticas e porção sul do Bloco NW.

Na Zona Principal da Deformação observa-se que uma migmatização, em geral incipiente, afeta os blastomiloni tos tipo "b" e rochas granulíticas. Nos milonito-gnaisses ti po "a" é rara, e nos blastomilonitos tipo "a" inexistente. Apresenta-se sob diversas formas. A mais notável é aquela que penetra pelos planos de transposição, em bandas milimé tricas a decimétricas (Foto 46). Também encontram-se bandas leucocráticas com aparência de neossomas dispostos paralela mente ao bandamento dos blastomilonitos, inclusive acompa nhando o perfil de dobras (Foto 46), e cortados pelos neos somas que penetram pelos planos de transposição. Porém em escala microscópica, não apresentam características textu rais de neossomas (ver MEHNERT, 1968, cap. 3).

Encontra-se também neossomas configurando estrutu ras agmatíticas (Foto 49), com paleossomas granulíticos. En contram-se também neossomas irregulares, em foram de bolsões e neossomas difusos (Foto 48), dando um aspecto granitizado e homogêneo à rocha, às vezes bastante difícil de se discer nir das feições originadas pela deformação intensa. Em esca la de afloramento, alguns neossomas, mesmo entre aqueles que penetram pelos planos de transposição, apresentam-se linea dos e com texturas de deformação (Foto 47).

Microscopicamente, os neossomas apresentam textu ras granoblásticas, grosseiras, equigranulares, em geral com algumas evidências de deformação, na forma de grãos maiores, com extinção ondulante, geminações encurvadas, separados por interstícios preenchidos por matriz recristalizada, com tex turas poligonais, e eventualmente quartzo com forma planar pouco desenvolvida. No entanto essas feições são por vezes muito incipientes, e nota-se em algumas lâminas que o paleos soma apresenta feições de deformação mais conspícuas (Foto Nos neossomas encontra-se mais frequentemente 50). quartzo, plagioclásio, microclíneo, encontrando-se também biotita, mus

-61-

covita, apatita e opacos. Eventualmente observa-se melanos somas, constituídos de faixas estreitas de biotita orlando os paleossomas. Nota-se também em algumas lâminas porfiro clastos de hiperstênio (e granada ?) em meio ao leucossoma.

No Bloco NW essa migmatização afeta gnaisses ban dados, com neossomas penetrando tanto pela foliação como obli quamente a ela. Formam normalmente pequenas faixas milimé tricas a centimétricas, mas eventualmente formam também "bol sões" maiores, da ordem de metros de largura. Esses gnais ses bandados passam para granitóides e nebulitos na porção NW da área mapeada, aparentemente pelo incremento da migmatização.

Feições como estas são também comuns nas zonas de transição, afetando os milonito-gnaisses e outras rochas.

Migmatização intensa e anataxia são difundidas principalmente no Bloco SE, sendo que os corpos de quartz<u>i</u> tos atuaram como "resisters" à anatexia, apresentando tran sições contínuas para os migmatitos através do incremento da quantidade de feldspatos e micas. Os neossomas apresentam texturas granoblásticas, grosseiras, com plagioclásio, micro clíneo, quartzo, biotita e hornblenda, eventualmente com mus covita resultante da alteração de biotitas.

3.7 - Evolução Estrutural e Metamórfica

A área estudada apresenta padrão estrutural que evidencia sua evolução polifásica. Como mostrado por ANTHONIOZ (1971), as rochas blastomiloníticas apresentam uma textura dual típica. A fração de porfiroclastos representa a paragênese da rocha original, e a matriz (mesostase) re flete as condições em que se deu o processo blastomiloníti co. No caso da área de Três Rios, uma paragênese original de fácies granulito sofreu intenso retrabalhamento e meta morfismo retrógrado na fácies anfibolito alta.

A homogeneidade do estilo estrutural nas rochas blastomiloníticas é marcante. Todas estruturas lineares e

-62-

planares penetrativas são paralelas entre si.

Nos blocos adjacentes e nas zonas de transição o<u>b</u> servam-se evidências de dobramento pelifásico. Nessas áreas o dobramento cerrado, com planos axiais verticais e fla<u>n</u> cos transpostos, sobrepõe-se a pelo menos uma fase anterior de dobramento recumbente.

-63-

Por outro lado os restos de paragênese de fácies granulito são encontrados com freqüência apenas dentro da Zona das Rochas Blastomiloníticas, não sendo encontradas no Bloco SE, e duvidosamente no Bloco NW, na forma de ban das em gnaisses e migmatitos. As rochas características des se fácies provavelmente foram embutidas dentro da Zona de Rochas Blastomiloníticas por processos tectônicos.

As texturas microscópicas observadas, que podem ser sintetizadas como compostas de grandes cristais reli quiares altamente deformados, em meio a matriz recristali zada com texturas poligonais, podem ser explicadas por ou tros mecanismos que não a deformação rúptil. Diversos au tores, em trabalhos relativamente recentes, tem demonstrado que processos combinados de deformação dúctil do retículo cristalino, recuperação ("recovery"), e recristalização po dem produzir essas texturas, tipo "miloníticas". 0 reticu lo cristalino, submetido a um campo de esforços dirigidos, pressão confinante e temperatura relativamente baixa, rea giria a essas condições aumentando sua densidade de distor ções e defeitos cristalinos. Sob ação de evento térmico simultâneo ou posterior, o retículo cristalino tenderia а se rearranjar, adquirindo uma configuração energética mais estável (processo de recuperação). Os grãos originais de formados seriam então subdivididos em subgrãos. Com a per manência ou incremento da temperatura, os subgrãos forma riam novos grãos, com bordas de equilíbrio bem desenvolvi das e texturas poligonais (processo de recristalização). As feições "cataclásticas" observadas, tipo extinção ondulante, geminações e clivagens encurvadas, microgranulação de borda.

de grãos (textura em moldura), forma elipsoidal dos grãos maiores deformados e transformações mineralógicas podem ser explicados por mecanismos deste tipo (vide TURNER & WEISS, 1963; RAMSAY, 1967; SPRY, 1969; BELL & ETHERIDGE, 1973;TULLIS *et al.*, 1973; HOBBS *et al.*, 1978.

A origem do quartzo planar é normalmente explicada por deformação intensa de grãos anteriores de quartzo. 0 me canismo mais provável seria pela formação de lamelas de defor mação (porções planares e estreitas dentro de um grão, com ex tinção e/ou outras propriedades ópticas diferentes das por ções do grão ao seu redor), ao longo das bordas das quais ha veria tendência a ruptura e formação de subgrãos e novos grãos. A tendência seria então a formação de agregados planares de grãos de quartzo deformados. No caso das rochas blastomilo níticas de Três Rios, nota-se que o quartzo planar está total mente recristalizado, isento em geral de feições de deforma Inclusões retilíneas dentro de cada grão indicam provação. velmente as bordas do agregado anterior deformado. Estas fei ções de ausência de deformação são explicaveis por processos de recuperação e recristalização do retículo deformado, na presença de calor durante a deformação ou por evento termal posterior.

Tanto a migmatização como o metamorfismo retrógra do de fácies granulito para anfibolito implicam em reações mineralógicas que necessitam de água (vide WINKLER, 1977). É possível que a deformação intensa das rochas anteriores đe fácies granulito tenha facilitado a ação da água e as trans formações mineralógicas, as quais promoveriam uma grande duc tibilidade do material, propiciando uma deformação ainda maior, como sugerido por WATSON (1973), para estruturas seme lhantes ao Lineamento de Além Paraíba.

A predominância de condições de deformação dúctil, as feições que indicam forte achatamento, as inflexões obser vadas em escala regional e a foliação intensa na zona central do Lineamento de Além Paraíba ajustam-se muito bem ao modelo

-64-

de uma zona de cisalhamento ("shear belt") de RAMSAY & GRAHAM (1970). Estes autores também demonstraram que nas zo nas de cisalhamento a xistosidade não se desenvolve paral<u>e</u> lamente às paredes da zona ou à direção de cisalhamento, mas sim paralelamente ao plano principal do elipsóide de deforma ção, perpendicularmente à direção de maior encurtamento.

Normalmente admite-se que estruturas "cataclásti cas" como as observadas sejam devidas a processos de cisalha mento. Porém, TULLIS, CHRISTIE & GRIGGS (1973), em estudo experimental de deformação de quartzitos, observaram que as texturas e foliação miloníticas poderiam tanto se originar por cisalhamento simples, como também por compressão axial, perpendicular à direção de achatamento, em experimentos onde não há componente rotacional, sendo as microestruturas idênticas em todos aspectos. Outros autores, como EBBLIN (1974) e WATSON (1973), também tem observado feições ligadas a pro cessos de achatamento neste tipo de rochas. Estas idéias, aplicadas às rochas blastomiloníticas do Lineamento de Além Paraíba, implicariam num modelo extremamente simples de in terpretação, embora não ortodoxo, no qual todas texturas e estruturas observadas seriam devidas à esforços normais de compressão, perpendiculares aos planos axiais das dobras е à intensa foliação dessas rochas.

Porém, o paralelismo sobre grandes áreas entre os eixos de dobras e estruturas que indicam estiramento, tais como "boudins" e lineações minerais, ou seja, ao eixo de maior extensão do elipsóide de deformação, não é esperável teoricamente (HOBBS et al., 1976, pág. 283). Uma explicação oferecida, particularmente para o caso de zonas miloníticas, seria de que as dobras fossem anteriores ou mesmo contempo râneas ao falhamento, porém não paralelas ao eixo de maior extensão. A intensa deformação dentro da zona de cisalha mento reorientaria as dobras até um paralelismo aproximado com esta direção (op. cit., pág. 286). No Lineamento de Além Paraíba, isto é, sugerido pela ocorrência de dobras е

-65-

"boudinage" nos blocos adjacentes e nas zonas de transição com estilo semelhante ao da zona principal de deformação, porém com atitudes mais variáveis. Tais estrututas teriam sido rotacionadas e paralelizadas pelo cisalhamento, dentro da Zona Principal de Deformação.

Este paralelismo poderia também ser explicado pela reorientação das estruturas de estiramento pelo dobramento e transposição, que seriam posteriores. Ou seja, poder-se--ia imaginar um evento de falhamento antigo, produzindo feições cataclásticas, que seriam reorientadas e recristaliza das posteriormente.

Algumas evidências sugerem que estes processos na verdade foram simultâneos. Os porfiroclastos das rochas blastomiloníticas são contornados pela xistosidade da matriz e pelo quartzo planar. Isto mostra que a formação do quart zo planar, o desenvolvimento da xistosidade e a deformação dos grãos originais de que resultaram os porfiroclastos fo ram simultâneos. Por outro lado, a posição plano axial da xistosidade e do quartzo planar mostram que estes formaram--se durante o dobramento.

Um outro modelo que pode explicar várias feições observadas seria de que o caráter da deformação variou de ma neira contínua com o tempo, em função do incremento da temp<u>e</u> ratura e/ou pressão confinante. Ter-se-ia condições de de formação rúptil predominantes no início, passando a condi ções de deformação dúctil, predominando no final condições de recristalização sem esforços dirigidos. ZWART (1963,1964) mostra que numa mesma fase de metamorfismo podemos ter even tos de deformação e incremento de temperatura com máximos defasados no decorrer do tempo.

Em função da complexidade do problema, estes mode los não podem ser tomados como soluções definitivas. O que pode ser afirmado com certeza é que essas rochas foram submetidas a um processo de intensa deformação e microgranula ção dos grãos minerais. O qual pode ou não ser denominado.

-66-

"cataclase", mas que não implica obrigatoriamente em proces sos rúpteis sensu stricto. Foi seguido ou acompanhado de dobramento cerrado a isoclinal, transposição, metamorfismo de fácies anfibolito e migmatização. Restringiu-se a uma zona estreita e planar, subvertical, denominada em escala r<u>e</u> gional como Lineamento de Além Paraíba. As texturas isótro pas originais das rochas de fácies granulito foram poupadas apenas em "boudins" e inclusões tectônicas preservadas da d<u>e</u> formação.

As relações de campo, como observadas na Zona Principal de Deformação, mostram que a migmatização ocorreu simultaneamente à transposição intensa. Não foram encontr<u>a</u> das evidências seguras de outras fases de migmatização.

Posteriormente, a foliação marcante dessas rochas é cortada por planos de crenulação discordantes.

Existem evidências de que movimentos posteriores tipo transcorrentes afetaram todas estas estruturas. Estas evidências são representadas pelas faixas de blastomilonitos mais finos (tipo "a"), sem o padrão de dobramento e transpo sição anteriores, com biotitas e quartzo planar deformados, englobando eventualmente "boudins" das rochas blastomiloníti cas anteriores, com foliações discordantes. Nota-se ainda que estas faixas estão freqüentemente associadas com padrões mais densos de lineações. Ocorrem principalmente numa faixa mapeada a beira do rio Paraíba do Sul à montante de Três Rios. Mas ocorrem também em faixas decimétricas a métricas, não mapeáveis na escala adotada, separando corpos litológicos distintos e associadas a lineamentos morfológicos, carac terizados por longas depressões retilíneas. Tudo isso suge re que se tratam de faixas nas quais se concentraram os movi mentos de caráter transcorrente posteriores. Uma outra ex plicação alternativa seria a de que estas faixas não repre sentam movimentos posteriores aos que originaram o restante das rochas blastomiloníticas, mas sim faixas com maior taxa (velocidade) de deformação com o tempo, o que poderia também

-67-

explicar as feições observadas. No entanto, algumas evidên cias, como os "boudins" de rochas blastomiloníticas mais tIpicas englobadas dentro dessas faixas, parecem mais dif<u>í</u> ceis de explicar-se dessa maneira.

As falhas transcorrentes menores com direções em torno de N-S podem ser explicadas como sendo falhas conjug<u>a</u> das desse último falhamento transcorrente principal de dir<u>e</u> ção NE.

A formação dos corpos de pegmatitos mostra-se r<u>e</u> corrente sobre um certo período de tempo em relação aos últ<u>i</u> mos eventos de transcorrência. Isto pelo fato de observar--se pegmatitos intrudidos nos planos de falhas com direção em torno de N-S, apresentando graus de deformação variáveis, assim como pelo fato de se encontrar diques de pegmatitos não deformados cortando obliquamente rochas blastomiloníticas.

Os diques de diabásio e lamprófiros provavelmente intrudiram-se aproveitando a zona de fraqueza crustal cons tituída pelo Lineamento de Além Paraíba. Pelas datacões existentes na Região Sudeste para este tipo de rochas, pode--se supor com razoavel certeza que correspondem a fenômenos de idade Mesozóica, no período de reativação da Plataforma Sul-Americana. Por outro lado, evidências geomorfológicas relacionadas aos diferentes níveis de terraços na Zona Principal de Deformação sugerem a ocorrência de movimentos verti Pode-se supor com razoável grau de certeza que seriam cais. devidos a falhamentos normais, ocorridos durante o Cenozói co, relacionados também a reativação meso-cenozóica da Pla taforma Sul-Americana, aproveitando-se das direções estrutu rais e da zona de fraqueza do Lineamento de Além Paraíba. No campo, não foram encontradas evidências de tal fenômeno. Co mo no entanto, os falhamentos normais podem ocorrer até ao longo de simples planos, sem deformação apreciável das ro chas, a não observação destes no campo não invalida as evi dências de caráter geomorfológico.

Sinteticamente, o seguinte esquema evolutivo pode

-68-

ser traçado:

a) formação de rochas em fácies granulito, de aco<u>r</u> do com as paragêneses minerais que compõem os porfiroclastos das rochas blastomiloníticas, e de rochas granulíticas obse<u>r</u> vadas como inclusões tectônicas.

b) Dobramento recumbente nos blocos adjacentes à zo na de falhamento. Pelo menos em parte, as rochas dos blocos adjacentes formaram-se posteriormente aos granulitos.

c) Cataclase intensa em nível crustal inferior. Foi acompanhada ou seguida de metamorfismo em fácies anfibolito alta (conforme evidenciado pela matriz recristalizada das ro chas blastomiloníticas e a paragênese da maioria das rochas dos blocos adjacentes), dobramento cerrado a isoclinal, trans posição e migmatização incipiente.

d) Crenulação da foliação dessas rochas.

e) Segunda cataclase, relacionada claramente a movi mentos transcorrentes, a qual possivelmente se deu em nível crustal pouco mais alto do que a primeira.

f) Falhamentos transcorrentes menores com direção em torno de N-S, que provavelmente acompanharam ou seguiram a segunda cataclase. Intrusão de pegmatitos por esses planos de falha.

g) Intrusão dos últimos diques de pegmatitos.

h) Intrusões de diabásios e lamprófiros.

i) Movimentos verticais ao longo de falhas normais, produzindo as feições morfológicas observadas.

Este esquema foi elaborado na forma mais simples pos sível. Deve-se ressaltar que as fases de cataclase podem ser recorrentes em várias épocas, podendo até mesmo ocorrer movimentos modernos da zona de falha, complicando bastante a interpretação e invalidando esquemas simplificados.
# 3.8 - Anālise dos Dados Geocronológicos Existentes

A região em questão foi objeto anteriormente de es tudos geocronológicos cujos resultados e interpretações fo ram publicados por DELHAL *et al*. (1969) e CORDANI *et al*.(1971). Esses trabalhos tiveram um cunho regional, abrangendo uma grande área. Basearam-se em levantamentos geológicos ante riores, de escala relativamente pequena (EBERT, 1956, 1957; ROSIER, 1957, 1965). Portanto, foram construídas apenas cur vas e isócronas de referência.

Os afloramentos e amostras coletadas pelos autores citados para análises radiométricas, dentro da área aqui estu dada em detalhe, estão plotados no mapa de pontos de aflor<u>a</u> mentos (Anexo 2).

Os diagramas isocrônicos Rb/Sr e as curvas concó<u>r</u> dias U/Pb mostraram tipicamente uma evolução policíclica, jã comentada no Capítulo 2.

Tendo acesso à suite petrográfica de J. DELHAL, uti lizada para as análises geocronológicas, foram redescritas as amostras coletadas dentro da área mapeada em detalhe (Folha de Três Rios), segundo os critérios de classificação esboça dos no Capítulo 1. Segue-se abaixo descrição sumária das se ções delgadas dessas amostras.

# Afloramento 1 Am. 1

Textura: granolepidoblástica fina.

Mineralogia: quartzo, biotita, microclíneo, musc<u>o</u> vita (alteração de biotita).

Classificação: gnaisse fino.

## Afloramento 1 Am 3

Textura: blastomilonítica grosseira.

Mineralogia: porfiroclastos de microclíneo e pl<u>a</u> gioclásio.

Quartzo planar.

Matriz granolepidoblástica de microclíneo, quartzo,

-70-

biotita, muscovita (secundária).

Classificação: milonito-gnaisse tipo "b" (zonas de transição).

## Afloramento 2 Am 4

Textura: bandada, com bandas composicionais bem de finidas, como se segue:

a) granolepidoblástica grosseira, a quartzo (pri<u>n</u> cipalmente), biotita, plagioclásio, microclíneo (pouco), mu<u>s</u> covita (secundária).

b) Granolepidoblástica fina, a microclíneo (principalmente), quartzo, biotita, plagioclásio.

c) Granoblástica fina, a quartzo poiquiloblástico (principalmente), plagioclásio, biotita, microclíneo.

d) Lepidoblástica a granolepidoblástica fina, a biotita (principalmente), hornblenda, quartzo, plagioclásio, piroxênio (?), apatita.

Classificação: gnaisse bandado.

#### Afloramento 2 Am 5

Textura: granolepidoblástica, com cataclase inci piente.

Mineralogia: quartzo, microclineo, plagioclásio, biotita.

Classificação: gnaisse.

Afloramento 2 Am 6

Textura: bandada

a) granoblástica, bastante grosseira, a microclí neo, quartzo, plagioclásio, biotita.

b) granolepidoblástica média a fina, a plagiocl<u>á</u> sio, quartzo, biotita.

Classificação: respectivamente neossoma e paleosso ma (gnáissico) de migmatito.

Afloramento 3 Am 8

Textura: blastomilonítica grosseira.

tita.

Quartzo planar.

Matriz fina, poligonizada, granolepidoblástica, de plagioclásio, quartzo (?), biotita, muscovita, clorita (secu<u>n</u> dária), opacos.

Classificação: milonito-gnaisse tipo "a".

Afloramento 3 Am 9

Textura: blastomilonítica, matriz poligonizada do minante, com quartzo planar.

Mineralogia: porfiroclastos de plagioclásio, pert<u>i</u> ta. Matriz de plagioclásio, quartzo (?), biotita, opacos,ap<u>a</u> tita.

Classificação: blastomilonito tipo "b".

Afloramento 3 Am 10

Textura: blastomilonítica, fina a média.

Mineralogia: porfiroclastos de plagioclásio, hipers

tênio.

Quartzo planar.

Matriz poligonizada, granolepidoblástica, de pl<u>a</u> gioclásio, biotita.

Classificação: blastomilonito/milonito-gnaisse.

Afloramento 3 Am 11

Textura: blastomilonítica, bandada.

Mineralogia: porfiroclastos de hornblenda, plagi<u>o</u>

clásio (raro).

Quartzo planar.

Matriz poligonizada de hornblenda, plagioclásio,

quartzo (?), feldspato potássico (?), biotita, apatita,opacos. Classificação: blastomilonito (básico) tipo "b".

Afloramento 6 Am 16

Textura: granolepidoblástica fina a média, a pla gioclásio, quartzo, biotita, com estreita faixa cataclástica, a biotita (principalmente), quartzo, plagioclásio, carbonato. Classificação: gnaisse.

#### Afloramento 6 Am 17

Textura: granoblástica, com grãos alongados e orien tados.

Mineralogia: microclíneo, plagioclásio, quartzo,bio tita.

Classificação: gnaisse.

Afloramento 8 Am 19

Textura: granolepidoblástica a blastomilonítica.

Mineralogia: quartzo planar, microclíneo, biotita, plagioclásio, muscovita.

Classificação: gnaisse/blastomilonito.

Numa rediscussão preliminar desses dados radiométri cos, serão destacados apenas alguns aspectos principais. Lem brando que o número de dados disponíveis na área da Folha de Três Rios, embora relativamente grande, não é suficiente para interpretações absolutamente seguras, e nem estes forma colet<u>a</u> dos visando um estudo de detalhe.

O afloramento 3 situa-se dentro da Zona Principal de Deformação, e as quatro amostras coletadas correspondem a rochas blastomiloníticas típicas. No diagrama isocrônico, as quatro amostras deste afloramento (nrs. 8, 9, 10, 11) alinharam-se com a isócrona de  $1.983 \pm 199$  m.a., R.I. = 0,7098. No diagrama concórdia (U/Pb) relativo a zircões, estas amostras cairam na corda que indica uma idade de 2.070  $\pm$  70 m.a. para a formação dos zircões e de 600 m.a. para um episódio importante de perda de Pb radiogênico.

Interessante notar que a isócrona transamazônica é definida por quatro pontos, relativos às amostras 121a, 121b (gnaisses a hiperstênio e granada da região de Carangola),8, 9, 10 e 11 (rochas blastomiloníticas da região de Três Rios). Cal culando-se separadamente as idades e razões iniciais pelo méto do isocrônico para as amostras 121a e 121b, obtém-se uma idade de 2.165 m.a. e razão inicial de 0,7092. Para as amostras 8,

-73-

9, 10 e 11 obtém-se uma idade de 1.923 m.a. com razão inicial de 0,7115. Esta diferença foi interpretada por CORDANI etal. (1971) como sendo devida a um rejuvenescimento destas <u>ul</u> timas amostras durante o Ciclo Brasiliano.

Sem dúvida, as isócronas relativas às rochas blas tomiloníticas não devem fornecer idade de eventos anteriores à sua primeira cataclase, mais intensa, pois esta além de des truir o agregado cristalino anterior e abrir o sistema, envol veria rochas de diferentes tipos e regiões e permitiria 0 acesso de fluidos. Assim sendo, é razoável supor que a cataclase inicial dos blastomilonitos não seja mais antiga que 0 Ciclo Transamazônico. Por outro lado, podem ser sugeridas in terpretações alternativas para o fato das rochas blastomiloní ticas fornecerem isócronas com idades um pouco mais baixas e razões iniciais mais altas, quando tratadas isoladamente. Por exemplo, poderiam ter ocorrido dois eventos no Transamazônico, um por volta de 2.160-2.070 m.a., correspondente ao metamor fismo de sedimentos do ciclo em questão ou de seu embasamento, e outro por volta de 1.923 + 60 m.a., relacionado à intensa ca taclase, dentro da zona do Lineamento de Além Paraíba. А ra zão inicial mais alta para as rochas blastomiloníticas indi caria que estas se formaram a partir do retrabalhamento de ma terial anterior. E a coincidência aproximada da idade obtida pela curva concórdia para zircões com a isócrona Rb/Sr que não leva em conta as rochas blastomiloníticas, fornecendo uma idade um pouco mais antiga, indicaria a época do metamorfismo do Ciclo Transamazônico. No entanto, os dados disponíveis não permitem optar por uma das interpretações possíveis.

As amostras do afloramento 2 (amostras 4, 5, 6), no extremo sul da área mapeada, correspondem a migmatitos e gnaisses típicos da Serra dos Órgãos. A separação dos paleos somas e neossomas das amostras 4 e 5 forneceu frações que cor respondem a dois dos cincos pontos que constituem a isócrona brasiliana (566 + 122 m.a., R.I = 0,7087). No diagrama U/Pb, localizam-se na curva concórdia por volta do valor de 600 m.a. Estes dados indicam que trata-se de rochas formadas no Ciclo Brasiliano.

As amostras 16 e 17, do afloramento 6, situam-se dentro da Zona de Transição NW. Equivalem particularmente a gnaisses bandados com pouca ou nenhuma evidência de cataclase. No diagrama isocrônico localizaram-se entre as isócronas br<u>a</u> siliana e transamazônica, bastante próximos desta última.

A amostra 3 (afloramento 1) situa-se na Zona de Transição SE. É um milonito-gnaisse típico das zonas de tran sição. A amostra 19 (afloramento 8) é de um gnaisse do Bloco SE da Zona de Além Paraíba, porém apresentando em parte textu ra blastomilonítica. Ambas amostras corresponderiam a pontos que se situam entre as isócronas transamazônica e brasiliana, mais próximos desta última.

Estes casos de pontos situados entre as duas is<u>ó</u> cronas provavelmente referem-se a rochas formadas no Trans<u>a</u> mazônico e parcialmente afetadas pela redistribuição do Sr radiogênio do Ciclo Brasiliano.

Isócronas minerais das rochas blastomiloníticas (amostras 8, 9, 10, 11) e de rochas das zonas de transição (amostras 16, 17, 19) forneceram idades brasilianas. Assim como as idades convencionais Rb/Sr e idades K/Ar para bioti tas e hornblendas de toda região. Isto indica a ocorrência de importante evento de recristalização durante o Ciclo Bra siliano.

Os últimos eventos do Ciclo Brasiliano na região são representados por intrusões de pegmatitos (470 a 500 m.a.). O único dado radiométrico inédito aqui apresentado refere-se a datação pelo método K/Ar de biotitas de um dique de pegmati to que corta obliquamente a Zona de Rochas Blastomiloníticas (Fotos 21 e 22). A análise foi realizada no Centro de Pesqui sas Geocronológicas do Instituto de Geociências da U.S.P. e forneceu os seguintes resultados:

~75-

TABELA 2

K (%)	$Ar^{40}$ rad.(10 <sup>-6</sup> cc STP/g)	Ar atm.(%)	Idade (m.a.)
6,5054	145,0	3,52	499 <u>+</u> 18

Este dado fornece uma idade mínima para as rochas blastomiloníticas de 499 <u>+</u> 18 m.a. e sugere que os últimos mo vimentos transcorrentes também tenham essa idade mínima.

Dado interessante de ser notado é que ao Norte do Lineamento de Além Paraíba, praticamente todas as amostras tratadas pelo método isocrônico cairam em isócronas transama zônicas ou mais antigas, sendo que apenas duas amostras (139 e 121c) cairam em posição intermediária entre a isócrona transamazônica e a brasiliana. Do mesmo modo, ao Sul da zo na do Lineamento de Além Paraíba não se encontram amostras que se situam acima da isócrona brasiliana. Estes dados su gerem que o Lineamento de Além Paraíba separa blocos com di ferentes padrões radiométricos.

-76-

# 4 - INTEGRAÇÃO REGIONAL E EVOLUÇÃO GEOLÓGICA

Observando-se o mapa de lineamentos obtidos a par tir de imagens MSS do satélite Landsat-1 (Anexo 4), nota-se uma configuração de áreas com diferentes padrões de linea Esse mapa foi construído levando-se em conta prin mentos. cipalmente os lineamentos menores mais finos, que correspon dem em sua maior parte à foliação metamórfica das rochas. As áreas com diferentes padrões observados correspondem por tanto a áreas com diferentes padrões e/ou atitudes de folia ção. Nota-se ainda que áreas mais extensas com diferentes padrões são limitadas, por vezes de modo brusco, por faixas mais estreitas, fortemente foliadas e com atitudes discor Estas faixas estreitas fortemente foliadas e dantes. dis cordantes, correspondem possivelmente a grandes zonas de fa lhamentos, que delimitam blocos crustais de constituição di versa, evidenciada pelos seus diferentes padrões de linea mentos.

Algumas dessas zonas de falhamento foram mapeadas e ganharam nomes, tais como as de Guiricema, Guaçui, Rio Pre to, Barra Mansa (BRANDALISE *et al.*, 1976) e São João do Pa raiso (COSTA et al., 1978). A maior delas no entanto, cor responde ao Lineamento de Além Paraíba (Falha do Paraíba do Sul Médio-Inferior, de BRANDALISE et al., 1976). Este acha--se mapeado e bem definido entre localidades de Volta Redon da (RJ) e Itaocara (RJ), correspondendo a uma faixa de até 10 km de rochas fortemente deformadas, como mostrado neste trabalho e em publicações anteriores (ALMEIDA et al., 1975; BRANDALISE et al., 1976; FERRARI et al., 1977, VASCONCELOS & MIRANDA, 1978). Constituí-se no eixo principal deste siste ma de falhamento, visto que as demais zonas de falhamentos apresentam amplas inflexões nas suas direções, passando de aproximadamente N/S para ENE conforme aproxima-se assintoti camente da zona do Lineamento de Além Paraíba.

A continuidade do Lineamento de Além Paraíba tan to para NE como para SW, não está rigorosamente definida.

-77-

Para NE, sua continuidade mais definida é o relativamente es treito Lineamento de São João do Paraiso (COSTA et al., 1978a, b), que trunca as direções estruturais dos seus blocos adjacentes. Porém, nas áreas mapeadas por convênio com o D.R.M./ /RJ (op.cit.), predominam amplamente as rochas com texturas blastomiloníticas sobre aquelas com texturas granulares homo gêneas, numa extensa área, tornando-se difícil caracterizar a continuidade do Lineamento de Além Paraíba como uma faixa de rochas deformadas que corta rochas menos deformadas. Não parece claro, no entanto, se isto se deve realmente a uma maior extensão do processo de blastomilonitização nessa área, ou se é apenas uma feição aparente, devido a critérios de ma peamento adotados, que não teriam como base principal o grau de deformação das rochas. No entanto, nos mapas do Projeto Espírito Santo da C.P.R.M. (SILVA & FERRARI, 1976) nota-se que a partir do NE do Estado do Rio de Janeiro ocorre um sis tema de falhas transcorrentes com direções ENE, sendo que no norte do qual ocorre outro sistema com traços curvilíneos,que infletem de ENE para N/S, da mesma maneira que na região do Lineamento de Além Paraíba. O sistema com direção ENE esten de-se ao interior do Estado do Espírito Santo, desaparecendo sob os sedimentos da Formação Barreiras e o Oceano Atlântico, na altura da cidade de Guarapari. No rumo SW o Lineamento de Além Paraíba encontra-se definido até encontrar a Via Du tra (BR-116), entre as localidades de Volta Redonda e Pirai (ver BRANDALISE et al., 1976 e FERRARI et al., 1976). HASUI et al. (1977 a, b) sugerem que a continuidade deste para SW, sejam os falhamentos de Taxaquara e Cubatão, o que implica ria que esta estrutura adentra os Estados de São Paulo e Pa rana, desaparecendo sob a Bacia do Parana. No entanto, na área de interligação (Serra da Bocaina, SP), os mapeamentos existentes não oferecem o necessário detalhe. Portanto a ex tensão conhecida no momento com certeza é de 240 km, e a ex tensão total presumida, considerando seus prováveis prolonga mentos, de mais de 1.000 km.

Observando-se os trabalhos de EBERT (1968) e ROSIER

-78-

(1965) percebe-se que muitas das unidades geológicas defini das por estes autores são pelo menos parcialmente limitadas pelos grandes lineamentos. Por exemplo: os Grupos Barbace na e Juiz de Fora (EBERT, 1967, 1968), ou Associação Barba cena (SILVA et al., 1978), são separados de uma faixa char noquítica a E pelo falhamento de Guiricema. ROSIER (1965)mostra que algumas das unidades por ele mapeadas apresentam em alguns pontos contatos por "faixas laminadas", como en tre a "Série Serra dos Órgãos" e a "Faixa Desengano", e en tre a "Faixa Eugenópolis" e a "Série Paraíba-Desengano". Es tas feições são tidas por esse autor como possíveis acavala As faixas charnoquíticas observadas no mapa mentos. de ROSIER (1965) apresentam também razoável coincidência com alguns "blocos" delineados no mapa de lineamentos (Anexo 4). Estas evidências sugerem fortemente uma estruturação crus tal em blocos de falha para a área. No entanto, apesar da região já estar mapeada totalmente nas escalas 1:500.000 e 1:250.000, e localmente em escalas maiores (ver Anexo 1),a diferenciação e delimitação das diversas unidades em qeral não coincidem, em função provavelmente de métodos e crité rios de mapeamento distintos em cada caso. Torna-se então muito difícil a apresentação de um mapa geológico integra do da região, o que poderia comprovar esta estruturação em blocos.

O Lineamento de Além Paraíba caracteriza-se em to da sua extensão por uma faixa de rochas intensamente defor madas, com texturas blastomiloníticas predominantes, onde as feições mais conspícuas são uma foliação vertical a subvertical e lineação subhorizontal extremamente intensas.Ban damento composicional conspícuo é também observado em tođa sua extensão, assim como intensa "boudinage" de rochas tais como anfibolitos e calcossilicatadas. Dobras mesoscópicas fechadas a isoclinais, de fluxo, com planos axiais verti cais, também são observados em toda sua extensão, porém ora com eixos subhorizontais ora subverticais (ALMEIDA et al., 1975; BRANDALISE et al., 1976).

-79-

Os únicos trabalhos de detalhe realizados anterior mente sobre as rochas blastomiloníticas, são os de COSTA al. (1978 a, b, c), que abrangem uma área mapeada na escala 1:50.000 na continuidade do Lineamento de Além Paraíba a NE de Itacoara (ver Anexo 1). Como já dito, naquela área as ro chas com texturas blastomiloníticas predominam sobre as com texturas mais homogêneas. O esquema evolutivo proposto para essa área por COSTA et al. é bastante semelhante ao de Três Rios, aqui delineado. Sinteticamente, teria-se inicialmente a formação de charnoquitos e leptinitos, com texturas hipidio mórficas granulares, grosseiras, que teriam sido submetidas a um processo de metamorfismo, constituído de três fases. Na primeira teríamos a predominância de recristalização sobre a cataclase, dando origem a granulitos e gnaisses com texturas blastomiloníticas, assim como a foliação, lineação e dobras de cisalhamento. Numa segunda fase, uma recristalização ter mal, pos-tectônica, fornecendo as texturas granoblásticas, eqüigranulares, poligonais e finas. Na terceira, a catacla se predominando sobre a recristalização, formando cataclasi tos e milonitos. Vale apenas ressaltar as considerações fei tas no item 3.7 a respeito das relações temporais e genéti cas entre estas três "fases". O processo de poligonização, por exemplo, está basicamente condicionado por deformações no retículo ocorridas na primeira fase, podendo ser a recrista lização sincrônica ou posterior, sendo mais provavelmente sin crônica ou tardia em relação à primeira fase, pois nesta ocor reram condições energéticas suficientes para provocá-la. Também notou-se que nos trabalhos de COSTA et al. muitas vezes considerou-se como texturas miloníticas, aquelas em que ocor ria predominância de grãos minerais maiores deformados (por firoclastos) em meio a matriz, e de texturas granulíticas aquelas mais finas, com raros porfiroclastos, quartzo "dis coidal" e matriz poligonizada fina. Na verdade, conforme já discutido no item 3.7, estas texturas tidas como "granuliti cas" são devidas basicamente a processos de deformação inten sa do retículo cristalino dos grãos minerais, recuperação e

-80-

recristalização, sendo então produtos de deformação extrema, e aquelas com texturas "miloníticas" com grânulos de porfiro clastos remanescentes, produtos de deformação pouco menos in tensa, que não teria sido suficiente para ativar a total re cristalização do agregado original, preservando os grãos maio res, "pré-tectônicos". Assim sendo, muitas das texturas in terpretadas como originadas na terceira fase podem na verda de ser produtos da primeira, apenas sendo, de modo inicial mente inopinado, resultado de menor deformação.

De qualquer maneira, a problemática quanto a evolu ção das rochas blastomiloníticas da região de São Fidélis é muito semelhante a de Três Rios, mostrando ser, com grande probabilidade, correlacionáveis. Apenas que na região de São Fidélis, as rochas charnoquíticas já ocorrem em grandes unidades, ao passo que na de Três Rios, estas ocorrem como pequenos enclaves tectônicos (conforme mostrado também por ROSIER, 1965 e EBERT, 1968).

Na possível continuidade dessa estrutura para SW, em direção ao Estado de São Paulo, ou seja, nos falhamentos de Taxaquara e Cubatão, a recristalização das rochas deforma das, se ocorre, dá-se em fácies metamórfica mais baixa.ALMEI DA (1955) descreve recristalização de quartzo, sericita, epí doto, clinozoizita, carbonatos e biotita em rochas das fa lhas da Serra da Cantareira, ao Norte da cidade de Sao Paulo. HENNIES et al. (1967) descrevem que ocorreu "regeneração de biotita e muscovita e recristalização de zoisita" em filon<u>i</u> tos do falhamento de Taxaquara e recristalização de quartzo em grau variável nas demais rochas cataclásticas. SADOWSKI (1974), ALVES (1975), CARNEIRO (1977) e HASUI et al. (1978)descreveram blastomilonitos em vários falhamentos da região, mas com recristalização apenas de quartzo. HASUI & SADOWSKI (1976) afirmam que somente o quartzo chegou a se recristali zar nas zonas de falhas em torno da região da cidade de São Somente ALVES (1975) faz referências a dobras mesos Paulo. cópicas nesse tipo de rochas, em blastomilonitos da falha de

-81-

Taxaquara. Como o Lineamento de Além Paraíba no Estado do Rio de Janeiro corta rochas de fácies metamórfica mais alta e idades mais antigas, e ele próprio apresenta uma evolução polifásica, com feições de deformação dúctil e recristaliza ção predominantes, a correlação entre os falhamentos des duas regiões encerra alguns problemas. Uma hipótese a ser testada é de que as estruturas sejam correlacionáveis geogra ficamente, mas apresentam-se atualmente expostos segmentos seus formados a diferentes níveis crustais, mais profundos no Estado do Rio de Janeiro e menos em São Paulo.

A origem das rochas charnoquíticas da região tem recebido interpretações diversas. BARBOSA (1960) e ROSIER (1965) sugeriram que se tratasse de rochas basálticas, correspondentes a seqüências ofiolíticas do geossinclíneo de idade assíntica, metamorfizadas nas suas regiões profundas. EBERT (1968), em função das texturas miloníticas muito co muns nos paracharnoquitos, propõe que estes tenham sido ori ginados em planos de falhas, por desidratação parcial provo cada pela milonitização nas fases iniciais do diastrofismo, podendo ser posteriormente remilonitizados, já na fácies an fibolito. Para os ortocharnoquitos (com distribuição homogê nea dos minerais e granulação grosseira), sugere uma origem por remobilização dos paracharnoquitos em profundidade.

As evidências levantadas neste trabalho no entanto mostram claramente que as rochas de fácies granulito, com texturas granulares, homogêneas, grosseiras, composição bási ca (charnoquítica) foram afetadas pelo intenso processo de blastomilonitização. Sendo que as rochas blastomiloníticas de Três Rios alinham-se com a isócrona transamazônica, é for çoso admitir que as rochas charnoquíticas sejam de idade pré-transamazônica, conclusão esta já indicada por COSTA R MARCHETO (1978). Por outro lado, CORDANI et al. (1973) apre sentaram uma isócrona (op.cit., Figura 5, pág. 17) de rochas consideradas como "gnaisses Mantiqueira" (Formação Barbacena) ocorrentes ao Norte de Juiz de Fora. A isócrona constituí-

-82-

-se de cinco pontos, dos quais quatro correspondem a rochas com texturas de milonito-gnaisses, embora não tão bem desenvolvidas como na região de Três Rios. Fornece idade de 2780  $\pm$  166 m.a. e R.I. de 0,7060  $\pm$  0,0016, o que sugere a ocorrên cia de processos de blastomilonitização no Ciclo Jequié.

Pelo que se pode observar, não foram datadas ro chas de fácies granulito com texturas não blastomiloníticas na região, as quais deveriam fornecer a idade de formação dos charnoquitos. Os dados disponíveis sugerem que a forma ção das rochas de fácies granulito se deu no Arqueano, so frendo sucessivos retrabalhamentos no decorrer do Proterozó<u>i</u> co.

O posicionamento temporal do processo de intensa granulação (cataclase), dobramento e recristalização que deu origem às rochas blastomiloníticas ainda é incerto. Como já discutido no item 3.8, não deve ser mais antigo que o Transa mazônico (2.090 m.a.). Não pode ser mais recente que os gra nitos pós-tectônicos do Brasiliano (540 ± 60 m.a.), supondo--se que o dique de granito encontrado nas proximidades de Três Rios seja correlacionável a estes. De qualquer modo, a idade de 500 m.a. fornecida pelo dique de pegmatito encontra do cortando as rochas blastomiloníticas estabelece uma idade mínima irrevogável.

Dentro desta faixa temporal, o mais provável é que o processo de blastomilonitização seja de idade transamazôni ca, pelo alinhamento das rochas blastomiloníticas mais típi cas com a isócrona dessa idade. Resta saber que efeito te ria a principal fase de metamorfismo e migmatização do Brasi liano sobre essas rochas, a 620 m.a.

Ao Sul do Lineamento de Além Paraíba ocorreu mig matização brasiliana, dentro da Folha de Três Rios. Não exis tem dados radiométricos de neossomas de rochas blastomiloní ticas para comprovar migmatização brasiliana nessas rochas. Com certeza o Ciclo Brasiliano provocou eventos termais for tes nessas rochas, evidenciados pelas idades aparentes K/Ar,

-83-

convencionais Rb/Sr e isócronas minerais. Os últimos movi mentos transcorrentes devem ter findado por volta de 500--450 m.a., conforme evidenciado pelas idades K/Ar em bioti tas de pegmatito, que se intrudem pelos planos de falhas menores oblíquas ou mesmo cortam a Zona de Rochas Blastomi loníticas. Estes dados mostram que esta última fase de transcorrência é correlacionável com os demais falhamentos da região SE, os quais devem ter ocorrido entre o metamor fismo regional do Ciclo Brasiliano (mais de 710 m.a.) até a estabilização da plataforma, a cerca de 450 m.a. (HENNIES et al., 1969, HASUI & SADOWSKI, 1976).

Nas Folhas de São João do Paraiso e Italva (COSTA et al., 1978 a, b) encontram-se as melhores evidências de movimentos transcorrentes posteriores que afetaram a região. O Lineamento de São João do Paraiso trunca e deflete as di reções estruturais da área, inclusive dos "milonitos" đa Unidade Monte Verde, indicando movimento transcorrente dex tral, relacionado à terceira fase do metamorfismo, definida por esses autores. São comuns também os dobramentos mesos cópicos e macroscópicos com eixos verticais, com estilo de dobras de fluxo, por vezes revirados para SE, afetando os rumos das lineações subhorizontais. Estes dobramentos fo ram interpretados como devidos a arrastos provocados pelos movimentos transcorrentes.

Um conjunto de evidências sugere que o Lineamento de Além Paraíba comportou-se como uma zona de fraqueza du rante a reativação mesozóica-cenozóica da Plataforma Brasi leira. RUELLAN (1944) mostrou que o vale do Rio Paraíba do Sul corresponde a uma depressão de ângulo de falha, em rela ção ao bloco soerguido e basculado da Serra dos Órgãos. BRANDALISE et al. (1976) indicam uma faixa central de rele vo escalonado no Lineamento de Além Paraíba, além da ocor rência de diques de diabásio e de corpos de rochas alcali nas, estas últimas também assinaladas por FERRARI et al. (1977). Na área de Três Rios, o relevo escalonado e a ocor

-84-

rência de diques de diabásios são claramente relacionados a Zona de Rochas Blastomiloníticas (ver Anexo 3), sendo tam bém encontrados terraços aluvionais mais altos que o nível atual do rio.

Os dados levantados por HABERLEHNER (1978)e HASUI & PONÇANO (1978) mostram a ocorrência de vários epicentros de eventos sísmicos ao longo do Lineamento de Além Paraíba, mostrando que este provavelmente se constitui ainda numa zo na de fraqueza, não totalmente inativa.

O modelo proposto por WATSON (1973) \_\_\_\_enquadra-se muito bem com as características do Lineamento de Além Pa Essa autora basicamente propõe que os maciços granu raiba. líticos arqueanos originais, com rochas de fácies granulito com texturas granulares e isótropas, sofreram intenso retra balhamento proterozóico e fanerozóico, ao longo de lineamen tos profundos da crosta, sendo nestes totalmente reconsti Nos blocos intermediários, delimitados pelos line<u>a</u> tuidas. mentos, as estruturas do período de retrabalhamento sobre põem-se às anteriores. O retrabalhamento dentro dos linea mentos caracteriza-se pelo metamorfismo retrógrado das ro chas granulíticas para a fácies anfibolito alto, propiciado pela intensa deformação planar das rochas e reintrodução de água no sistema. O estilo de deformação, o padrão estrutu ral, textural e metamórfico, as idades radiométricas, e as relações com os blocos intermediários e o conjunto do siste ma de lineamentos, descritos por WATSON (1973) no seu mode lo, são idênticos àqueles do Lineamento de Além Paraíba.

-85-

# 5 - CONCLUSÕES

-86-

Os dados levantados aqui e em trabalhos anteriores mostram que o Lineamento de Além Paraíba constituí-se num estreito cinturão de alta mobilidade da crosta, com largura de 9 a 10 km e extensão mapeada de 240 km, podendo possivel mente alcançar mais de 1.000 km. Na região em que é mapeado, corta rochas de fácies anfibolito e granulito, tendo ele pro prio rochas com estruturas blastomiloníticas predominantes,re presentando uma reconstituição na fácies anfibolito. de ro chas de fácies granulito mais antigas. Representa o eixo principal de um sistema regional de lineamentos que aparenta promover uma estruturação da crosta em blocos tectônicos.

O evento principal de blastomilonitização é prova velmente de idade transamazônica, sendo que as rochas de fácies granulito com texturas isótropas e composição básica (charnoquitos, enderbitos) são forçosamente pré-transamazôni cas, possivelmente arqueanas. Na área mapeada em detalhe (Fo lha de Três Rios), a evolução metamórfica, textural e estru tural das rochas blastomiloníticas inclui uma série de pro cessos, com deformação intensa do retículo cristalino dos grãos originais (podendo ou não ser denominada de "catacla se"), recuperação ("recovery"), recristalização, retrometamor fismo da fácies granulito para anfibolito alto, "boudinage" e estiramento, dobramento cerrado com planos axiais verti cais e eixos subhorizontais, transposição e migmatização in cipiente.

A homogeneidade estrutural é muito grande, com to dos elementos lineares e planares paralelos entre si. A re lação temporal entre esses processos não é clara, podendo mais provavelmente ser relacionados a um único evento de in tenso achatamento dessas rochas, eventualmente com variação do estilo de deformação com o tempo, passando de francamente rúptil até extremamente dúctil, com recristalização termal

ao final. No entanto a relação genética é clara, com uma deformação inicial do agregado e dos retículos cristalinos originais, ativando a recristalização e a ação da água, as quais por sua vez aumentaram incrivelmente a ductibilidade das rochas, podendo chegar à migmatização incipiente. Na área mapeada em detalhe, estes processos ocorrem com maior intensidade numa faixa central do Lineamento de Além Paraí ba, tornando-se menos intensos em zonas de transição e nos blocos adjacentes, onde o dobramento cerrado vertical е а transposição bem menos conspicuos, sobrepõe-se a pelo menos uma fase anterior de dobramento recumbente. As rochas dos blocos adjacentes pelo menos em parte, formaram-se poste riormente às rochas de fácies granulito.

Todos esses processos de retrabalhamento não são mais antigos que o Transamazônico, e não são mais novos que a Fase Principal de Deformação e metamorfismo do Ciclo Bra siliano, que poderia eventualmente corresponder à transpo sição, migmatização e crenulação das rochas blastomiloníti cas. No entanto, os dados disponíveis no momento não permi tem esclarecer a questão. Com certeza, pertencentes ao fi nal do Ciclo Brasiliano, temos eventos de movimentação trans corrente, que retalharam a Zona de Rochas Blastomiloníticas em duas direções conjugadas (a principal paralela à folia ção das rochas), crenulação das foliações anteriores, e in trusão de corpos de pegmatitos e granitos, além de fortes eventos termais.

Após o término do Ciclo Brasiliano, a evolução da faixa do Lineamento de Além Paraíba esteve ligada aos está dios de estabilização e reativação da Plataforma Brasileira (ALMEIDA, 1969). A partir do Jurássico, ocorreram intru sões de diabásios e rochas alcalinas, além de movimentação vertical ao longo de planos de falhas, dando origem ao rele vo escalonado da Zona de Rochas Blastomiloníticas. Possi velmente, alguma atividade tectônica muito tênue estende--se até os dias de hoje.

-87-

Os padrões metamórficos, estruturais e geocronol<u>ó</u> gicos do Lineamento de Além Paraíba são bastante coerentes com o modelo que WATSON (1973) propôs para o retrabalhame<u>n</u> to proterozóico e fanerozóico de maciços granulíticos de idade arqueana.

Diversos problemas encontram-se em aberto em rela ção a esssa estrutura. Datações radiométricas de rochas de fácies granulito, com texturas isótropas indeformadas, đe diversos tipos de rochas blastomiloníticas e de neossomas dessas rochas poderiam elucidar melhor as relações tempo rais com os diferentes ciclos tectônicos que afetaram a re Estudos de análise microtextural mais detalhados e gião. análise quantitativa de petrofabric poderiam eventualmente esclarecer melhor as relações entre processos tais como "ca taclase", recristalização e dobramento. Estudos regionais de geofísica, principalmente aeromagnetometria e gravime tria, poderiam elucidar as relações crustais em profundida de dessa estrutura. Estas questões seriam importantes para compreender a estruturação e evolução geológica regional.

A importância prática imediata do estudo dessa es trutura relaciona-se mais a seus eventos recentes, para obras de engenharia civil (presença de fraturas abertas, ocorrência de sismos) e mineração (depósitos hidrotermais e magmáticos, e ocorrência de água mineral, associados a sistemas densos de fraturas).

-88-

## 6 - AGRADECIMENTOS

O autor deve agradecimentos a um grande número de pessoas, que direta ou indiretamente colaboraram para a re<u>a</u> lização desta Dissertação de Mestrado.

Em primeiro lugar ao Professor Doutor Fernando Flávio Marques de Almeida, que soube orientar com paciência e objetividade este trabalho, acompanhando-o em todas suas fases.

Aos Professores Doutor Georg Robert Sadowski, Dou tor Yociteru Hasui, Doutor Rudolph Trouw e Doutor Rainer Schultz pela discussão e esclarecimento de algumas questões essenciais.

Aos colegas Cláudio Riccomini, André Ferrari e Tomas Brenner, que colaboraram com o autor nos trabalhos de campo.

Ao Professor Doutor Marcos Aurélio Farias de Ol<u>i</u> veira pelo acesso à suite petrográfica de J. Delhal, além do auxílio e discussão de diversas questões.

Ao Professor Doutor Gilberto Amaral e aos colegas Chan Chiang Liu, Paulo Roberto Meneses, Waldir Paradella e Raimundo Almeida Filho pela cessão de imagens de satélite e discussão de aspectos da geologia regional.

Ao Professor Doutor Umberto G. Cordani pela execu ção de análise radiométrica no Centro de Pesquisas Geocrono lógicas da Universidade de São Paulo.

Ao Professor Doutor José Moacyr Vianna Coutinho e colegas Eleno de Paula Rodrigues e Maria Cristina de Moraes pela descrição de seção delgada.

Ao Professor Doutor João Baptista Moreschi pela descrição de seção polida.

Ao Professor Doutor Miguel Alves Lima pelo apoio dado ao autor, permitindo o acesso ao arquivo de fotos. aéreas e cartas topográficas do IBGE.

À equipe da Seção de Laminação do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo, na pessoa da S<u>e</u> nhora Melany Thereza Isauk, e ao Senhor Gilson Batista, p<u>e</u> la execução das seções delgadas.

-90-

Aos motoristas Senhor Durval José de Oliveira e Senhor Antônio Ribas Peres que acompanharam o autor nos tra balhos de campo, assim como ao Chefe da Seção de Veículos do Instituto de Geociências da U.S.P., Senhor Cisco Kid Tenório.

À equipe da Seção de Ilustração Gráfica do Institu to de Geociências da U.S.P., na pessoa do Senhor Jaime Alves da Silva, pela impressão e montagem deste volume.

Ao fotográfo Senhor Jaime de Souza Marcos pelos trabalhos de laboratório fotográfico.

À Senhora Nair de Campos Louzada pela paciente e cuidadosa datilografia deste texto.

À Senhorita Lícia Haruyo Nagao, por todos os prés timos na preparação final deste volume.

Aos Senhor Wilson Leão, Senhor Vinícios Couto e Senhora Maria Elizete Campolim Fogaça pela confecção dos desenhos.

Ao Instituto de Geociências da U.S.P. pela acolh<u>i</u> da do autor como aluno de pós-graduação, e fornecimento da infra-estrutura para realização deste trabalho.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pela concessão de bolsa de estudos para o a<u>u</u> tor e auxílio financeiro para os trabalhos de campo.

Ao Departamento de Recursos Minerais do Estado do Río de Janeiro pelo apoio oferecido para a execução deste trabalho.

Ao Centro de Geologia Eschwege, nas pessoas dos Professores Everaldo Gonçalves e Celso Campolim Fogaça, e ao Instituto de Geociências da Universidade Federal de Minas Gerais, nas pessoas do Professor Wolney Lobato, e da Profe<u>s</u> sora Yoco Katoo pelo apoio na elaboração final desta Disse<u>r</u> tação.

A todos colegas, amigos e professores que auxilia ram o autor, discutindo aspectos por vezes essenciais, cola borando em tarefas rotineiras e fornecendo incentivo de or dem pessoal.

- AB'SABER, A.N. & BERNARDES, N. 1956 Vale do Paraíba.Ser ra da Mantiqueira e arredores de São Paulo. Rev.Eng.Min. Met. <u>24</u> (143): 284-292, Rio de Janeiro.
- ALGARTE, J.P.; CUNHA, H.C.S.; DAITX, E.C.; CHIEREGATI, L.A. & CAVALCANTI, J.C. - 1974 - Geologia da Folha de São Pau lo (Parcial). Anais XXVIII Congr.Bras.Geol., <u>4</u>: 339-337, Porto Alegre.
- ALMEIDA, F.F.M. de 1953 Considerações sobre a geomorfogênese da Serra do Cubatão. Bol.Paul.Beogr., <u>15</u>: 3-17, São Paulo.
- ALMEIDA, F.F.M. de 1955 As camadas de São Paulo e a te<u>c</u> tônica da Serra da Cantareira. Soc.Bras.Geol., Bol. <u>4</u> (2): 23-40, São Paulo.
- ALMEIDA, F.F.M. de 1964 Fundamentos geológicos do relevo paulista. In Geologia do Estado de São Paulo, Bol. IGG (41): 167-263, São Paulo.
- ALMEIDA, F.F.M. de 1969 Diferenciação Tectônica da Plata forma Brasileira. Anais XXIII Congr.Bras.Geol., <u>1</u>: 29-46, Salvador.
- ALMEIDA, F.F.M. de 1976 The system of continental rifts bordering the Santos Basin. Intern.Symp. on Cont. Margins of Atlantic Type. An.Acad.Bras.Ciênc., <u>48</u> (Supl.): 15-26, Rio de Janeiro.
- ALMEIDA, F.F.M. de; HASUI, Y. & CARNEIRO, C.D.R. 1975 -Lineamento de Além Paraíba. An.Acad.Bras.Ciênc., <u>47</u> (3/4): 575, Rio de Janeiro.
- ALMEIDA, F.F.M. de; HASUI, Y. & BRITO NEVES, B.B. de 1976 -The Upper Precambrian of South America. Bol.IG, Inst.Geoc., USP, <u>7</u>: 45-80, São Paulo.
- ALVES, F.R. 1975 Contribuição à geologia da região de Salesópolis-Guararema, São Paulo. Inst.Geoc.,USP, Dissert. Mestrado, 136 p., São Paulo (inédito).
- ANTHONIOZ, P.M. 1971 Les Mylonites profondes, étude qualitative et comparative du métamorphisme blastomylonitique.

-92-

Sciences de la Terre, 16(2): 195-227, Nancy.

BACKHEUSER, E. - 1926 - Breve notícia sobre a geologia do Distrito Federal, Estatística da Cidade. An. 1923-1924,  $\underline{V}$  (19): 19-31, Rio de Janeiro.

BELL, T.H. & ETHERIDGE, M.A. - 1973 - Microstructure of mylonites and their descriptive terminology. Lithos (6): 337-348.

BELOUSSOV, V.V. - 1962 - Basic problems in geotectonics. McGraw-Hill, 809 pp., New York.

- BJÖRNBERG, A.J.S.; GANDOLFI, N. & PARAGUASSU, A.B. 1965 -Novas observações sobre a tectônica moderna do leste de São Paulo. Rev.Eng.Min.Met., 11 (224): 137-140, Rio de Janeiro.
- BRANDALISE, L.A. et alii 1976 Projeto Vale do Paraiba do Sul, Relatório Final. Conv.Dep.Nac.Prod.Min./Comp. Pesq.Rec.Min., 411 pp., Rio de Janeiro (inédito).
- BRANNER, J.C. 1919 Resumo da geologia do Brasil para acompanhar o mapa geológico do Brasil. Press of Judd e Detweiler Inc., Washington.
- BRAUN, O.P.G. 1972 As faixas rúpteis do Brasil. XXVII Congr.Bras.Geol. (mimeografado).
- CARNEIRO, C.D.R. 1977 Geologia e evolução geológica da Folha de São José dos Campos, SP. Inst.Geoc., USP, Dissert. Mestrado, 106 p. (inédito).
- CHRISTIE, J.M. 1960 Mylonitic rocks of the Moine Thrust zone in the Assynt Region, Nortwest Scotland. Trans.Edin. Geol. Soc., <u>18</u>: 79-93.
- CHRISTIE, J.M. 1963 The Moine Thrust zone in the Assynt Region, Northwest Scotland. California Univ. Pubs. Geol. Sci., <u>40</u> (6): 345-419.
- CORDANI, U.G.; DELHAL, J. & LEDENT, D. 1973 Orogenèses supersées dans le Precambrien du Brésil Sud-oriental.Rev. Bras.Geoc. 3(1): 1-22, São Paulo.
- COSTA, L.A.M. da & MARCHETTO, C.M.L. 1978 Evolução textural dos granulitos de São Fidélis, RJ. An. XXX Congr. Bras.Geol., <u>3</u>: 1250-1264, Recife.

-93-

COSTA, L.A.M. da; GOMES, B.S.; BATISTA, J.J. & MARCHETTO, C. M.L. - 1978a - Projeto Carta Geológica do Estado do Rio de Janeiro, Relatórios Finais das Folhas São Fidélis, Cam buci, Italva e São João do Paraiso. Dep.Rec.Min., Sec.Ind. Com.Tur.Est. Rio de Janeiro, Rio de Janeiro (inédito).

-94-

- COSTA, L.A.M. da; GOMES, B.S.; BATISTA, J.J. & MARCHETTO, C. M.L. - 1978b - Projeto Carta Geológica do Estado do Rio de Janeiro, Cartas Geológicas e Notas Explicativas das Fo lhas Cambuci, São Fidélis, São João do Paraiso e Italva. Dep.Rec.Min., Sec.Ind.Com.Tur. Est. Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- COUTINHO, J.M.V. 1953 Petrologia da região de São Roque; São Paulo. FFCL/UPS, Bol. (159), Miner. (11), 80 p., São Paulo.
- COUTINHO, J.M.V. 1972 Petrologia do Pré-Cambriano em São Paulo e arredores. Bol. IG, Inst.Geoc., USP, <u>3</u>: 5-99, São Paulo.
- DALZIEL, I.W.D. & BAILEY, S.W. 1968 Deformed garnets in a mylonitic rock from the Grenville Front and their tectonic significance. Am.Jour.Sic., <u>266</u> (7): 542-562.
- DELHAL, J.; LEDENT, D. & CORDANI, U.G. 1969 Ages Pb/U, Sr/Rb et Ar/K de formation metamorphiques et granitiques du sud-est du Brésil (états de Rio de Janeiro et de Minas Gerais). Ann.Soc.Geol.Belgique, T.92, 1969, p. 271-283.
- DE SITTER, L.U. 1956 Structural Geology, McGraw Hill Book Co.Inc. First edition, London.
- EBERT, H. 1956 Tectônica do Pré-Cambriano (São João del Rei). Depto.Nac.Prod.Min., Relatório anual do Diretor, ano 1956, p. 97-107, Rio de Janeiro.
- EBERT, H. 1957 Beitrag zur Gliederung des Prakambriums in Minas Gerais. Geol.Rundschau, (215): 471-521.

EBERT, H. - 1962 - Baustil und Regionalmetamorphose im präkambrischen Grundgebirge Brasiliens. Tschermaks Miner. Petrogr. Mitt. 4 Folge, Bd. 8, H.1, pag. 49-81, Wien.

EBERT, H. - 1967 - A estrutura pré-cambriana do Sudeste de Minas Gerais e áreas adjacentes. Bol.Paran.Geoc., (26): 42-45, Curitiba. EBERT, H. - 1968 - Ocorrência de fácies granulítica no Sul de Minas Gerais e em áreas adjacentes, em dependência da estrutura orogênica: hipótese sobre sua origem. An.Acad. Bras.Ciênc., <u>40</u> (Supl.): 215-229, Rio de Janeiro.

EBBLIN, J.C. - 1974 - Cataclastic deformation. Geotectonics. ESCHWEGE, W.L.V. - 1832 - Beitrage zur Gebrigskinde Brasiliens, 488 pp., Berlin.

- FERRARI, A.L.; DUPUY, I.S.S. & BRENNER, T.L. 1977 Ocorrência de rocha alcalina no município de Pirai, RJ, e sua relação com o Lineamento de Além Paraíba. An.Inst. Geoc., Univ.Fed.Rio de Janeiro, ano 1977, pp. 114-121, Rio de Janeiro.
- FRANCO, R.R. 1955 Sobre um ultramilonito com estrutura fluidal. Bol.Soc.Bras.Geol., <u>4</u> (1): 43-48, São Paulo.

FREITAS, R.O. de - 1944 - Geomorfogênese da Ilha de São Se bastião. Assoc.Geogr.Bras.,Bol (4): 16-30, São Paulo.

- FREITAS, R.O. de 1947 Geologia e petrologia da Ilha de São Sebastião.Fac.Fil.Ciênc.Letr., USP, Bol. (85), Geol. (3), pp. 1-245, São Paulo.
- FREITAS, R.O. de 1951a Ensaio sobre o relevo tectônico do Brasil. Rev.Bras.Geogr., An. XIII (2): 171-222.
- FREITAS, R.O. de 1951b Relevos policíclicos na tectônica do Escudo Brasileiro. Bol.Paul.Geogr., (7): 3-19, São Paulo.

FREITAS, R.O. de - 1956 - Considerações sobre a tectônica e a Geologia do Vale do Paraíba. Rev.Eng.Min.Met., 24 (143): 276-283, Rio de Janeiro.

- FREITAS, R.O. de 1976 Definição estrutural, petrológica e geotectônica das cintas orogênicas antigas do Litoral Norte do Estado de São Paulo. Bol.Inst.Geol.Est.São Paulo (1): 1-176, São Paulo.
- GUIMARÃES, D. 1960 Fundamentos da petrologia e as rochas Ígneas do Brasil. Div.Fom.Prod.Min., Bol. 107, 410 p. Dep. Nac.Prod.Min., Rio de Janeiro.
- HABERLEHNER, H. 1978 Análise sismotectônica do Brasil, notas explicativas sobre o Mapa Sismotectônico do Brasil

e Regiões Correlacionadas. An. 2º Congr.Bras.Geol.Eng., <u>1</u>: 297-329. Assoc.Bras.Geol.Eng., São Paulo.

96

HASUI, Y. - 1973 - Tectônica da área das Folhas de São Roque e Pilar do Sul. Inst.Geoc., USP, Tese Livre-Docência, 190 pp., São Paulo (inédito).

HASUI, Y.; PENALVA, F. & HENNIES, W.T. - 1969 - Geologia do Grupo São Roque. An.XXIII Congr.Bras.Geol., pp.101-134, Salvador.

HASUI, Y.; CARNEIRO, C.D.R. & COIMBRA, A.M. - 1975 - The Ribeira Folded Belt. Rev.Bras.Geoc. <u>5</u>(4): 257-266, São Paulo.

HASUI, Y. & SADOWSKI, G.R. - 1976 - Evolução geológica do Pré-Cambriano na região Sudeste do Estado de São Paulo. Rev.Bras.Geoc., <u>6</u>(3): 182-200, São Paulo.

HASUI, Y.; ALMEIDA, M.A. & PONÇANO, W.L. - 1977a - Comparti mentação geomorfológica do Planalto Atlântico do Leste de São Paulo. Soc.Bras.Geol., Núcleo SP, Atas 1º Simp. Geol. Reg., p. 153-169, São Paulo.

HASUI, Y.; PONÇANO, W.L.; BISTRICHI, C.A.; STEIN, D.P.; GALVÃO, C.A.C.F.; GIMENEZ, A.; ALMEIDA, M.A.; MELO, M. & PIRES NETO, A.G. - 1977b - As grandes falhas do leste pau lista e sua importância. Soc.Bras.Geol., Nucl. SP. Atas lo Simp.Geol.Reg., p. 369-380, São Paulo.

HASUI, Y. & PONÇANO, W.L. - 1978 - Geossuturas e sismicidade no Brasil. An. 2º Congr.Bras.Geol.Eng., <u>1</u>: 331-338. Assoc.Bras.Geol.Eng., São Paulo.

HASUI, Y,; PONÇANO, W.L.; BISTRICHI, C.A.; STEIN, D.P.;
GALVÃO, C.A.C.F.; GIMENEZ, A.F.; ALMEIDA, M.A. de; PIRES
NETO, A.G.; MELO, M.S. de & SANTOS M.do C.S.R. dos 1978 - Geologia da Região Administrativa 3 (Vale do
Paraíba) e parte da Região Administrativa 2 (Litoral) do
Estado de São Paulo. Div.Min.Geol.Aplic., Monografias (1),
79 p., Inst.Pesq.Tecn.Est.S.Paulo, São Paulo.

HENNIES, W.T.; HASUI, Y. & PENALVA, F. - 1967 - O falhamento transcorrente de Taxaquara. An.XXI Congr.Bras.Geol., p. 159-168, Curitiba.

- HIGGINS, W.M. 1971 Cataclastic Rocks. U.S.Geol.Survey Prof. Paper 687, Washington.
- HOBBS, B.E.; MEANS, W.D. & WILLIAMS, P.F. 1976 An outline of structural geology. John Wiley & Sons Inc., New York.
- KEGEL, W. 1961 Os Lineamentos na estrutura geológica do Nordeste. An.Acad.Bras.Ciênc., <u>33(3/4)</u>: 25-26, Rio de J<u>a</u> neiro.
- LAMEGO, A.R. 1938 O Massiço do Itatiaya e regiões circundantes. Bol.Serv.Geol.Min., (88): 1-93, Dep.Nac.Prod. Min., Rio de Janeiro.
- LAMEGO, A.R. 1946 Análise tectônica e morfológica do Sistema da Mantiqueira, Brasil. An. II Congr.Panam.Eng. Min. Geol., 3: 247-326, Petrópolis.
- LAPWORTH, C. 1885 The highland controversy in British geology; its cause, course and consequences. Nature <u>32</u>: 558-559.
- LEONARDOS, O.H. 1935 Ocorrência de garnierita em Areal, Município do Parahyba do Sul, Estado do Rio de Janeiro. Serv.Fom.Prod.Min., (9): 161-168, Dep.Nac.Prod.Min., Rio de Janeiro.
- LEONARDOS, O.H. 1939 Calcário de Moura Brasil, Estado do Rio. Rev.Ens.Min.Met., <u>4</u> (19):5, Rio de Janeiro.
- PEIVE, A.V. 1960 -Fractures and their role in the structure and development of the Earth's crust. Intern.Geol.Congr., Report of the twenty-first session, part XVIII, pp.280-288, Copenhagen.
- RAMSAY, J.G. 1967 Folding and Fracturing of Rocks. McGraw Hill, 568 p., New York.
- RAMSAY, J.B. & GRAHAM, R.H. 1970 Strain variation in shear belts. Can.Journ.Earth Sci. <u>7</u> (786): 787-813.

REED, J.C. & BRYANT, B. - 1964 - Evidence for strike-slip faulting along the Brevard zone in North Carolina. Geol. Soc.America Bull., <u>75</u> (12): 1177-1196.

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, 145 p.(inédito).

- RIO DE JANEIRO. SECRETARIA DA INDÚSTRIA, COMÉRCIO E TURISMO. DEPARTAMENTO DE RECURSOS MINERAIS - 1978 - I Seminário sobre critérios de Mapeamento Geológico e Nomenclaturas de Unidades do Pré-Cambriano do Estado do Rio de Janeiro e Áreas Limítrofes. Rev.Min.Met. <u>42</u> (400): 11-13, Rio de Janeiro.
- ROSIER, F.R. 1953 Cronologie du Précambrien dans la région de la Serra dos Órgãos (Estado do Rio de Janeiro). Congrés.Geol.Intern.Alger, 1952, Comp.Rendus, Sect. I, V. 1, p. 111-113, Alger.

ROSIER, G.F. - 1957 - A geologia da Serra do Mar, entre os Picos de Maria Comprida e do Desengano (Estado do Rio de Janeiro). DNPM/DGM, Bol. 166, Rio de Janeiro.

ROSIER, G.F. - 1965 - Pesquisas geológicas na parte oriental do Estado do Rio de Janeiro e na parte vizinha do Estado de Minas Gerais. DNPM/DGM, Bol. 222, Rio de Janeiro.

ROSIER, G.F. - 1967 - In SCORZA, E.P., Relatório Anual do Diretor, ano de 1962, p. 23-24, DGM/DNPM, Rio de Janeiro.

RUELLAN, F. - 1944 - Evolução geomorfológica da baía da Gua nabara e regiões vizinhas. Rev.Bras.Geogr., ano VI (4): 445-509, Rio de Janeiro.

SADOWSKI, G.R. - 1974 - Tectônica da Serra do Cubatão, SP. Tese Doutor., Inst.Geoc., USP, 159 p., São Paulo (inédito).

- SILVA, J.N. da & FERRARI, P.G. 1976 Projeto Espírito San to, Relatório Final. Conv.Dep.Nac.Prod.Min./Comp.Pesq.Rec. Min., 408 p., Belo Horizonte (inédito).
- SILVA, J.N. da,; SEIXAS, S.R.M.; PIMENTEL, G. de B., & COUTINHO, M.G. da N. - 1978 - Projeto Mantiqueira-Furnas, Relatório Final. Conv.Dep.Nac.Prod.Min./Comp.Pesq. Rec. Min., 394 p., Belo Horizonte (inédito).

SPRY, A. - 1969 - Metamorphic textures. Pergamon Press, 350 p. TULLIS, J.; CHRISTIE, J.M. & GRIGGS, D.T. - 1973 - Microstruc tures and preferred orientations of experimentally deformed quartzites. Geol.Soc.America Bull. 84: 315-330.

TURNER, F.J. & WEISS, L.E. - 1963 - Structural analysis of metamorphic tectonites. McGraw Hill, 545 p., New York.

-98-

VASCONCELOS, V.R. de A. & MIRANDA, F.P. de - 1978 - Reconhe cimento geológico ao longo do novo traçado da rodovia BR-040 no Estado do Rio de Janeiro, Trecho Três Rios. Dep.Geol. Univ.Fed.Rio de Janeiro, Relatório da discipli na Estágio de Campo IV. Rio de Janeiro (inédito).

WASBURNE, C. - 1930 - Petroleum Geology of the São Paulo State, Brazil. Comm.Geogr.Geol.Est.S.Paulo, Bol. (22): 282 p., São Paulo.

WATERS, A.C. & CAMPBELL, C.O. - 1935 - Mylonites from the San Andreas fault zone. Am.J.Sci., 5th Ser., 29, pp. 473-503.

WATSON, J.V. - 1973 - Effects of reworking on high-grade gneiss complexes. Phil.Trans.R. Soc.Lond., 273: 443-455, London.

WILLIAMS, H.; TURNER, F. & GILBERT, C.M. - 1970 - Petrogr<u>a</u> fia, uma introdução ao estudo das rochas em seções delgadas. Ed.Univ.S.Paulo e Ed.Polígono, 424 p., São Paulo.

WINKLER, H.G.F. - 1977 - Petrogênese das rochas metamórficas. Edgard Blücher Ltda. e co-edições URGS, 258 p., São Paulo.

ZWART, H.J. - 1963 - Some examples of the relations between deformations and metamorphism from central Pyrenees. Geol.Minjb., 42: 143-154.

ZWART, H.J. - 1967 - The duality of orogenic belts. Geol. Minjb., 46: 283-309.

-99-

FOTO 1 - Fotografia aérea - USAF - escala original 1:60.000. Zonas de Rochas Blastomiloníticas e porções contí guas dos blocos adjacentes. No canto NE a cidade de Três Rios, e no lado W a de Paraíba do Sul. No tar o contraste morfológico entre a Zona Principal de Deformação, as zonas de transição e os blocos adjacentes, a persistência dos lineamentos morfolo gicos de direção NE, a ocorrência de lineamentos com direções em torno de N/S, e denso conjunto de fraturas de direção NW.



FOIO 1

-100-

- FOTO 2 Milonito-gnaisse tipo "a". Notar a abundância, fo<u>r</u> ma e variação de tamanho dos porfiroclastos, assim como a forte variação lateral de texturas e granul<u>a</u> ção.
- FOTO 3 Blastomilonito tipo "b". Notar a forte foliação, o bandamento composicional conspicuo, o aspecto gnáissico e a porcentagem baixa de porfiroclastos, em geral de tamanho pequeno.
- FOTO 4 Terraços aluvionares às margens do Rio Paralba do Sul, mais altos que o nível deste.
- FOTO 5 Leito seco do Rio Paraíba do Sul. Zona Principal de Deformação. Notar a intensa foliação e a ocorrê<u>n</u> cia de "boudin" de dimensões métricas na metade su perior da foto.
- FOTO 6 Zona Principal de Deformação. Foliação intensa e bandamento composicional conspicuo dos blastomiloni tos tipo "b". (Corte vertical; Pedreira Moura Brasil ou Tabaira.)



Foto 2



Foto 3





Foto 5



Foto 6

- FOIO 7 Fotomicrografia. Nicóis cruzados. Porfiroclastos de mesopertita (?), em meio a matriz poligonizada de microclíneo, plagioclásio, quartzo, biotita e muscovita, apresentando agregados de grãos de quartzo com forma planar. Notar a forma elipsoidal do porfiroclasto, textura em moldura em suas bordas e a ocorrência de fai xas de matriz poligonizada mais fina, em meio a porções de gra nulação maior.
- FOIO 8 Fotomicrografia. Nicóis cruzados. Porfiroclastos de plagioclásio, em meio a matriz poligonizada de plagioclásio, quartzo (?) e bio tita, com agregados de quartzo planar. Notar a extinção ondulante, geminações encurvadas, lamelas de deformação e forma elipsoi dal dos porfiroclastos de plagioclásio; os agregados de quartzo planar mostram-se em seção como "cordões" de quartzo, sendo cons tituídos por vários grãos, com ângulos de extinção diferentes e sem extinção ondulante; notar ainda a matriz com grãos poligonais, sendo que as bordas do porfiroclasto ao centro da foto encontram--se parcialmente poligonizadas.
- FOIO 9 Fotomicrografia. Nicóis cruzados. Detalhe da matriz poligonizada de blastomilonito. Notar a ausência de feições de deformação e a forma hexagonal de vários grãos da matriz, com pontos triplices de contato em ângulos aproximadamente iguais. No centro da foto, um possível porfiroclasto, quase que totalmente recristalizado e transformado num agregado de grãos poligonizados, sendo contorna do por agregados de quartzo planar.
- FOIO 10- Fotomicrografia. Nicóis paralelos. Detalhe da matriz de milonitognaisse. Agregado recristalizado de sillimanita, biotita e quart zo. A biotita e sillimanita são na maior parte idiomórficas. No entanto, alguns grãos maiores de sillimanita estão deformados, apresentando bordas irregulares, clivagens fraturadas e extinção ondulante.
- FOIO 11- Fotomicrografia. Nicóis paralelos. Rocha de fácies granulito, com textura granoblástica e deformação incipiente; com hornblenda, diopsídio, hiperstênio, plagioclásio, quartzo, apatita, opacos; os grãos maiores são arredondados, com extinção ondulante, sendo os interstícios estreitos entre eles preenchidos por matriz granoblástica fina.
- FOIO 12- Fotomicrografia. Nicóis paralelos. Blastomilonito "básico" tipo "b"; porfiroclastos de piroxênios, hornblenda, granada; matriz com texturas de equilíbrio de quartzo e plagioclásio.





Foto 7

Foto 8





Foto 9

Foto 10





Foto 12
FOTO 13 - Fotomicrografia. Nicóis cruzados. "Granitóide", Bloco NW. Textura granoblástica, grosseira, não deformada, com quartzo, plagioclásio, biotita, muscovita (rara), microclíneo, zircão e apatita.

FOTO 14 - Fotomicrografia. Nicóis cruzados. "Granitóide", Zona de Transição SE. Textura granoblástica, gros seira, com deformação incipiente. Notar texturas em moldura nas bordas dos grãos maiores. Quartzo com forma planar pouco desenvolvida. Matriz in tersticial, às vezes com texturas de equilíbrio, de microclíneo, quartzo, biotita e plagioclásio.

- FOTO 15 Fotomicrografia. Nicóis cruzados. Milonito-gnais se tipo "b", Zona de Transição SE.Porfiroclastos de mesopertita, pertita e plagioclásio. Quartzo com forma planar pouco desenvolvida. Matriz, com texturas de equilíbrio, de microclíneo,plagioclá sio, biotita ocorrendo também granada (xenomorfa).
- FOTO 16 Fotomicrografia. Nicóis cruzados. Milonito-gnais se tipo "a", Zona Principal de Deformação. Por firoclastos de pertita e plagioclásio; quartzo planar; matriz com texturas de equilíbrio de pla gioclásio, quartzo, biotita, muscovita, apatita.
- FOTO 17 Fotomicrograifa. Nicóis cruzados. Blastomilonito tipo "b", Zona Principal de Deformação. Porfiro clastos de plagioclásio, hiperstênio, opacos; quartzo planar; matriz com texturas de equilí brio de plagioclásio, quartzo, biotita e apatita. Notar os "cordões" de quartzo, formados por agre gados planares de grãos com ângulos de extinção diferentes.

FOTO 18 - Fotomicrografia. Nicóis cruzados. Blastomilonito tipo "a", Zona Principal de Deformação. Porfiro clastos pequenos de plagioclásio e mesopertita; quartzo planar; matriz com texturas de equilí brio de microclíneo, plagioclásio, biotita, opa cos; a biotita encontra-se às vezes deformada.















Foto 18

- FOTO 19 Lineações subhorizontais e planos de fraturamento conspícuos em rochas carbonáticas (Zona de Trans<u>i</u> ção SE; corte vertical).
- FOTO 20 Blastomilonitos tipo "a", com conspícuas linea ções subhorizontais.
- FOTO 21 Dique de pegmatito cortando obliquamente a folia ção de milonito-gnaisses tipo "a", fortemente li neados e laminados. Os aspectos de deslocamento aparente do dique são devidos a ilusão de perspec tiva, causada por bancadas horizontais de desmon te da pedreira (Pedreira a beira da BR-339, entre Andrade Pinto e Paraíba do Sul).
- FOTO 22 Idem Foto 21. Notar as paredes retilíneas, não deformadas do dique, e a inclusão de xenólito de milonito-gnaisse. Notar o denso conjunto de jun tas paralelas à foliação.
- FOTO 23 Planos de fraturamento suavemente curvos e linea dos, em blastomilonitos tipo "b" (corte vertical).







Foto 20

Foto 21





Foto 22

FOTO 24 - Feições de "boudinage" e estricção em milonito--gnaisse tipo "a" (corte horizontal).

FOTO 25 - Idem Foto 24.

FOTO 25 - Idem Foto 24.

FOTO 26 - Idem Foto 24.

- FOTO 27 Detalhe da Foto 26, mostrando a foliação contornando o "boudin".
- FOTO 28 Estruturas colunares na Zona Principal de Defo<u>r</u> mação, constituídas de porções do corpo roch<u>o</u> so delimitadas por superfícies cilíndricas fo<u>r</u> temente lineadas.

FOTO 29 - Feições de "boudinage" e estricção em rochas carbonáticas (Zona de Transição SE).





Foto 24





Foto 26

27 Foto





Foto 29

- FOTO 30 Ápice de dobra intrafolial, isolado em meio à i<u>n</u> tensa foliação de milonito-gnaisses tipo "a" (co<u>r</u> te vertical, Zona Principal de Deformação).
- FOTO 31 Dobra recumbente em quartzitos do Bloco SE (corte vertical).
- FOTO 32 Detalhe da Foto 31. Foliação subvertical sobr<u>e</u> posta ao dobramento recumbente (corte vertical).
- FOTO 33 Estilo de dobramento e transposição da Zona Principal de Deformação, em blastomilonitos tipo "b" (corte vertical).
- FOTO 34 Idem Foto 33. Notar na parte superior da foto, possível feição de redobramento (corte vertical).



30 Foto





ruto 32



Foto 33



Foto 34

- FOTOS 35 a 40 Fotomicrografias de seções delgadas de ápice de dobra intrafolial de milonito-gnaisse tipo "a", cujas orientações encontram-se ilustradas na Figura 9. A estrutura que encontra-se dobrada é o bandamento composicional da rocha, constituído por bandas com associações distintas de porfiroclas tos. As seções das Fotos 35, 37 e 39 correspondem a uma ban da "félsica", e as das Fotos 36, 38 e 40 a uma banda "máfica".
- FOTO 35 Paralela ao perfil da dobra (perpendicular ao eixo de dobra). Nicóis cruzados. Nota-se o ápice espessado e os flancos adelgaçados da banda dobrada, constituída de porfiroclastos de plagioclásio, agregados de quartzo com forma planar e matriz recristalizada de plagioclásio, intercalada entre bandas de granulação mais fina com maior proporção de piroxênios, anfibólios e biotita. Notar que os agregados de quartzo planar contornam os porfiroclastos, possuem uma posição plano--axial, e limitam-se a uma única banda, interrompendo-se nos limites desta. Nesta seção os porfiroclastos possuem formas elipticas ou semi-circulares.
- FOTO 36 Paralela ao perfil da dobra (perpendicular ao eixo). Nicóis paralelos. Bandas alternadas constituídas ou de agregado poligonizado de grãos de plagioclásio recristalizado, ou bandas com porfiroclastos de hornblenda, em matriz de hornblenda, pla gioclásio, quartzo e biotita. Notar a posição plano-axial das lamelas (muito finas) de biotita e a forma semi-circular dos porfiroclastos.
- FOTO 37 Perpendicular ao plano-axial da dobra e paralela ao eixo (pla no bc). Nicóis cruzados. Notar os agregados de quartzo de for ma planar, constituídos de grãos com diferentes posições đe extinção e contatos amebóides entre si; a forma elíptica a semi-circular dos porfiroclastos de plagioclásio e a matriz fina poligonizada.
- FOTO 38 Mesma posição que a seção da Foto 37. Nicóis paralelos. Bandas alternadas com predominância de porfiroclastos de hiperstênio ou de hornblenda, com matriz de plagioclásio, biotita e quart zo, e de bandas constituídas por agregado poligonizado de grãos de quartzo recristalizados. Notar a forma elíptica dos porfiro clastos e a orientação das lamelas (muito finas) de biotita.
- FOTO 39 Paralela ao plano-axial da dobra. Nicóis cruzados. Notar que os agregados de quartzo planar foram cortados paralelamente a sua forma planar. Os porfiroclastos de hornblenda e hiperstênio apresentam uma forma mais tabular, em comparação com os demais cortes, com maior elongação paralela ao eixo de dobra. Os grãos dos agregados poligonizados de plagioclásio e quartzo continuam a ter formas tendendo a hexagonais.
- FOTO 40 Mesma posição que a Foto 39. Nicóis paralelos. Notar a forma tabular dos porfiroclastos de hornblenda, com elongação paralela ao eixo de dobra, e a forma hexagonal dos grãos dos agre gados poligonizados de plagioclásio.





Foto 37





Foto 36



Foto 38



Foto 40

- 107 -

- FOTO 41 Falha de empurrão em rochas carbonáticas. O bloco cavalgante apresenta-se bastante amarrotado, te<u>n</u> do sofrido deslocamento na base (Zona de Trans<u>i</u> ção SE).
- FOTO 42 Fotomicrografia. Nicóis cruzados. Milonito-gnais se com feições de redeformação. Porfiroclastos de antipertita; quartzo planar dobrado e com extin ção ondulante; matriz granoblástica, de plagioclá sio, microclíneo, quartzo, biotita, às vezes com texturas de equilíbrio, sem extinção ondulante,ou tras vezes com grãos de quartzo, microclíneo, pla gioclásio e biotita deformados.
- FOTO 43 Fotomicrografia. Nicóis cruzados. Milonito-gnaisse. Notar a existência de duas foliações, sendo a mais antiga crenulada e rotacionada, dando origem a mais nova. Porfiroclastos de hornblenda, diopsí dio, hiperstênio, plagioclásio; a matriz apresen ta-se com texturas de equilíbrio; os planos de ci salhamento são constituídos por agregados de gra nulação mais fina, também com texturas de equilí brio bem desenvolvidas.
- FOTO 44 Blastomilonitos tipo "a", englobando "boudin" de milonito-gnaisse, com foliação às vezes discorda<u>n</u> te. Notar que o milonito-gnaisse do "boudin" apr<u>e</u> senta bandamento dobrado e transposto, não sendo essas feições visíveis no blastomilonito mais f<u>i</u> no circundante (Zona Principal de Deformação).
- FOTO 45 Blastomilonitos tipo "b", com foliação afetada por planos de crenulação (Pedreira Moura Brasil ou Tabaiara).





Foto 42



Foto 43



Foto 44



Foto 45

- 108 -

- FOTO 46 Neossoma pegmatítico penetrando por plano de tran<u>s</u> posição de blastomilonitos tipo "b", na Zona Pri<u>n</u> cipal de Deformação (Pedreira Moura Brasil ou T<u>a</u> baiara; corte vertical).
- FOTO 47 Neossoma quartzo-feldspático em blastomilonitos t<u>i</u> po "b", apresentando lineações subhorizontais (P<u>e</u> dreira Moura Brasil ou Tabaiara).
- FOTO 48 Estruturas de intensa ductibilidade na Zona Principal de Deformação. As partes escuras (paleossoma) correspondem a blastomilonitos básicos, em meio a porção mais clara, de neossoma quartzo-feldspáticos e blastomilonitos "félsicos" remobilizados (Pedreira Moura Brasil ou Tabaiara; corte vertical).
- FOTO 49 Estrutura agmatítica, com paleossoma granulítico e/ou blastomilonítico. Dique estreito de lampróf<u>i</u> ro corta o conjunto (Pedreira Moura Brasil ou T<u>a</u> baiara; corte vertical).
- FOTO 50 Fotomicrografia. Nicóis paralelos. Milonito-gnais se migmatizado. O paleossoma constituí-se de milo nito-gnaisse com porfiroclastos de hiperstênio, pla gioclásio, diopsídio, apatita, opacos, hornblenda (resultante da alteração de piroxênios), e matriz fina granoblástica, com texturas de equilíbrio, com plagioclásio e biotita. O neossoma (leucossoma) apresenta textura equigranular, grosseira, porém com feições de deformação (extinção ondulante, ge minações e clivagens encurvadas, interstícios en tre os grãos maiores preenchidos por matriz fina, com texturas de equilíbrio); tanto os grãos maio res como a matriz são constituídos basicamente đe plagioclásio e quartzo; observa-se ainda melanosso ma biotítico orlando o paleossoma, e raros porfiro clastos de hiperstênio em meio ao leucossoma. As feições de deformação no paleossoma são conspícuas, e no leúcossoma incipientes.





109 -

Foto 47











# MAPEAMENTOS SISTEMÁTICOS NA REGIÃO DO

## LINEAMENTO DE ALÉM PARAÍBA



ESCALA ----- 1 : 1000 000

20кт 0 20 40 60кт

# NA REGIÃO DO

11

ANEXO I



43°00' MAPA DE PONTOS DE AFLORAMENTOS LEGENDA • 129 (2,1) \_ponto de localização de ofloramento descrito ; ponto nº 129 , com duas amostras coletadas e uma seção delgada analizada. 🛞 AF 12 \_\_pontas de coletas de amostras para datação radiomé-AM 25 trica ( conforme descritos em Delhal et al , 1969 , e Cordani et al , 1973). limites do mapa geológico apresentado estradas pavimentodas ~ estradas não pavimentadas ferrovias 1++++++++++++++ lago ou represa drenagem permanente 19(1.1) zona urbanizada ESCALA ------ 1:50000 126HT 1000m 0 \$ 22°10' Declinação magnético 1964 e convergência meridiana do centro da folha NM NOT 42'23" 16°43' A declinação magnética cresce 7' anualmente Base topográfica folha Três Rios (IBGE, 1966, SF 23-Q-11-2) e Paraiba do Sul (IBGE, 1965, SF 23- Q -11-1) modificados Projeção Universal Transversa de Mercator Paraíba do Rios Sul 22°15' 43°00' ANEXO 2 Campanha . 1980

# ESBOÇO GEOLÓGICO ÁREA DE TRÊS RIOS

, . .

\* \*



Quaternário Q zona principal de deformação P€ba Pré-cambriano PEbb PEbga recataclase raras e migmatização incipiente. "flaser" tipica

LEGENDA

sempre bem desenvolvida. PEsbg — associação indiferenciada de migmatitos de estrutura estromatítica e milonito—gnaisses. PEn - migmatitos com estrutura nebulítica predominante PEND — migmatitos com estrutura nebulitica predominante , com ocorrências de quartzitos , migmatitos com estruturas estromatítica e agmatitica , e rochas calcossilicatadas PES - migmatitos com estrutura estromatitica PEqs — associação indiferenciada de quartzitos e migmatitos de estrutura estromatítica , com ocorrencias de migmatitos de estruturas agmatítica e nebulítica. PEg — gnaisses bandados predominantes , pouco migmatizados

PEsbg

•	ocorrência	as de	litol	ogias	não	m
	Db - diqu	es de	diab	ásio ,	Lp	_ di
x	lavra _	Br_	brita	. 9:	z _ q	uart
<u> </u>	atitude i	medida	de	foliaç	āo	
	atitude i	medida	de	banda	mento	o n
*	eixo de	sinfor	ma			
+	eixo de	antifo	orma			
	falha tra	nscorre	nte	obser	vada	obli
a dasset	falha tra	nscorre	ente	supos	ta o	blíqu
	foliação	observ	ada	por	fotog	rafi
	contato	definid	0			
	contato	aproxi	mado			
	contato	transic	ional			

lago ou represa baixios

drenagem permanente



P&qs	P&nb	
# # # <u>1. 21 . 21 . 2</u>	SE (m) soo PERFIS GE 600 E.V. = E.H. = -200 o D	= 1
PCqs	PEnb	
SE (m) 600 400 400 200 5 5 600 400 200 5 5 6 6 0 5 6 6 0 6 6 6 6 6 6 6 6 6 6		

Base topográfica : Carta do Brasil \_ IBGE . folha Tres Rios \_ 1966 \_ (SF 23 - Q modificada Projeção Universal Transversa de Mercator

> Declinação magnética 1964 e convergência meridiana do centro da folha

	. *		
·			
de transição	blocos adjacentes	e blocos de roch	as preservadas

Q — aluviões recentes e terraços aluvionares—argilas, siltes e areias finas PEba — blastomilonitos "a", com granulação muito fina, ápices de dobras intrafoliais muito raros ou inexistentes,"boudins" de outras rochas blastomiloníticas, evidências de recataclase frequentes e migmatização inexistente .

PEn PEqs PEnb PEs PEg

when the

ANEXO 3

PCbb — blastomilonitos "b", com granulação fina a media, ápices de dobras intrafoliais bastante frequentes, evidências de

PEbga — milonito—gnaisses "a", com feições de deformação bastante conspicuas e estrutura

PEbgb - milonito-gnaisses "b", com, feições de deformação por vezes pouco evidentes, e estrutura "flaser" nem

apeáveis na escala empregada \_ Gr \_ rochas de fácies granulito , ques de lamprófiros

zito , Ca\_ rochas carbonáticas

netamórfico

P€bgb

qua à foliação a à foliação aérea

zona	urbanizada	~	estradas estradas	pavin não	nentadas pavimentadas
11 - 2)		— folha Tre — Área re	os Rios presentada		

NG NM NQ # 42'23" 16°43'

A declinação magnética cresce 7' anualmente

### MAPA DE LINEAMENTOS DE IMAGENS LANDSAT - 1

