

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS GEOFÍSICAS E GEOLÓGICAS

**PETROLOGIA DA SEQUÊNCIA XISTOSA SERIDÓ - CURRAIS NOVOS, PARELHAS
(RN)**

Tese Apresentada por

THEODOMIRO GAMA JUNIOR

como requisito parcial à obtenção do grau de


MESTRE EM CIÊNCIAS

Na área de

GEOLOGIA

Conferido pelo Programa de Pós-Graduação em
Ciências Geofísicas e Geológicas da
Universidade Federal do Pará

Aprovado: 12.03.81


CARLOS ALBERTO R. DE ALBUQUERQUE

(ORIENTADOR)


ALCIDES NÓBREGA SIAL


YAN MACREATH

Comitê de Tese

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo auxílio financeiro à realização desta pesquisa.

Ao Prof. Dr. Carlos Alberto Ribeiro de Albuquerque pela orientação científica e por todo o apoio pessoal.

Aos demais membros da comissão examinadora de tese, Prof. Dr. Alcides Nóbrega Sial e Prof. Dr. Ian McReath, pelas críticas e sugestões apresentadas.

Ao Núcleo de Ciências Geofísicas e Geológicas da Universidade Federal do Pará, nas pessoas do Prof. Dr. José Seixas Lourenço e Prof. Dr. Raimundo Netuno Nobre Villas pelo estímulo e apoio.

A todos os professores do Núcleo de Ciências Geofísicas e Geológicas da Universidade Federal do Pará que me transmitiram ensinamentos durante o curso de Pós-Graduação.

Ao Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo - USP, em particular ao Prof. Dr. Celso B. Gomes pelo estágio que me proporcionou no Laboratório de Microsonda Eletrônica e ao Prof. Excelso Ruberti pelo apoio dado durante as análises químicas de minerais realizadas nesse Laboratório.

Aos Profs. Drs. Emanuel F. Jardim de Sá, Jean Michel Legrand e Yociteru Hasui, pelas proveitosas discussões.

Aos amigos e colegas Prof. Francisco de Assis Matos de Abreu, Prof. Armando Coimbra, Prof. Ronaldo Lima Lemos, geólogo Eduardo Vasconcelos, Prof. Dr. Roberto Dall'Agnol e a todas as pessoas que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

Aos técnicos que trabalham no Núcleo de Ciências Geofísicas e Geológicas, em particular aos Srs. Raimundo Nonato Pinto de Oliveira e José Herculano da Silva Neto, pelo auxílio durante as análises químicas de rochas.

À minha esposa Rosa e aos meus pais pelo incentivo
e apoio.

S U M Á R I O

	Pag
AGRADECIMENTOS	i
SUMÁRIO	iii
LISTA DAS ILUSTRAÇÕES	v
RESUMO	viii
ABSTRACT	x
1 <u>INTRODUÇÃO</u>	1
1.1 Objetivos	1
1.2 Localização da Área	1
2 <u>GEOLOGIA DA ÁREA</u>	4
2.1 Estratigrafia	4
2.2 Geotectônica	10
3 <u>PETROGRAFIA</u>	12
3.1 Micaxistos	12
3.2 Calcossilicatadas	14
3.3 Anfibolito	15
4 <u>ANÁLISES CRONOLÓGICAS</u>	17
4.1 Relação Temporal entre Deformação e <u>Cristaliza</u> <u>ção</u>	21
5 <u>QUIMISMO</u>	33
5.1 Quimismo das Rochas	33
5.2 Quimismo dos Minerais	33
6 <u>TEMPERATURA E PRESSÃO DO METAMORFISMO</u>	45
7 <u>METAMORFISMO</u>	47

8	<u>CONCLUSÕES</u>	53
9	<u>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</u>	57
10	<u>ANEXOS</u>	62
10.1	Métodos Analíticos	62
10.2	Mapa de Pontes	65

LISTA DAS ILUSTRAÇÕES

<u>TABELAS</u>	Pag
1. Coluna lito-estratigráfica para a sequência de cobertura do Seridó	6
2. Análises químicas de rochas metassedimentares da faixa de dobramento Seridó (RN)	34
3. Análises químicas de rochas calcossilicatadas e anfibolito da faixa de dobramento Seridó (RN) ...	35
4. Médias de análises químicas de rochas sedimentares, metamórficas e ígneas	36
5. Composição química da granada dos micaxistos Seridó obtida por microsonda eletrônica	41
6. Composição química da cordierita dos micaxistos Seridó obtida por microsonda eletrônica	42
7. Médias da composição química do plagioclásio dos micaxistos Seridó (em termos de anortita, albita e ortoclásio) obtida por microsonda eletrônica .	43
8. Valores de temperatura e pressão de metamorfismo para a região de Currais Novos-Parelhas (RN)	46

FIGURAS

1. Localização da área e região de dobramento nordeste	3
2. Modelo esquemático e tentativo de distribuição de unidades "estratigráficas" na região do Seridó (RN-PB)	9
3. Esquema das relações minerais vistas nas seções	

	delgadas	28
4.	Diagramas ACF e A'KF das análises químicas das tabelas 2, 3 e 4	37
5.	Composições químicas de várias rochas magmáticas e sedimentares projetadas em diagramas ACF e A'KF. Campos dos metassedimentos da região de Currais Novos-Parelhas (RN)	38
6.	Diagrama AFM das análises químicas das tabelas 2, 3 e 4	39
7.	Composição química do plagioclásio expressa em termos dos componentes albita, anortita e ortoclásio, obtida por microsonda eletrônica. Sequência xistosa Seridó, região de Currais Novos-Parelhas (RN)	44

FOTOMICROGRAFIAS

1.	Microdobramento da fase F_1 . Micaxisto Seridó.....	19
2.	Microdobramento da fase F_1 e clivagem de cisalhamento do evento F_3 . Micaxisto Seridó	20
3.	Textura pré-cinemática. Nódulos de cordierita contornados pela superfície externa S_2 . Micaxisto Seridó	22
4.	"Kink bands" e nódulos de cordierita contornados pela superfície S_2 . Micaxisto Seridó	23
5.	Microdobramento da fase F_1 . Granadas rotacionadas. Micaxisto Seridó	25
6.	Granada com centro rotacional e borda normal, Micaxisto Seridó	26
7.	Textura sin-cinemática à F_2 . Granada estirada segundo a superfície neo-formada S_2	27
8.	Remanescentes ocelares de agregados de quartzo, parcialmente recristalizados. Filonito	31

g.	Bandeamento quartzo-feldspático e faixas de se gregação (xistosidade de cisalhamento). Filonito.	32
----	---	----

QUADROS

I.	Relação entre estilo tectônico e crescimento mi neral	18
II.	Relação entre metamorfismo e deformação-resumo...	56

RESUMO

No estudo do metamorfismo da região de Currais Novos - Parelhas (RN), que pertence à faixa dobrada Seridó, foram empregadas análises petrográficas, quimismo de minerais e de rochas, relações entre cristalização e deformação, assim como foram aplicados geotermômetros e geobarômetros e a distribuição espacial das associações minerais.

Três fases consecutivas de deformação (F_1 , F_2 e F_3), têm sido reconhecidas nessa faixa, sendo F_3 visível apenas localmente. O estudo das relações entre deformação e cristalização mineral evidencia que geralmente os minerais são sintectônicos (relativo a F_1) embora alguns minerais também ocorram frequentemente com a cristalização pós-tectônica.

A estabilidade de estauroлита, clorita, andalusita, cordierita, muscovita e fibrolita (eventualmente cristais maiores de silimanita), o quimismo da granada (almandina - 69% à 72% e espessartita - 14%) e a composição química do plagioclásio (oligoclásio, An_{26}), definem o metamorfismo regional na região estudada na fácies anfibolito baixa a média e do tipo de pressão baixa a intermediária. As condições de temperatura e pressão durante este metamorfismo foram estimadas em 550°C e 4.0 kbar, respectivamente.

A distribuição espacial homogênea das associações minerais (granada-cordierita-andalusita-silimanita-estauroлита-clorita), por toda a extensão da área estudada, sugere que não existe um zoneamento metamórfico na mesma.

Não foi identificada qualquer evidência de um evento retrometamórfico de carácter regional, porém, restrita a estreitas zonas cisalhadas nas proximidades das cidades de Cruzeta, Jardim do Seridó e São José do Seridó, foi constatada a sua existência. Assim foram originadas rochas milonitizadas, tais como filonitos. As condições da fácies xistoverde não chegam a ser, entretanto, atingidas.

A mineralogia e o quimismo da sequência xistosa Seridô indicam que as rochas se originaram de sedimentos com predominância de pelites e grauvaças. Já as rochas calcossilicatadas, intercaladas na sequência xistosa, são produtos de rochas sedimentares de composição carbonática impura. Por outro lado, o anfibolito, com excessão ao teor elevado em K_2O teria como origem uma rocha de composição ultramáfica, semelhante em composição aos peridotitos e inclusive aos peridotitos komatiíticos.

ABSTRACT

This work deals with the metamorphism of the Seridó schists in the region Currais Novos - Parelhas, of the Seridó schist belt. The study involved the petrography of the rocks, the chemistry of rocks and selected minerals and the application of geothermometers and geobarometers as well as a correlation between deformation and metamorphic crystallization of the minerals.

The three consecutive phases of deformation (F_1 , F_2 , F_3) described have been recognized although F_3 was seen only locally. Syntectonic crystallization (relative to F_1) was noted for most minerals although post-tectonic crystallization is seen very often.

The pressure and temperature of crystallization can be estimated at approximately 4 kb and 550°C, respectively. The occurrence of staurolite in metasedimentary assemblages defines metamorphic conditions of the amphibolite facies.

Garnet, with about 70% of the almandine molecule and 15% of the spessartite molecule, coexists with cordierite and andalusite (or sillimanite). Therefore, the metamorphism is of the low-to intermediate pressure type. The grade of metamorphism is almost constant in the region studied, without evidence of retrograde metamorphism except where intense deformation produced phyllonites.

The conditions of metamorphism of this part of the Seridó schist belt can be compared to those of the Abukuma belt of Japan. The metasedimentary rocks were derived from sediments dominantly with a composition corresponding to a mixture of pelite and greywacke.

1. INTRODUÇÃO

1.1 Objetivos

O Cinturão metamórfico do Seridó situa-se em um dos domínios da "Região Dobrada Nordestina", representado por rochas de idade Pré-cambriana, consolidadas no ciclo Brasília no (Almeida et alii, 1976).

Sendo o metamorfismo um dos eventos marcantes nessa região, mesmo assim não tem merecido o devido tratamento. Entre os trabalhos prévios dedicados à sequência xistosa que compõe a Formação Seridó, percebe-se que a mesma é descrita, de um modo geral, em termos de litologias e observações petrográficas. É reconhecido por Mello e Mello (1972, 1974) que o metamorfismo pertenceria a fácies xistoverde e a fácies cordierita anfibolito, e que entre as associações minerais estão presentes a estauroлита, andalusita, cordierita, granada, silimanita e micas.

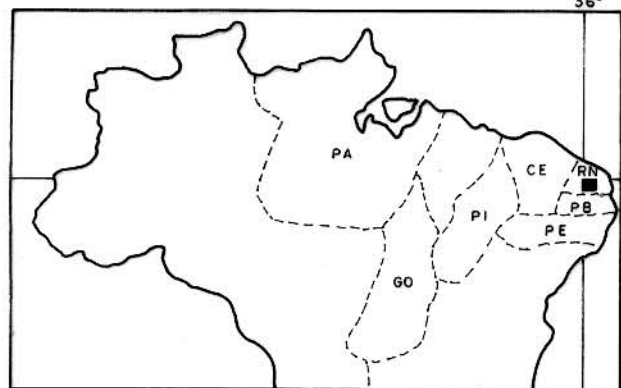
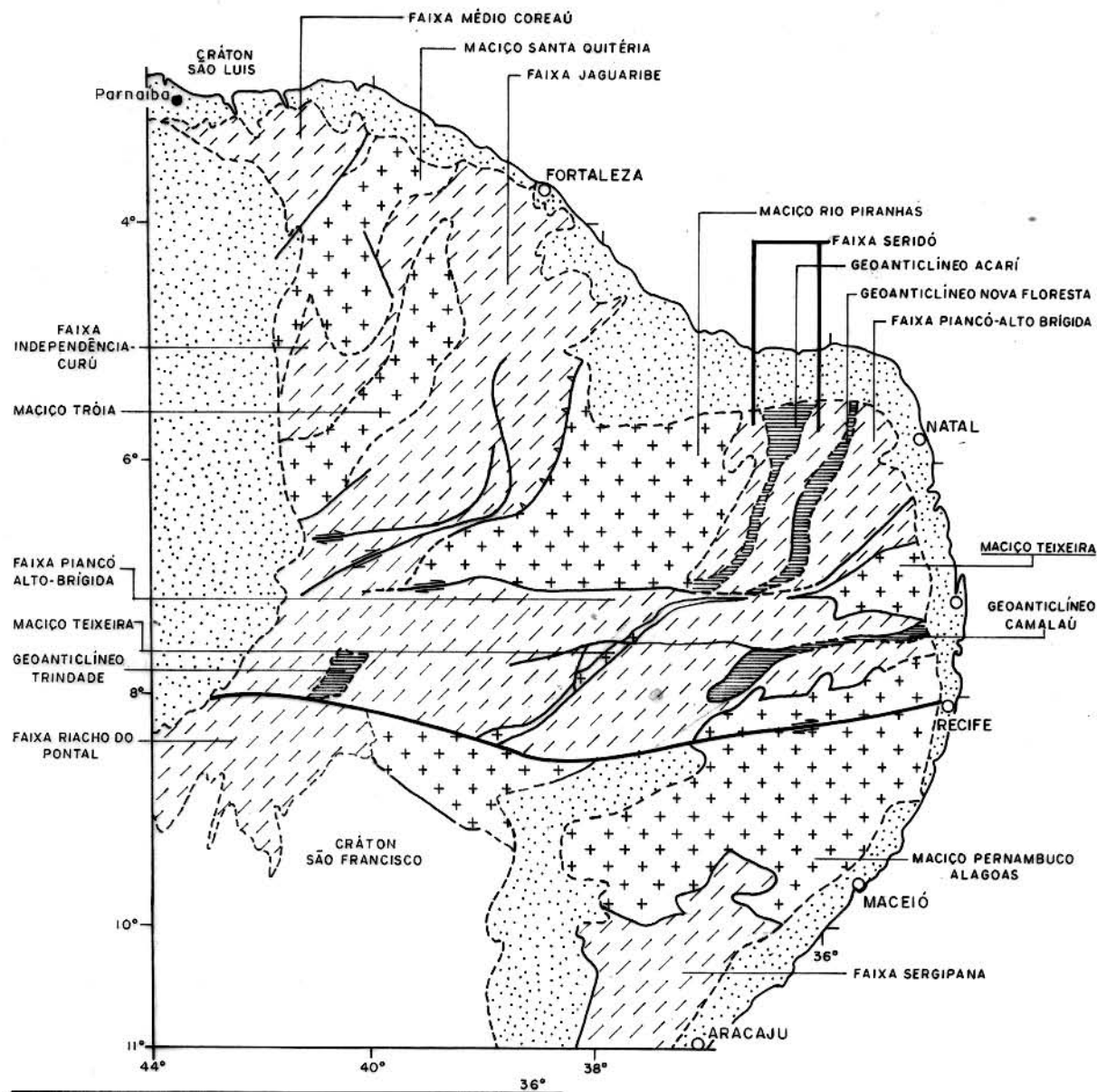
Com base em trabalhos de campo, análises petrográficas, análises cronológicas entre cristalização mineral e deformação, quimismo das rochas e minerais, calibrações de temperatura e pressão, bem como no controle da distribuição espacial regional das associações minerais, procurou-se definir melhor os tipos litológicos pré-metamórficos, assim como as associações minerais, as relações entre cristalização mineral e deformação, as condições de temperatura e pressão e a distribuição regional do metamorfismo na região de Currais Novos - Paranhas (RN).

1.2 Localização da Área

A região pesquisada (Figura 1) localiza-se no nordeste do Brasil, no Estado do Rio Grande do Norte e a parte central da área (próxima à cidade de Currais Novos) está a cerca de 175 km a WSW da cidade de Natal, capital do Estado. É delimitada em termos gerais pelas coordenadas geográficas:

06°00' e 06°40' de latitude S.

36°10' e 37°00' de longitude W de Greenwich.
abrangendo uma superfície de 2.876 km² aproximadamente.

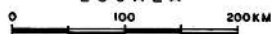


LOCALIZAÇÃO DA ÁREA

LEGENDA

- ▲▲▲ EMPURRÃO E INVERSAS } FALHAS
- ≡≡≡ TRANSCORRENTES } FALHAS
- ▤ COBERTURAS FANEROZÓICAS
- ▨ FAIXAS (SISTEMA) DE DOBRAMENTOS
- ++ MACIÇOS MEDIANO } Embasamento pré-brasileiro retrabalhado.
- ▧ GEOANTICLÍNEOS } Embasamento pré-brasileiro retrabalhado.
- EMBASAMENTO

ESCALA



FONTE: WERNICK et alii (1978)
BRITO NEVES (1975)

FIG. 1 - LOCALIZAÇÃO DA ÁREA E REGIÃO DE DOBRAMENTOS NORDESTE.

2 GEOLOGIA DA ÁREA

2.1 Estratigrafia

Devido ao fato da região do Seridó despertar um grande interesse pela sua potencialidade econômica, existe um considerável acervo bibliográfico sobre a geologia da área. Estratigraficamente as faixas dobradas brasileiras do nordeste se caracterizam por uma sequência terrígena inferior coberta por rochas carbonatadas, sobre as quais segue nova sequência terrfígena. Essas sequências foram envolvidas em mais de uma fase de dobramento, frequentemente tendo como direção de orientação NE. O metamorfismo a que foram submetidas estaria representado pelas fácies xistoverde e anfibolito, de baixa a média pressão (DNPM - CGMW - UNESCO - 1978).

Entre os trabalhos pioneiros sobre a estratigrafia do nordeste brasileiro encontra-se o de Crandall (1910) (In: DNPM, 1974), o qual denominou de Série Ceará uma sequência de rochas metamórficas envolvendo xistos argilosos, quartzitos e mármores, distribuída no nordeste brasileiro pelos Estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas e Sergipe, a qual estaria sobreposta a um "Complexo Fundamental" constituído por gnaisses e xistos cristalofilianos.

Moraes (1924) (In: DNPM, 1974) reconheceu que os metassedimentos de maior distribuição na região do Planalto da Borborema estavam restritos a estreitas faixas (sinclinais) de quartzitos e micaxistos de idade Algonquiana, entre uma vasta região de rochas arqueanas e propôs a já consagrada denominação de "Micaxisto Seridó".

A primeira subdivisão estratigráfica da Série Ceará foi proposta por Ebert (1955) (In: Siqueira e Maranhão, 1977) e compreende as seguintes unidades:

Formação Seridó: micaxistos e arcósios;

Formação Quixabá: micaxistos, calcários e escarnitos;

Formação Parelhas: arcósios graníticos e conglomerados;

Formação Equador: quartzitos micáceos e conglomerados;

Ferreira (1967) (In: Siqueira e Maranhão, 1977) sugeriu um esquema estratigráfico para a Série Ceará bem distinto do apresentado por Ebert (1955), onde considerou como horizonte guia o quartzito Equador:

CEARÁ	GRUPO SERIDÓ	SERIDÓ: dominam biotita xistos, há calcários nos níveis inferiores. Há tactitos esparsos e ricos. Gnaisse de transição são restritos à base. Há lentes do gnaisse Jucurutu.
		JUCURUTU: domina o gnaisse Jucurutu. Há calcário em todos os níveis. Tactitos são abundantes e finos em geral. Há xistos Seridó em lentes com contato abrupto com o Jucurutu.
		HORIZONTE EQUADOR: domina o quartzito. Há conglomerados.
SÉRIE	GRUPO CAICÓ	CAICÓ: no topo há xistos com intercalações de calcário na maioria estéril. Na base uma espessa sequência com intercalações de xistos, meta - arcósios e para - anfibolitos.
		SÃO VICENTE: formado por pacotes espessos de meta - arcósios, com lentes de para - anfibolitos.
		LAGES: formado por intercalações de meta - arcósios, xistos e para - anfibolitos. As vezes existem lentes de quartzitos. A sequência é muito espessa.

Ebert (1967) (In: Siqueira e Maranhão, 1977) discorda inteiramente do esquema estratigráfico proposto por Ferreira (1967) e considera o calcário Quixabá como o único horizonte guia de referência para a sub-divisão da Série Ceará. Em 1969, Ebert (In: Siqueira e Maranhão, 1977) apresenta uma nova coluna estratigráfica para as diversas sub-áreas na região do Seridó, empregando a denominação de Formação Quixabá para a unidade cons

IDADE		UNIDADES		L I T O L O G I A	
ARQUEANO (BRITO NEVES, 1975/76)	PROTEROZOICO MÉDIO A INFERIOR (JARDIM DE SÁ 1978)	C O B E R T U R A	GRUPO	GRUPO SERIDÓ	* Essencialmente constituída de xistos aluminosos e tendo em sua base intercalações: - Finas de mármores, calcossilicáticas e anfíbolitos - Gnaisses, quartzitos
			FORMAÇÃO	FORMAÇÃO SERIDÓ (MORAES, 1924)	* Metaconglomerado polimítico com seixos de quartzo, granito, gnaíse e de litologias da Formação Equador: muscovita, quartzitos ferruginosos e metaconglomerado monomítico quartzoso com matriz ferruginosa.
EMBA-SAMEN TO	DISCORDÂNCIA TECTÔNICA	C O B E R T U R A	GRUPO	GRUPO EQUADOR (EBERT, 1955)	* Dominam muscovita - quartzitos e muscovita-quartzo xistos, com variações laterais e verticais entre ambos. Intercalações de biotita xistos, quartzitos ferruginosos e de metaconglomerados monomíticos quartzosos com matriz ferruginosa. Na base, intercalações de mármores, calcossilicáticas e anfíbólio-calco xistos.
			FORMAÇÃO	FORMAÇÃO JUCURUTU (FERREIRA, 1967)	* Provavelmente de natureza vulcano-sedimentar. Dominam gnaisses ricos em minerais, nódulos e lentes calcossilicáticas. Apresentam intercalações, de modo mais abundante que nas formações anteriores, das seguintes litologias: - Anfíbolitos, xistos e gnaisses anfíbolíticos - Mármores e calcossilicáticas - Formações de ferro bandadas isoladas ou associadas com anfíbolitos e anfíbólio xistos, mármores marrons, ortoquartzitos brancos finos. * Formação hospedeira dos depósitos de scheelita em calcossilicáticas.
EMBA-SAMEN TO	DISCORDÂNCIA TECTÔNICA	C O B E R T U R A	GRUPO	GRUPO CAICÓ (MEUNIER, 1964)	* Representada por uma fase a mais de deformação no embasamento (Jardim de Sá, 1978)
			FORMAÇÃO	FORMAÇÃO SAMEN TO (MEUNIER, 1964)	* Gnaisses e ortognaisses de composição tonalítica.

FONTE: LEGRAND, 1980

TABELA 1 - COLUNA LITO-ESTRATIGRÁFICA PARA A SEQUÊNCIA DE COBERTURA DO SERIDÓ (SALIM, LEGRAND E DARDENNE, 1980)

tituída de calcário, tactito, para-gnaisses e meta-arcósios, que ocupa sempre a mesma posição estratigráfica e por isso é utilizada como horizonte guia da Série Ceará. Em termos de geocronologia, obteve pelo método K/Ar, para os migmatitos que ocorrem a norte da cidade de São Vicente, idades da ordem de 556 m.a., enquanto que, para os orto-gnaisses, obteve uma idade de 685 ± 20 m.a. Ebert (1970) desenvolveu outro trabalho sobre a geologia regional do Seridó, mapeando uma área mais ao sul daquela por ele estudada em 1969, e manteve o mesmo esquema estratigráfico proposto anteriormente.

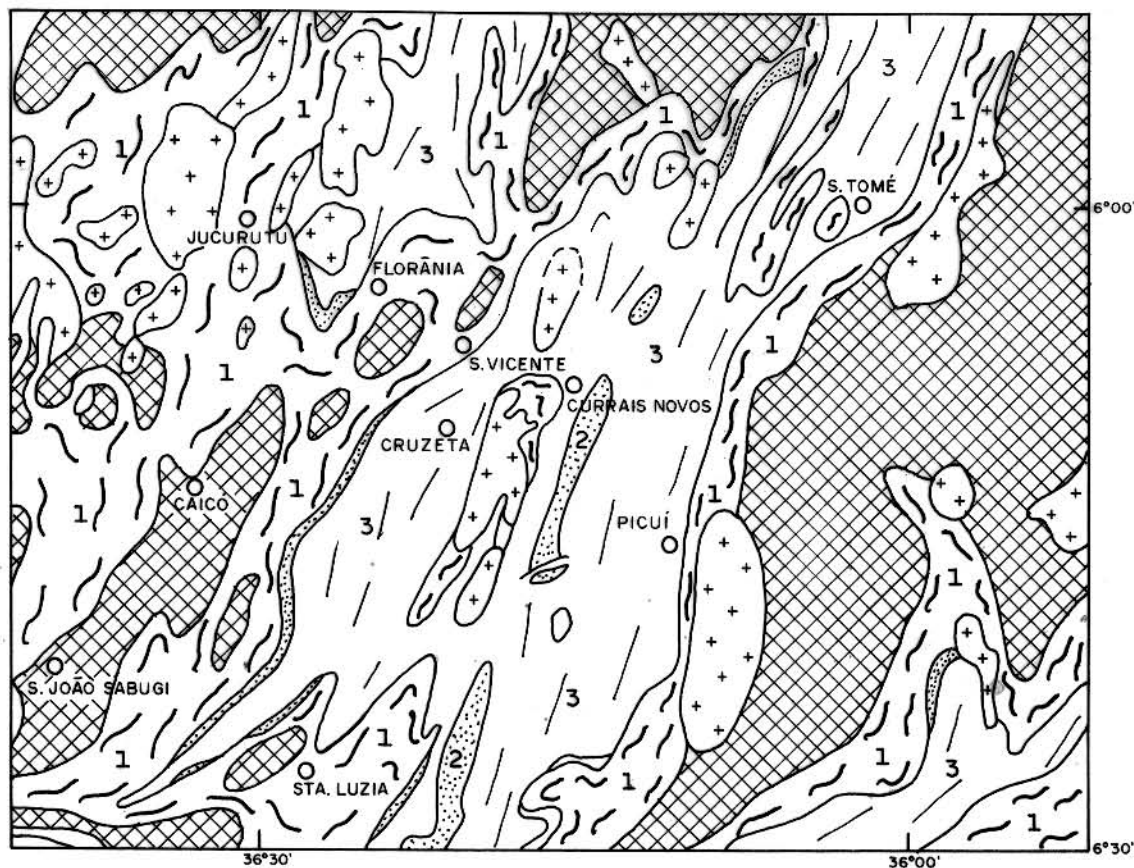
Brito Neves (1975) estudando as rochas que compõem o Grupo Caicó, destacou três áreas diferentes dentro do maciço do Rio Piranhas compreendido entre as faixas de dobramento do Jaguaribe a oeste e do Seridó a leste; foram obtidos diversos resultados geocronológicos envolvendo os métodos Rb/Sr e K/Ar. Na primeira área, situada na zona geanticlinal de Várzea Alegre no sul ocidental do maciço do Rio Piranhas, analisando os gnaisses de composição diorítica e quartzomonzonítica, constituintes do paleossoma dos migmatitos, obteve uma idade de 1.900 ± 125 m.a., e para as rochas de composição granítica, representando o neossoma, resultou uma idade de 624 ± 8 m.a. Esses resultados foram interpretados como uma fase principal de migmatização regional no ciclo brasileiro, afetando rochas pré-existentes do ciclo transamazônico. Na segunda área, que é considerada pelo autor mencionado a área-tipo para o Complexo Caicó, e que pertence ao Sinclínório em cujo eixo se localiza a cidade de Caicó, foram obtidas idades de 1.700 à 2.660 m.a. em rochas de composição gnáissica. Na terceira área, localizada no sul do maciço do Rio Piranhas, foi obtida uma idade de 1.030 ± 230 m.a. para rochas de composição gnáissica.

Torres et alii (1973), no Projeto Tungstênio - Molibdênio, surgem com um modelo de empilhamento estratigráfico, considerando como Complexo Caicó toda a unidade situada abaixo do Complexo Seridó e descrevem a sequência tipo para o Caicó, ocorrendo no trecho entre as cidades de Florânia e São Vicente, como constituído em termos gerais por migmatitos (anatexitos e migmatitos homogêneos), gnaisses facoidais, granitos gnáissicos, gnaiss

ses graníticos e intercalações de gnaisses quartzo - feldspáticos e biotita-gnaisses em forma de lentes. O Grupo Ceará foi subdividido em Complexo Seridó, eruptivas básicas e eruptivas ácidas. O Complexo Seridó, por sua vez, foi subdividido em Formação Jucurutu e Formação Seridó. A Formação Jucurutu foi descrita como sendo constituída por gnaisses a duas micas (biotita e muscovita), apresentando na base lentes de calcários e xistos hornfêlsicos, enquanto a Formação Seridó seria constituída por biotita - granada xistos e localmente, nas bordas dos maciços granitóides (ex. maciço Totoró) por uma fácies migmatítica. As eruptivas básicas seriam constituídas por meta-dioritos e meta-diabásios, enquanto que as eruptivas ácidas foram agrupadas em granitóides com textura equigranular, granitóides com textura tendendo à porfiróide e diques pegmatíticos. No Terciário Inferior estão presentes os diabásios, que ocorrem sob a forma de diques, e sedimentos constituídos por arenitos finos a quase conglomeráticos e em certos locais, apresentam composição aproximada de um arenito arcossiano representando a Série Serra dos Martins, os quais repousam discordantemente sobre o Pré-cambriano.

TERCIÁRIO INFERIOR	SÉRIE SERRA DOS MARTINS DIABÁSIOS	
	DISCORDÂNCIA	
PRÉ-CAMBRIANO A	ERUPTIVAS ÁCIDAS ERUPTIVAS BÁSICAS	
GRUPO CEARÁ	COMPLEXO SERIDÓ	FORMAÇÃO SERIDÓ FORMAÇÃO JUCURUTU
PRÉ-CAMBRIANO B	COMPLEXO CAICÓ	

Sial (1975) atribui ao enxame de diques diabásicos do Rio Grande do Norte e Paraíba, com direção E-W, idades da ordem de 125 a 130 m.a. Destaca também a ocorrência de dois diques de pequena extensão, de direção N-S, próximo a cidade de Currais Novos, de idade duvidosa, que tanto poderiam pertencer ao enxame Mesozóico, como aos eventos ígneos Terciários.



OBS: Compilação baseada na folha ao milionésimo SB-24 Jaguaribe, diversos outros mapeamentos e dados inéditos, reinterpretados segundo autores. Co bertura cenozóica removida.

LEGENDA



GRANITOS POUCO DEFORMADOS



UNIDADE 3 (SERIDÓ) MICAXISTOS DIVERSOS PRINCIPALMENTE BIOTÍTICOS, SERICITA XISTOS E FILITOS. INTERCALAÇÕES DE MÁRMORES QUARTZITO NA BASE



UNIDADE 2 (EQUADOR) QUARTZITOS, PASSANDO NO TOPO A GNAISSES, MÁRMORES, ANFIBOLITOS, XISTO. CONGLOMERADOS E CALCOSILICÁTICAS



UNIDADE 1 (JUCURUTU) METARCÓSIOS. GNAISSES DIVERSOS (BIOTITA, BIOTITA-HORNBLENDA, EPIDOTO-BIOTITA, QUARTZO-FELDSPÁTICO, INCLUSIVE GRANITIZADOS E AUGEN). INTERCALAÇÕES DE MÁRMORES, QUARTZITO, ANFIBOLITO, FORMAÇÃO DE FERRO, CALCOSILICÁTICAS, ETC.

SUPRACRUSTAIS
(Proterozóico inferior ou médio?)

Arqueano



GRUPO CAICÓ - GNAISSES E MIGMATITOS, ANFIBOLITOS ABUNDANTES, POUCAS SUPRACRUSTAIS, INCLUSIVE DIVERSOS TIPOS DE GRANITOIDES

ESCALA



FIG. 2 - MODELO ESQUEMÁTICO E TENTATIVO DE DISTRIBUIÇÃO DE UNIDADES "ESTRATIGRÁFICAS" NA REGIÃO DO SERIDÓ (RN-PB). (GENERALIZADO POR JARDIM DE SÁ, 1978).

Mais recentemente, Jardim de Sá (1978) propôs um modelo geral de empilhamento estratigráfico para o Complexo Seridó, como segue (Ver também Figura 2):

- UNIDADE 1 ("JUCURUTU") - constituída por gnaisses diversos, de rivados de sedimentos clásticos, granitizados ou não, com intercalações de mármore, quartzitos, calcossilicáticas, para-anfibolitos, formações de ferro etc.
- UNIDADE 2 ("EQUADOR") - constituída por quartzitos, passando no "topo" a metaconglomerados, xistos, gnaisses "tipo Jucurutu", mármore, calcossilicáticas, para-anfibolitos, etc. Em alguns casos, grada e interdigita-se com o micaxisto Seridó.
- UNIDADE 3 ("SERIDÓ") - constituída de micaxistos, filitos e xistos de baixo grau, com finas intercalações de calcossilicatadas e principalmente de quartzitos próximo à base.

Legrand (1980) apresentou uma síntese da subdivisão lito-estratigráfica para a sequência de cobertura do Seridó, destacando que a discordância entre o Seridó e o Jucurutu é estratigráfica e que ainda não foram encontradas provas de uma discordância tectônica entre estas duas unidades. (Tabela 1).

2.2 Geotectônica

A primeira tentativa para individualizar a faixa de dobramentos do Seridó como uma unidade geotectônica foi feita por Susczynski (1966) (In: Brito Neves, 1975), em termos de uma "depressão lateral" ou "intridgeossinclíneo". Siqueira e Maranhão (1971, 1973) reconheceram na região do Seridó, entre o lineamento de Patos e a Serra de Santana, um zoneamento geotectônico envolvendo "sulco e ruga miogeossinclinal" e "sulco e ruga eu

geossinclinal" e propuseram a denominação de "Geossinclinal do Seridó". Este teria a direção geral N 15°E, e as entidades geotectônicas reconhecidas, de oeste para leste foram: a) ante-país, constituído predominantemente por granitos, migmatitos, gnaisses, quartzitos e anfibolitos, localizado na região de Caicó; b) o sulco miogeossinclinal, caracterizado por uma sequência de rochas de baixo grau de metamorfismo constituída por metasiltitos, filitos, sericita e clorita xistos, que ocorrem nas proximidades das cidades de Cruzeta, São José do Seridó, Currais Novos e Angicos; c) a ruga miogeoanticlinal, representada pelos maciços de Acari, Toró, Cerro Corá, constituída predominantemente por quartzitos, gnaisses e granitos; d) o sulco eugeossinclinal, constituído por quartzitos, metaconglomerados, calcários, tactitos e xistos; e) a ruga eugeossinclinal, constituída pelas rochas predominantemente graníticas que compõem o maciço Santa Cruz.

Brito Neves (1975) propôs um modelo em termos de regionalização geotectônica do nordeste, onde foram caracterizados maciços medianos (Pernambuco-Alagoas, Rio Piranhas, Tróia, Santa Quitéria e Granja), as faixas de dobramentos (Sergipana, Riacho do Pontal, Pajeú-Paraíba, Piancó-Alto Brígida, Seridó, Jaguaribe e a da região do médio Coreaú), as subfaixas (Cruzeta, Frei Martinho e outras), e as zonas geoanticlinais (Teixeira, Acari e outras).

Jardim de Sá (1978) considera que proposições de modelos e interpretações geotectônicas devem ser feitas após a computação de uma grande quantidade de dados sobre a estratigrafia, paleogeografia, metamorfismo, geoquímica das rochas ígneas, geologia estrutural, geocronologia, etc. ..., e que na região do Seridó estes são ainda muito limitados. O autor apresenta uma série de restrições aos modelos geotectônicos propostos por outros pesquisadores (Siqueira e Maranhão, 1971, 1973; Mello e Mello, 1974; Brito Neves, 1975; Wernick et alii, 1978; Hasui et alii, 1978) e conclui que, num contexto global, as denominações de "cinturão móvel" ou mesmo "região dobrada" seriam as mais adequadas para a referida região.

3 PETROGRAFIA

3.1 Micaxistos

Os micaxistos geralmente apresentam uma textura grano-lepidoblástica, com palhetas de micas normalmente orientadas. As assembléias minerais registradas frequentemente nestas rochas são as seguintes:

- 1) quartzo - oligoclásio - muscovita - biotita - estaurolita - granada;
- 2) quartzo - oligoclásio - clorita - biotita - granada - cordierita;
- 3) quartzo - oligoclásio - clorita - biotita - andaluzilta - cordierita;
- 4) quartzo - oligoclásio - clorita - biotita - granada;
- 5) quartzo - oligoclásio - clorita - biotita - cordierilta;

Raramente surgem as associações:

- 6) quartzo - oligoclásio - muscovita - biotita - clorilta - estaurolita - granada - silimanita;
- 7) quartzo - oligoclásio - muscovita - biotita - clorilta - granada - silimanita - cordierita.

Quartzo

O quartzo se apresenta em cristais de pequenas dimensões, anédricos, desenvolvendo uma textura em mosaico. Ocorre frequentemente como inclusão nos porfiroblastos de granada, estaurolita e cordierita.

Plagioclásio

O plagioclásio (oligoclásio, An_{26}), se apresenta em cristais pequenos com raras maclas tipo albita.

Biotita

A biotita é a mica principal do micaxisto Seri
dó. A sua forma é em palhetas que mostram orientação, sendo sub
édrica a anédrica e variando de dimensões entre 0.1 mm e 2.0 mm.
 É fortemente pleocroica, Z = Y = marrom avermelhado e X = amare
lo pálido. Ocorre como inclusões na granada e cordierita.

Clorita

A clorita se apresenta em palhetas curtas, com
 dimensões da ordem de 0.1 mm a 0.5 mm, algumas vezes com hábito
 fibroso. Mostra um leve pleocroísmo, Z = Y = verde claro a X =
 incolor, birrefringência baixa, extinção quase paralela aos tra
 ços de clivagem e, em certas palhetas, na seção (001) observa-se
 geminação paralela.

Muscovita

A muscovita frequentemente se apresenta em pa
 lhetas anédrais e subédrais com dimensões em torno de 0.1 mm. A
 companhia a orientação preferencial das outras micas. Em certas
 amostras, a muscovita se encontra mais desenvolvida, atingindo até
 1.5 mm a 2.5 mm.

Granada

A granada forma cristais euédricos, de tama
 nho em torno de 1 mm. Normalmente apresenta inclusões de minerais
 opacos, rotacionados em forma de "S" ("snowball garnet") e al
 gumas vezes aparece estirada, evidenciando o esforço sofrido pe
lo mineral.

Estauroлита

A estauroлита se apresenta em cristais eué
drais e, as vezes, como porfiroblastos de tamanho 6 mm - 1 cm.
 Normalmente contém inclusões de minerais opacos e quartzo, ro
tacionados em forma de "S"

Cordierita

A cordierita, ocorre comumente como cristais

poiquiloblásticos, com inclusões de quartzo, biotita e opacos, todos orientados segundo uma direção preferencial. Raramente estão inclusos cristais euédricos e subédricos de silimanita, andalusita e turmalina.

Andalusita

A andalusita ocorre como relíquias corroídas, envolvidas pela cordierita, com algumas inclusões de quartzo e opacos.

Silimanita

A silimanita se apresenta em agregados fibrosos (fibrolita) e eventualmente como cristais euédricos inclusos na cordierita. Atinge dimensões em torno de 2.5 - 3 mm. Os minerais acessórios comuns são a turmalina, apatita e opacos.

3.2 Calcosilicatadas

São rochas de coloração cinza escura, algumas maciças, outras bandadas, de granulação fina à média, equigranular, algumas com uma leve orientação e outras com pontuações esporádicas de granada. A superfície alterada da rocha se apresenta com coloração branca e irregular, com saliências de cristais prismáticos (subédricos, com tamanho no intervalo de 0.2 - 0.5 cm) e granada que resistiram melhor à decomposição que outros minerais, principalmente os feldspatos. Ocorrem intercaladas em forma de lentes, irregulares em tamanho e espessura, nos micaxistos típicos Seridó, além de ocorrerem intercaladas nas rochas de granulação fina que afloram às proximidades das cidades de Cruzeta, Jardim do Seridó e São José do Seridó.

As assembléias minerais das rochas calcosilicatadas são complexas, sendo algumas descritas a seguir:

- 1) diopsídio - escapolita;
- 2) quartzo - plagioclásio - commingtonita - hornblenda;

- 3) quartzo - plagioclásio - granada - diopsídio - hornblenda - escapolita - epidoto;
- 4) diopsídio - calcita - granada - titanita.

Gouveia (1976) (In: Legrand, 1980) e Legrand (1980) descrevem a presença de vesuvianita, wolastonita, epidoto, diopsídio e grossularita entre as associações minerais das rochas calcossilicatadas.

Microscopicamente foram identificados dois tipos de anfibólios. Um deles, hornblenda, se apresenta sobre a forma de cristais euédricos a subédricos e prismáticos, fortemente pleocróicos e caracteristicamente corróidos, adquirindo um aspecto esquelético. Seu pleocroísmo é indicado pela fórmula $Z = \text{verde escuro}$ $Y = \text{verde}$ e $X = \text{verde amarelado}$ e com ângulo de extinção $C \wedge Z$ na ordem de $15^\circ - 18^\circ$. O outro anfibólio é uma cumingtonita, e se apresenta sob a forma de cristais euédricos a subédricos, levemente pleocróicos. Em seções prismáticas, o ângulo de extinção $C \wedge Z$ é da ordem de $17^\circ - 19^\circ$ e seu ângulo óptico - $2V(+)$ - é de aproximadamente 85° .

O piroxênio, diopsídio, forma cristais subédricos, incolores e em seções prismáticas, o ângulo de extinção $C \wedge Z$ é da ordem de 40° .

A granada, de cor amarelo pálido, desenvolve geralmente cristais de forma anédral (só localmente euédricos), frequentemente corroídos e estirados, com inclusões de quartzo e opacos.

O plagioclásio ocorre em quantidades variáveis, como cristais anédricos, geralmente com maclamento segundo a lei da albita. A sua composição varia nas rochas desde "oligoclásio - andesina" até labradorita cálcica.

3.3 Anfibolito

Foi encontrado um único afloramento, às proximidades da mina Barra Verde, ocorrendo sob a forma de dique, cor

tando a foliação mais expressiva (F_2) do micaxisto típico Seridó. Este anfibolito, apresenta uma foliação bem desenvolvida e crenulada, assumindo um aspecto macroscópico muito semelhante ao dos micaxistos. Sua associação mineral é constituída essencialmente por hornblenda, cummingtonita, biotita e raramente quartzo e plagioclásio.

4 ANÁLISES CRONOLÓGICAS

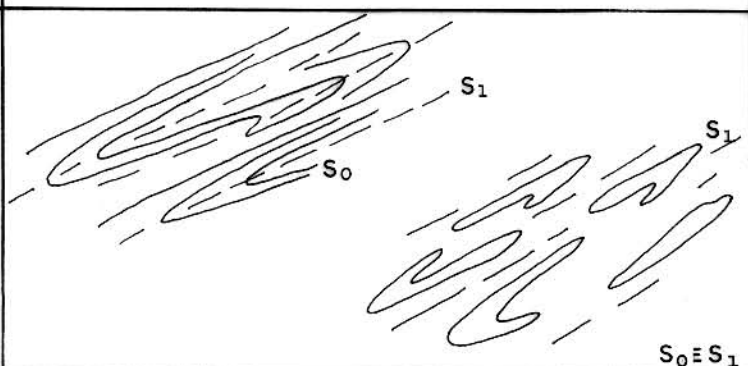
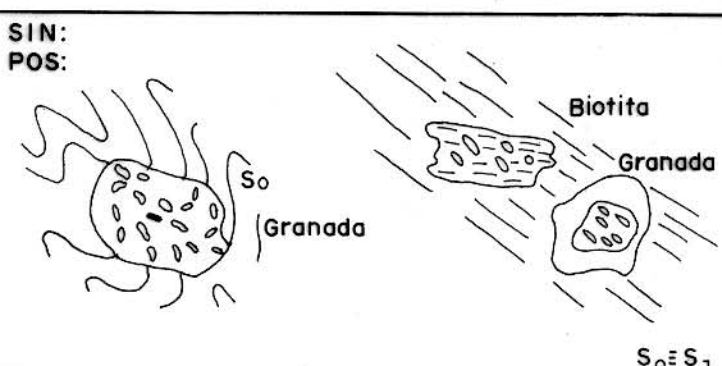
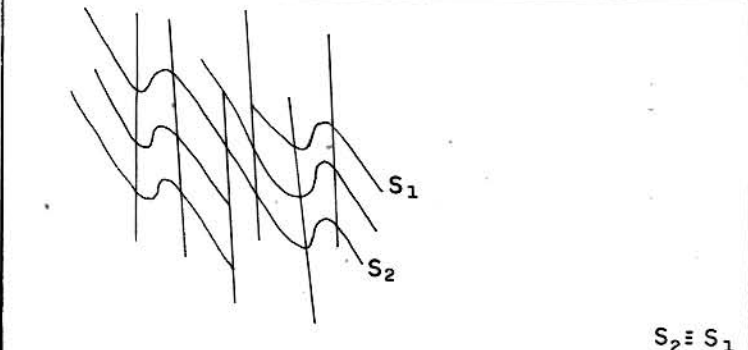
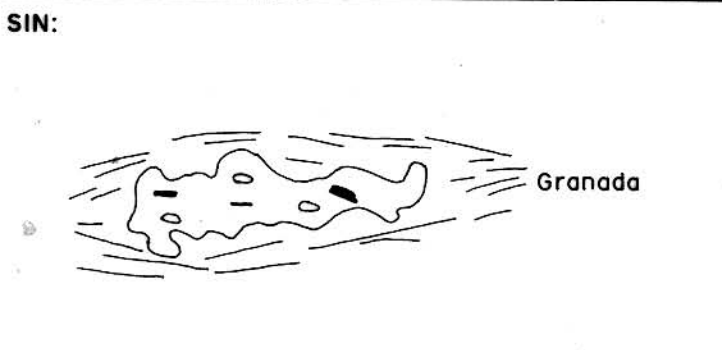
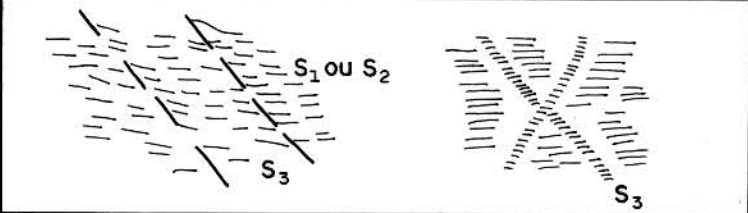
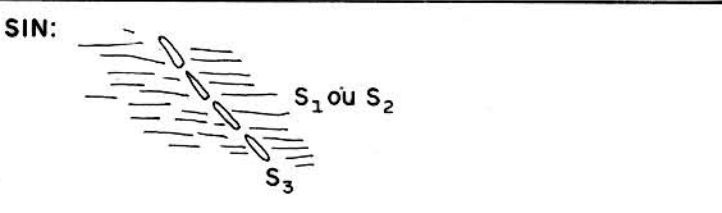
Inúmeros trabalhos envolvendo a relação entre de formação e cristalização têm sido feitos por diversos autores de diferentes partes do mundo, como exemplo, Zwart (1960 a, b, 1962) Naha (1962), Vernon (1978), Olesen (1978), Fletcher e Greenwood (1979). Na região nordeste do Brasil e em trabalhos de reconhecimento preliminar, Ries e Shackleton (1977) realizaram alguns perfis entre as cidades de Santa Cruz - Currais Novos - Florânia, Parelhas - Caicó - Brejo do Cruz e Malta - Patos - Equador, assim como Jardim de Sá (1978) percorreu a região próxima as cidades de Angicos - Açu - São Rafael esboçando uma evolução estrutural polifásica nos metassedimentos do Seridó. Minnigh e Hackspacher (1979) reconheceram nos "xistos arenosos" pertencentes à parte superior da Formação Seridó, que ocorrem nas proximidades do açude de Cruzeta - RN, três fases de deformação. A primeira fase esta representada por mesodobras de caráter isoclinal assimétricos com transposição dos flancos curtos. A segunda fase é constituída por dobras assimétricas com plano axial subvertical a ligeira vergência W. A sua foliação de plano axial é definida pela biotita. A última deformação é caracterizada por "kink bands" com planos axiais aproximadamente E - W.

Os elementos estruturais reconhecidos por Jardim de Sá (1978) foram:

a) um bandeamento dado por uma alternância de minerais micáceos e material quartzo-feldspático, desenvolvidos a partir de uma estrutura primária designada de S_0 . Segundo Ries e Schackleton (1977), corresponde a um bandeamento "pressure-solution", não paralelo ao acamamento original.

b) uma fase F_1 (Fotomicrografia 1), que envolve dobras fechadas à isoclinais, invertidas a recumbentes, evoluindo até intrafoliais, observadas mais facilmente em escala de afloramento, a qual desenvolveu uma foliação micácea que representa S_1 (Quadro I).

c) uma fase F_2 responsável pelas dobras maiores usualmente mapeadas na região, superposta às dobras de F_1 , impr

PERÍODO	ESTILO TECTÔNICO	CRESCIMENTO MINERAL
F ₁	 <p>S_0 S_1</p> <p>$S_0 \cong S_1$</p>	<p>SIN: POS:</p>  <p>S_0 S_1</p> <p>$S_0 \cong S_1$</p>
F ₂	 <p>S_1 S_2</p> <p>$S_2 \cong S_1$</p>	<p>SIN:</p>  <p>S_1 S_2</p> <p>Granada</p>
F ₃	 <p>S_1 ou S_2 S_3</p> <p>S_3</p>	<p>SIN:</p>  <p>S_1 ou S_2 S_3</p>

QUADRO I - RELAÇÕES ENTRE ESTILO TECTÔNICO (JARDIM DE SÁ, 1978) E CRESCIMENTO MINERAL (OBSERVAÇÕES DO AUTOR).



Fotomicrografia 1 - microdobramento da fase F_1 .
Micaxisto Seridó. Amostra 267a. Obtida direta-
mente da lâmina delgada, com máquina fotogrâfi-
ca adaptada com teleobjetiva, sem auxílio do mi-
croscópio (válido igualmente para as fotomicro-
grafias 2, 3, 4, 5 e 9).



Fotomicrografia 2 - microdobramento da fase F_1 e clivagem de cisalhamento do evento F_3 . Mica_xisto Seridó. Formação Seridó (RN). Amostra 267a.

mindo um mergulho forte aos flancos originalmente suaves destas últimas. Desenvolveu uma segunda foliação mais expressiva que representa S_2 (Quadro I).

d) uma fase F_3 (Fotomicrografia 2), que envolve efeitos de crenulação, desenvolveu uma terceira foliação que corresponde a S_3 (Quadro I).

4.1 Relação Temporal entre Deformação e Cristalização

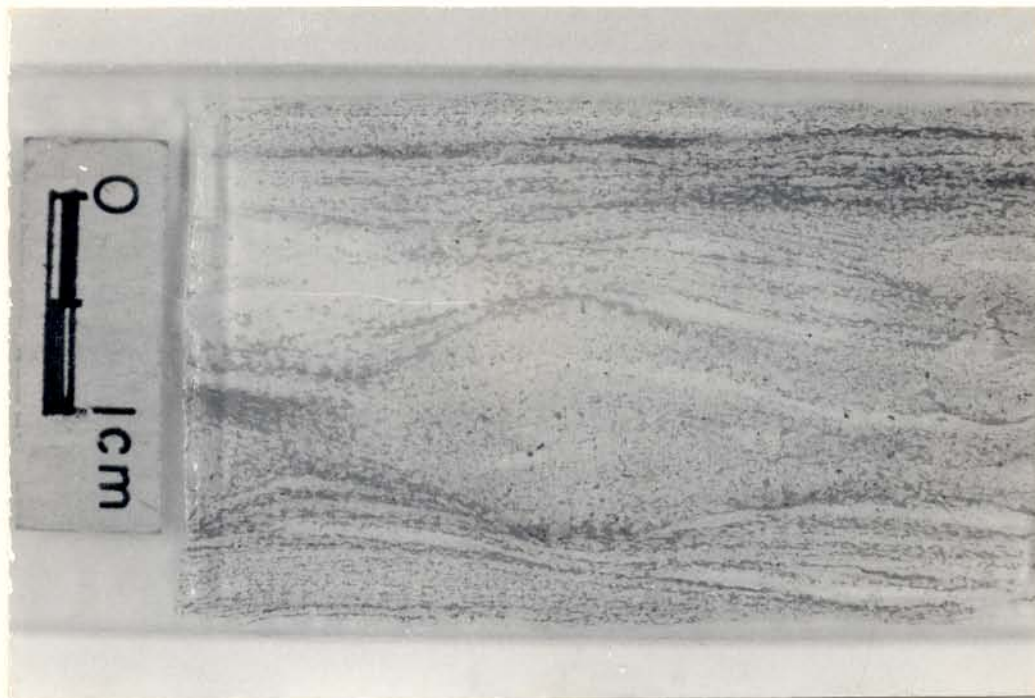
Torna-se claro que o metamorfismo atuou não somente durante as três fases de deformação, bem como, antes e após (Gama Jr. e Albuquerque, 1979). Isto pode ser demonstrado com o auxílio das relações entre os porfiroblastos de biotita, clorita, cordierita e granada e a geometria da xistosidade interna S_1 e a xistosidade externa S_e (Spry, 1969).

Observa-se em algumas amostras micas orientadas em alternância com leitos quartzo-feldspáticos e vênulas pegmatóides de quartzo, cujo conjunto caracteriza a foliação S_1 . De uma maneira bem expressiva, na maioria das amostras, estão presentes palhetas bem desenvolvidas de micas orientadas, que caracterizam a foliação S_2 . Microporfiroblastos de clorita e biotita são controlados pelos fraturamentos durante o evento F_3 de modo a formar a foliação S_3 (Figura 3 - I).

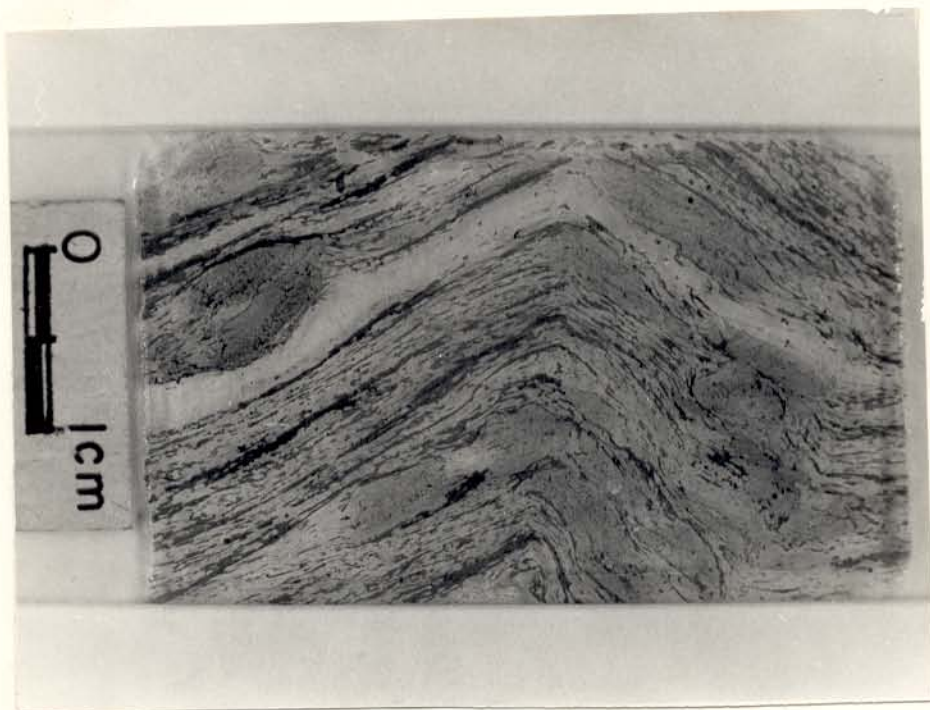
Biotita, muscovita, quartzo e feldspatos cristalizam-se sin- F_1 , de modo a formar a foliação S_1 .

Porfiroblastos de cordierita, apresentando uma "textura helicítica" (Spry, 1969), com inclusões orientadas de quartzo, biotita e opacos da foliação S_1 , cristalizaram-se sin- F_1 (Figura 3 - V). A cristalização pré- F_2 caracteriza-se pelos porfiroblastos sendo contornados pela foliação S_2 (Fotomicrografias 3 e 4).

Porfiroblastos de granada, euédricos, por vezes apresentam núcleo rotacional, que pode ser um efeito do deslocamento entre os planos das superfícies de xistosidade adjacentes ao cristal (Spry, 1963), caracterizam uma cristalização sintec



Fotomicrografia 3 - Textura pré-cinemática. Nódulos de cordierita contornados pela superfície externa S_2 . Micaxisto Seridó. Amostra 34.



Fotomicrografia 4 - "Kink bands" e nódulos de cordierita contornados pela superfície S_2 . Micaxisto Seridó. Amostra 34.

tônica ao evento F_1 (Cox, 1969) (Figura 3 - III) (Fotomicrografias 5 e 6); a borda normal dos cristais caracteriza uma cristalização pós- F_1 (Harvey e Ferguson, 1973) (Figura 3 - III) (Fotomicrografia 6); o estiramento do mineral em direção à foliação S_2 de marcante expressão na grande maioria das amostras indica um crescimento sin- F_2 (Misch, 1971), (Figura 3 - IV) (Fotomicrografia 7).

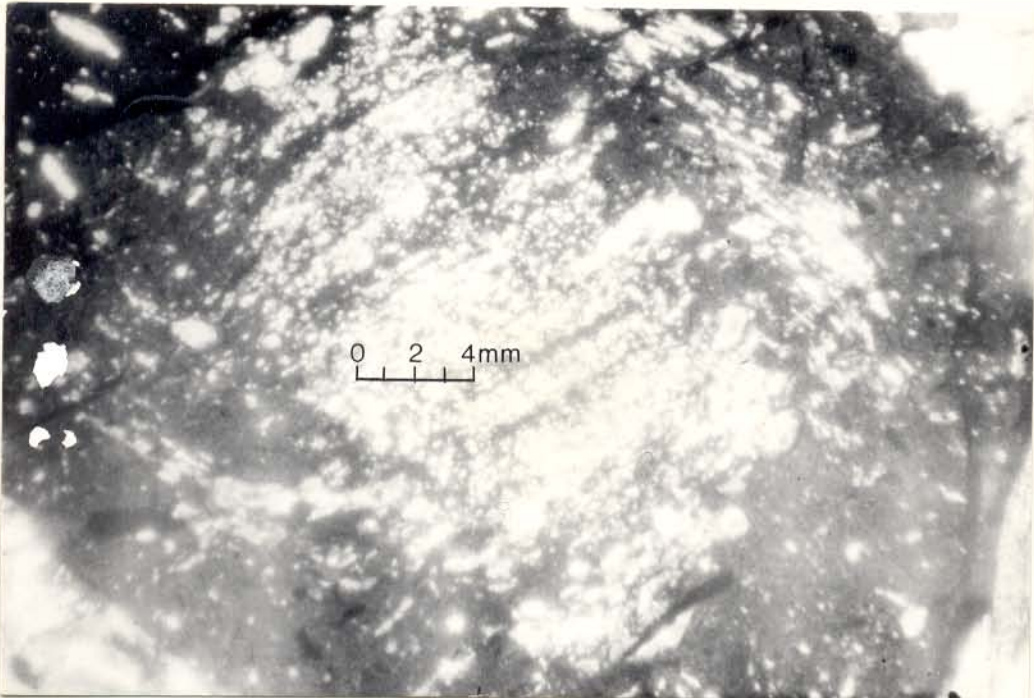
A estaurolita com textura helicítica (S_1 concordante com S_e) (Figura 3 - II) evidencia sua cristalização pós- F_1 .

A ordem relativa de cristalização silimanita e andalusita não foi reconhecida pelas observações microestruturais.

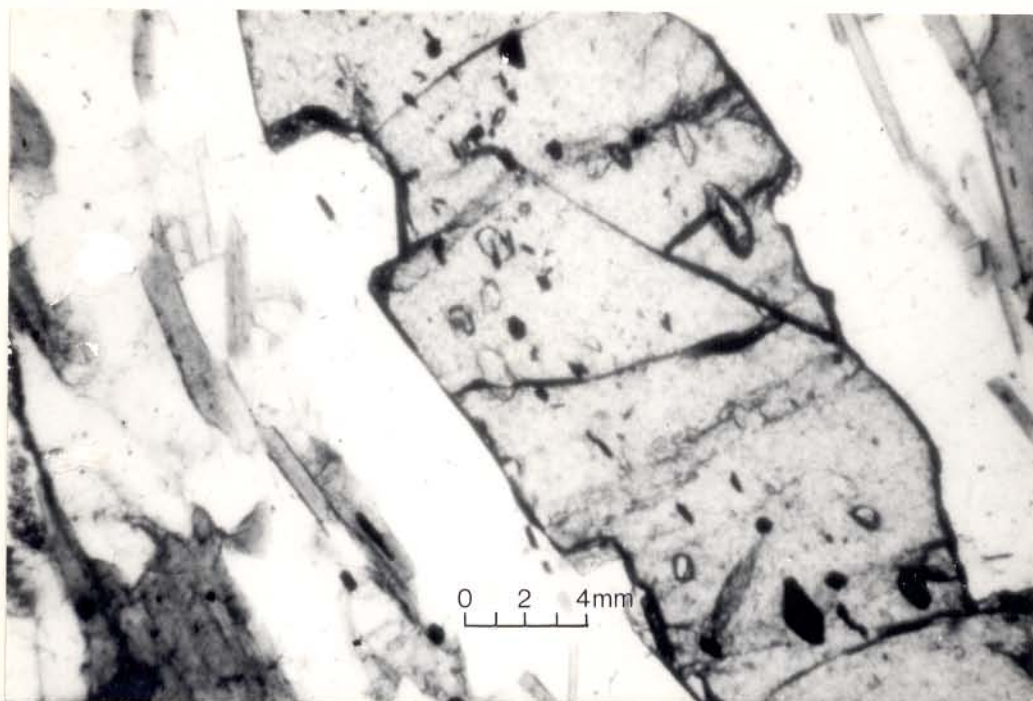
Houve crescimento estático de clorita pós- F_3 (Figura 3 - I).



Fotomicrografia 5 - Microdobramento da fase F_1 .
Granadas rotacionadas. Micaxisto Seridó. Amostra
264.



Fotomicrografia 6 - Granada com centro rotacional e borda normal. Micaxisto Seridó. Amostra 264. (N.C).



Fotomicrografia 7 - Textura sin-cinemática à F_2 . Granada estirada segundo a superfície neo-formada S_2 . (N.C).

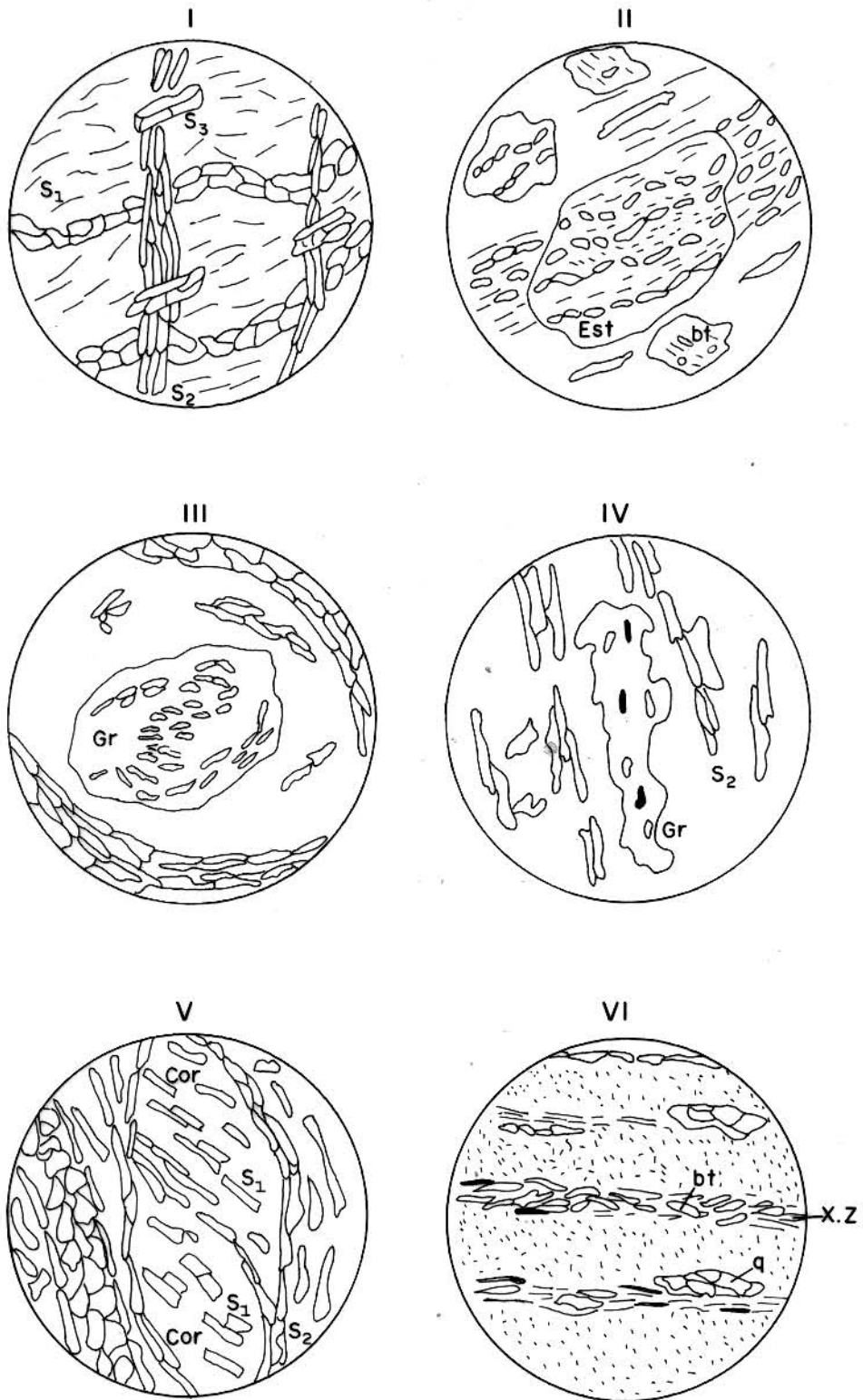
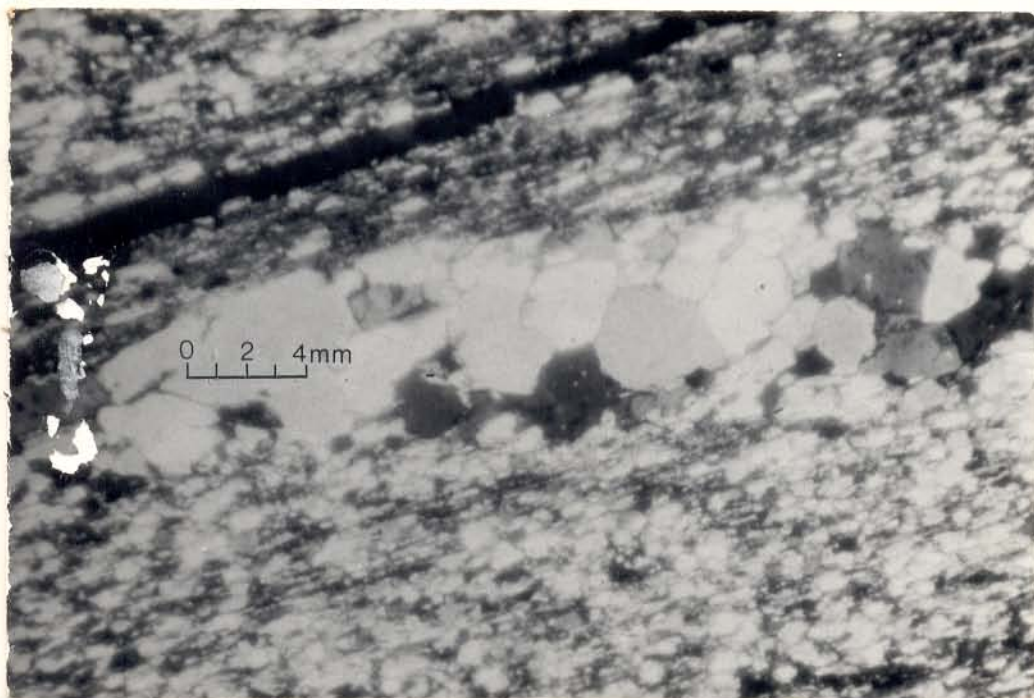


FIG.3 - ESQUEMA DAS RELAÇÕES MINERAIS VISTAS NAS SEÇÕES DELGADAS.

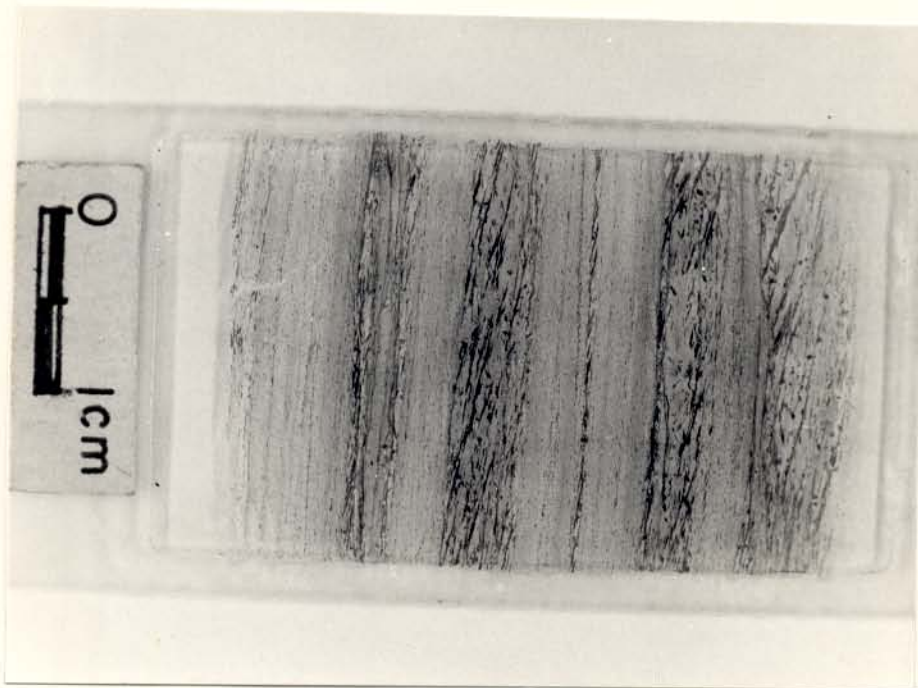
FIGURA 3 - Esquema das relações minerais vistas nas seções delgadas:

- I . A foliação S_1 formada durante F_1 está representada por curtas palhetas de biotita, relíquiamente dobradas durante F_2 , surgindo a foliação S_2 representada por palhetas alongadas de micas. Clivagens de fraturas de F_3 cortam a foliação S_2 , e em seus planos de clivagens há uma recristalização estática de clorita, surgindo a foliação S_3 . Veios de quartzo, provavelmente S_0 , foram dobrados durante F_1 e fraturados pela foliação S_2 durante F_2 ;
- II . Porfiroblastos de granada, andalusita, estaurolita e biotita preservados no filonito (cidade de Cruzeta). A estaurolita com textura helicítica (S_1 concordante com S_0) evidenciando sua cristalização pós-cinemática à fase F_1 ;
- III . Porfiroblastos de granada posicionados em um dos flancos de uma micro-dobra de F_1 . A primeira geração de granada mostra uma superfície interna S_1 (S_1 reliquiar) que foi rotacionada durante F_1 ("snowball garnet") e envolvida por uma borda idioblástica da segunda geração de granada, com crescimento pós-tectônico a F_1 ;
- IV . Porfiroblasto de granada estirado segundo a foliação S_2 ;
- V . Textura poiquiloblástica. Nódulo de cordierita contendo inclusões de quartzo, biotita e opacos orientados segundo a foliação S_1 e contornado por palhetas longas de micas da foliação S_2 , marcando sua cristalização sincinemática a F_1 e pré-cinemática a F_2 .

VI . Bandeamento quartzo-feldspático e faixas de segregação (xistosidade de cisalhamento - X.Z). Além de remanescentes oclares de agregados minerais de quartzo, parcialmente recristalizados - filonito (cidade de Cruzeta) (Fotomicrografias 8 e 9).



Fotomicrografia 8 - Remanescentes ocelares de agregados de quartzo, parcialmente recristalizados. Filonito. Amostra 215.



Fotomicrografia 9 - Bandeamento quartzo-feldspático e faixas de segregação (Xistosidade de cisalhamento). Filonito. Amostra 215.

5 QUIMISMO

5.1 Quimismo das Rochas

Os resultados das análises químicas das rochas estudadas (Tabelas 2 e 3), foram plotados em diagramas ACF, A'KF e AFM (Figuras 4, 5 e 6), para se identificar o quimismo original dessas rochas e para se entender as relações entre a composição química e as associações mineralógicas.

Os diagramas ACF e A'KF (Figuras 4 e 5), mostram que os campos de distribuição da sequência xistosa analisada, região de Currais Novos - Parelhas (RN), coincidem com os campos de distribuição de rochas sedimentares de composição das grauvas e pelitos estabelecidos por Winkler (1976). Desta maneira fica caracterizado que as análises químicas confirmam as observações petrográficas, indicando que os micaxistos Seridó originaram-se de uma sequência de rochas sedimentares com predominância destes tipos litológicos. As composições químicas das rochas calcossilicatadas sugerem que as rochas que lhe deram origem tinham uma composição carbonática impura.

A análise química do anfibolito (amostra nº 267b, Tabela 3), com exceção ao elevado teor em K_2O , sugere que este resultou possivelmente de uma rocha de composição ultramáfica, semelhante em composição aos peridotitos e inclusive aos peridotitos komatiíticos (Tabela 4).

5.2 Quimismo dos Minerais

A granada que ocorre nos metapelitos da região do Seridó, pertence ao grupo conhecido como pyralspita, que é constituído essencialmente por moléculas de espessartita (Mn-Al), almandina (Fe^{2+} -Al), piropo (Mg-Al) e por quantidades subordinadas de grossulária (Ca-Al) e andradita ($Ca-Fe^{3+}$) (Deer, Howie e Zussman, 1962). Granadas deste tipo são comuns em áreas sujeitas a metamorfismo regional na fácies anfibolito (Winkler, 1976). A granada da região Currais Novos - Parelhas contém moléculas de

	225	215	46	261	118	267a	264	256	216	217
SiO ₂	60.60	63.26	69.97	59.75	69.19	63.44	65.04	63.91	58.99	65.75
TiO ₂	0.97	0.89	0.79	0.85	0.74	0.92	0.95	0.90	0.80	0.77
Al ₂ O ₃	18.04	16.32	12.81	19.48	15.49	17.86	15.17	16.86	18.59	15.40
Fe ₂ O ₃	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
FeO _T	7.80	7.00	5.22	8.75	3.53	6.96	5.92	6.20	8.55	2,83
MnO	0.20	0.14	0.16	0.22	0.10	0.18	0.14	0.12	0.19	0.10
MgO	4.47	3.45	2.56	4.36	2.19	3.93	3.37	2.96	4.89	3.07
CaO	1.75	1.96	2.04	0.87	1.53	2.16	2.98	2.61	2.52	4.33
Na ₂ O	2.23	2.92	2.92	1.46	3.27	1.93	3.04	3.46	1.73	3.54
K ₂ O	2.70	2.71	2.00	2.46	2.40	2.21	2.44	2.57	2.58	1.88
P ₂ O ₅	0.25	0.18	0.22	0.13	0.21	0.20	0.20	0.20	0.16	1,03
TOTAL	99.01	98.83	98.69	98.33	98.65	99.79	99.25	99.79	99.00	98.70

Tabela 2 : Análises Químicas de Rochas Metassedimentares da Faixa de Dobramento Seridó(RN).

- Nota: (225) - quartzo-plagioclásio-biotita-muscovita-clorita-granada-andalusita-fibrolita xisto;
(215) - quartzo-plagioclásio-biotita filonito;
(46) - quartzo-plagioclásio-biotita-granada xisto;
(261) - quartzo-plagioclásio-biotita-muscovita-clorita-cordierita-andalusita-fibrolita xisto;
(118) - quartzo-plagioclásio-biotita-muscovita-granada-estaurolita filonito;
(267_a) - quartzo-plagioclásio-biotita-muscovita-clorita-cordierita-granada-fibrolita xisto;
(264) - quartzo-plagioclásio-granada xisto;
(256) - quartzo-plagioclásio-biotita-muscovita-clorita-cordierita-granada xisto;
(216) - quartzo-plagioclásio-biotita-muscovita-clorita-cordierita-granada-estaurolita xisto;
(217) - quartzo-plagioclásio-biotita-muscovita-clorita-cordierita-granada xisto.

	61	201	106	33	1	267b
SiO ₂	68.00	71.12	55.00	67.57	67.23	50.20
TiO ₂	0.59	0.88	0.64	0.75	0.83	0.58
Al ₂ O ₃	15.47	12.09	15.32	13.60	10.24	6.59
Fe ₂ O ₃	-	-	-	-	-	-
FeO _T	4.00	4.60	6.50	5.40	3.84	8.31
MnO	0.66	0.12	0.68	0.24	0.28	0.18
MgO	2.11	2.08	2.96	2.46	2.00	20.72
CaO	8.00	5.10	17.67	6.22	13.92	7.30
Na ₂ O	0.73	1.50	0.42	1.89	0.40	0.40
K ₂ O	0.20	2.25	0.16	0.38	0.25	3.75
P ₂ O ₅	0.32	0.18	0.19	0.18	0.22	0.39
TOTAL	100.08	99.92	99.54	98.69	99.21	98.42

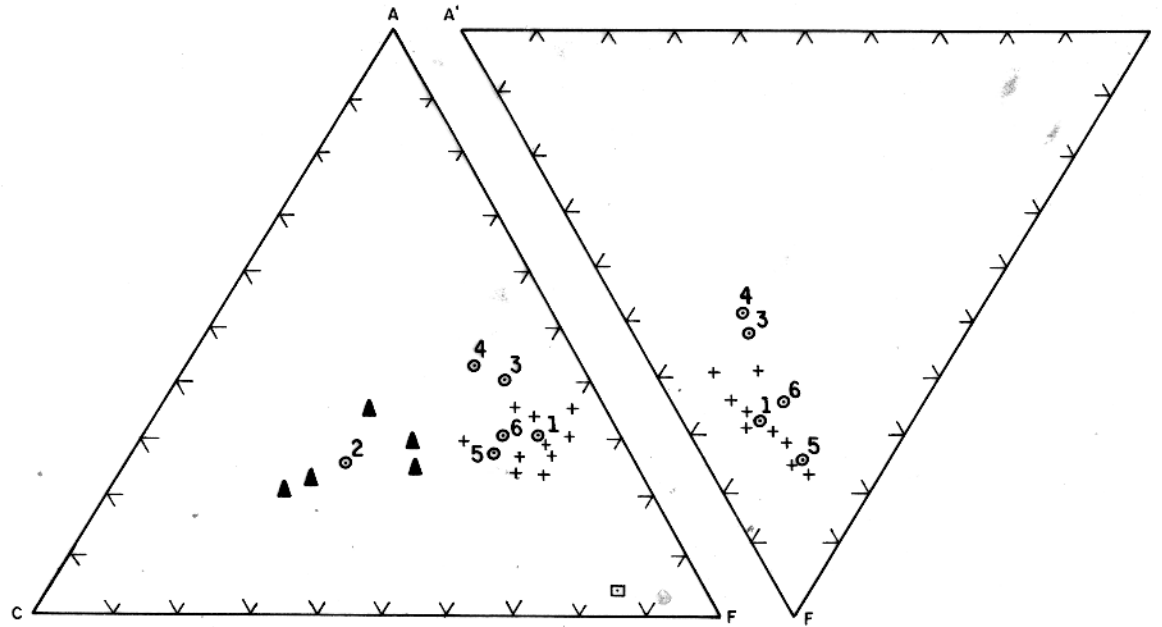
Tabela 3: Análises Químicas de Rochas Calcossilicatadas e Anfibolito (267b) da faixa de Dobramento Seridó (RN).

- Notas: (61) - quartzo-plagioclásio-granada-cummingtonita
 (201)- quartzo-plagioclásio-hornblenda-cummingtonita
 (106)- quartzo-plagioclásio-diopsídio-epidoto
 (33) - quartzo-plagioclásio-hornblenda-cummingtonita
 (1) - quartzo-plagioclásio-hornblenda-cummingtonita
 (267b) - quartzo-plagioclásio-flogopita-cummingtonita

	1	2	3	4	5	6	7	8
SiO ₂	63.99	65.78	64.3	59.93	66.7	62.8	48.2	45.65
TiO ₂	0.86	0.74	1.0	0.85	0.6	0.7	0.49	0.67
Al ₂ O ₃	16.60	13.34	17.5	16.62	13.5	15.1	8.89	11.33
Fe ₂ O ₃	-	-	2.1	3.03	-	-	2.63	1.99
FeO	6.28 _T	4.85 _T	4.6	3.18	4.95 _T	5.6 _T	8.7	8.23
MnO	0.16	0.40	0.1	-	-	-	0.20	0.17
MgO	3.53	2.32	2.7	2.63	2.1	2.35	21.8	20.73
CaO	2.28	10.18	1.9	2.18	2.5	2.35	8.6	7.52
Na ₂ O	2.65	0.99	1.9	1.73	2.9	2.25	0.49	1.37
K ₂ O	2.40	0.65	3.7	3.54	2.0	2.8	0.03	0.94
P ₂ O ₅	0.28	0.22	0.2	-	-	-	-	0.16
TOTAL	99.03	99.47	100.00	93.69	95.25	93.95	100.03	98.76

Tabela 4 : Médias de Análises Químicas de Rochas Sedimentares, Metamórficas e Ígneas

OBS. 1 e 2 - rochas metapelíticas e calcossilicatadas da faixa de dobramento Seridó (RN), respectivamente; 3 - micaxistos (Miyashiro, 1975); 4 - argilas, folhelhos e ardósias (Miyashiro, 1975); 5 - grauvacas (Wedepohl, 1969); 6 - grauvacas e pelitos (1:1) (Wedepohl, 1969); 7 - lava komatiítica peridotítica (Arndt, Naldrett, and Pyke, 1977); 8 - plagioclásio peridotito contendo flogopita (Albuquerque, 1979)



- + ANÁLISES DAS ROCHAS METAPELÍTICAS
- ▲ ANALISES DAS ROCHAS CALCOSSICATADAS
- ANÁLISE DO ANFIBOLITO
- ⊙ MÉDIAS DA TABELA 4

FIG. 4 - DIAGRAMAS ACF e A'KF DAS ANÁLISES QUÍMICAS DAS TABELAS 2, 3 e 4.

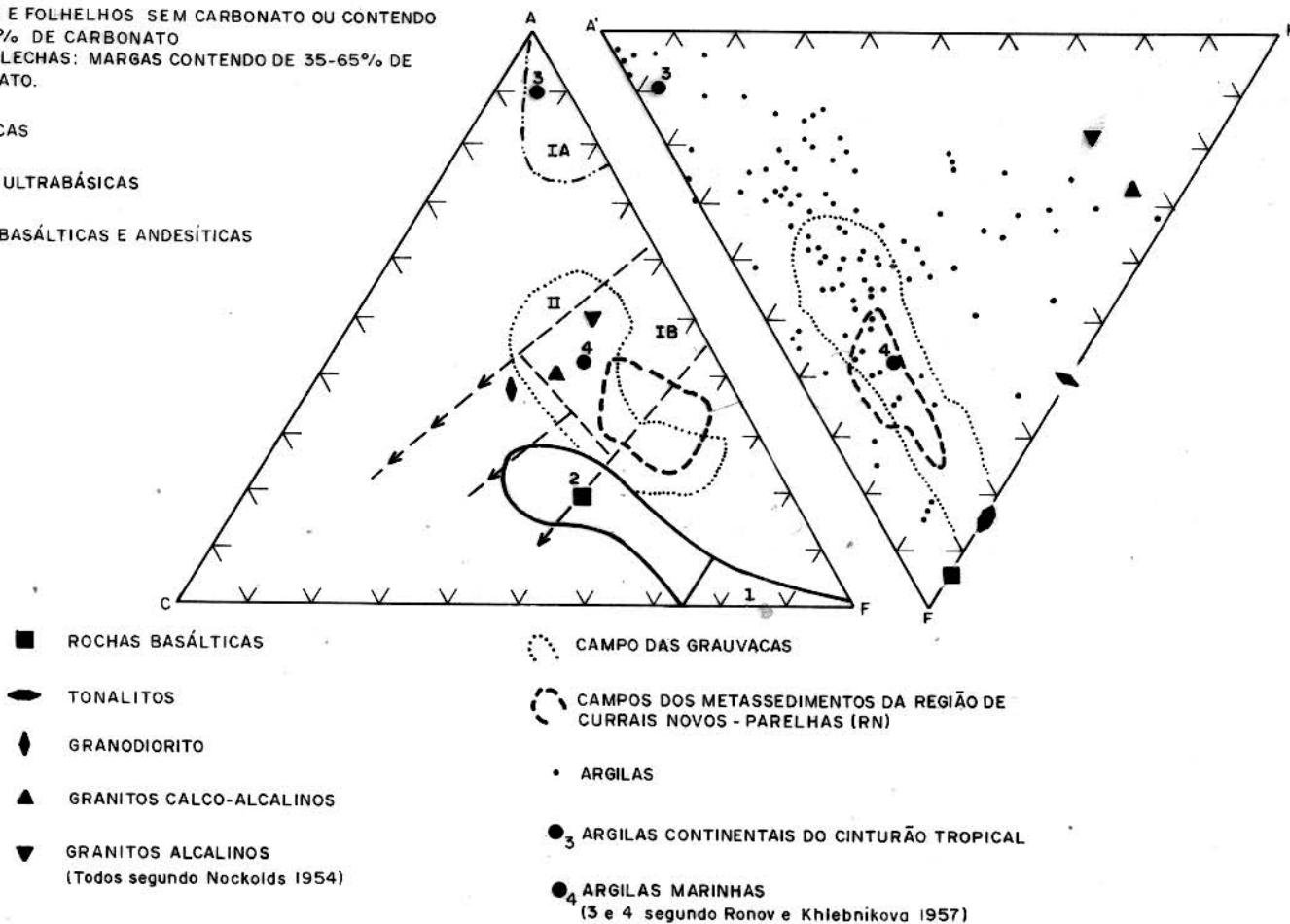
IA ARGILAS RICAS EM Al E FOLHELHOS

IB ARGILAS E FOLHELHOS SEM CARBONATO OU CONTENDO ATÉ 35% DE CARBONATO ENTRE FLECHAS; MARGAS CONTENDO DE 35-65% DE CARBONATO.

II GRAUVACAS

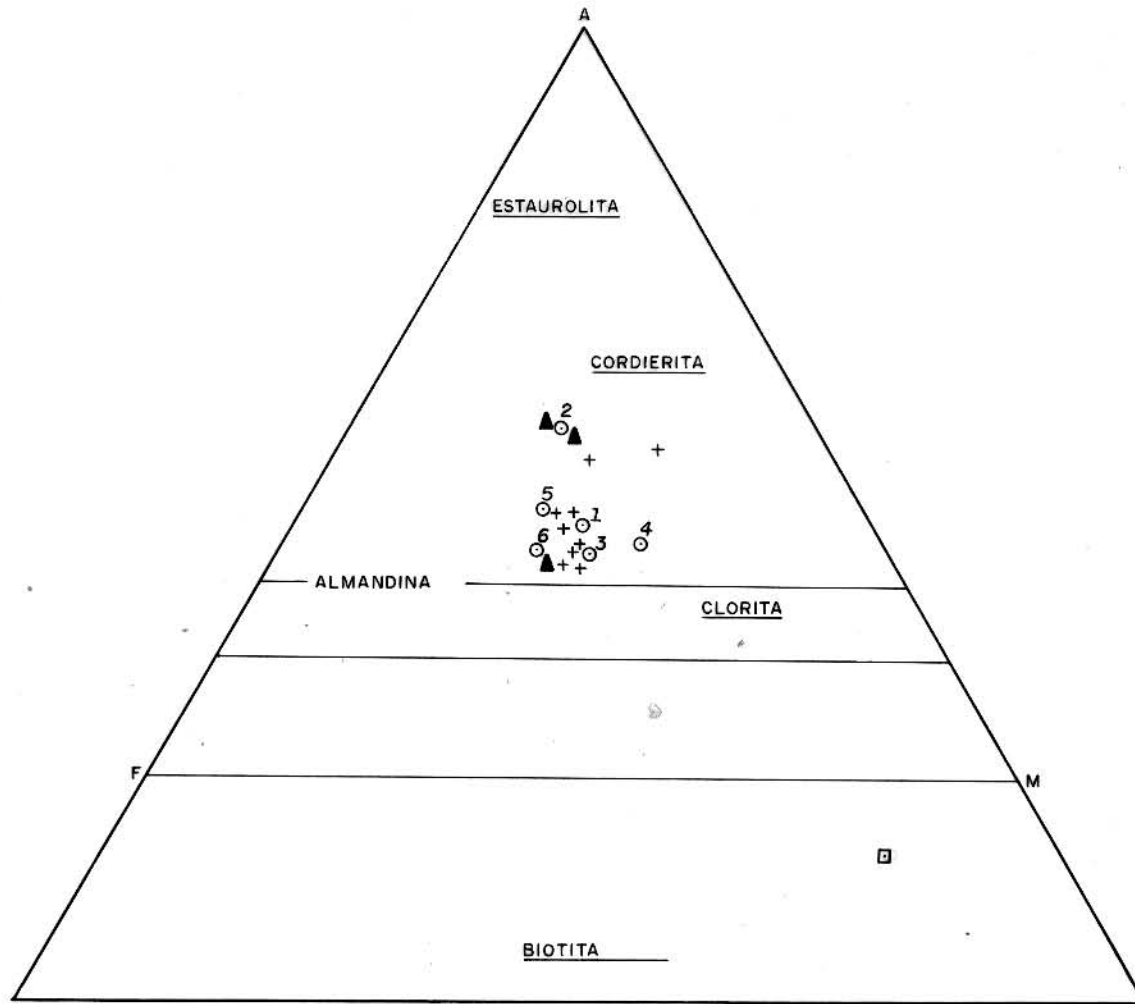
1 ROCHAS ULTRABÁSICAS

2 ROCHAS BASÁLTICAS E ANDESÍTICAS



FONTE: WINKLER (1976)

FIG. 5 - COMPOSIÇÕES QUÍMICAS DE VÁRIAS ROCHAS MAGMÁTICAS E SEDIMENTARES PROJETADAS EM DIAGRAMAS ACF e A'KF. CAMPOS DOS METASSEDIMENTOS DA REGIÃO DE CURRAIS NOVOS - PARELHAS (RN).



- + ANÁLISES DAS ROCHAS METAPELÍTICAS
- ▲ ANÁLISES DAS ROCHAS CALCOSSILICATADAS
- ◻ ANÁLISE DO ANFIBOLITO
- MÉDIAS DA TABELA 4

FIG. 6 - DIAGRAMA AFM DAS ANÁLISES QUÍMICAS DAS TABELAS 2, 3 e 4.

almandina (59% a 72%), de piropo (12%), de espessartita (13% a 14%) e menos de 5% de grossulária e andradita (Tabela 5).

A cordierita contém cerca de 1.25 a 1.30 átomos de magnésio e 0.70 a 0.77 átomos de ferro por fórmula (Tabela 6).

O plagioclásio, expresso em termos de componentes ortoclásio, albita e anortita, corresponde ao oligoclásio (An_{26}) (Tabela 7).

	216	41
SiO ₂	36.66	36.56
TiO ₂	0.04	0.06
Al ₂ O ₃	20.80	21.11
FeO*	29.87	32.36
MnO	6.09	5.86
MgO	2.93	3.11
CaO	1.48	0.99
TOTAL	97.87	100.05

NÚMERO DE IONS NA BASE DE 24 OXIGÊNIOS

Si	6.015	5.915
Al	4.021	4.020
Ti	0.005	0.007
Fe ²⁺	4.099	4.379
Mn	0.846	0.803
Mg	0.716	0.750
Ca	0.260	0.171
Fe ²⁺ /Fe ²⁺ +Mg	0.85	0.85

4.02
5.92
4.03
6.10

PERCENTAGEM DOS COMPONENTES MOLECULARES

Almandina	69.2	71.8
Andradita	0.1	0.2
Grossularia	4.3	2.8
Piropo	12.1	12.3
Espessartita	14.3	13.2

Tabela 5 : Composição química da granada dos micaxistos Seridó obtida por microsonda eletrônica.

* Todo ferro calculado como FeO

	216	41
SiO ₂	49.63	48.19
TiO ₂	0.04	0.03
Al ₂ O ₃	32.15	32.28
FeO*	8.00	8.92
MnO	0.28	0.39
MgO	8.38	8.06
CaO	0.02	0.04
Na ₂ O	0.31	0.27
TOTAL	98.81	98.18

NÚMERO DE IONS NA BASE DE 18 OXIGÊNIOS

Si	5.183	4.996
Al	3.711	3.944
Ti	0.003	0.002
Fe	0.699	0.773
Mn	0.025	0.034
Mg	1.304	1.246
Ca	0.003	0.004
Na	0.062	0.054
Fe/Fe+Mg	0.35	0.38

Tabela 6 : Composição química da cordierita dos micaxistos Seridó obtida por microsonda eletrônica.

* Todo ferro calculado como FeO

AMOSTRAS	215	246	41
An	26.3	24.8	25.4
Or	0.6	0.5	0.5
Ab	73.1	74.7	74.1

Tabela 7 : Médias da composição química do plagioclásio dos mica_xistos Seridó (em termos de anortita, albita e orto_clásio) obtidas por microsonda eletrônica.

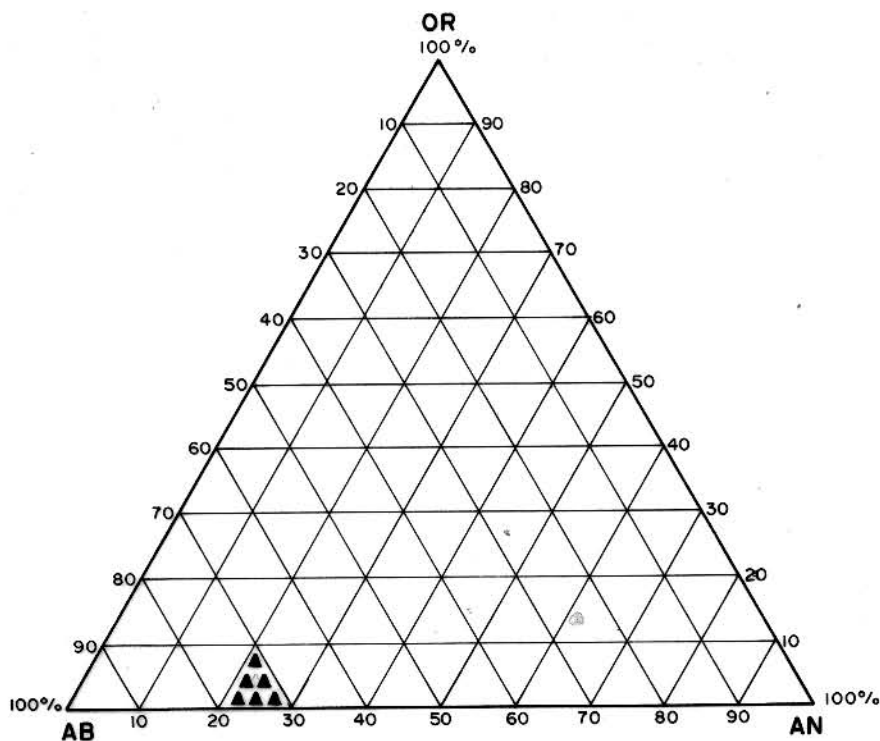


FIG. 7 - COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO PLAGIOCLÁSIO, EXPRESSA EM TERMOS DOS COMPONENTES ALBITA, ANORTITA E ORTOCLÁSIO, OBTIDA POR MICROSSONDA ELETRÔNICA. SEQUÊNCIA XISTOSA SERIDÓ, REGIÃO DE CURRAIS NO NOVOS - PARELHAS (RN).

6 TEMPERATURA E PRESSÃO DO METAMORFISMO (Coeficiente de Distribuição K_D):

Entre os trabalhos experimentais que utilizaram a coexistência de granada e cordierita em equilíbrio, baseados essencialmente na razão Mg/Fe ou seja, no K_D , para definir e aplicar os valores de temperatura e pressão, estão: Hensen e Green (1971, 1972, 1973), Currie (1971, 1974) Hutcheon et alii (1974), Thompson (1976, a, b) e Holdaway e Lee (1977). As relações do K_D com a temperatura e pressão são variáveis entre os trabalhos acima citados.

Para definir os valores da temperatura e pressão do metamorfismo imprimido às rochas da região de Currais Novos - Parelhas (RN), que pertencem à faixa de dobramento Seridó (Tabela 8), foram utilizados as calibrações de Currie (1971) e Thompson (1976 b), uma vez que os trabalhos dos outros autores foram desenvolvidos em regiões cujo grau de metamorfismo é muito alto, bem distinto do que atingiu a área em questão.

Currie (1971) considerou $K_D = \frac{Fe^{Gr} \cdot Mg^{Crd}}{Mg^{Gr} \cdot Fe^{Crd}}$ e sendo a temperatura T obtida pela equação $T = 4515 / (6.37 - \ln K)$, enquanto que a pressão é obtida a partir do gráfico da Figura 3 (Currie, 1971, op. cit., p. 224).

Thompson (1976 b) considerou $K_D = \frac{Fe^{Gr} \cdot Mg^{Crd}}{Mg^{Gr} \cdot Fe^{Crd}}$ sendo a temperatura obtida a partir do gráfico da Figura 1 (Thompson, 1976 b, op. cit., p. 429) e a pressão a partir do gráfico da Figura 3 (Thompson, 1976 b, op. cit., p. 437).

Ao analisar os valores de temperatura e pressão obtidos a partir da calibragem de Currie (1971), para a reação 3 cordierita = 2 granada + 4 silimanita + 5 quartzo, na região de Opinicon Lake, Ontario, admitimos que estes são absurdos no que se refere à temperatura, em relação ao tipo de metamorfismo que atuou na região de Currais Novos - Parelhas (RN) (Tabela 8), sendo isto provavelmente devido à dificuldade em calibrar o geotermômetro para as razões Fe/Fe+Mg da granada superiores a 0.70 (Currie, 1971), tal como ocorre com as granadas das associações mineralógicas da sequência xistosa Seridó (Tabela 5).

Os valores obtidos a partir da calibragem de Thompson (1976 b) são aceitáveis, pois correspondem a condições de P e T compatíveis com as que foram determinadas por outras evidências, como sejam, a existência de andalusita ou muscovita (Winkler, 1978).

Currie (1971)	AMOSTRA	X_{Mg}^{Crd*}	X_{Mg}^{Gr*}	$\ln K_D (Crd-Gr)$	T(°C)	P(kbar)
	216	0.65	0.15	2.37	856	3.2
	41	0.62	0.15	2.37	820	3.5
Thompson (1976 b)	AMOSTRA	X_{Mg}^{Crd}	X_{Mg}^{Gr}	$\ln K_D (Crd-Gr)$	T(°c) ± 30°	P(kbar)
	216	0.65	0.15	2.37	550	4.0
	41	0.62	0.15	2.37	550	4.0

Tabela 8 : Valores de temperatura e pressão de metamorfismo para a região de Curráis Novos - Parelhas (RN).

* Crd = Cordierita

* Gr = Granada

7. METAMORFISMO

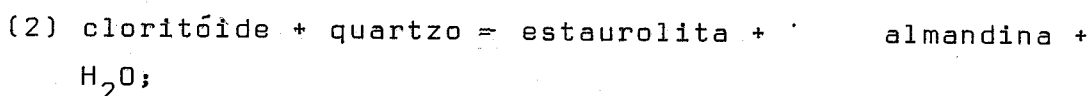
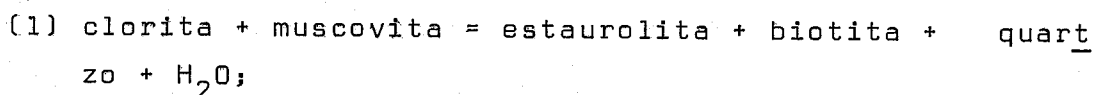
Os dados geológicos e geoquímicos ora disponíveis sobre a sequência xistosa Seridó, distribuída na faixa do brada Seridó, já permitem caracterizar as condições de temperatura e pressão, assim como a distribuição e evolução do metamorfismo na região de Currais Novos - Parelhas (RN).

Essencialmente, a definição dos valores de temperatura e pressão do metamorfismo para a área estudada, teve apoio na coexistência dos minerais granada e cordierita em equilíbrio nos micaxistos Seridó, além de considerarmos a presença de estaurolita (Richardson, 1968), cordierita e dos polimorfos de Al_2SiO_5 , andalusita e silimanita. Os trabalhos experimentais que utilizaram o par coexistente, cordierita e granada, como geotermômetro e geobarômetro, são limitados. Selecionamos os trabalhos de Currie (1971) e de Thompson (1976 b), uma vez que os outros trabalhos se referem a graus de metamorfismo bem mais elevados, em relação ao que atingiu a região em questão.

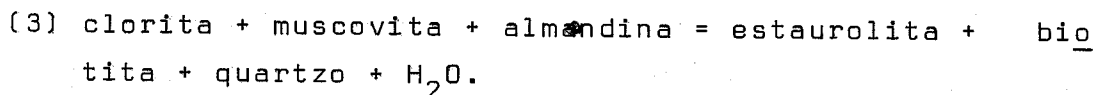
No trabalho experimental de Currie (1971), as assembléias minerais analisadas (cordierita - biotita, cordierita - silimanita, cordierita - granada - biotita - silimanita, cordierita - granada - silimanita e cordierita - silimanita - andalusita) na região de Opinicon Lake, Ontario, são semelhantes às registradas na região de Currais Novos - Parelhas (RN). Porém, os valores de temperatura obtidos a partir da calibragem de Currie (1971), para a área estudada são altos, quando comparados com o tipo de metamorfismo que atuou na mesma. Essa discrepância parece ser devido a problemas de calibragem do geotermômetro, para valores da razão $Fe/Fe+Mg$ das granadas superiores a 0.70. Assim, as granadas da região de Opinicon Lake têm valores desta razão geralmente inferiores a 0.70, enquanto que na granada do micaxisto Seridó são de 0.85, embora as associações mineralógicas sejam semelhantes. Por outro lado, os valores de temperatura e pressão obtidos a partir da calibragem de Thompson (1976 b) são compatíveis com os valores estimados por outras linhas de evidências

petrológica como seja a presença de muscovita.

Para caracterizar o começo da fácies anfibolito em metapelitos e metagrauvas, Winkler (1976) decidiu pelo desaparecimento de cloritóide e de clorita pobre em Mg (em reação com quartzo e muscovita), estabilizando a estaurolita, segundo a reação:



ou a reação anterior (1) pode envolver a granada almandina, como foi deduzido por Carmichael (1970) (In: Winkler, 1976) a partir de observações petrográficas:



Isto é também confirmado pelo aparecimento de plagioclásio tipo oligoclásio e não de albita (Winkler, 1976).

É desta forma que a estabilidade de estaurolita, cordierita, andalusita, muscovita e fibrolita nas paragêneses da sequência xistosa Seridó, aliada ao desenvolvimento eventual de cristais maiores de silimanita nestas mesmas rochas, à composição química da granada, essencialmente almandina (69% à 72%), com cerca de 14% de espessartita (Tabela 5), além da composição química do plagioclásio (oligoclásio, An_{26}) (Tabela 7), caracterizam o metamorfismo regional na área estudada na fácies anfibolito baixo a médio e de pressão baixa à intermediária (Turner, 1968).

Como o metamorfismo regional da área em questão, pertence à fácies anfibolito baixo a médio, poderia se supor que toda a clorita primária, distribuída por toda a extensão da área (Anexo II), nas paragêneses minerais, tanto dos micaxistos típicos Seridó, como nas rochas de granulação fina (aflorantes pró

ximo as cidades de Cruzeta, Jardim do Seridó e São José do Seridó), fosse consumida em reação com quartzo e muscovita, durante este estágio metamórfico para estabilizar a estaurolita e cordierita. No entanto, estudos petrográficos de certos autores (Guidotti, 1974; Froese e Gasparrine, 1975; In: Winkler, 1976) demonstram que em metapelitos ricos em MgO (razão $MgO/FeO+MgO$ muito próximo ou superior à 0.50), uma clorita rica em magnésio, pode ser estável junto com estaurolita + muscovita + quartzo + biotita dentro do metamorfismo de grau médio (fácies anfibolito). Como as rochas da sequência xistosa Seridó, na região de Currais Novos - Parelhas, são ricas em Mg (razão $MgO/MgO+FeO > 0.50$), justifica-se a estabilidade da clorita primária nas suas paragêneses minerais em equilíbrio com a estaurolita e cordierita.

As assembléias minerais registradas na sequência xistosa Seridó - como exemplo: (3) quartzo-oligoclásio-clorita-biotita-andalusita-cordierita; (6) quartzo-oligoclásio-muscovita-biotita-clorita-estaurolita-granada-silimanita; (7) quartzo-oligoclásio-muscovita-biotita-clorita-granada-silimanita-cordierita - sugerem um grande número de componentes, que deverão ser: MgO, CaO, SiO_2 , Al_2O_3 , K_2O , Na_2O , FeO e MnO. Por sua vez, se for aplicada a regra das fases de Goldsmith - o número máximo de fases cristalinas que podem coexistir em equilíbrio em rocha é igual ao número de componentes, $C > p$, e considerando que o metamorfismo pertence a um sistema fechado, ocorrendo apenas mudanças nas fases mineralógicas em função de P e T - acreditamos com base nas observações acima que as fases cristalinas coexistem em equilíbrio nos micaxistos e que, o metamorfismo regional na fácies anfibolito baixo à médio, na área estudada, envolveu um único evento.

Segundo Winkler (1976) a coexistência de granada rica em almandina e cordierita é conhecida em certas rochas, que pertencem à zona de grau médio (fácies anfibolito). Ele cita as seguintes paragêneses como diagnósticas dessa zona:

- (1) cordierita + almandina + biotita + muscovita +
quartzo + plagioclásio;

(2) cordierita + almandina + silimanita + muscovita + quartzo + plagioclásio;

(3) cordierita + almandina + silimanita + biotita + muscovita + quartzo + plagioclásio.

Também observa que Osberg (1968) (In: Winkler, 1976) encontrou adicionadas às paragênese acima descritas, andalusita e estauroлита, em substituição a silimanita.

Consideramos que nas paragênese da sequência xistosa Seridó, a coexistência da granada e cordierita seja controlada pelas quantidades de MgO, FeO, MnO e possivelmente CaO, da rocha original, ou seja, além da razão FeO/MgO, a presença de MnO (em quantidades significativas na granada: 14% de espessartita) e também CaO poderá influenciar no controle da estabilidade desse mineral (Wynne-Edwards e Hay, 1963).

Com base na interpretação do mapa de pontos (Anexo II) fica explícito que, para toda a extensão da região estudada, existe uma distribuição espacial uniforme das associações minerais (granada, cordierita, andalusita, silimanita, estauroлита e clorita). Esta ocorrência uniforme, tanto nos micaxistos Seridó, que ocupam cerca de 90% da área em questão, quanto nas rochas de granulação fina, que afloram nas proximidades das cidades de Cruzeta, Jardim do Seridó e São José do Seridó, nos permite sugerir que o zoneamento metamórfico definido por Mello e Mello (1972, 1974), envolvendo a fácies xistoverde (que seria representada por filitos, cuja assembléia mineral era constituída por clorita-biotita-granada-quartzo+plagioclásio) e a fácies cordierita anfibolito, com acréscimo do grau metamórfico de oeste para leste, não têm apoio nas nossas observações. Admitimos que, o metamorfismo regional foi uniforme (fácies anfibolito baixo a médio, do tipo pressão baixa a intermediária) para toda a extensão da região de Currais Novos - Parelhas (RN), compreendida entre áreas de embasamento representado pelo Grupo Caicó.

A partir das análises petrográficas e por microsonda eletrônica, não foi identificada qualquer evidência de um evento retrometamórfico regional, da fácies anfibolito para a

fácies xistoverde. Porém, limitado a crenulação tardias, em es treitas zonas de cisalhamento (próximo as cidades de Cruzeta, Jar dim do Seridó e São José do Seridó), esse tipo de metamorfismo se faz presente. Sendo que as rochas metamorfasadas regionalmente na fácies anfibolito baixo a médio foram submetidas a um meta morfismo cataclástico ainda na fácies anfibolito, porém em condições de temperatura mais baixa, originando rochas milonitizadas. Con sideramos que o metamorfismo cataclástico, imprimido nas rochas já metamorfasadas anteriormente na fácies anfibolito, causou ape nas uma redução na granulometria dessas rochas, e que não acar retou modificações na sua composição mineralógica (Figura 3 -VI). Certos minerais, provavelmente devido ao seu grau de resistência, foram preservados sobre a forma euédrica (ex. granada, estauro lita), sendo considerados como remanescentes do metamorfismo re gional na fácies anfibolito. Classificamos estas rochas de gra nulação fina como sendo filonitos, e não como filitos, conforme vem sendo feito pelos vários trabalhos anteriores (Siqueira e Ma ranhão, 1971, 1973; Torres, et alii 1973; Mello e Mello, 1972, 1974; Brito Neves, 1975).

As rochas calcossilicatadas intercaladas à sequência xistosa Seridó, foram afetadas pelo metamorfismo regio nal na fácies anfibolito baixo a médio, que se reflete em sua as sociação mineral pela presença de diopsídio, hornblenda, cumming tonita, granada, epidoto, quartzo, plagioclásio (oligoclásio-ande sina). Tanto na mina Brejuf, Cúrrais Novos (Gouveia, 1976) (In: Legrand, 1980), como na mina Feiticeiro, Lages (Legrand, 1980), é referida a presença de vesuvianita, wolastonita, epidoto e grossularita entre as paragêneses das calcossilicatadas. Tilley (1927) e Trommsdorff (1968) (In: Winkler, 1976) descreveram que a vesuvianita, junto com diopsídio e/ou grossularita e vesuvia nita + epidoto, são encontrados em rochas submetidas a um meta morfismo regional na fácies anfibolito.

Aliadas às observações petrográficas, as aná lises químicas da sequência xistosa Seridó, plotadas nos diagra mas ACF e A'KF (Figuras 4 e 5) permitem a conclusão que o campo de distribuição dessas rochas coincide com o campo de distribui

ção das rochas sedimentares de composição das grauvacas e pelitos estabelecido por Winkler (1976). Portanto admitimos que tanto os micaxistos como os filonitos da região estudada originaram-se de rochas sedimentares, com predominância de pelitos e grauvacas. Já as rochas calcossilicatadas são produtos de rochas sedimentares de composição carbonática impura. No que tange ao anfibolito (amostra nº 267 b, Tabela 3) sua composição química, com exceção ao teor elevado em K_2O , sugere que esse teve como origem uma rocha de composição ultramáfica, semelhante em composição química aos peridotitos e inclusive aos peridotitos komatiíticos (Tabela 4).

Tanto as paragêneses minerais e as condições de temperatura e pressão, quanto a composição química da grana da (predomínio da almandina - 69% à 72%, com 14% de molécula de espessartita), nos levam a correlacionar o tipo de metamorfismo, da área estudada ao que foi registrado no cinturão Abukuma-Ryoke, Japão (Miyashiro, 1961, 1975).

8 CONCLUSÕES

As conclusões obtidas na pesquisa desenvolvida na região de Currais Novos - Parelhas (RN), podem ser divididas em dois grupos:

1) as concernentes às relações entre cristalização mineral e deformações, resumidas no Quadro II, onde:

1.1 a partir das relações entre os porfiroblastos de biotita, clorita, cordierita e granada e a geometria da foliação interna S_1 e a foliação externa S_e , admitimos que o metamorfismo atuou não somente durante as três fases de deformação, bem como, antes e após;

1.2 concluímos que a biotita, muscovita, quartzo e feldspatos cristalizaram-se sin- F_1 , de modo a formar a foliação S_1 (Figura 3), a cordierita cristalizou sin- F_1 e pré- F_2 ; a granada cristalizou sin- F_1 , pós- F_1 e sin- F_2 ; a estaurolita cristalizou pós- F_1 ; houve crescimento estático de clorita pós- F_3 e não foi reconhecida a cristalização relativa da silimanita e da andalusita (Gama Jr. e Albuquerque, 1979);

2) aquelas de cunho petrológico, que são as seguintes:

2.1 com base na calibragem de Thompson (1976 b), fundamentada no par mineral coexistente, granada e cordierita, reforçada pela presença de estaurolita, andalusita e silimanita, concluímos que as condições de temperatura e pressão durante o metamorfismo na área foram de 550°C e 4.0 Kbar, respectivamente (Tabela 8);

2.2 somando-se a estabilidade e importância de estaurolita, andalusita, cordierita, muscovita e fibrolita (eventualmente cristais maiores de silimanita), à composição química da granada (predomínio de almandina - 69% à 72%, com cerca de 14% de espessartita) (Tabela 5), além da composição química do plagioclásio (oligoclásio An_{26}) (Tabela 7), situamos o metamor

fismo regional na área estudada na fácies anfibolito baixo a médio e de pressão baixa a intermediária;

2.3 a análise das ocorrências mineralógicas (granada, estaurolita, cordierita, andalusita, silimanita e clorita), registradas na sequência xistosa Seridó (Anexo II), caracteriza uma distribuição espacial homogênea, por toda a extensão da região de Currais Novos - Parelhas (RN), atribuída a uma uniformidade da temperatura máxima do metamorfismo;

2.4 com base nesta distribuição uniforme das assembléias minerais, concluímos que o zoneamento metamórfico definido por outros autores (Mello e Mello, 1972, 1974) não foi confirmado pelas nossas observações. Admitimos que o metamorfismo regional (fácies anfibolito baixo a médio) foi único para toda a extensão da área estudada;

2.5 concluímos que a clorita primária distribuída por toda extensão da área (Anexo II) não foi consumida durante este estágio metamórfico, em razão do quimismo particular das rochas que apresentam um teor elevado em MgO;

2.6 a partir das análises petrográficas e por microsonda eletrônica, não foi identificada qualquer evidência de um evento retrometamórfico regional, da fácies anfibolito para a fácies xistoverde. Porém, admitimos que, limitado a crenulações tardias, em estreitas zonas cisalhadas (próximo as cidades de Cruzeta, Jardim do Seridó e São José do Seridó), este tipo de metamorfismo se faz presente. De onde concluímos que as rochas metamorfizadas regionalmente na fácies anfibolito baixo a médio, foram submetidas a um metamorfismo cataclástico, ainda na fácies anfibolito, em condições de temperatura mais baixa originando rochas milonitizadas. Consideramos que este evento cataclásticos tardio não causou uma mudança na composição mineralógica da rocha, e sim apenas uma diminuição na sua granulometria, preservando certos minerais mais resistentes sob a forma euédrica (ex. granada e estaurolita),

2.7 com base nos argumentos apresentados no

item anterior, classificamos as rochas de granulação fina (próximo às cidades de Cruzeta, Jardim do Seridó e São José do Seridó), como filonitos, e não como filitos, conforme foi feito nos trabalhos anteriores;

2.8 com suporte nas observações petrográficas e na análise do quimismo da sequência xistosa Seridó, da região estudada, concluímos que os micaxistos e filonitos, originaram-se de rochas sedimentares com predominância de pelitos e grau vacas. Já para as rochas calcossilicatadas, admitimos que são produtos de rochas sedimentares de composição carbonatada impura. No que tange ao anfibolito (amostra nº 267 b, Tabela 3), sua composição química, com exceção ao teor elevado em K_2O , sugere para a sua origem uma rocha de composição ultramáfica, semelhante em composição aos peridotitos e inclusive aos peridotitos ko matiíticos (Tabela 4).

FASES DE DEFORMAÇÃO	F ₁			F ₂			F ₃		
QUARTZO									
PLAGIOCLÁSIO									
MUSCOVITA									
CLORITA									
BIOTITA									
GRANADA									
ESTAUROLITA									
ANDALUZITA									
CORDIERITA									
SILLIMANITA									
FASE DE CRISTALIZAÇÃO	PRÉ	SIN	PÓS	PRÉ	SIN	PÓS	PRÉ	SIN	PÓS
FOLIAÇÃO SURGIDA	S ₁			S ₂					
FOLIAÇÃO DEFORMADA	S ₀			S ₁			S ₂		

QUADRO II - RELAÇÃO ENTRE METAMORFISMO E DEFORMAÇÃO - RESUMO.

9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBUQUERQUE, C.A.R. de - 1979 - Origin of the plutonic mafic rocks of southern Nova Scotia, Geological Society of America Bulletin, Part I, 90 (8): 719-731.
- ALMEIDA, F.F.M. de; HASUI, Y, BRITO NEVES, B.B., de - 1976- The upper precambrian of South America, Bol. Inst. Geoc. USP., 7: 45-80.
- ARNDT, N.T.; NALDRETT, A.J; PYKE, D.R. - 1977 - Komatiitic and iron-rich tholeiitic lavas of northeast Munro Township, Ontario. J. Petrol. 18: 319-369.
- BRITO NEVES, B.B. de - 1975 - Regionalização geotectônica do Pré-Cambriano nordestino, Tese de Doutorado, inédito. Inst. Geoc. USP. São Paulo, 198 p.
- COX, F.C. - 1969 - Inclusions in garnet: discussion and suggested mechanism of growth for syn-tectonic garnets, Geol. Mag., 106 (1): 57-62.
- CLEMENCY, Ch. V; BORDEN, D.M. - 1978 - The precision of "rapid" rock analysis and the homogeneity of New USGS standard rock samples. Geostandard Newsletter, 2 (2): 147-156.
- CURRIE, K.L. - 1971 - The reaction $3 \text{ cordierite} = 2 \text{ garnet} + 4 \text{ sillimanite} + 5 \text{ quartz}$ as a geological thermometer in the Opinicon lake region, Ontario, Contrib. Mineral. Petrol., 33: 215-226.
- CURRIE, K.L. - 1974 - A note on the calibration of the garnet-cordierite geothermometer and geobarometer. Contr. Mineral. Petrol., 44: 35-44.
- DEER, W.A.; HOWIE, R.A.; ZUSSMAN, J. - 1962 - Rock-forming minerals. Vol. I, Ortho-and Ring silicates. London. Longmans. 333 p.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL - 1974 - Carta Geológica do Brasil ao milionésimo; folha Jaguaribe-SB 24, folha Fortaleza - SA 24. Brasília, 74 p.

- DNPM-CGMW-UNESCO - 1978 - Mapa Tectônico da América do Sul, Escala 1:5.000.000, nota explicativa. Brasília. 22 p.
- EBERT, H. - 1970 - The Precambrian geology of the "Borborema" belt (States of Paraíba and Rio Grande do Norte; Northeastern Brazil) and the origin of its mineral provinces. Geol. Rundschau 59 (3): 1292-1326.
- FLANAGAN, F.J. - 1973 - 1972 - Values for international geochemical reference samples, Geochimica et Cosmochimica Acta, 37: 1189-1200.
- FLETCHER, C.J.N.; GREENWOOD, H.J. - 1979 - Metamorphism and structure of Penfold Creek Area, near Quesnel Lake, British Columbia. Journal Petrol., 20 (4): 743-794.
- GAMA JR., T.; ALBUQUERQUE, C.A.R. - 1979 - Metamorfismo e de formação do Grupo/Complexo Seridó (RN). IX Simp. Geol. Nordeste Natal. Bol. Esp., p. 18.
- HARVEY, P.K.; FERGUSON, C.C. - 1979 - Spherically arranged inclusions in post-tectonic garnet porphyroblasts. Mineral. Magazine, 39: 85-88.
- HASUI, Y.; ALMEIDA, F.F.M. de; BRITO NEVES, B.B. de - 1978 - As estruturas brasileiras. Anais XXX Congr. Bras. Geol. Recife V. 6, p. 2423-2437.
- HENSEN, B.J.; GREEN, D.H. - 1971 - Experimental study of the stability of cordierite and garnet in pelitic compositions at high pressures and temperatures; I. Compositions with excess alumino-silicate. Contrib. Mineral. Petrol., 33: 309-330.
- HENSEN, B.J.; GREEN, D.H. - 1972 - Experimental study of the stability of cordierite and garnet in pelitic compositions at high pressures and temperatures; II. Compositions without excess alumino-silicate. Contrib. Mineral. Petrol., 35: 331-354.
- HENSEN, B.J.; GREEN, D.H. - 1973 - Experimental study of the stability of cordierite and garnet in pelitic compositions at high pressures and temperatures; III. Synthesis of experimental data and geological applications. Contrib. Mineral. Pe

- trol., 38: 151-166.
- HOLDAWAY, M.J.; LEE, M.S. - 1977 - Fe - Mg cordierite stability in high - grade pelitic rocks based on experimental, theoretical and natural observations. *Contrib. Mineral. Petrol.*, 63: 175-198.
- HUTCHEON, I.; FROESE, E.; GORDON, T.M. - 1974 - The assemblage quartz - sillimanite - garnet - cordierite as an indicator of metamorphic conditions on the Daly Bay Complex, N.W.T., *Contrib. Mineral. Petrol.*, 44: 29-34.
- JARDIM DE SÁ, E.F. - 1978 - Evolução Tectônica da Região do Seridó: Síntese preliminar, problemas e implicações. *Manuscripto Inédito. Palestra no 1º ciclo est. Prospecção Scheelita do Nordeste, Rio Grande do Norte, 21 p.*
- LEGRAND, J.M. - 1980 - Evolução metamórfica de rochas hospedeiras de mineralizações de scheelita da região do Seridó (RN-PB). *Anais XXXI Congr. Bras. Geol., Camboriú (SC). V. 3: p. 1601-1615.*
- MELLO, Z.F.; MELLO, A.A. - 1972 - Zoneamento metamórfico no Alto Seridó, RN. *XXVI Congr. Bras. Geol., Belém. Res. Com. p. 206.*
- MELLO, A.A.; MELLO, Z.F. de - 1974 - Metamorphic zoning in the Seridó region, Northeastern Brazil, *Rev. Bras. Geoc.*, 4 (1): 1-14.
- MINNIGH, L.D.; HACKSPACHER, P.C. - 1979 - Resultados preliminares sobre microestruturas na sequência xistosa Seridó, Cruzeta - RN. *IX Simp. Geol. Nordeste, Natal. Bol. Esp.*, p. 42.
- MISCH, P. - 1971 - Porphyroblasts and crystallization force: some textural criteria. *Bull. Geol. Soc. Am.*, 82: p. 245-252.
- MIYASHIRO, A. - 1961 - Evolution of metamorphic belts. *Journal of Petrol.*, 2: 277-311.
- MIYASHIRO, A. - 1975 - *Metamorphism and Metamorphic Belts. 1ª ed., Londres. George Allen & Unwin Ltd. 492 p.*

- NAHA, K. - 1962 - Time and place of progressive regional metamorphism: a study from the Precambrian of eastern India. Geol. Rundschau, 52: 810-818.
- OLESEN, N.D. - 1978 - Distinguishing between Interkinematic and syn - Kinematic Porphyroblastesis. Geol. Rundschau, 67 (1): 278-287.
- RICHARDSON, S.W. - 1968 - Staurolite stability in a part of the system Fe - Al - Si - O - H. Journal of Petrol., 9 (3): 467-488.
- RIES, A.C.; SHACKLETON, R.M. - 1977 - Preliminary note on structural sequences and magnitude and orientation of finite strains in the Precambrian of Northeast Brazil. VIII Simp. Geol. Nordeste, Campina Grande (PB). Bol. Esp., Res. Com., p. 57.
- SIAL, A.N. - 1975 - Petrologia e significado tectônico dos diabásios mesozóicos do Rio Grande do Norte e Paraíba. Atas VII Simp. Geol. Nordeste, Fortaleza (CE), p. 207-221.
- SIQUEIRA, L.P.; MARANHÃO, R.J.L. - 1971 - Novas considerações sobre a geologia da região do Seridó. Rev. Ass. Geol. Pernambuco, 1 (1): 41-46.
- SIQUEIRA, L.P.; MARANHÃO, R.J.L. - 1973 - O zoneamento e a estratigrafia do geossinclinal do Seridó. XXVII Congr. Bras. Geol., Bol. Esp. nº 2, p. 44-46.
- SIQUEIRA, L.P.; MARANHÃO, R.J.L. - 1977 - A Geossinclinal do Seridó, Bol. Miner., 5: 51-94.
- SPRY, A. - 1963 - The origin and significance of snowball structure in garnet. Journal of Petrol., 4 (2): 211-222.
- SPRY, A. - 1969 - Metamorphic Textures. 1a. ed. Londres. Pergamon Press Ltd. 350 p.
- THOMPSON, A.B. - 1976a - Mineral relations in pelitic rocks: I prediction of P - T - X (Fe-Mg) phase relations, Am. J. Sci., 276: 401-424.
- THOMPSON, A.B. - 1976b - Mineral relations in pelitic rocks:

- II, Calculation of some P - T - X (Fe-Mg) phase relations. Am. J. Sci., 276: 425-454.
- TORRES, H.H.F.; BARBOSA, A.G.; SOUZA, E.M. de; SANTOS, J.S.A. - 1973 - Projeto Tungstênio/Molibdênio, Relatório Final. DNPM/CPRM, Recife, V. I, 221 p.
- TURNER, F.J. - 1968 - Metamorphic Petrology, New York, Mc Graw Hill Book Company, 403 p.
- VERNON, R.H. - 1978 - Porphyroblast - matriz microstructural relationships in deformed metamorphic rocks. Geol. Rundschau, 67 (1): 288-305.
- WEDEPOHL, K.H. - 1969 - Composition and abundance of common sedimentary rocks. In "Handbook of geochemistry", ed. K.H. Wedepohl. Berlin, Springer - Verlag. p. 250-271.
- WERNICK, E.; HASUI, Y.; BRITO NEVES, B.B. de - 1978 - As regiões de dobramento nordeste e sudeste. Anais XXX Congr. Bras. Geol., Recife, V. 6, p. 2493-2507.
- WINKLER, H.G.F. - 1976 - Petrogenesis of Metamorphic Rocks, 2a. ed. New York, Springer - Verlag, 334 p.
- WYNNE - EDWARDS, H.R.; HAY, P.W. - 1963 - Coexisting cordierite and garnet in regionally metamorphosed rocks from the Westport area. Ontario. Can. Mineralogist, 7: 453-478.
- ZWART, H.J. - 1960a - The chronological succession of folding and metamorphism in the central Pyrenees. Geol. Rundschau, 50: 203-218.
- ZWART, H.J. - 1960b - Relations between folding and metamorphism in the central Pyrenees and their chronological succession. Geologie en Mijnbouw, 2: 162-180.
- ZWART, H.J. - 1962 - On the determination of poly metamorphic mineral associations and its applications to the Bosost Area (Central Pyrenees), Geol. Rundschau, 52: 38-65.

10 A N E X O S

10.1 MÉTODOS ANALÍTICOS

As análises químicas da granada, cordierita e plagioclásio dos metapelitos da região do Seridó, foram efetuadas por microsonda eletrônica, utilizando-se o aparelho EMX-SM de fabricação "Applied Research Laboratories" do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo. As condições instrumentais foram as seguintes: potencial de integração de 10' e diâmetro de feixe eletrônico de 15 à 20 μ . Os padrões utilizados foram: GRANADA: granada 12442 para Si, Fe, Mg, Ca, Al e Mn; augita A-209 para Ti e Na; hornblenda - kakanui para K. Foram efetuadas medidas nas bordas e no centro dos grãos de granada. CORDIERITA: granada 12442 para Al e Mn; augita - 209 para Ca, Mg, Fe, Na e Ti; clinopiroxênio 5-118 para Si; hornblenda-kakanui para K; PLAGIOCLÁSIO: albita, ortoclásio e andesina AC - 362.

As análises químicas para rocha total foram realizadas pelos métodos de espectrografia de fluorescência de raio-X, utilizando-se o aparelho PW 1440/70 de fabricação "Philips". As condições instrumentais foram as seguintes: voltagem 50 K.V. amperagem 50 m.a., tubo de cromo. A preparação das pastilhas obedeceu os seguintes tratamentos: foram pesadas e misturadas 2 g de amostra e 13 g de fundente (tetraborato + metaborato de lítio-66:34 - epectromel A-12), seguido de uma pré-prensagem a 5 ton, depositada em cadinho de grafite e fundida a 1.150^oc durante o tempo de 10 min. Finalmente resfriada sob um tijolo refratário poroso umedecido durante o tempo de 2 min. Pelo método de absorção atômica foi utilizado o espectrográfo de absorção atômica marca FMD4 de fabricação "Zeiss"; estes aparelhos são do Núcleo de Ciências Geofísicas e Geológicas da Universidade Federal do Pará. Os elementos Si, Al, Fe total, Ca, K, Ti e P foram analisados pelo método da espectrografia de fluorescência de raio-X, enquanto os elementos Mg, Na e Mn foram analisados pelo método da absorção atômica.

Foram utilizados como padrão para as análises, as rochas padrão internacional do Serviço Geológico dos Estados Unidos (U.S. Geological Survey) cujos valores das concentra

ções dos elementos foram obtidos de Flanagan (1973) e Clemensy e Borden (1978). Foram usados os seguintes padrões: AGV-1, BHVO-1, SCO-1 e SDE-1.

10.2 M A P A D E P O N T O S