

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

EVOLUÇÃO GEOLÓGICA DA REGIÃO DE ARAGUACEMA - PEQUIZEIRO

GOIÁS - BRASIL

Tese Apresentada por

PAULO SÉRGIO DE SOUSA GORAYEB

como requisito parcial à obtenção do grau em

MESTRE EM CIÊNCIAS

Na área de

GEOLOGIA

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

Aprovado: em 21 de dezembro de 1981


CARLOS ALBERTO R. ALBUQUERQUE (ORIENTADOR)


YOCITERU HASUI


ROBERTO DALL AGNOL

A Barbara e Julia,
Olga Carmem e
José Gorayeb

AGRADECIMENTOS

A realização deste trabalho foi possível graças a colabo
ração que deram de uma ou outra maneira, várias pessoas e insti
tuições. A estas deixamos aqui os mais sinceros agradecimentos e,
em especial:

Ao Núcleo de Ciências Geofísicas e Geológicas da Universi
dade Federal do Pará pelo apoio material e humano, garantindo a
realização integral do trabalho.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tec
nológico (CNPq) e Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) que
através do Projeto Faixa Orogênica forneceu o apoio financeiro pa
ra a realização desta pesquisa.

Ao PRONUCLEAR pela concessão de bolsa de estudo no perío
do da realização do trabalho.

A Prefeitura de Araguacema na pessoa do sr. Janari Cunha,
que, com o empréstimo de viaturas e barcos à motor, facilitou a
realização dos trabalhos de campo, deixando-nos à vontade na refe
rida cidade.

Ao Professor Doutor Yociteru Hasui do Instituto de Pesqui
sas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT) que, em etapas di
versas do desenvolvimento do trabalho, dedicou-nos especial aten
ção, visitando a área de trabalho, dando sugestões e levantando
questionamentos que em muito contribuíram para as conclusões a
qui apresentadas.

Ao Professor Doutor Gary Richard Lowell que orientou-nos
nas etapas iniciais do trabalho, papel este posteriormente assu
mido pelo Professor Doutor Carlos Alberto Ribeiro de Albuquerque
que em muito contribuiu com críticas e sugestões para os resulta
dos aqui apresentados.

Ao Professor Doutor Raimundo Netuno Nobre Villas, Coorde
nador do Núcleo de Ciências Geofísicas e Geológicas pelo apoio
e estímulo.

Ao Professor Doutor Roberto Dall'Agnol, Coordenador do
Curso de Pós-Graduação do Núcleo de Ciências Geofísicas e Geolô
gicas pelas discussões a nível técnico-científico, sugestões e

pela confiança depositada no autor.

Ao colega João Batista Sena Costa, Coordenador do Projeto Faixa Orogênica Araguaia-Tocantins que acompanhou o trabalho desde as primeiras etapas. Suas discussões e críticas em muito auxiliaram para a melhor compreensão geológica da área.

Ao sr. Luis Marques de Aguiar, sr. João Coelho e família e aos demais moradores da região pela cordial hospitalidade e amizade que sempre era-nos dedicada.

Aos alunos Claudio José dos Santos Moura, Michel Sauma Filho e Raul Meireles do Vale, do Curso de Graduação do Departamento de Geologia da UFPa, pela colaboração durante os trabalhos de campo.

Aos colegas do curso de pósgraduação do Núcleo de Ciências Geofísicas e Geológicas e do Departamento de Geologia pelo clima amigável de trabalho e discussões levantadas ao longo do desenvolvimento do trabalho.

A estas e a muitas outras não diretamente envolvidas estendemos os nossos agradecimentos. •

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Pág

FIGURAS

1	Mapa de localização da área	7
2	Coluna estratigráfica da região de Araguacema-Pequizeiro.	16
3	Fotografia. Concentrações de magnetita ocorrendo superficialmente, encontradas no domínio dos xistos e filitos da Formação Pequizeiro. Estrada Goianorte - Araguacema, Km 24.	22
4	Fotografia. Aspecto mosqueado característico dos magnetita-moscovita filitos da Formação Pequizeiro, dado pela presença de cristais de magnetita. Estrada Goianorte-Araguacema. PFO-G-35.	22
5	Fotografia. Aspecto típico dos metamorfitos da Formação Pequizeiro, formando resaltos topográficos. Observa-se também a crenulação da xistosidade. Fazenda Areia, proximidade de Pequizeiro.	24
6	Fotografia. Bandeamento quartzo-micáceo crenulado, em quartzo-mica-xisto da Formação Pequizeiro. PFO - G-100.	24
7	Fotografia. Feições topográficas características dos terrenos ardósianos e filíticos da Formação Couto Magalhães. Adjacências de Araguacema.	26
8	Fotografia. Coloração típica de ardósias intemperizadas da Formação Couto Magalhães. Arredores de Araguacema.	26
9	Fotomicrografia. Cristal de pirita cristalizado precocemente ao metamorfismo regional (M ₁) com desenvolvimento de sombras de pressão (preenchidas por quartzo) em F ₁ -M ₁ em ardósia da Formação Couto Magalhães. (PFO-G-118). NX.160X.	29
10	Fotomicrografia. Metagrauvaca da Formação Couto Magalhães. Vê-se grânulos clásticos de quartzo e plagioclásio microfraturados (sub-grãos), alongados por deformação em F ₁ . Observam-se também cristais de moscovita em matriz foliada (clivagem ardósiana) com	29

clorita, biotita e quartzo. (PFO-G-18).

- | | | |
|----|--|----|
| 11 | Fotografia. Estratificação plano-paralela, inclinada e suavemente ondulada, desenvolvida em metargilitos e metassiltitos intercalados da Formação Couto Magalhães. Note a laminação subparalela à estratificação. Proximidade de Araguacema, margem do rio Araguaia. | 31 |
| 12 | Fotografia. Corpos serpentiniticos lentiformes (ao fundo) formando serra alinhadas submeridianamente. Morros do Salto e Pau Ferrado. | 34 |
| 13 | Fotografia. Venulações irregulares de quartzo intersectando silexito hematítico ("Stockwork"), tipicamente desenvolvidos nas partes superiores dos corpos serpentiniticos. Morro do Agostinho. | 34 |
| 14 | Fotomicrografia. Pseudomorfos de antigorita a partir de olivina e piroxênio, acentuados por opacos (exsolução de óxidos de ferro) em serpentinitos. (PFO-G-661. NX, 100X. | 36 |
| 15 | Fotomicrografia. Textura típica dos serpentinitos da região, formada pelo intercrescimento de antigoritas fibrolamelares. (PFO-G-811. NX, 100 X. | 36 |
| 16 | Fotografia. Aspecto anastomoseado da xistosidade, desenvolvida ao longo de zonas de cisalhamento em serpentinitos do maciço do Morro Grande. | 38 |
| 17 | Fotografia. Espelho e estrias de falha desenvolvidas em serpentinitos do Morro Grande. | 38 |
| 18 | Fotomicrografia. Cristais "cumulus" hipidiomórficos de olivina serpentinizada com "intercumulus" de clinopiroxênio xenomórficos em hornblenda peridotito. (PFO-G-122). NX, 100 X. | 41 |
| 19 | Fotomicrografia. Textura poiquilítica desenvolvida em hornblenda peridotito, com grande cristal xenomórfico de augita envolvendo olivinas parcialmente serpentinizadas. Observa-se também fraturamentos nos cristais. (PFO-G-27). NX, 40X. | 41 |
| 20 | Fotografia. Contato discordante entre mica xistos da | 42 |

Formação Pequizeiro e conglomerados da Formação Rio das Barreiras. Rodovia GO-70 entre Pequizeiro e Couto Magalhães.

- | | | |
|----|---|----|
| 21 | Diagrama. Representação Polar das principais feições estruturais do Grupo Tocantins. | 49 |
| 22 | Fotografia. Clivagem de crenulação (S_3), resultante da intensa transposição da xistosidade (S_1) e do bandeamento (A_1) desenvolvida em quartzo-mica-xisto da Formação Pequizeiro. Rodovia GO-70, próximo a Novo Plano. | 52 |
| 23 | Fotografia. Clivagem de crenulação (S_3) desenvolvida em mica xisto (intemperizados) da Formação Pequizeiro. Observa-se a ondulação da xistosidade devido aos movimentos relativos ao longo dos planos de crenulação. Rodovia GO-70 entre Pequizeiro e Couto Magalhães. | 53 |
| 24 | Fotografia. Dobras abertas da estratificação, desenvolvidas em metassiltitos e metargilitos intercalados da Formação Couto Magalhães. Araguacema. | 55 |
| 25 | Fotografia. Dobras "en chevron" desenvolvidas em metachert associado com rochas ultramáficas. Nota-se o mergulho subvertical de seus eixos. Morro do Pau Ferrado. | 57 |
| 26 | Fotografia. Dobras da xistosidade - bandeamento com ápices pouco espessados, desenvolvidas em F_2 , em xistos (intemperizados) da Formação Pequizeiro. Rodovia GO-70 entre Pequizeiro e Couto Magalhães. | 58 |
| 27 | Diagrama. Esquema evolutivo da deformação. | 61 |
| 28 | Metamorfitas do Grupo Tocantins (Tabela 1) projetados em diagramas ACF e $A'KF$. | 66 |
| 29 | Rochas ultramáficas da tabela 2 projetadas em diagramas ACF e $A'KF$. | 70 |
| 30 | Fotomicrografia. Porfiroblasto de biotita da segunda fase do metamorfismo (M_2), cristalizado em F_3 . Vê-se a foliação S_3 truncando S_1 . (PFO-G-101). NX, 40X. | 75 |

31	Fotomicrografia. Porfiroblasto de biotita da segunda fase do metamorfismo (M ₂), pós-F ₃ . Nota-se as <u>inclu</u> sões de minerais da matriz definindo uma foliação (S ₁), paralela a S ₃ . (PFO-G-32). NX,40X.	77
32	Fotomicrografia. Porfiroblasto mal formado de biotita da segunda fase do metamorfismo (M ₂), pós-F ₃ . <u>No</u> tam-se inclusões de minerais da matriz levemente <u>o</u> rientadas (S ₁) paralelamente a S ₃ . Algumas inclusões (rutilo?), definem franjas de alteração (PFO-G-32). NX,40X.	78
33	Fotomicrografia. Intercrescimento porfiroblástico de clorita e biotita da segunda fase do metamorfismo (M ₂) Intercrescimento semelhante pode ser observado entre moscovita e clorita na matriz, representando equilíbrio no crescimento desses minerais. Observe ainda pontos tríplices entre os cristais de quartzo. (PFO-G-105). N//,40X.	79
34	Fotomicrografia. Dobramento de S ₁ por efeito da <u>cre</u> nulação. Quartzo, plagioclásio, moscovita , clorita e epidoto que formam a xistosidade, acham-se dobrados, alongados, parcialmente poligonizados e <u>re</u> cristalizados por efeito de F ₃ . (PFO-G-105). NX,40X.	81
35	Diagrama. Evolução microtextural das rochas do Grupo Tocantins.	82
36	Crescimento mineral associado às fases de deformação em rochas do Grupo Tocantins.	83

TABELAS

1	Análises químicas dos metamorfitos do Grupo Tocantins	64
2	Análises químicas das rochas ultramáficas da área	68
3	Análises químicas dos elementos traços das rochas <u>ul</u> tramáficas.	72

SUMÁRIO

Pág

DEDICATÓRIA

AGRADECIMENTOS

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

RESUMO	1
ABSTRACT	3
1 INTRODUÇÃO	5
1.1 <u>Proposição do Estudo</u>	5
1.2 <u>Localização e Acesso</u>	5
1.3 <u>Metodologia</u>	6
2 ASPECTOS GEOLÓGICOS REGIONAIS	10
3 ESTRATIGRAFIA E PETROGRAFIA	15
3.1 <u>Introdução</u>	15
3.2 <u>Descrição das Unidades</u>	17
3.2.1 Grupo Tocantins	17
3.2.1.1 Formação Pequizeiro	17
3.2.1.2 Formação Couto Magalhães	25
3.2.2 Corpos Ultramáficos Metamorfizados	32
3.2.3 Peridotitos	40
3.2.4 Diques Máficos	42
3.2.5 Formação Rio das Barreiras	44
3.3 <u>Aspectos Geocronológicos</u>	46
4 ESTRUTURAS	48
4.1 <u>Introdução</u>	48
4.2 <u>Estruturas Primárias</u>	48
4.3 <u>Estruturas Tectógenas</u>	48
4.3.1 Foliações	50
4.3.1.1 Xistosidade	50
4.3.1.2 Bandeamento	50
4.3.1.3 Clivagem de Crenulação	50
4.3.2 Lineações	51
4.3.2.1 Lineação Mineral	51
4.3.2.2 Lineação de Interseção	54

	Pág
4.3.2.3 Lineação B	54
4.3.3 Dobras	54
4.3.3.1 Dobras da Estratificação	54
4.3.3.2 Dobras da Xistosidade	56
4.3.3.3 Crenulação	56
4.3.4 Descontinuidades	59
4.3.4.1 Falhas e Fraturas	59
4.3.4.2 Veios de Quartzo	60
4.4 <u>História Deformacional</u>	60
5 GEOQUÍMICA	63
5.1 <u>Metamorfitos das Formações Pequizeiro e Coutó</u> <u>Maga</u> <u>lhães</u>	63
5.2 <u>Metaultramafitos</u>	67
6 METAMORFISMO	73
6.1 <u>Distribuição Espacial do Metamorfismo</u>	73
6.2 <u>Distribuição Temporal</u>	74
6.3 <u>Deformação X Metamorfismo</u>	76
7 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	84
8 EVOLUÇÃO GEOLÓGICA	91
9 CONCLUSÕES	94
10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	96
11 ANEXOS	100
1 - Mapa de Amostragem	
2 - Mapa Geológico	

RESUMO

A área compreendida entre as cidades de Araguacema, Pequizeiro e Conceição do Araguaia, faz parte da Faixa de Dobramento Araguaia, onde engloba uma variedade litológica submetida a processos sedimentares, magmáticos, metamórficos e deformacionais.

O levantamento geológico envolvendo estudos estruturais-estratigráficos, petrográfico-petroológicos e químicos, permitiu a elaboração do quadro geológico-evolutivo da região. As seqüências litológicas são incluídas no Grupo Tocantins, representado pelas Formações Pequizeiro e Couto Magalhães. Corpos ultramáficos metamorfizados e máficos e ultramáficos representam respectivamente eventos pré ou sin e também pós-tectônicos. A Formação Rio das Barreiras assenta-se discordantemente ao conjunto Tocantins.

A Formação Pequizeiro é constituída principalmente por micaxistos com intercalações subordinadas de quartzitos, calcosistos e magnetita-moscovita filitos, caracterizando uma seqüência metassedimentar com derivação predominante de pelitos e grauvacas. Na Formação Couto Magalhães predominam filitos e ardósias e em menor proporção metapsamitos, metapelitos, cherts, lentes de calcário e metagrauvas, intercalados. Esta seqüência deriva-se essencialmente de pelitos.

Corpos ultramáficos lentiformes de natureza dunítica, foram induzidos tectonicamente no domínio da Formação Couto Magalhães. Encontram-se associados a zona de falhas, alinhados submeridianamente. Suas feições assemelham-se a corpos do tipo alpino mas podem representar corpos ofiolíticos dentro da conceituação moderna.

A deposição do Grupo Tocantins e manifestações ultramáficas, seguiram-se processos de deformação e metamorfismo polifásicos, vinculados possivelmente ao Proterozóico Superior (Ciclo Brasileiro). A evolução estrutural compreende três fases de deformação plásticas (F_1 , F_2 e F_3) gerando dobras, feições planares e lineares e, sincronicamente à fase de deformação F_1 implantou-se o metamorfismo Regional (M_1) variando de graus arquimetamórficos à fácies xisto-verde, crescente no sentido leste. Quatro zonas metamórficas foram reconhecidas, representadas pelas isógradas da sericita, clorita e biotita pareadas submeridianamente. O segun

do episódio blástico (M₂) se deu durante o desenvolvimento da crenulação (F₃), resultando na formação de micro-porfiroblastos de filossilicatos (moscovita, clorita e biotita) durante esta fase e de biotita pós-F₃.

No Proterozóico Superior ainda uma tectônica ruptural, foi responsável pela reativação de falhas antigas do embasamento e geração de falhas e fraturas. Intrusão de hornblenda-peridotitos e injeção de diques de diabásio e "stocks" de gabros datam dessa época. Pequenos "grabens" acolheu os sedimentos conglomeráticos e sílticos da Formação Rio das Barreiras, refletindo o relevo criado pela tectônica brasileira.

Nos tempos Fanerozóicos desenvolveu-se um intenso processo de laterização e intemperismo em extensas áreas, sedimentando areias e argilas ao longo dos principais rios que drenam a região.

ABSTRACT

The region around Araguacema, Pequizeiro and Conceição do Araguaia, belongs to the Araguaia Fold Belt and exhibits a metasedimentary litological sequence which was subjected to deformation and metamorphism at least in the Upper Proterozoic.

Geological mapping, structural-stratigraphic, petrographic and chemical analyses permit the elucidation of the geological evolution of the area. The sequences have been included in the Tocantins Group constituted of Pequizeiro and Couto Magalhães Formations. Ultramafic and mafic-ultramafic bodies represent both pre and post-tectonic magmatic events. The Rio das Barreiras Formation overlays with an angular unconformity the Tocantins sequences.

Pequizeiro Formation is the lower unit of the Tocantins Group and is litologically composed of micaschists, with some quartzites, calc-schists, and magnetite-muscovite-phylrites. These rocks represent a metasedimentary sequence derived mostly of pelite and graywacks. The unit Couto Magalhães comprises essentially phylrites and slates with minor metapsammites, metapelites, cherts, lenses of limestones and metagraywacks. Most of these rocks represent an original pelitic sequence.

Lenticular serpentinitic bodies of dunitic nature have been introduced in the Couto Magalhães Formation by tectonic processes. All of these bodies are associated to fault zones and have N-S trends. They are of alpine type but, they may represent ophiolitic bodies.

These sequences underwent polyphasic deformational and metamorphic processes during the Middle Proterozoic and up to the Brasiliano Cycle. The structural evolution comprised three plastic deformation phases called F_1 , F_2 and F_3 . The metamorphic history included two different events called M_1 and M_2 with synchronical relation between M_1 - F_1 and M_2 - F_3 , and has a large variation from ankimetamorphism (west) to greenschist facies (east). Three isograds (sericite, chlorite and biotite) have been defined from W to E, as the temperature grows.

In the Upper Proterozoic (Brasiliano Event) ruptural

tectonic processes reactivated ancient basement faults and formed new normal faults and fractures. Hornblends Peridotite plutons, diabase dikes and gabbro stocks were emplaced in the Couto Magalhães Formation, representing post-tectonic magmatic events. Polymitic conglomerates and siltstones of Rio das Barreiras Formation accumulated in grabens, reflecting the Brasiliano tectonic relief.

In the Phanerozoic, intensive laterization and weathering have developed in an extensive area in the Araguaia valley with sandy and argillaceous sedimentation along the rivers.

1 INTRODUÇÃO

1.1 Proposição do Estudo

As primeiras observações sistemáticas desenvolvidas nas regiões centro e norte do Brasil (Barbosa et alii, 1966; Almeida, 1967a; Puty et alii, 1972; Silva et alii, 1974; e Schobbenhaus et alii, 1975), envolveram estudos de caráter regionais do Craton Amazônico, da Faixa de Dobramento Araguaia, do Maciço Mediano de Goiás e da Bacia do Parnaíba, sem visarem diretamente a referida faixa. A partir de 1977, com a implantação do Projeto Faixa Orgênica (Núcleo de Ciências Geofísicas e Geológicas- Universidade Federal do Pará) as pesquisas concentraram-se na Faixa de Dobramentos Araguaia. Os primeiros trabalhos, realizados a nível de reconhecimento (Abreu, 1978 e Silva, 1980), levantaram questões extremamente relevantes quanto aos possíveis modelos de evolução geológica. Com a necessidade da continuidade das pesquisas, iniciou-se estudo em semi-detralhe de diversas áreas-chave e, nesse contexto se insere este trabalho. O objetivo básico deste trabalho é o de realizar investigações geológicas para melhor conhecimento do Grupo Tocantins, constituído pelas formações Pequizeiro e Couto Magalhães, mediante análise integrada de aspectos estratigráficos, estruturais e petrológicos. O detalhamento das unidades geológicas ocorrentes na área envolveu os seguintes aspectos:

- a) Mapeamento geológico em semi-detralhe;
- b) definição do empilhamento estratigráfico e caracterização mais precisa das unidades;
- c) caracterização petrográfico-petrológica das formações Pequizeiro e Couto Magalhães;
- d) estudo dos eventos de deformação e de suas relações com o metamorfismo;
- e) definição dos eventos magmáticos incidentes na área;
- f) estudo petrológico e posicionamento tectônico dos corpos ultramáficos.

1.2 Localização e Acesso

O trabalho foi desenvolvido numa porção da Faixa de Dobram

mentos Araguaia, tendo sido mapeada uma área de cerca de 3000 km², localizada no norte do estado de Goiás, limitada pelas coordenadas geográficas de 49°00' e 49°34' de longitude oeste e 8°30' e 9°00' de latitude sul (fig. 1). A noroeste, a área é limitada naturalmente pelo rio Araguaia, de navegabilidade razoável para barcos de pequeno calado. Outros dois rios de médio porte, o Piranhas e o Bananal, afluentes do Araguaia, compõem a principal rede de drenagem da área. As cidades goianas de Pequizeiro e Araguacema nas extremidades este e oeste da área, são pontos de apoio para a penetração, que é feita principalmente a partir da rodovia BR-153 (Belém-Brasília) e GO-70. O acesso interno, é facilitado pelas estradas que levam para as inúmeras fazendas aí existentes e, também pela vegetação típica de cerrado que fornece as melhores condições de acessibilidade. Apenas nos vales, nas encostas de serras e nas adjacências dos rios é que a vegetação torna-se mais densa, chegando a ser exuberante em certos locais com predominância de árvores de médio a grande porte, como o baobá e o jatobá entre outras.

1.3 Metodologia

O trabalho, constou de três atividades principais:

a) Os trabalhos de campo, que constaram do levantamento de seções geológico-estruturais por caminhamentos geralmente transversais à orientação da faixa de dobramentos através das principais estradas da região. Ao longo dos perfis fizeram-se observações geológicas, amostragem de rochas e solos estruturados, além de observações detalhadas sobre a geometria dos elementos planares e lineares. A peculiaridade da região, no que diz respeito a carência generalizada de afloramentos, laterização e intemperismo intenso, forçou-nos a utilização de técnicas especiais em auxílio ao mapeamento, como a complementação dos perfis nas adjacências norte e sul para melhor continuidade e integração dos dados obtidos, a confecção de trincheiras em áreas sem afloramentos e a utilização da magnetita no solo para delimitar-se a área de ocorrência da Formação Pequizeiro. Detalhamentos locais foram efetuados quando necessários e principalmente nos corpos ultramáficos.

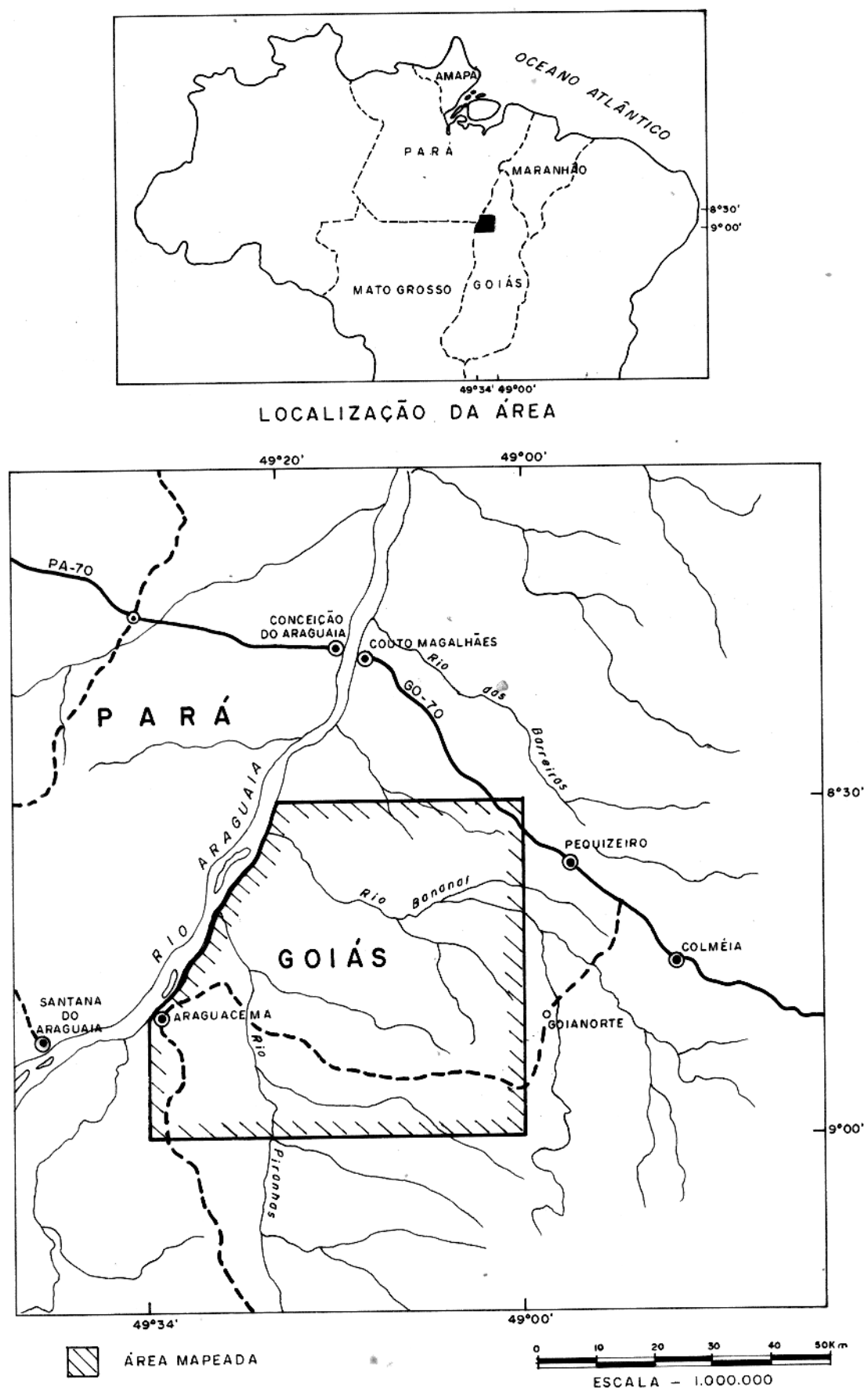


Figura 1- Mapa de localização da área.

b) as atividades no escritório estiveram voltadas para a interpretação detalhada de mosaicos semi-controlados de imagem SLAR em 1:100.000 e fotografias aéreas verticais em 1:45.000, do Projeto Araguaia (1958-1962) fornecidos pela PROSPEC S/A. O mapa base foi obtido por restituição direta a partir dos mosaicos, fotografias aéreas e bases planimétricas em 1:100.000 do Projeto Araguaia. Compilações e integração dos dados resultaram no mapa geológico final apresentado neste trabalho (Anexo 2). Este mapa na escala 1:200.000, mostra a distribuição das unidades estratigráficas, as estruturas mais importantes e outras feições da área de trabalho. Acompanha uma seção geológica-estrutural esquemática mostrando as relações de contato e disposição das unidades estudadas além dos aspectos estruturais mais relevantes.

c) os trabalhos de laboratório, consistiram de estudos petrográficos e químicos. Um total de cento e vinte e duas (122) amostras foram coletadas ao longo dos perfis (Anexo 1). Petrograficamente foram analisadas em detalhe setenta e três (73) seções delgadas, tendo o estudo sido dirigido para a caracterização dos tipos litológicos e das suas respectivas associações mineralógicas, identificação das fases minerais e das feições microestruturais, para definir as relações entre os fenômenos de crescimento mineral e as fases de deformação. Vinte e sete amostras (27), livres de alteração intempérica, foram submetidas a análises química através da fluorescência de raios X e espectrometria de absorção atômica para a determinação dos elementos maiores, menores e traços. Análises por difratometria de raios-X complementaram os estudos petrográficos para a definição mais precisa da mineralogia.

A terminologia adotada neste trabalho, segue o exposto por diversos autores e é de uso corrente no estudo de áreas deformadas. A terminologia estrutural e microtextural, seguiu os princípios constantes em Spry (1969) e em Hobbs et alii (1976). Usa-se com frequência a simbologia de letras como segue: S, é qualquer superfície planar (estratificação, xistosidade, clivagem ardosiana etc...); L representa as estruturas lineares (lineação mineral, lineações de interseção etc...); D, significa as dobras com seus respectivos eixos B; A, simboliza estruturas bandeadas e F, as fases de deformação. A ordenação cronológica é efetuada por meio de algarismos com o índice representando e

ventos sucessivos com gerações distintas (Ex.: S₁, S₂ ...; L₁, L₂...; D₁, D₂... etc...).

Para a classificação e caracterização mineralógica- petrográfica das rochas, optou-se pelas nomenclaturas de Spry (1969), Williams et alii (1970), Winkler (1976), e, para as rochas magmáticas adotou-se a classificação de Streckeisen (1973 e 1978).

2 ASPECTOS GEOLÓGICOS REGIONAIS

O cinturão de dobramento que ocupa a porção centro-norte estendendo-se para norte do país, onde é recoberto por sedimentos Fanerozóicos, tem sido objeto de estudo por muitos pesquisadores desde o século passado, sendo Moraes Rego (1933) o pioneiro no estudo da geologia da região. Trabalhos importantes à nível regional foram elaborados a partir da década de sessenta (Barbosa et alii, 1966; Puty et alii, 1972; Silva et alii, 1974; Hasui et alii, 1977; Abreu, 1978 e Silva, 1980 entre outros) e, dentre os diversos trabalhos, algumas obras merecem destaque pelo conteúdo significativo em que tratam a geologia desta imensa área. A Faixa de Dobramento Paraguai-Araguaia, foi inicialmente definida por Almeida (1967a), que a considerou como se estendendo desde o rio Apa até o vale do rio Tocantins por mais de 2.500 km contornando a margem do Craton do Guaporé. Silva et alii (1974) introduziram a denominação Faixa Orogênica Araguaia-Tocantins apenas para enfatizar a situação geográfica do segmento setentrional dessa faixa. Hasui et alii (1980) propuseram para esta porção a denominação de Faixa de Dobramento Araguaia, por não acreditarem na continuidade física, proposta por Almeida (1967a), achando também mais apropriado o termo faixa de dobramento ao invés de faixa orogênica. Almeida (1974) caracterizou o sistema tectônico marginal do Craton do Guaporé, considerando que os limites do Craton e da Faixa de Dobramentos à sua periferia, se daria por uma geossutura marginal denominada Tocantins-Araguaia.

Moraes Rego (1933) reconheceu um conjunto de rochas de baixo grau metamórfico nas confluências dos rios Tocantins e Araguaia, denominando-o de "Série do Tocantins" sendo que reconheceu duas seqüências, correlacionando a mais velha à Série Minas. Barbosa et alii (1966) no Projeto Araguaia estendem a designação Araxá para a seqüência inferior descrita por Moraes Rego (1933) e, advogam a existência de discordância entre as duas unidades (Tocantins e Araxá) com base no grau metamórfico, fato este anteriormente não admitido por Hembold (1960). Estes autores descreveram a série Tocantins como "um conjunto de epimetamorfitos da fácies xisto-verde, constituído essencialmente de filitos com intercalações de quartzito-filitos, calcários e quartzo-itabiritos, cortados por diques de diabásio", admitindo ter sido deposi

tada "como um miogeossinclíneo sobre um embasamento da série A
raxá e do Arqueano".

Puty et alii (1972) na região do Projeto Marabá reconhecera
ram a presença dos grupos Araxá e Tocantins, afirmando ser gradaci
cional a passagem entre as duas unidades, pelo menos no metamorf
fismo. Descrevem o Grupo Tocantins como um pacote metapelítico
com filitos, clorita xistos, clorita-sericita xistos e calcoxist
tos citando ainda rochas ultramáficas associadas ao conjunto, e
suspeitam da existência de um contato discordante e falhado desde
te Grupo com o "Pré-Cambriano Indiferenciado". Silva et alii (1974)
admitem a existência da discordância proposta por Barbosa et
alii (1966) sem no entanto caracterizá-la, ressaltando a dificuld
dade na definição do contato entre as unidades Tocantins e Araxá.
Subdividem o Grupo Tocantins em quatro tipos petrográficos: xist
tos de baixo grau, ardósias e filitos, metapsamitos e calcários.
Schobbenhaus Filho et alii (1975) estudando a folha Tocantins
(SC.22) reconhece o Grupo Tocantins e substitui o termo Grupo
Araxá por uma unidade a que denomina provisoriamente de "xisto-
quartzítica", reafirmam também, a passagem gradual entre essas
duas unidades. Hasui et alii (1975) propuseram a denominação de
Grupo Estrondo em substituição à unidade descrita como Araxá por
não concordarem com a extensão daquela unidade ocorrente no oest
te mineiro para norte. Efetuaram uma série de datações K-Ar indic
cando idades Transamazônicas para o Craton do Guaporé e Brasília
nas para as rochas do Grupo Estrondo. Trow et alii (1976) estud
ando a região de Tucuruí, reconheceram uma falha de empurrão
que lançou rochas do Grupo Tocantins sobre o Craton Amazônico. De
finem também a Formação Tucuruí constituída por grauvacas e bas
saltos. Guerreiro e Silva (1976) na área do Projeto Guaraí- Conce
ição, chamaram de Conglomerado Rio das Barréiras à cobertura sed
dimentar que ocorre entre as cidades de Pequizeiro e Couto Magal
lhães, assentados discordantemente sobre rochas do Grupo Tocant
tins. Barbosa et alii (1966) haviam correlacionado esta seqüênci
cia à Formação Piauí, do que discordam inteiramente os primeiros
autores, posicionando-os estratigraficamente abaixo dos sedimentos
da bacia do Parnaíba. Hasui et alii (1977) estudando a Faixa de
Dobramento Araguaia, apresentaram um esquema estratigráfico, substi
tuindo o termo Grupo Tocantins por duas unidades representadas
pelas Formações Couto Magalhães, Pequizeiro e uma mais inferior
(Formação Estrondo) que constituem o Grupo Baixo Araguaia. Fazem

referência ao caráter transicional entre as unidades mas suspei
tam de uma discordância angular entre as Formações Estrondo e Pe
quizeiro. Consideram como uma Formação os conglomerados descri
tos por Guerreiro e Silva (1976). A Formação Pequizeiro para
aqueles autores possui um caráter magmático-sedimentar associan-
do-se à faixa ofiolítica. Abreu (1978) propõe novo arranjo estra
tigráfico reunindo as várias litologias da Faixa Araguaia numa
unidade chamada de Supergrupo Baixo Araguaia, composto na base
pelo Grupo Estrondo (Formação Morro do Campo e Xambioá) e supe
riormente, pelo Grupo Tocantins (Formação Couto Magalhães e Pe
quizeiro). Ainda, segundo Abreu (1978) a Formação Morro do Campo
é constituída de quartzitos e gnaisses na base da seqüência en
quanto que a Formação Xambioá por xistos variados, lentes de an
fibolitos e quartzitos; a Formação Couto Magalhães constitui-se
de filitos com quartzitos intercalados, lentes de calcário e ro
chas máficas associadas e, a formação Pequizeiro engloba rochas
orto e para-metamórficas magnesianas constituindo uma seqüência
plutono-vulcano-sedimentar, com corpos ultramáficos associados.
Desenvolveu ainda um estudo estrutural onde reconhece, os diver
sos tipos de estruturas do metamorfitos, definindo uma evolução
polifásica para os eventos deformacionais com quatro fases regio-
nais. Silva (1980) reconheceu nas rochas da Faixa de Dobramento
Araguaia, o metamorfismo de caráter regional enquadrando-o no ti
po pressão média de Miyashiro (1975) e uma blastese tardia, segu
ida de recristalização de micas em condições mais atenuadas; defi
niu um zoneamento regional sequenciando o aparecimento das isó
gradadas da sericita, clorita e biotita no sentido oeste-leste e
circundando algumas braquianticlinais as isógradadas da granada
e estauroлита e, relacionou às fases de deformação de Abreu (1978)
os eventos de crescimento mineral. Costa (1980) acrescenta ao
Grupo Estrondo a Formação Canto da Vazante, superposta à Forma
ção Xambioá, composta de biotita gnaisses, biotita-quartzo xistos
com quartzitos e talco xistos. Estudou também o núcleo da bra
quianticlinal de Colméia, definindo o Complexo Colmeia de idades
Arqueana, composto de rochas gnáissicas e granitóides migmatiza-
do, anfibolitos, quartzitos e xistos associados. Hasui et alii
(1980) baseando-se em estudos geocronológicos, propõem uma idade
Uruguiana e o termo Faixa de Dobramentos Araguaia para essa uni
dade geotectônica.

Em relação ao magmatismo "básico-ultrabásico" incidente

na Faixa Araguaia, as primeiras referências são de Moraes (1935), Pecora e Barbosa (1944) e Scorza (1946) (In: Berbert, 1970). Com o desenvolvimento do Projeto Goiás (Berbert, 1970), foram reconhecidos (115) cento e quinze corpos, enquanto que anteriormente, apenas (8) oito eram conhecidos. Berbert (1970) cita a ocorrência de (130) cento e trinta corpos e classifica-os provisóriamente em cinco grupos com base em suas características gerais. Putty et alii (1972) citam a ocorrência de corpos ultramáficos (p. ex. serra do Tapa) encaixados em rochas do Grupo Tocantins, os quais estariam relacionados com um "serpentine belt" de Goiás com idades em torno de 1100 m.a. (Almeida, 1967b). Silva et alii (1974) mapeiam corpos maiores de composição dunítica, denominando-os "Faixa de Serpentiníolos do Araguaia-Tocantins". Evocam ainda condições eugeossinclinais para as rochas da fácies xisto-verde (Grupo Tocantins) a eles associados, as quais interpretam como produto de retrometamorfismo. Almeida (1974) define a geossutura Tocantins-Araguaia como uma zona de falhamentos marginais ao Craton do Guaporé (Amazônico) e, a ela, relaciona a colocação dos referidos corpos, citando como exemplo a serra Taina-Recan, alinhada segundo norte-sul. Cordeiro e McCandless (1976) estudaram o maciço ultramáfico de Quatipuru (Taina-Recan), no sul do Pará, encaixando em rochas do Grupo Tocantins, composto de peridotitos e dunitos serpentinizados. Guerreiro e Silva (1976) mapearam alguns corpos serpentiniticos encaixados tanto em rochas do Grupo Tocantins como do Grupo Estrondo. Hasui et alii (1977) classificam como ofiolitos, no sentido clássico, os corpos genericamente chamados básicos-ultrabásicos introduzidos principalmente na Formação Couto Magalhães. Consideram haver uma relação genética entre essas intrusões e a seqüência Pequizeiro, salientando ainda que a polaridade desse magmatismo não se encaixa nos modelos clássicos, relacionando-os à geossutura definida por Almeida (1974).

A seqüência estratigráfica da região, apresenta portanto ainda vários problemas, relacionados à definição dos contatos e ordenação estratigráfica entre as unidades. As litologias e suas relações entre si acham-se apenas em um nível razoável, necessitando estudos petrográficos e geocronológicos sistemáticos. Estudos voltados para a caracterização química de rochas com ênfase nos seus aspectos petrológicos são incipientes, dispersos e muitas vezes ficando no nível de especulação. O magmatismo fora tra

tado muito superficialmente pelos diversos autores, incluindo-se confusamente eventos de natureza e cronologia distintos em um único, genericamente denominado "básico-ultrabásico". Esses as pectos todos dificultam a organização e definição mais coerente dos fenômenos geológicos que se estabeleceram na região em estu do.

3 ESTRATIGRAFIA E PETROGRAFIA

3.1 Introdução

O estudo litoestratigráfico aqui apresentado tomou como base o esquema estratigráfico proposto por Abreu (1978) para a Faixa de Dobramento Araguaia com uma subdivisão nos grupos Estrondo e Tocantins. Na área em que se insere o estudo, estão expostas unicamente rochas pertencentes ao Grupo Tocantins e às unidades mais jovens. A Formação Pequizeiro ocupa a porção leste da área e é composta principalmente por micaxistos pelíticos com intercalações de calcoxistos, quartzitos e filitos magnetíticos. A Formação Couto Magalhães situa-se no domínio oeste constituindo-se predominantemente de filitos e ardósias, com intercalações de quartzitos metagrauvacas metargilitos e lentes de calcário. Essas formações dispõem-se em faixas submeridianas pareadas. Corpos ultramáficos lentiformes, de caráter pré-tectônico, alinham-se segundo uma direção norte-sul encaixados em filitos da Formação Couto Magalhães, associados a zona de falhas. Também ocorrem "plutons" de hornblenda peridotitos, introduzidos pós-tectonicamente e, diques máficos formando enxames, ocupando a extremidade oeste, cortando a Formação Couto Magalhães.

A Formação Rio das Barreiras constituída de conglomerados polimíticos e siltitos subhorizontais sobrepõe-se ao conjunto, em discordância angular.

É dada na figura 2 a coluna estratigráfica que nós propomos sendo que a distribuição geográfica das unidades litoestratigráficas pode ser visualizada no mapa geológico (anexo 2). O em pilhamento estratigráfico apresentado neste trabalho, relativo às duas formações que compõem o Grupo Tocantins, difere daquele a apresentado por Abreu (1978). Como nenhuma evidência indicou que a Formação Pequizeiro esteja estratigraficamente acima da Formação Couto Magalhães e as litologias não mostram grandes diferenças composicionais, como será observado nos capítulos posteriores, é sugerido aqui tratar-se de uma mesma seqüência com variações faciológicas e com graus metamórficos diferentes, em que a Formação Pequizeiro apresenta grau mais elevado, refletindo possivelmente o nível estratigráfico mais baixo. Um conjunto de observações serão acrescidas ao longo do texto e, posteriormente, a

PERÍODO	UNIDADES	SÍMBOLO	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA
FANEROZOICO	COBERTURAS FANEROZOICAS	Cf	Sedimentos arenosos e argilosos aluvionares lateritas e produtos intempéricos.
PROTEROZOICO SUPERIOR AO EO-PALEOZOICO	RIO DAS BARREIRAS	péb	DISCORDÂNCIA Conglomerados polimíticos em matriz siltico-argilosa; siltitos intercalados, levemente estratificados subhorizontalmente.
	INTRUSÕES MÁFICAS	pēm	Enxame de diques de diabásio; stocks intrusivos de gabbro e leucogabbros.
	PLUTONS ULTRAMÁFICOS	pēum	Plutons intrusivos de horblenda peridotitos.
			DISCORDÂNCIA ANGULAR
PROTEROZOICO SUPERIOR	FORMAÇÃO COUTO MAGALHÃES	pēcm	Filitos, ardósias, com intercalações de quartzitos, cherts, meta grauvacas, calcários e psamito-pelitos anquimeta-morfizados.
	CORPOS SERPENTINÍTICOS PRÉ - TECTÔNICOS	of	Serpentiníticos, cromititos, actinolititos, talco actinolita xistos, talco xistos, esteatitos e clorititos, cherts hematíticos estratificados, silxitos brechóides e cataclasitos associados.
	SUPER GRUPO BAIXO ARAGUAIA		CONTATO GRADATIVO INTERDIGITADO(?)
	FORMAÇÃO PEQUIZEIRO	pētp	Quartzo-moscovita xistos, clorita-moscovita-quartzo-xistos, quartzo xistos, biotita-clorita-quartzo-moscovita-xistos, magnetita-moscovita filitos intercalados, bandeados e intensamente crenulados, quartzitos e calcos xistos subordinados.

Figura 2 - Coluna estratigráfica da região de Araguacema-Pequizeiro.

discussão será retomada, razão pela qual o empilhamento será a apresentado nessa ordem.

3.2 Descrição das Unidades

3.2.1 Grupo Tocantins

O Grupo Tocantins, definido por Moraes Rego (1933) é uma das mais extensas unidades da Faixa de Dobramento Araguaia em área aflorante, perfazendo mais de 60% de suas exposições. Tem sido dividido em duas Formações, Pequizeiro e Couto Magalhães que ocupam respectivamente, as partes leste e oeste da área estudada. Segundo as nossas observações a Formação Pequizeiro pode representar um nível estratigráfico mais baixo ou a formação inferior do Grupo e, portanto é descrita primeiro.

3.2.1.1 Formação Pequizeiro

Corresponde à parte oriental de ocorrência do Grupo Tocantins, distribuindo-se em uma faixa submeridiana mais ou menos regular ocupando a extremidade leste da área mapeada, numa extensão E-W da ordem de 15 km. Suas melhores exposições podem ser observadas ao longo da rodovia GO-70, no trecho compreendido entre as cidades de Pequizeiro e Couto Magalhães (seção-tipo), nas estradas menores que ramificam a partir de Pequizeiro e Goianorte para oeste em direção ao rio Araguaia, na estrada Goianorte-Araguacema e nos leitos dos rios Cavalito Morto e Bananal.

As rochas da Formação Pequizeiro ocupam áreas mais ou menos peneplanizadas, em que a sucessão de morros e vales dão um padrão tipicamente dendrítico a subretangular à sua rede de drenagem.

Litologicamente, é constituída principalmente por quartzo moscovita xistos, clorita-moscovita-quartzo xistos, biotita-clorita-quartzo-moscovita xistos, quartzo xistos, com intercalações subordinadas de magnetita-moscovita filito e quartzitos. Localmente são encontrados níveis mais enriquecidos com carbonatos formando-se calcoxistos.

a) Mica-xistos

Com referência aos xistos, são geralmente finos com varia

ções para mais grosseiros no sentido leste, e mostram sempre bons afloramentos que ressaltam na topografia formando superfícies a bauladas. Suas colorações variam de verde escuro a cinza esverdeado com tonalidades mais claras. As tonalidades verde, cinza e branca são devidas respectivamente à presença, mais ou menos constante, de clorita, moscovita e quartzo nessas rochas. As varia ções nas percentagens desses minerais se traduzem em modifica ções concomitantes das colorações dos xistos e, quando intemperizados tornam-se sempre avermelhados.

Petrograficamente, os xistos tem uma composição mineralógica bastante homogênea, com percentagens mais ou menos constantes e próximas entre si de quartzo, moscovita e clorita, que são os minerais mais freqüentes nessas rochas. Não obstante, em cer tas rochas a quantidade de quartzo chega a exceder 50%. Plagio clásio (albita), epidoto, carbonatos e magnetita ocorrem em quan tidades subordinadas; só raramente os carbonatos ultrapassam 15% podendo estar ausente ou ser acessório em várias amostras, en quanto que a magnetita atinge em certas rochas teores de até 30%. A biotita está presente apenas nos xistos do limite leste da área e sua freqüência vai aumentando no sentido leste, isto é, pa ralelamente ao aumento do grau metamórfico. Os seus teores si tuam-se na faixa de 10 a 20% mas, localmente, ocorrem níveis mais enriquecidos nesse mineral. Em quantidades acessórias ocorre a turmalina, titamita e apatita.

Texturalmente, os filitos e xistos são lepidoblásticos ou exibem texturas superimpostas pelas sucessivas deformações que lhes foram imprimidas, como foliações dobradas e cruzadas.

- Quartzo

É um mineral abundante nessas rochas, sendo suas percentagens normalmente da ordem de 30 a 40% e podendo encontrarem-se teores até 50% (quartzo xistos). Comumente distingue-se pela mor fologia, dois tipos de cristais: 1) cristais relativamente grandes e; 2) cristais pequenos. Os primeiros ocorrem em faixas, qua se puras (bandeamento) definindo mosaicos granoblásticos indican do texturas de equilíbrio com o desenvolvimento de pontos tríplici ces entre os grãos e, em contato com os demais minerais seus li mites são retos. Nas faixas micáceas, o quartzo toma outro as pecto (2º tipo), em que seus cristais pequenos são alongados e com limites de grão irregulares. Ocorrem entremeados às palhetas

dos filossilicatos definindo com estes a foliação S_1 . Nos cristais do segundo tipo a recristalização é pouco nítida ao passo que nos cristais do primeiro tipo encontra-se uma recristalização bem desenvolvida.

- Moscovita

A moscovita e sericita são os principais responsáveis, juntamente com a clorita, pelas foliações impressas nos xistos e filitos. Ocorrem igualmente sob dois aspectos: 1) cristais pequenos e 2) cristais relativamente grandes. Os primeiros sob a forma de palhetas orientadas preferencialmente, definem a xistosidade, em associação com clorita e quartzo, todos dobrados e poligonizados. Na segunda feição a moscovita tem aspectos microporfiroblásticos tabulares orientados subparalelamente, definindo faixas lepidoblásticas (clivagem de crenulação). Nessas faixas os cristais de moscovita são retos, não deformados.

- Clorita

A clorita tem comportamento semelhante à moscovita com dois tamanhos preferenciais, apenas, seus cristais são menores e comumente apresenta-se intercrescida paralelamente com os cristais de moscovita e sericita, dificultando muitas vezes a sua individualização. Onde ocorre biotita associa-se também aos cristais desta mica, mostrando intercrescimentos gradativos e paralelos. Seu pleocroísmo é forte variando de um verde garrafa (Z,Y) a verde claro (X).

- Plagioclásio

O plagioclásio tem composição albitica e ocorre em quantidades bem inferiores às dos minerais anteriores. Em algumas rochas perfaz 15% do total, mas na maioria deles, suas quantidades são pequenas. Forma cristais anedrais a subedrais com duas dimensões predominantes, à semelhança dos outros minerais, se bem que sempre menores que os cristais de quartzo a eles associados. Texturas de equilíbrio, ocorrem comparativamente em menor frequência e, principalmente nos cristais maiores. Estes cristais são normalmente geminados segundo a lei da albita, com lamelas polissintéticas de espessura bastante variada e descontínuas. Alguns cristais apresentam inclusões aciculares orientadas em três direções. "Kink bands" no maclamento e cristais alongados com a clivagem de crenulação, são efeitos devidos à deformação. Observa-

se ainda que o plagioclásio ocorre preferencialmente nas regiões micáceas.

- Epidoto

É um mineral de ampla ocorrência nos micaxistos como grânulos e aspectos colunares (eudrais e subeudrais). São normalmente incolores a verde amarelado com suas clivagens visíveis. Apresenta birrefringência moderada a forte com cores de interferência anômalas de primeira ordem, principalmente em suas seções basais (amarelo avermelhado, azul, verde amarelado). Nas seções longitudinais suas cores já são mais amarelados a cinza azulado. Apresenta extinção paralela na maioria dos cristais. Esses cristais mostram-se orientados preferencialmente, conforme a xistosidade e clivagem de crenulação e muitos grãos acham-se fraturados e alongados por efeito dos dobramentos com alguma recristalização. Há uma preferência do epidoto ocorrer nas regiões mais micáceas.

- Biotita

A biotita ocorre nos xistos das regiões de grau metamórfico mais elevado, formando cristais relativamente grandes, micro porfiroblásticos. Seu desenvolvimento está visivelmente relacionado ao fenômeno de crenulação. Seus cristais como os demais minerais, ocorrem sob dois aspectos distintos: o primeiro, como cristais tabulares que juntamente com moscovita e clorita intercrescidos paralelamente, formam faixas lepidoblásticas bem desenvolvidas que definem a clivagem de crenulação; outras vezes, formam cristais relativamente maiores, não orientados, ocupando principalmente os ápices das microdobras. Estes cristais são equidimensionais e com contornos irregulares, muitas vezes com cristalização incompleta e com uma série de inclusões orientadas internamente (S_1), paralelas à clivagem de crenulação (S_3). Essas inclusões são principalmente de minerais da matriz como quartzo, plagioclásio, epidoto, opacos, turmalina, titanita, rutilo (?) e biotita, que mostram reações com a biotita hospedeira. Frequentemente a biotita apresenta passagens graduais a partir da clorita em um único cristal, parecendo haver certa progressão na cristalização desses dois minerais em condições de extremo equilíbrio. Raros cristais de biotita mostram encurvamento, podendo haver biotita crescidas anteriormente à deformação F_3 . À luz natural mostram um pleocroísmo bastante forte, predominando cores verde oli

va e marrom (Z, Y) a verde e amarelo claro (X).

- Magnetita

A magnetita ocorre em quantidades reduzidas, mas é o principal acessório, formando microporfiroblastos euedrais com frequentes formas quadradas. Ao seu redor é comum a formação de franjas de pressão com crescimento de quartzo, clorita e biotita. Apesar de ocorrer em menor proporção nas rochas da Formação Pequizeiro, em certas rochas a magnetita pode atingir teores da ordem de 30%. A sua presença limita-se exclusivamente às rochas da Formação Pequizeiro e pode ser utilizada como um critério de mapeamento desta unidade. Nas regiões sem afloramento, a magnetita é facilmente detectada com a utilização de um ímã nas valetas de chuva (fig. 3).

- Carbonato

Mostra aspectos semelhante aos do quartzo, definindo mosaicos granoblásticos com pontos tríplexes. Sua ocorrência limita-se às faixas quartzosas e, de um modo geral, ocupam proporções não superiores a 10%. Em alguns locais ocorrem mais concentrados formando os calcoxistos. Seus cristais são relativamente grandes, recristalizados, com três direções de clivagem bem definidas e, as geminações polissintéticas são comuns nesses minerais.

- Acessórios

Alguns dos minerais anteriormente descritos podem ocorrer como acessórios em várias rochas, mas a turmalina, a titanita, a patita e rutilo são os mais frequentes, nas rochas da Formação Pequizeiro. Turmalina mostra-se sempre como pequenos cristais idioblásticos esverdeados, com forte pleocroísmo. Suas seções longitudinais orientam-se segundo as foliações. A titanita forma agregados irregulares, fragmentados, concentrados em alguns xistos e ocorrem principalmente nas porções micáceas, onde se orientam de acordo com as foliações. A titanita e o rutilo também ocorrem como inclusões nos cristais de biotita, onde mostram bordas de reação.

bl Filitos

Os xistos passam gradativamente para filitos onde a topografia suavizada e o predomínio de áreas peneplanizadas, com uma



Figura 3 - Concentrações de magnetita ocorrendo superficialmente, encontradas no domínio dos xistos e filitos da Formação Pequizeiro. Estrada Goianorte- Araguacema, Km 24.



Figura 4 - Aspecto mosqueado característico dos magnetita-moscovita-filitos da Formação Pequizeiro, dado pela presença de cristais de magnetita. Estrada Goianorte-Araguacema, PFO-G-35.

sucessão de morros e vales, suaves dão aspectos bastante monotonos, às feições geomorfológicas, típicas das regiões filíticas. Os afloramentos são muito escassos e quando ocorrem acham-se intemperizados, mas suas estruturas ainda acham-se preservadas. Suas colorações predominantes são cinza esverdeados quando frescos, passando a colorações amarelo esbranquiçadas e marrom avermelhadas quando alterados. Um aspecto muito comum nessas rochas, é a presença de cristais de magnetita de dimensões milimétricas que, por vezes, acham-se concentrados (com teores da ordem de 30%) nas rochas, dando um aspecto mosqueado muito peculiar (fig. 4). Em certos locais, essas rochas formam blocos arredondados com estruturas concêntricas devidas a processos de silicificação. Petrograficamente são compostos de quartzo, moscovita-sericita, clorita e magnetita em percentagens variáveis. Quartzo e sericita são os minerais predominantes, podendo o primeiro ser acessório ou não ocorrer em certas rochas. Texturalmente são lepidoblásticos devido a orientação preferencial da sericita que define a xistosidade. Esta mostra-se crenulada e intensamente transposta.

Três superfícies acham-se sempre presentes nos xistos, incluindo: um bandeamento muito regular como faixas milimétricas alternadas, umas enriquecidas em clorita e micas, e outras faixas ocupadas por minerais claros, especialmente quartzo, plagioclásio e carbonato; a xistosidade definida pela orientação de minerais placóides e tabulares e; uma clivagem de crenulação com orientação principalmente de moscovita, biotita e clorita, resultante da intensa transposição da xistosidade e bandeamento, mas, a feição estrutural mais marcante nas rochas da Formação Pequizeiro, é a acentuada crenulação, devido ao microdobramento de xistosidade e bandeamento (fig. 5 e 6).

A Formação Pequizeiro faz contato inferior com as rochas do Grupo Estrondo (Formação Xambioá) a leste das cidades de Pequizeiro e Goianorte e, segundo Abreu (1978) "não é observado quebra no estilo estrutural nem mudança brusca na graduação litológica", embora este autor suspeite de uma discordância devido ao contraste litológico. Para oeste, os xistos e filitos da Formação Pequizeiro gradam para filitos típicos de Formação Couto Magalhães. Não foi observada discordância entre essas unidades.



Figura 5 - Aspecto típico dos metamorfitos da Formação Pequizeiro, formando ressaltos topográficos. Observa-se também a crenulação da xistosidade. Fazenda Areia, proximidade de Pequizeiro.



Figura 6 - Bandeamento quartzo-micáceo crenulado, em quartzo-micaxisto da Formação Pequizeiro. PFO-G-100.

3.2.1.2 Formação Couto Magalhães

Corresponde a porção oeste do Grupo Tocantins, ocupando aproximadamente 60% da área estudada. As melhores exposições desta unidade, situam-se nas margens do rio Araguaia, no trecho compreendido entre as cidades de Santana do Araguaia e Conceição do Araguaia e nas adjacências de Araguacema, Conceição do Araguaia e Couto Magalhães.

Os afloramentos desta unidade são escassos e, de um modo geral, suas rochas encontram-se em elevado estágio de alteração intempérica. A laterização ocupa grandes áreas e, nos períodos de cheias do rio Araguaia muitas áreas ficam submersas. Nas regiões de ocorrência dessa formação, dominam uma sucessão de morros e vales, dando um padrão tipicamente dendrítico à sua rede de drenagem (fig. 7).

Litologicamente é composta por uma seqüência predominantemente pelítica de filitos e ardósias e, com intercalações menores (na parte oeste da área) de quartzito, chert, metassiltito, metargilito, metagrauvaca e calcários. Uma série de corpos ultramáficos serpentinizados, acham-se encaixados nos filitos e, silixitos hematíticos estão disseminados por toda a região de ocorrência de Formação Couto Magalhães.

O estudo petrográfico desta unidade foi prejudicado, pela precariedade de amostragem quando comparada com a das rochas de maior grau metamórfico da Formação Pequizeiro. O intenso intemperismo e a granulação predominantemente fina, são fatores que contribuíram para acentuar as dificuldades do estudo mais detalhado.

a) Filitos e ardósias

Os filitos de granulação fina a muito fina, são as rochas dominantes, gradando para as rochas ardosianas. Em algumas regiões não se consegue distinguir se a rocha é um filito ou uma ardósia, pois apresenta feições mistas como o brilho característico dos filitos e, os aspectos texturais de clivagem ardosiana. Suas cores são normalmente pretos a cinzento quando frescos; se intemperizadas predominam tonalidades amareladas, avermelhadas, rosadas e, muitas vezes, tornam-se multicoloridas sob ação do intemperismo mais intenso (fig. 8). A ocorrência de extensas capas lateríticas, dificulta o estudo em grandes áreas mas, a presença



Figura 7 - Feições topográficas características dos terrenos ardosianos e filíticos da Formação Couto Magalhães. Adjacências de Araguacema.



Figura 8 - Coloração típica de ardósias intemperizadas da Formação Couto Magalhães. Arredores de Araguacema.

de fragmentos filíticos, facilita a definição da litologia. Esses filitos são distinguidos daquelas da Formação Pequizeiro pela presença de cristais de pirita e hematita pulverulenta - ao invés da magnetita - e pela sua mineralogia mais variada com ocorrência de quartzo, carbonatos, sericita, clorita, plagioclásio, turmalina, rutilo, titanita, apatita, hematita, pirita etc... Divergem ainda nas suas composições químicas e nos seus aspectos gerais.

Os filitos e ardósias exibem normalmente texturas lepidoblásticas com orientação de minerais micáceos, assim como, de grânulos lenticulares de quartzo. Nas gradações filito - ardósia - metassedimentos, os grânulos clásticos dão aspectos particulares à essas texturas, já que são envolvidos pelas foliações, definindo clivagens ardosianas típicas.

Mineralogicamente, predominam sericita e quartzo; opacos (cristais de pirita, microporfiroblásticos e hematita), plagioclásio, carbonatos, clorita, titanita e apatita são constituintes acessórios. Óxido de ferro pulverulento (hematita) acentua a foliação.

O quartzo apresenta-se em cristais xenomórficos associado com sericita. Nas regiões de menor grau metamórfico, ocorrem como grânulos reliqueares (clastos) que são envolvidos pela foliação. Estes grânulos têm formas variáveis, mas são predominantemente lentiformes com o maior comprimento acompanhando a foliação. Extinção ondulante e fraturamentos incipientes (subgrão) são feições muito marcantes. Grânulos menores de quartzo ocorrem principalmente na matriz, associados com sericita e são irregulares com recristalizações mais proeminentes.

A sericita, apresenta-se também com granulação bastante fina, aumentando suas dimensões concomitantemente com o aumento do grau metamórfico. A orientação desses cristais é responsável pela xistosidade e clivagem ardosiana que envolvem os grânulos clásticos. Em certas regiões formam cristais maiores, orientados, definindo uma clivagem mais desenvolvida.

A clorita não é frequente nessas rochas. Dispõe-se como palhetas finíssimas na matriz de certas rochas e, alternância com a sericita incolor, torna difícil individualizá-las sofrendo esta, grande influência da coloração verde da clorita.

As quantidades de carbonatos são variáveis e eles ocorrem apenas em certas amostras, sendo raros nos filitos mais grosseiros. Quando ocorrem dispõem-se entre os minerais da matriz como material secundário recristalizado. Os opacos presentes em quantidades acessórias, são representados por pirita, que forma cristais idiomórficos microporfiroblásticos predominantemente quadráticas, e dimensões que chegam a 2 mm. São facilmente caracterizados em amostras de mão por seus cubos de coloração amarelada e comumente definem franjas de pressão, com desenvolvimento de quartzo ao redor (fig. 9). Hematita ocorre disseminada acentuada a foliação devido seus aspectos pulverulentos entremeando-se entre os demais minerais.

A maioria dos grânulos clásticos mostra efeitos de deformação. Extinção ondulante, formação de subgrão, fraturamentos e alongamentos são frequentes nos grânulos de quartzo. Estes possuem dimensões da ordem de 1,5 mm, com formas variadas, alguns irregulares, outros arredondados, mas com predomínio no geral, de aspectos lentiformes. Nas rochas mais foliadas esses grânulos se acham mais alongados e orientados. Seu comportamento na matriz é bastante diferente pois formam pequenos cristais irregulares, associados aos outros minerais da matriz, e mostram recristalização mais intensa.

Duas foliações observáveis em escalas mesoscópica, e microscópica são facilmente reconhecidas. A primeira, definida pela orientação de minerais micáceos e/ou pelo alongamento de certos minerais, forma a xistosidade ou clivagem ardósiana, o que se reflete em amostra de mão pela fissilidade ao longo de determinados planos. A segunda foliação não é penetrativa e, corta obliquamente a primeira, caracterizando-se por uma clivagem de crenulação ou clivagem de fratura, com espaçamentos regulares de aproximadamente 5 mm. Microscopicamente definem deslocamentos e tênues rompimentos (cisalhamentos) que afetaram a primeira foliação. Em algumas rochas desenvolvem-se "kink bands" e recristalizações incipientes de sericita ao longo desses planos.

b1 Metagrauvacas

As metagrauvacas têm ocorrência limitada à porção oeste da área e, aparentemente se avizinham dos calcários em ocorrência, intercalam-se em ardósias. São rochas claras com tonalidades esverdeadas, comumente foliadas e de granulação média. Textu

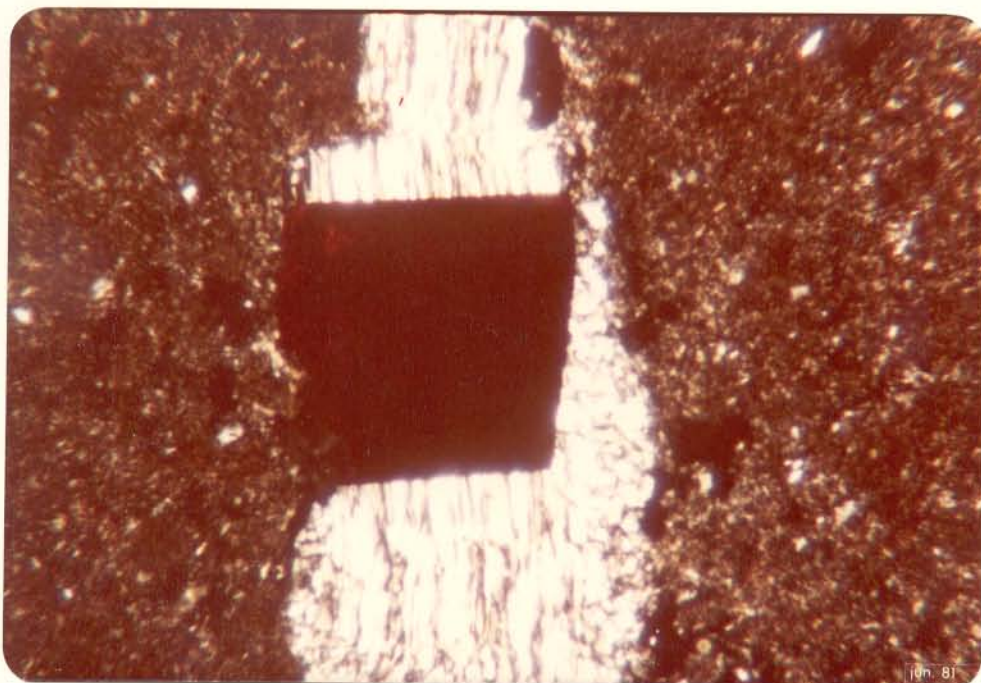


Figura 9 - Fotomicrografia. Cristal de pirita cristalizado precocemente ao metamorfismo regional (M_1), com desenvolvimento de sombras de pressão (preenchidas por quartzo) em F_1 - M_1 em ardósia da Formação Couto Magalhães. (PFO-G-118). NX, 160 X.

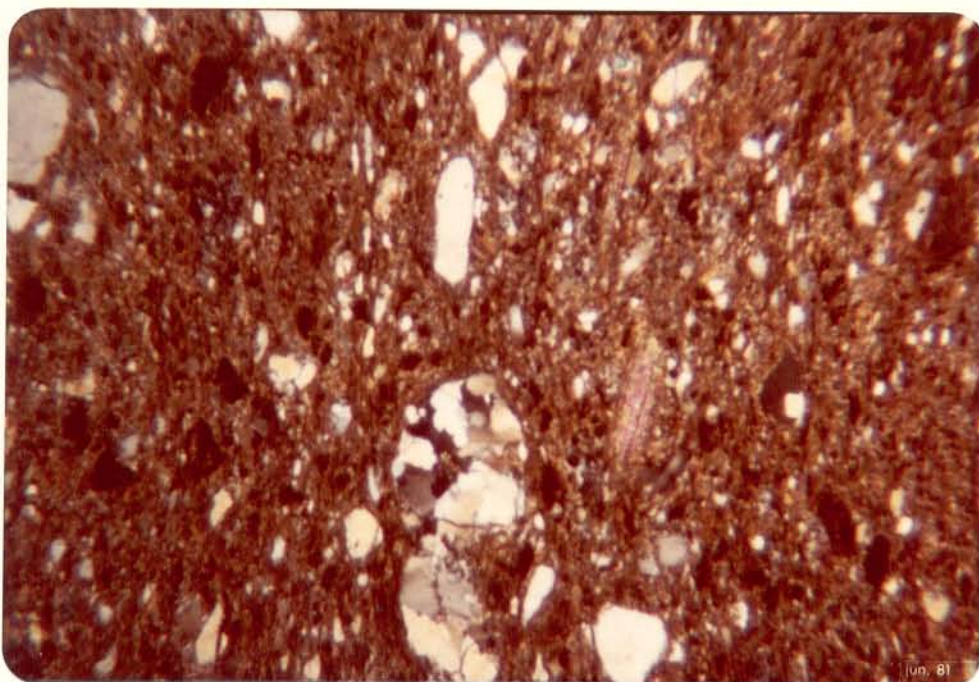


Figura 10 - Fotomicrografia. Metagrauwaca da Formação Couto Magalhães. Vê-se grânulos clásticos de quartzo e plagioclásio microfraturados (subgrãos), alongados por deformação em F_1 . Observam-se também cristais de moscovita em matriz foliada (clivagem ardósiana) com clorita, biotita e quartzo. (PFO-G-18). NX, 100 X.

ralmente domina a clivagem ardosiana com a presença de grânulos clásticos, envolvidos por uma matriz lepidoblástica (fig. 10). Os grânulos clásticos, bem destacados na matriz mais fina, mostram formas variadas, representadas predominantemente por quartzo, plagioclásio e carbonatos e, quantidades menores de moscovita, clorita, biotita e raros fragmentos de rochas, como cherts e agregados de quartzo-microclina. Apesar da diversidade de formas desses grânulos, há o predomínio dos lentiformes cujos comprimentos são paralelos a subparalelos à foliação envolvente. A matriz, de granulação bem mais fina, é constituída de clorita, biotita, e/ou carbonatos com predomínio de um ou outro desses minerais. Em algumas rochas predominam biotitas cloritizadas e, em outras, a matriz é essencialmente carbonática. Quartzo, plagioclásio e sericita ocorrem em quantidades variadas. Acessoriamente estão presentes titanita, turmalina, epidoto, apatita e opacos. O epidoto forma pequenos grânulos detríticos envolvidos pelas foliações.

O plagioclásio assemelha-se em vários aspectos ao quartzo, mas suas dimensões e a sua frequência na rocha, são relativamente menores. Mostra-se comumente geminado polissinteticamente e suas maclas estão muitas vezes curvadas e com "kink bands". Observa-se por vezes sericitização parcial de seus grãos.

O carbonato, possivelmente calcita, é abundante em certas rochas, predominando na matriz, onde ocorre como pequenos cristais xenoblásticos a subidioblásticos, em clastos ou em agregados microgranulares e cristais maiores. Nestes verifica-se claramente suas três direções de clivagem e, normalmente, exibem, geminações polissintéticas. A recristalização na matriz é acentuada, ao contrário dos seus outros aspectos.

Minerais micáceos representados pela biotita e mica branca (sericita e moscovita) e clorita, ocorrem em quantidades variáveis. A biotita é rara nas rochas enriquecidas em carbonatos mas, em outras, ela torna-se abundante, principalmente na matriz, onde desenvolve palhetas orientadas ou não, intimamente associadas com clorita. Esta juntamente com os cristais de sericita, define a foliação que torna-se mais acentuada quando a recristalização de sericita é maior. Moscovita e clorita também ocorrem em quantidades subordinadas como clastos. Acham-se envolvidas pela foliação e mostram-se curvadas e recristalizadas.

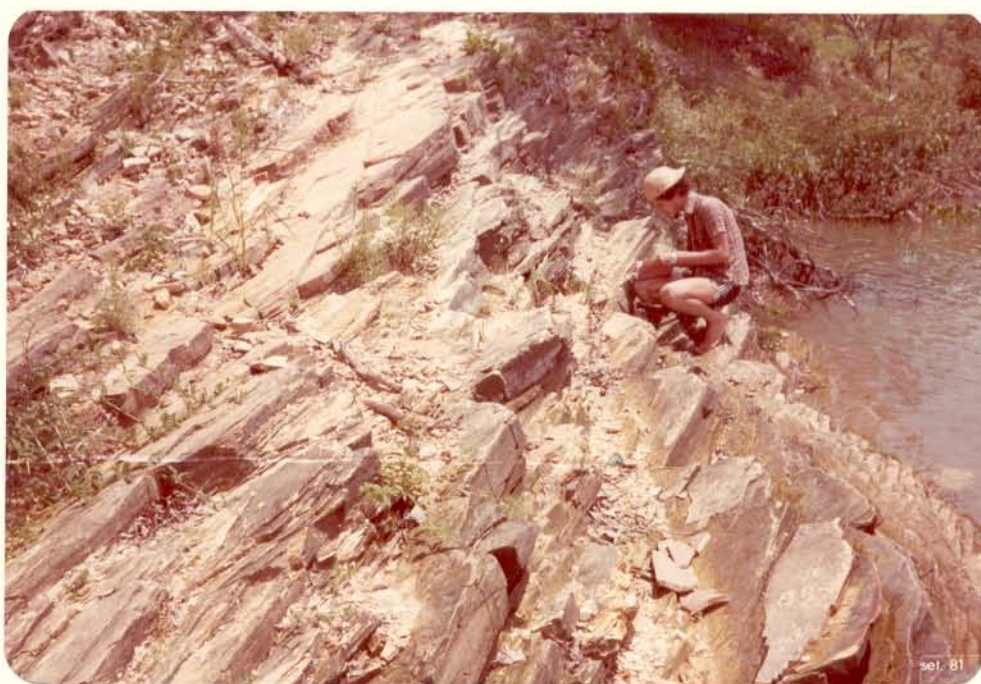


Figura 11 - Estratificação plano-paralela, inclinada e suavemente ondulada, desenvolvida em metargilitos e metassiltitos intercalados da Formação Couto Magalhães. Note a laminação subparalela à estratificação. Proximidade de Araguacema. Margem do rio Araguaia.

cl Metargilitos e metassiltitos

Na porção oeste da área intercala-se na sequência uma série de metassedimentos com espessuras de poucos metros, incluindo metassiltitos e metargilitos avermelhados a amarelados, níveis de cherts esbranquiçados a amarelados, bem estratificados, e metagrauvacas. Lentes de calcário com cores amareladas a esbranquiçadas formam frequentes cavidades e, às vezes, pequenas grutas como a NE de Araguacema. Todas essas rochas se apresentam em bons afloramentos ao longo do rio Araguaia, nas adjacências de Araguacema. Elas mostram feições tipicamente sedimentares bem preservadas como por exemplo, estratificações plano-paralelas com mergulhos suaves ou dobras abertas (fig. 11), foliação metamórfica incipiente é paralela a subparalela à estratificação.

Os contatos inferiores da Formação Couto Magalhães são de dois tipos. A leste é feito com rochas da Formação Pequizeiro sem que se observe qualquer mudança estrutural na passagem entre as duas formações. Em relação ao metamorfismo, a passagem também é gradual, havendo apenas mudanças litológicas, pois os filitos da Formação Pequizeiro são predominantemente sericíticas e enriquecidos em magnetita. Pode ser que haja certa contemporaneidade na sedimentação das duas unidades, onde seus contatos seriam gradativos ou, interdigitados parcialmente daí a dificuldade na sua caracterização. A oeste, a Formação Couto Magalhães repousa discordantemente sobre rochas do Complexo Xingu (Silva et alii, 1974; Puty et alii, 1972) contato este não observado na área já que aí não aflora esta unidade. As rochas da Formação Couto Magalhães na extremidade oeste da área, assemelham-se a coberturas plataformais, devido as suas características anquimetamórficas, estruturas subhorizontais com deformações incipientes.

3.2.2 Corpos Ultramáficos Metamorfizados

Ocorrem na área uma série de corpos ultramáficos localizados principalmente na sua metade oeste, no domínio da Formação Couto Magalhães, destacando-se mesmo a distâncias consideráveis, pelo fato de se destacarem topograficamente, formando morros e serras alongadas, com desníveis da ordem de 100 metros (fig. 12). A maioria dos corpos tem formato lentiforme, bem evidenciado pelos corpos das serras do Jacu, Morro do Salto, Pau Ferrado e Tra

vessão. Estes possuem dimensões médias da ordem de 4 km (maior dimensão) por 500 metros. Alguns destes compõem-se da união de pequenas lentes estreitas, alinhadas subparalelamente, formando corpos aparentemente maiores, que atingem dimensões da ordem de 8 km. Os corpos maiores, como os de Morro Grande no centro da área e Morro do Agostinho, a poucos quilômetros a NE de Araguacema, apresentam formatos mais irregulares, assemelhando-se a "stocks" com dimensões de aproximadamente 10 km por 2-3 km, constatando-se sempre a tendência de suas dimensões maiores a ocuparem posicionamentos submeridianos, concordantes com as estruturas dos filitos encaixantes. Além destes, há uma série de pequenos corpos disseminados, também na porção oeste da área. No centro da área onde há a maior predominância desses corpos e onde se encontram os corpos de dimensões maiores, há uma íntima associação com grandes falhamentos (zonas de falhas). Além disso, a grande maioria dos corpos da área ocorrem em zonas bastante tectonizadas que os acompanham.

A maioria das observações foram obtidas nos corpos maiores, já que apresentam as melhores exposições das rochas ultramáficas. Estes são representados principalmente por serpentinitos e outras rochas metamórficas, mostrando seu alojamento pré ou sin-tectônico. A maioria desses maciços mostra fácies de borda constituídos por metaultramafitos foliados, que se dispõem em faixas métricas em torno do núcleo serpentínico. Essas faixas parecem descontínuas pois acham-se ausentes em certas partes. Compõem-se de rochas ricas em actinolita, talco e clorita. Observa-se gradações mineralógicas a partir dos núcleos dos corpos não foliados e essencialmente serpentínicos, até as suas bordas cloríticas e foliadas, definindo um zoneamento litológico. Não se encontrou rochas máficas associadas a esses corpos.

Alguns corpos como o de morro do Pau Ferrado, são compostos fundamentalmente por clorititos. Em todos, é encontrada uma capa silicosa, às vezes amorfa, comumente com hematita e magnetita disseminadas. Seus aspectos texturais são complexos, com foliações e venulações de quartzo irregulares e descontínuas e, "stockwork" (fig. 13). Em certos corpos, esses silexitos apresentam dezenas de metros de espessura como no morro do Agostinho, protegendo-os da erosão e dificultando a sua caracterização pois não afloram as rochas ultramáficas. Pequenas incrustações esverdeadas de garnierita são às vezes encontradas no material silico



Figura 12 - Corpos serpentínicos lentiformes (ao fundo) formando serras alinhadas submeridianamente. Morros do Salto e Pau Ferrado.



Figura 13 - Venulações irregulares de quartzo intersectando sílexito hematítico ("stockwork"), tipicamente desenvolvidos nas partes superiores dos corpos serpentínicos. Morro do Agostinho.

so. Petrograficamente são compostos principalmente por mosaicos granoblásticos de quartzo com lâminas orientadas de hematita intergranular e pequenos cristais de magnetita disseminados. Algumas vezes formam níveis centimétricos de hematita compacta. Suas colorações são predominantemente avermelhadas a rosadas e, negras. Acredita-se que esses silexitos resultem da liberação de sílica durante os processos de serpentização atuante nas rochas ultramáficas, já que ocorrem intimamente ligados a esses corpos, ocupando preferencialmente as porções superiores. Turner e Verhoogen (1960) acentuam a existência de certo número de casos de silicificação regional em zonas de serpentinitos.

Em contato direto com as rochas ultramáficas, ocorrem leitões de espessuras métricas de cherts hematíticos às vezes itabiríticos com colorações predominantemente avermelhadas. São microcristalinos e compõem-se essencialmente de quartzo, hematita e magnetita. Alguns são compactos, muito silicificados e outros mostram-se friáveis, com quartzo finíssimo, pulverulento. Apresentam uma laminação muito bem desenvolvida (estratificação) e que formam dobras apertadas "en chevron" com eixos subverticais.

al Serpentinitos

A serpentização atuou de maneira generalizada nestes corpos, sendo muito difícil encontrar vestígios da rocha original. Apenas em algumas rochas, texturas reliquias evidenciam seus caracteres pretéritos ultramáficos. Os serpentinitos ocupam frequentemente o núcleo dos corpos e são rochas esverdeadas com tonalidades variando de um verde escuro a verde claro e predominantemente maciças. São compostas essencialmente por antigorita, espinélio e opacos (raramente talco e carbonato em alguns serpentinitos), cortados por veios de crisotila. Muitas vezes é possível distinguir-se feições dos minerais originais como pseudomorfos de olivina e piroxênio (fig. 14), acentuados por segregações de óxidos de ferro (exsolução) que ocupam as fraturas e clivagens dos minerais primitivos. No entanto, no caso geral tal não ocorre, e as rochas são constituídas predominantemente por agregados fibrolamelares de antigorita, intercrescidos ao acaso (fig. 15). Carbonato (secundário) ocorre raramente, assim como talco. Essas rochas são cortadas por falhamentos, transformando-as localmente em serpentinitos xistosos (cataclásticos), que exibem uma xistosidade grosseira (anastomosada) e, nas adjacências des

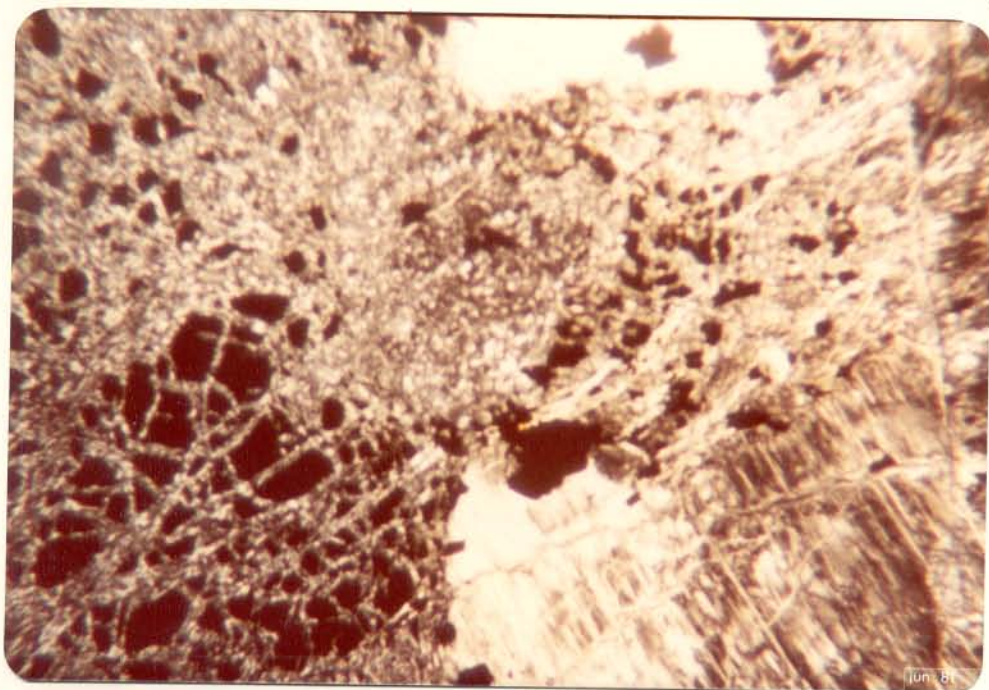


Figura 14 - Fotomicrografia. Pseudomorfos de antigorita a partir de olivina e piroxênio, acentuados por opacos [exsolução de óxidos de ferro] em serpentinitos. (PFO - G-66). NX, 100 X.

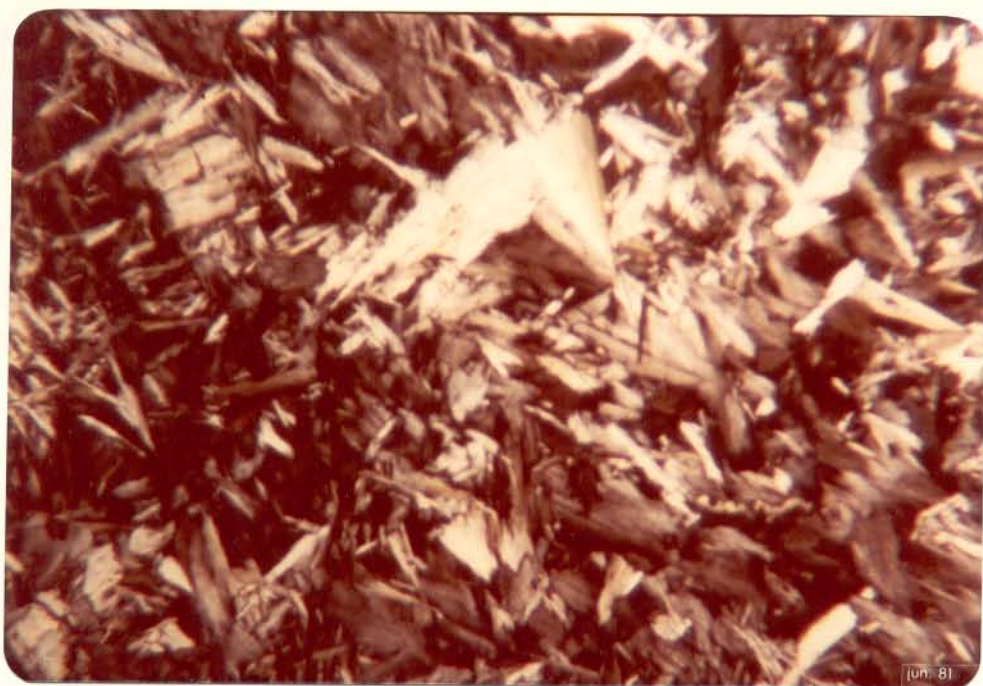


Figura 15 - Fotomicrografia. Textura típica dos serpentinitos da região, formada pelo intercrescimento de antigoritas fibrolamelares. (PFO-G-81). NX, 100 X.

tes, espelhos e estrias de falhas estão bem desenvolvidas (fig. 16 e 17).

b) Actinolititos, talco-actinolita xistos, talco xistos e esteatitos

Os actinolititos são rochas amareladas a esverdeadas e, quando intemperizadas tendem a colorações avermelhadas. Suas texturas são nematoblásticas com orientação paralela a subparalela de cristais de actinolita, que é o mineral predominante, ocorrendo em quantidades subordinadas talco e opacos. A actinolita nessas rochas forma cristais prismáticos, ripiformes a fibrosos com comprimentos centimétricos. Seu pleocroísmo é fraco, variando de incolor (X) a verde pálido (Y,Z) e, seu ângulo de extinção oscila em torno de 14° . Finas geminações polissintéticas são freqüentes nesses cristais. Alguns cristais mostram-se curvados, com extinção ondulante e são freqüentes fraturamentos ortogonais às clivagens (bem desenvolvidas) assim como "kink bands". O talco forma agregados lamelares entre os cristais de actinolita, mostrando transformações de substituição quando está ao redor de cristais de actinolita. Com o aumento do teor em talco, e a diminuição concomitante de actinolita, essas rochas gradam para talco-actinolita xistos e, em um estágio mais avançado transforma-se em esteatitos. Com esse aumento de talco, as rochas tornam-se mais foliadas, a actinolita assume aspecto mais fibroso e a sua granulação diminui. Suas texturas são predominantemente nematoblásticas, passando a lepidoblásticas com o predomínio do talco. Essas rochas têm colorações amareladas, semelhante às das demais rochas. São compostas essencialmente de actinolita fibrosa e talco, assemelhando-se às rochas anteriores. Nestes talco-actinolita xistos inicia-se o aparecimento da clorita, que forma faixas lenticulares, descontínuas ou agregados lamelares. Raramente se encontram cristais de antigorita nesses talco-xistos. Leves crenulações são bem evidenciadas, havendo recristalização de actinolita. Acessoriamente ocorrem opacos, titanita e espinélio. Lentes de talco maciço (esteatito), de colorações predominantemente amareladas, acompanham as bordas dos corpos, sendo compostos de talco lamelar, notando-se o desenvolvimento acessório de magnetita perfeitamente cristalizadas.

c) Clorititos

As rochas junto à borda são representadas por clorititos,



Figura 16 - Aspecto anastomoseado da xistosidade desenvolvida ao longo de zonas de cisalhamento em serpentinitos, do Maciço de Morro Grande.



Figura 17 - Espelho e estrias de falha desenvolvidas em serpentinitos. Maciço de Morro Grande.

São rochas bastante densas, com xistosidade bem desenvolvida, apesar da granulação fina, e possuem colorações predominantemente esverdeadas (tonalidades escuras) que, com o intemperismo, vão-se tornando mais claras. Assemelham-se ao talco em função de seu brilho lustroso e untuosidades ao tato (sedosos quando intemperizados). Em certos corpos verificam-se gradações para os filitos metapelíticos encaixantes notando-se comportamentos estruturais concordantes, inclusive com microcrenulação e clivagem de fraturas associadas. São rochas lepidoblásticas compostas fundamentalmente por clorita, na forma de pequenas palhetas orientadas, que definem foliações incipientes, mas penetrativa. Microporfiroblastos de opacos, com formas retangulares ou quadrados, orientam-se paralela a subparalelamente à foliação. Vênulas de quartzo ou agregados microcristalinos associados com titanita, acompanham a foliação. Há uma foliação oblíqua a esta, que representa uma transposição, com "kinks" e recristalizações incipientes de clorita, parecendo pequenos cisalhamentos. Estes são amplamente desenvolvidos nessas rochas e, em amostra de mão definem uma linhação de interseção com os planos de xistosidade.

Em certos corpos, como no Morro Grande, além do talco e actinolita, ocorrem acessoriamente nessas rochas pequenos cristais prismáticos de turmalina disseminados, sendo que a maioria se dispõe paralela a subparalelamente à foliação. Suas cores variam de marrom rosado (X) a verde escuro (Y, Z) com forte pleocroísmo, tratando-se possivelmente de turmalina magnesiana (dravita). Titanita, apatita e zircão são os demais acessórios. Nos corpos menores a rocha dominante é cloritito, cujas foliações são mais incipientes, com características anastomoseadas, sem definirem superfícies regulares. Talvez representem clorititos cataclásticos, já que, a rocha é parcialmente foliada, com agregados granulares de clorita-actinolita.

No maciço de Morro Grande são encontrados veios irregulares de turmalina, atravessando principalmente as rochas serpentínicas do núcleo do complexo. Esses veios são constituídos essencialmente por turmalina, que se apresenta em agregados de cristais bem desenvolvidos.

Rochas máficas não foram encontradas até o momento nesses corpos.

3.2.3 Peridotitos

No leito do rio Araguaia, ocorre uma rocha ultramáfica com características bastante distintas das anteriores, tratando-se de peridotito com serpentínização incipiente. Na serra de São José em Conceição do Araguaia, foi encontrado o mesmo tipo litológico. Ali trata-se de um corpo ultramáfico relativamente grande, intrusivo em quartzitos do Grupo Tocantins que formam a referida serra. No contato, os quartzitos acham-se bastante fraturados e, efeitos térmicos são evidentes com desenvolvimento de metamorfismo de contato, tornando o quartzito bem recristalizado, escurificado, e bastante maciço. A rocha ultramáfica é negra sendo cortada por veios milimétricos de crisotila.

Texturalmente são identificáveis "cumulus" de olivina e "intercumulus" de clinopiroxênio e hornblenda (fig. 18). Localmente mostram aspectos poiquilíticos, com grandes cristais xenomórficos de hornblenda e clinopiroxênio, envolvendo cristais idiomórficos a hipidiomórficos de olivina (fig. 19). Constituem-se de olivina parcial a totalmente serpentínizada, conservando suas morfologias originais e, facilmente identificadas por suas estruturas em "mesh" antigoritizadas. A hornblenda tem pleocroísmo muito forte, com cores variando de marrom avermelhado (Y, Z) a marrom claro (X), e com ângulos de extinção da ordem de 12° . Local e raramente mostram transformações a partir do clinopiroxênio de coloração neutra, e, com alta birrefringência, tendendo a uma composição augítica. A flogopita tem cores similares à hornblenda com forte pleocroísmo, variando de amarelo pálido a incolor (X), rosa (Y) a marrom avermelhado (Z), ocorrendo em quantidades menores. Os opacos preenchem frequentemente as fraturas dos cristais de olivina ou ocupam as clivagens da mica, anfibólio e piroxênio o que indica seu caráter tardio. A rocha como um todo apresenta-se intensamente fraturada, observável ao microscópio principalmente nos cristais de piroxênio. Estes mostram além de fraturamento uniforme, forte extinção ondulante. Segundo estimativa aproximada das percentagens dos minerais originais, a olivina é dominante, ocupando teores da ordem de 60% e os outros 40% são ocupados predominantemente pelo clinopiroxênio, seguido pela hornblenda e, acessoriamente a flogopita e os minerais opacos, classificando-se a rocha como hornblenda peridotito.

Quando as relações de campo destes corpos, seus aspectos

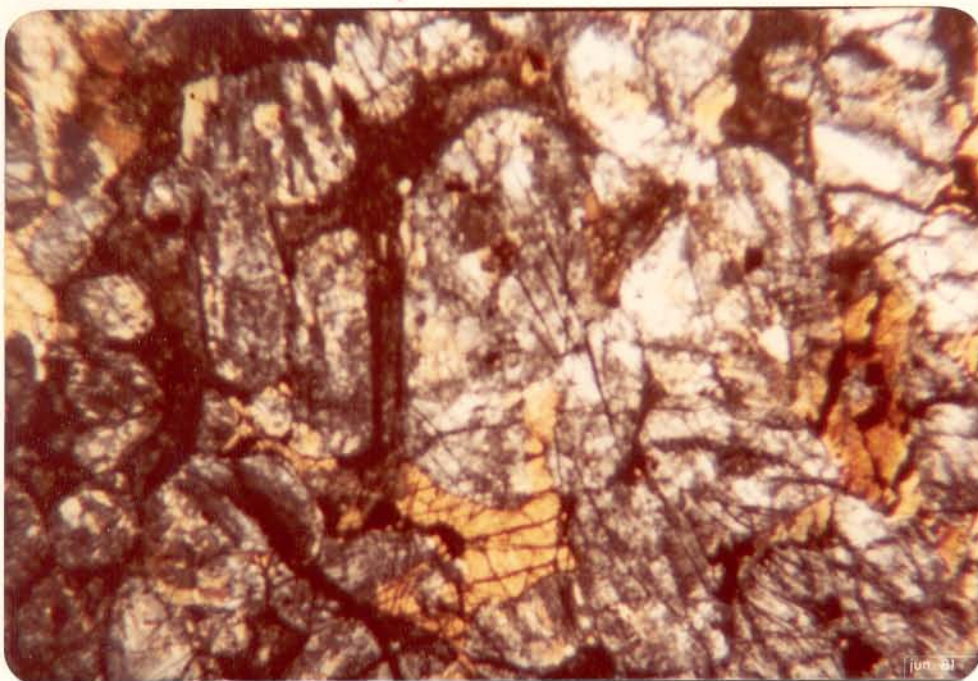


Figura 18 - Fotomicrografia. Cristais "cumulus" hipidio mórficos de olivina serpentinizada com "intercumulus" de clinopiroxênio xenomórficos em hornblenda-peridotito. (PFO-G-112). NX, 100 X.

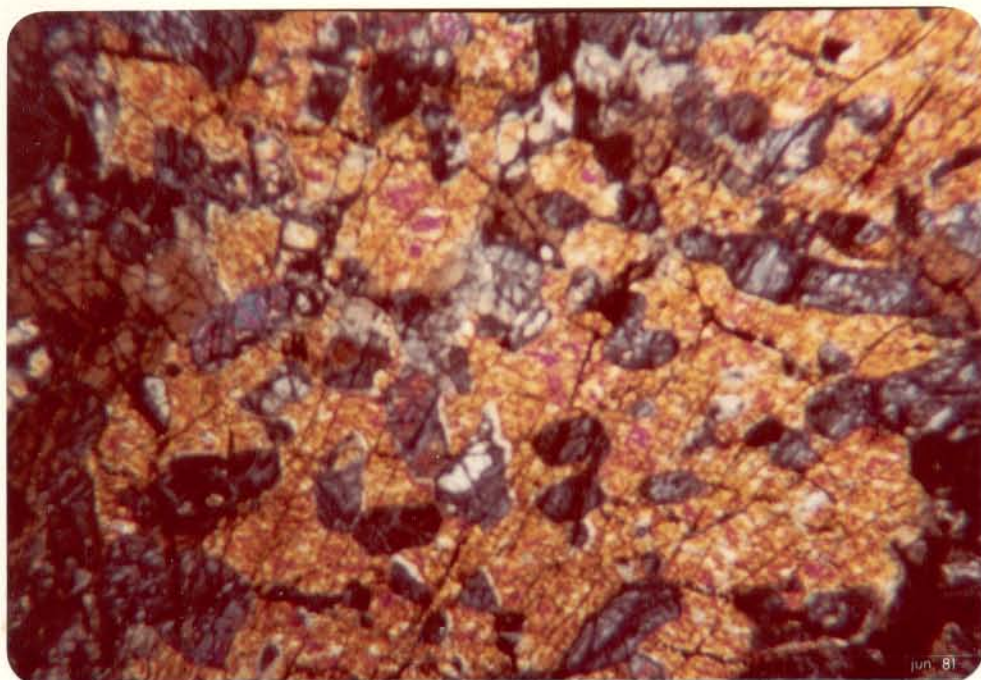


Figura 19 - Fotomicrografia. Textura poiquilítica de senvolvida em hornblenda-peridotito, com grande cris tal xenomórfico de augita envolvendo olivinas parci almente serpentinizadas. Observa-se também fratura - mentos nos cristais. (PFO-G-27). NX, 40 X.

petrográfico-mineralógico e composicionais são comparadas com as do centro da área, verificam-se diferenças acentuadas. Enquanto estas detem feições tipicamente de corpos tipo alpino com "emplacement" pré ou sin-tectônico, aqueles claramente foram alojados em condições rígidas, pós-tectônicas, já que afetam termicamente os quartzitos encaixantes. É possível que estas intrusões tenham contribuído para o estabelecimento de feições anômalas como a da serra de São José, onde ocorrem fortes lineamentos na direção N30°W a N50°W, que aparecem isoladamente e contrastam com a direção normal dos lineamentos regionais submeridiano.

3.2.4 Diques Máficos

A presença de corpos máficos cortando rochas do Grupo Tocantins já fora documentada por Barbosa et alii (1966), nos trabalhos do Projeto Araguaia. Ocorrem sob a forma de diques ou corpos relativamente maiores (pequenos "stocks"), que se estendem por vários quilômetros com espessuras da ordem de 100 metros. Formam enxames de diques subparalelos com disposição geral NNW, subverticais. Suas regiões de ocorrência são, preferencialmente, a porção oeste do Grupo Tocantins e raramente a região mais central da área. Seus afloramentos são facilmente localizados no leito do rio Araguaia, desde a cidade de Santana do Araguaia, até Conceição do Araguaia, onde, nas estações secas formam os chamados "travessões do Araguaia", encachoeirando-o. Em terra, ocorrem mais frequentemente como "boulders" negros grosseiramente alinhados, com frequente esfoliação esferoidal, compondo-se predominantemente de diabásios finos a médios, gabros e leucogabros grosseiros.

a) Diabásios

São rochas de coloração negra, mesocráticas, com textura subofítica bem definida e raros fenocristais de plagioclásio. São formados essencialmente por plagioclásio e clinopiroxênio e, acessoriamente, por apatita, minerais opacos e quartzo, os dois últimos ocorrendo intersticialmente. O plagioclásio, de composição labradorítica (An₅₈₋₆₂) forma cristais hipidiomórficos, ripiformes exibindo zoneamento mais evidente nos cristais maiores. Suas geminações obedecem às leis da albita-carlsbad e mais raramente periclina. Sericitização é rara e ausente na maioria das rochas.

O piroxênio é a pigeonita, que ocorre como cristais xenomórficos dispostos entre as ripas de plagioclásio; é incolor a amarelo pálido, com birrefringência moderada inferior a superior e pequeno ângulo 2V. Alguns cristais mostram-se geminados e, leve uralitização transforma as suas bordas em hornblenda verde e biotita. A olivina é rara e, quando ocorre, mostra-se totalmente transformada para iddingsita.

b1 Gabros

Os gabros e leucogabros são menos freqüentes que os diabásios. Formam corpos relativamente maiores, mais largos e com comprimentos menores, configurando pequenos "stocks". Estão encaixados em filitos que nos contatos se tornam endurecidos e silicificados formando-se finas auréolas metamórficas. São rochas de granulação grosseira com cristais de plagioclásio ripiformes de até 5 cm de comprimento. Exibem textura granular hipidiomórfica localmente ofítica. Mineralogicamente, são bastante semelhantes aos diabásios, mas são rochas mais claras, acinzentadas, com tendência leucocrática, (índice de cor na faixa de 30 a 40) devido aos seus teores elevados de plagioclásio e menores de piroxênio. O plagioclásio é subédrico, exibindo forte zoneamento e com inclusões de outros minerais principalmente piroxênio e olivina. Seus núcleos são mais cálcicos com composição bytownita (An_{75}) e bordas de labradorita (An_{59}). O piroxênio é menos freqüente e mostra comumente uma transformação para hornblenda e mais raramente aparece biotita a partir da hornblenda. A olivina também é mais freqüente que nos diabásios. Alguns cristais estão totalmente transformados para iddingsita, sendo mais freqüentes alterações parciais, limitadas às fraturas dos cristais. Minerais opacos, quartzo e apatita são os acessórios comuns, sendo os dois primeiros minerais intersticiais e estando o quartzo intercrescido graficamente possivelmente com o feldspato potássico.

Datações radiométricas K/Ar, efetuadas em três amostras de gabros da região de Conceição do Araguaia, forneceram idades de 780 ± 12 ma., 480 ± 22 ma., e 565 ± 6 ma. citadas por Hasui et alii (1980). Uma datação de K/Ar efetuada por nós em amostra da borda resfriada de um dique da área, forneceu idade de 547 ± 15 ma. Apesar da não homogeneidade desses valores, parece tratar-se de eventos que datam do final do Ciclo Brasileiro, permitindo descartar qualquer relação cogenética com o magmatismo basáltico to

leítico da bacia do Parnaíba de idades Jurássico-Cretáceo como havia sido sugerido por exemplo, por Abreu (1978).

Não foi possível estabelecer a cronologia relativa entre esses corpos e os sedimentos da Formação Rio das Barreiras pois ocorrem em áreas distintas e restritas. Como ambos se acham relacionados a eventos rupturais tardios, suas idades devem ser próximas. Na coluna estratigráfica, apresentada os corpos peridotíticos e máficos são situados abaixo da Formação Rio das Barreiras por questão de opção.

3.2.5 Formação Rio das Barreiras

Esta unidade foi inicialmente caracterizada durante os trabalhos do Projeto Guaraí-Conceição (convênio DNPM-UFPa), por Guerreiro e Silva (1976) que a denominaram informalmente de "conglomerado Rio das Barreiras". Hasui et alii (1977) consideram-na como uma Formação.

É composta essencialmente de conglomerados polimíticos com uma variedade de seixos das rochas adjacentes como filitos crenulados, quartzo de veio, quartzitos, sílexitos e cherts ferruginosos e brechóides. Sua matriz é siltico-argilosa. Abreu (1978) cita a existência de cimento carbonático. Esses conglomerados são alternados por níveis métricos de siltitos conglomeráticos e siltitos, que predominam no topo da seqüência. Distribuem-se como línguas irregulares na porção centro-leste da área, envolvendo áreas de alguns quilômetros quadrados, parecendo representar restos de uma bacia alongada submeridianamente, como bem acentua Abreu (1978). Sua espessura parece não ser grande, variando de poucos metros a um máximo de 50 metros. Assenta discordantemente sobre as rochas do Grupo Tocantins (fig. 20) e dispõe-se preferencialmente nas adjacências do limite entre as formações Pequizeiro e Couto Magalhães e sempre a leste dos corpos serpentiniticos. Os seus limites laterais são feitos por pequenos falhamentos de gravidade estando as seqüências encaixadas em pequenos "grabens", bem evidenciados na pequena bacia a leste do Morro do Jacu. Sua estratificação não é clara mas pode ser caracterizada pela alternância de estratos conglomeráticos e silticos, observando-se algumas vezes estratificação gradativa de um extremo para outro,



Figura 20 - Contato discordante entre mica-xistos da Formação Pequizeiro e conglomerados da Formação Rio das Barreiras. Rodovia GO-70 entre Pequizeiro e Couto Magalhães.

pela diminuição mais ou menos regular dos seixos. Os níveis de seixos dentro dos siltitos, a estratificação nos materiais finos e o empacotamento de seixos tabulares de filitos, evidenciam a disposição horizontal a subhorizontal da estratificação nessas rochas. Não mostram qualquer efeito de metamorfismo ou deformação possuindo compactação média e sendo algumas vezes friáveis. Os siltitos apresentam colorações predominantemente avermelhadas e algumas vezes amareladas.

Essas rochas são facilmente identificadas tanto em fotografias aéreas, como no campo por apresentarem padrões dentríticos com alta densidade que ressaltam nas fotos e podem ser verificadas no campo. Nas áreas silticas, desenvolvem-se extensos areais planos, formando "plateaus". Árvores de mangabeira desenvolvem-se preferencialmente nessas regiões, podendo a sua presença funcionar como um critério auxiliar de mapeamento. Barbosa et alii (1966) correlacionaram esta unidade à Formação Piauí, tendo Abreu (1978) acentuado a flagrante diferença, entre elas e, segundo o último autor, a Formação Rio das Barreiras parece representar "restos de uma seqüência desenvolvida numa fase final do ciclo que edificou a faixa de dobramentos (Brasiliano) em uma bacia intermontana".

3.3 Aspectos Geocronológicos

Os dados radiométricos disponíveis até o presente para o Grupo Tocantins são ainda incipientes para se estabelecerem conclusões definitivas a respeito da idade desta unidade, mas as datações existentes permitem algumas considerações.

Na região de Tucuruí foram datados filitos da Formação Couto Magalhães que forneceram isócrona Rb-Sr de 850 m.a., idade esta que Hasui et alii (1980) consideram como resultante do reaquecimento induzido pela falha de empurrão de Tucuruí. Datações K-Ar realizadas no plagioclásio de gabros da região de Conceição do Araguaia, indicaram valores de 780, 560 e 480 m.a. (Hasui et alii, 1980). Uma nova datação efetuada em material da borda resfriada de um dique de diabásio forneceu idade de 547 ± 15 m.a. As datações K-Ar efetuadas em rochas do Grupo Estrondo dão valores que variam de 426 a 581 m.a. (Hasui et alii, 1975). Os resultados mais recentes em rochas do Grupo Estrondo apresentam um isó

crona Rb-Sr com valor de 1.050 m.a, atribuído ao metamorfismo regional que afetou esta unidade (Hasui et alii, 1980).

Assim, o quadro geocronológico para o Grupo Tocantins não se acha bem estabelecido, mas em vista dos resultados regionais é possível caracterizar importante evento térmico no Ciclo Brasileiro que afetou as rochas do Supergrupo Baixo Araguaia. As datações nos corpos máficos indicam idades Brasileiras e, como cor tam rochas do Grupo Tocantins e não mostram efeitos deformacionais ou metamórficos, pode-se assumir como a idade mínima para esta unidade. O significado daquele valor mais elevado para um corpo não se acha bem estabelecido mas pode representar um evento magmático mais antigo, o que carece ainda de confirmação. O valor isocrônico de 1.050 m.a. atribuível ao metamorfismo regional e a isócrona obtida em Tucuruí de 850 m.a., sugere a presença de eventos mais antigos (Uruguiano) afetando rochas do Supergrupo Baixo Araguaia mas, devem-se tratar esses valores com reservas até que novos dados sejam acrescentados.

4 ESTRUTURAS

4.1 Introdução

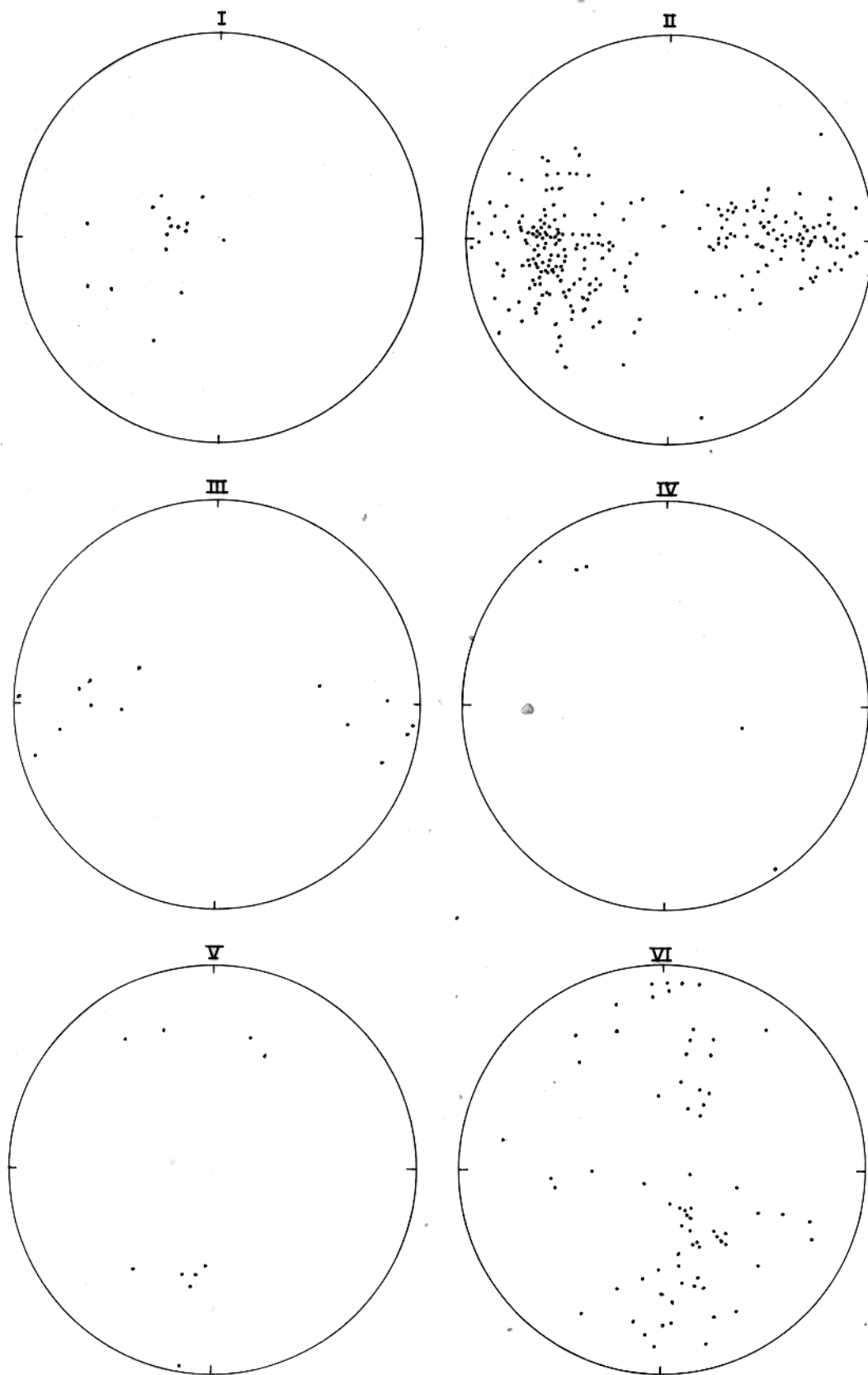
As observações efetuadas ao longo dos caminhamentos se detiveram em parte nas feições estruturais desenvolvidas nos metamorfitos. As estruturas reconhecidas serão aqui tratadas separadamente em dois grupos: estruturas primárias e tectógenas.

4.2 Estruturas Primárias

São representadas especialmente pela estratificação (So). Essa estrutura é visível apenas nas regiões de menor grau metamórfico, isto é, no limite oeste da área e, vai desaparecendo gradualmente no sentido leste, obscurecida pelas recristalização e deformação superimpostas. As estruturas primárias são muito regulares, destacando-se entre elas as estratificações plano- paralelas, com espaçamentos centimétricos em um mesmo material que, por sua vez, possui intercalações métricas com materiais mais finos ou de composição diferente (alternância de metassiltito, metargi-lito, calcário e chert). Nas regiões onde ocorrem rochas mais pelíticas, níveis centimétricos a métricos de quartzitos representam variações na sedimentação dos materiais originais. Localmente, níveis de chert hematítico e itabirítico, associados com corpos serpentiniticos, são bastante laminados paralelamente. Concentrações de cromita (cromitito) e texturas ígneas reliquias, representam estruturas magmáticas preservadas. As poucas medidas do acamamento obtidas, provém principalmente do domínio oeste da área e acham-se representadas na fig. 21.I. Nesta observa-se uma certa regularidade, com concentração dos polos no domínio WNW, indicando ~~em~~ direção preferencial NNE-SSW com caimentos entre 20 e 40° para SW. A dispersão de algumas medidas é devida às ondulações.

4.3 Estruturas Tectógenas

Estruturas planares e lineares de diferentes tipos e gerações, estão bem desenvolvidas nas rochas do Grupo Tocantins. São representadas pela xistosidade, bandeamento, clivagem ardosiana



- I Polos da estratificação. Formação Couto Magalhães. Área de Araguacema
- II Polos da xistosidade. Grupo Tocantins - Padrão Regional
- III Polos da clivagem de crenulação. Formação Pequizeiro
- IV Lineação mineral. Formação Pequizeiro
- V Eixos de dobras da xistosidade - Grupo Tocantins
- VI Eixos de dobras da crenulação - Formação Pequizeiro

Figura 21 - Representação polar das principais feições estruturais do Grupo Tocantins.

clivagem de crenulação, clivagem de fratura, lineações minerais, lineações de interseção, dobras e descontinuidades.

4.3.1 Foliações

4.3.1.1 Xistosidade

É uma estrutura penetrativa e de caráter regional no domínio do Grupo Tocantins, sendo definida pela orientação paralela a subparalela de minerais micáceos, prismáticos e grânulos alongados de outros minerais. Pode ser facilmente observada nos micaxistos da Formação Pequizeiro, passando gradativamente para uma clivagem ardosiária nos materiais de granulação mais fina representados pelos filitos, ardósia e metagrauvaca no extremo oeste da área, tornando-se incipiente e, às vezes reconhecível apenas microscopicamente.

4.3.1.2 Bandeamento

É uma estrutura planar que ocorre apenas nos micaxistos da Formação Pequizeiro (fig. 5). Definida pela presença de microleitos contínuos, com alternância de faixas de composição diferente. Existem bandas de cor cinza esverdeada em que predominam os filossilicatos (especialmente clorita e moscovita) e epidoto, e bandas claras, dominadas por quartzo, plagioclásio e carbonato. Essa estrutura é definida por alguns autores (Hobbs et alii, 1976) como aleitamento diferenciado - "differentiated layering" - sendo formada por processos metamórficos durante a deformação, não se descartando a possibilidade de representarem estruturas resultantes do processo de transposição por dobramento da estratificação (S_0), estabelecendo-se dessa forma uma pseudo-estratificação, (S_1), (Hobbs et alii, 1976). Na área têm sempre atitudes paralela à xistosidade. A figura 21.II mostra o comportamento geral da xistosidade e bandeamento na área. Observa-se uma orientação preferencial submeridiana com caimentos variáveis para este e oeste, refletindo a fase principal de dobramento. A grande dispersão dos polos evidencia dobramentos posteriores.

4.3.1.3 Clivagem de Crenulação

É uma estrutura penetrativa de caráter regional, desenvol

vida nos metamorfitos. A clivagem de crenulação forma superfícies mais ou menos regulares responsáveis pela transposição de xistosidade estando associada ao evento deformacional F_3 . Quando se desenvolve o plano de cisalhamento, há uma orientação dos minerais (mecanicamente) que leva à transposição da xistosidade. Nestes planos muitas vezes há o desenvolvimento de cristais de micas orientados paralela à subparalelamente. Nos casos em que não se manifesta planos de cisalhamento há como que um adelgaçamento dos flancos e espessamento nos ápices das microdobras. Nas áreas de maior grau metamórfico, formam superfícies de até 1 cm, dominadas por faixas quartzosas e micáceas (fig. 22 e 23). Essa clivagem diminui gradativamente de intensidade para oeste, ocorrendo o mesmo com as dobras de crenulação. Constatam-se também incipientes cisalhamentos e, aparentemente, o espaçamento entre os planos torna-se mais denso para oeste. No domínio dos filitos, verificam-se diminutos deslocamentos ao longo dos planos de clivagem e, nas micas apenas encurvamento e recristalização incipientes. As clivagens de crenulação gradam para clivagens de fratura nos terrenos ardorianos.

O processo de crenulação em escala mesoscópica, gera dobras abertas, em consequência de pequenos deslocamentos da xistosidade ao longo dos planos de cisalhamento (fig. 23). Essas dobras apresentam dimensões desde decimétricas até decamétricas ou metros quilométricas. As poucas medidas obtidas dessas estruturas (fig. 21.III) mostram disposições predominantemente submeridianas e de caimento variável para leste e oeste.

4.3.2. Lineações

4.3.2.1 Lineação Mineral

Nas rochas do Grupo Tocantins é representada basicamente pela orientação de filosilicatos, especialmente moscovita e clorita, desenvolvida nas superfícies de xistosidade, estando melhor caracterizada nos planos entre leitos micáceos e quartzosos. As lineações minerais medidas estão representados na fig. 21.IV onde acusam um "trend" predominante NW-SE e mergulhos suaves, variando de subhorizontais até 20° , para os dois quadrantes. Outra lineação mineral, encontrada somente nos domínios da Formação Pequizeiro, desenvolve-se nos planos de transposição, sendo possivelmente gerada pelos movimentos relativos ao longo dessas super



Figura 22 - Clivagem de crenulação (S_3) resultante da intensa transposição da xistosidade (S_1) e do bandeameto (A_1) desenvolvida em quartzo xisto da Formação Pequizeiro. Rodovia GO-70, próximo a Novo Plano.



Figura 23 - Clivagem de crenulação (S_3) desenvolvida em micaxistos (intemperizados) da Formação Pequizeiro. Observa-se a ondulação da xistosidade devido aos movimentos relativos ao longo dos planos de crenulação. Rodovia GO-70, entre Pequizeiro e Couto Magalhães.

fícies.

4.3.2.2 Lineação de Interseção

É uma forte lineação desenvolvida nas rochas das Formações Pequizeiro e Couto Magalhães dada pela interseção da xistosidade com a clivagem de crenulação, tendo aproximadamente os mesmos comportamentos dos eixos das dobras de crenulação (figs. 22, 23 e 21.VI), com atitude preferencial N-S. Possivelmente é paralela às feições lineares mais marcantes observadas nas fotografias aéreas.

4.3.2.3 Lineação B

Refere-se especificamente aos eixos de dobras desenhadas pela xistosidade, já que as dobras da estratificação são muito localizadas não permitindo compor diagramas representativos. Esas dobras definem eixos submeridianos com caimentos variáveis para norte e para sul, representando um conjunto de dobras que variam de dimensões métricas até crenulações microscópicas com comportamentos semelhantes (figuras 21.V e VI). As variações de algumas medidas refletem proximidade de falhas.

4.3.3 Dobras

Dobras de vários tipos, representando diferentes gerações desenvolvem-se em escalas variáveis, de milimétricas a quilométricas, nas unidades estudadas.

4.3.3.1 Dobras da Estratificação (So)

São dobras locais, tendo sido observadas principalmente nas rochas da Formação Couto Magalhães das regiões de grau metamórfico mais baixo e nos estratos mais competentes. Nestas regiões menos metamorfizadas, os estratos definem dobras abertas de dimensões métricas (fig. 24). A foliação (S_1), acompanha subparalelamente a estratificação.

Já no domínio dos filitos da Formação Couto Magalhães, um pouco mais a leste, definem dobras isoclinais, localmente recumbentes, com ápices espessados. Essas dobras atingem dimensões



Figura 24 - Dobras abertas da estratificação, desenvolvidas em metassiltitos e metargilitos intercalados da Formação Couto Magalhães. Araguacema.

decimétricas. Os dobramentos isoclinais têm seus planos axiais paralelos à xistosidade e vergência voltada para oeste. Seus eixos têm orientação submeridiana, não sendo possível precisar seus caimentos, embora pareçam subhorizontais.

Dobras apertadas, "en chevron" (fig. 25) desenvolvem-se localmente em níveis de chert hematítico, associados aos corpos ultramáficos notando-se rompimentos plano axiais e eixos subverticais. Possivelmente estão relacionadas aos falhamentos adjacentes.

4.3.3.2 Dobras da Xistosidade

A presença de dobras desenhadas pela xistosidade e bandamento, é um fato marcante nas litologias do Grupo Tocantins e especialmente nas rochas da Formação Pequizeiro. São dobras assimétricas, com ápices pouco espessados. Trata-se de dobramento linear, holomórfico, com dobras de dimensões da ordem de metros, em alternância de pequenos anticlinais e sinclinais (fig. 26) que, possivelmente, compõem dobramentos maiores de dimensões quilométricas. Seus planos axiais e eixos de dobra são facilmente visualizados nos diagramas estereográficos (figuras 21.II e V), estando orientados na direção NNE-SSW, com planos axiais voltados para oeste. As variações dos eixos para NW (fig. 21.V), correspondem possivelmente a efeitos localizados, devidos à proximidade de falhas, ou a modificações por efeito da crenulação.

4.3.3.3 Crenulação

Essas dobras representam a feição mais conspícua nos metamorfitos da Formação Pequizeiro, caracterizando-se por microdobramento, reconhecido desde escalas microscópicas até mesoscopicamente, que é mais acentuado no material essencialmente pelítico (fig. 5 e 6). A elas está associada uma forte clivagem de crenulação (fig. 22 e 23). Podem ser simétricas ou assimétricas, conforme localizem-se nos ápices ou flancos das dobras maiores. Seus eixos e planos axiais são predominantemente submeridianos, com algumas dispersões para SSE-NNW e NNE-SSW e caimentos para norte e para sul (fig. 21.III e VI), com planos axiais subverticais.



Figura 25 - Dobras "en chevron" desenvolvidas em metachert associado com rochas ultramáficas. No ta-se o mergulho subvertical de seus eixos. Mor ro do Pau Ferrado.



Figura 26 - Dobras da xistosidade-bandeamento com âpi
ces pouco espessados, desenvolvidas em F_2 , em xistos
[intemperizados] da Formação Pequiizeiro. Rodovia GO-
70 entre Pequiizeiro e Couto Magalhães.

4.3.4 Descontinuidades ,

Representam as deformações finais que afetaram o Grupo Tocantins como falhamentos e fraturamentos.

4.3.4.1 Falhas e Fraturas

Dois conjuntos de falhas foram caracterizados na área. O primeiro é representado por falhas de gravidade, possivelmente de alto ângulo, com direções principais N20W e N10E. Elas se estendem por alguns quilômetros, formando pequenos "grábens" onde se depositou a Formação Rio das Barreiras. Um outro falhamento, atravessando a área como um todo e, possivelmente com continuidade regional tem direção preferencial N100E subvertical e, um conjunto de falhas menores acha-se associada, definindo uma verdadeira zona de cisalhamento (Anexo 2). Estão intimamente relacionados a estas zonas, um conjunto de corpos ultramáficos lentiformes, alinhados segundo a direção geral dos falhamentos. Espelhos, e estrias de falhas, com serpentina recristalizada e serpentinitos cisalhados, com uma xistosidade anastomosada, evidenciam que os falhamentos atingiram os corpos. A disposição regular desses corpos e sua distribuição coincidente com os falhamentos indica uma relação genética entre eles. Na literatura geológica (Wyllie, 1967), é frequente a associação desses tipos de corpos com zonas tectonizadas, e persistem dúvidas a respeito do posicionamento temporal dessas falhas, isto é, se o falhamento condicionou o posicionamento dos corpos ou se os corpos condicionaram os falhamentos. Possivelmente na área tratam-se de falhas pretéritas reativadas tardiamente na evolução da Faixa Araguaia porque os corpos se alinham e são cortados por elas.

As rochas adjacentes às zonas de falhas mostram fortes "kink bands" ou dobramentos "en chevron" de suas foliações com rompimentos paralelos aos plano axiais, muitas vezes preenchidos por veios de quartzo relacionados aos falhamentos.

Duas famílias de juntas subverticais são facilmente distinguidas na área, uma com direção preferencial N150E a N300E e outra com direção variando de N100W a N250W. A esta última encontra-se associada uma série de diques máficos com direção N100W. Não foram efetuados trabalhos de maior detalhe nessas estruturas.

4.3.4.2 Veios de Quartzo

Veios de quartzo de vários tamanhos, desde escalas centimétricas até centena de metros se encontram principalmente nas litologias da Formação Pequizeiro, onde a garimpagem de cristal de rocha foi bastante desenvolvida no pós-guerra, existindo ainda hoje o comércio desse mineral na cidade de Pequizeiro. Algumas vezes formam grandes bolsões com larguras superiores a 500 m constituindo verdadeiros morros. O número de variedades de quartzo é bastante grande: quartzo leitoso, enfumaçado e, frequentemente, quartzo transparente com terminações bem formadas. São tanto concordantes, como discordantes com as estruturas dos metamorfitos, constituindo pelo menos duas gerações.

4.4 História Deformacional

Os dados estruturais apresentados permitem estabelecer uma história deformacional para o Grupo Tocantins, representada por três fases de deformação plástica denominadas F_1 , F_2 e F_3 e uma etapa de tectônica rúptil. As mesmas já foram reconhecidas regionalmente nas litologias do Grupo Estrondo por Abreu (1978).

O primeiro evento deformacional (F_1), reconhecido nas litologias da Formação Couto Magalhães é representada por dobras da estratificação com estilos abertos a isoclinais, com ápices espessados (Fig. 27, II e III), reversas e localmente recumbentes. Simultaneamente desenvolveu-se uma xistosidade plano-axial (S_1) e um bandeamento quartzo-micáceo (A_1) penetrativo nas litologias da Formação Pequizeiro. Uma lineação paralela aos eixos das dobras (L_1) foi formada resultante da interseção de S_0 por S_1 , A_1 . Acompanhou esta fase o metamorfismo regional do Grupo Tocantins.

No segundo evento (F_2), gerou-se dobras da xistosidade, assimétricas, com ápices pouco espessados e dimensões da ordem de dezenas de metros, que no conjunto compõem um dobramento linear (holomórfico) com direções gerais submeridianas e planos axiais com caimentos para leste. Uma lineação mineral (L_2) foi desenvolvida nos planos de xistosidade paralela aos eixos das dobras.

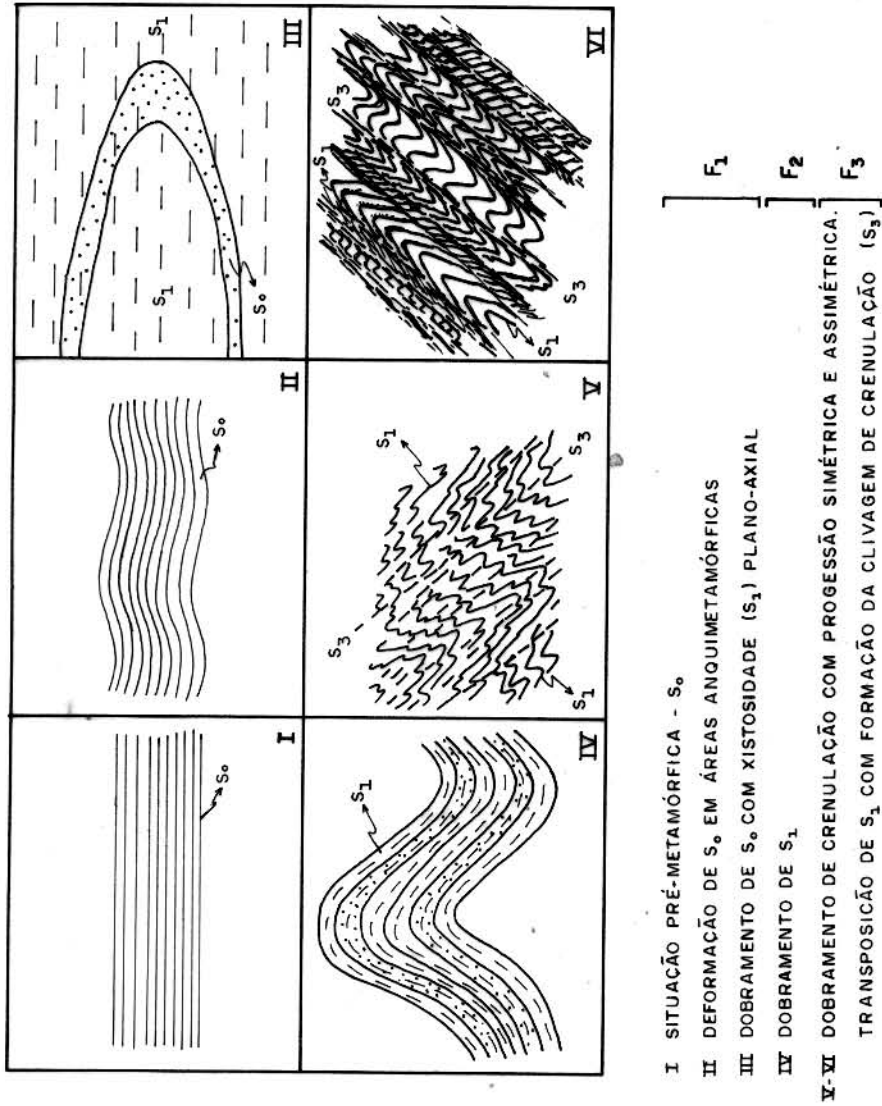


Figura 27 - Esquema evolutivo da deformação.

Na fase de deformação F_3 , desenvolveu-se com maior intensidade nas rochas da Formação Pequizeiro, uma pronunciada crenulação em que a xistosidade e o bandejamento foram microdobrados e, nos estágios mais evoluídos, formou-se uma forte clivagem de crenulação (S_3) (Fig. 27.V e VII, com neo-crescimento de micas e formação de um bandejamento A_3 , resultante da transposição de S_1 e A_1). Simultaneamente desenvolveu-se uma lineação de interseção, L_3 ($A_1 - S_1 \times S_3 - A_3$), paralelamente às superfícies da clivagem de crenulação. Ainda neste evento, desenvolveu-se nos planos de crenulação uma forte lineação mineral (L_3') formada principalmente por micas. As últimas deformações, representam uma etapa de tectônica rúptil, que é responsável por descontinuidades nas litologias do Grupo Tocantins. Foram geradas e reativadas falhas e fraturas. Cizalhamento ao longo dos planos de falhas, resultou no aparecimento de "kink bands" e dobras "en chevron" nas rochas adjacentes. Injeção de material máfico associa-se a uma família de juntas, especialmente aquela de disposição NNW, fechando assim o ciclo tectogênico. A fig. 27 resume esta evolução.

5 GEOQUÍMICA

Um total de vinte e seis amostras de rochas metamórficas, foram analisadas quimicamente e plotadas em diagramas ACF e A'KF. Para facilitar as correlações geológicas, foram separadas em três grupos principais: 1) ardósias e filitos da Formação Couto Magalhães, 2) Micaxistos e filitos pertencentes à Formação Pequizeiro e, 3) Metaultramafitos. Foram plotadas ainda, para efeitos de comparação, quatro amostras de micaxistos do Grupo Estrondo da região de Colmeia, adjacente e a leste da área de trabalho, analisadas por Silva (1980).

5.1 Metamorfitos das Formações Pequizeiro e Couto Magalhães

São representados por doze amostras (tabela 1) sendo oito de micaxistos e filitos da Formação Pequizeiro e quatro de ardósias e filitos da Formação Couto Magalhães e, estão plotados nos diagramas ACF e A'KF da fig. 28. No diagrama ACF, os micaxistos da Formação Pequizeiro situam-se no campo das argilas e folhelhos ricos em Al definidos por Winkler (1976) (duas amostras), enquanto que as restantes seis amostras, definem um campo que se sobrepõe parcialmente ao campo das grauvascas e pelitos com baixo teor em Al. Destas amostras, três plotam no campo das grauvascas, duas no campo das argilas, e uma no limite deste campo com o das grauvascas, definindo assim um quimismo predominante de grauvacas a pelito dado por uma variação relativa de C enquanto os parâmetros A e F são aproximadamente constantes. No diagrama A'KF seus comportamentos não sofrem muita variação, situando-se a maioria (5 amostras) no campo das grauvascas embora três amostras, um pouco mais aluminosas, tendam para o vértice A'.

As rochas da Formação Couto Magalhães, ocupam áreas diferentes das anteriores. No diagrama ACF, alinham-se na face AF com valores moderados de A, e valores muito baixos de cálcio com exceção apenas de uma amostra que plota no campo das grauvascas. Já no diagrama A'KF mostram uma dispersão bastante grande, com uma amostra situando-se no campo das grauvascas, duas outras no das argilas e próximas do campo das grauvascas e, uma última aproximando-se do vértice K.

Tabela 1 - Análises Químicas dos Metamorfitos do Grupo Tocantins (% em peso)

ÓXIDOS	1 G-100	2 G-53	3 G-104	4 G-79	5 G-32	6 G-103	7 G-35	8 G-38	MÉDIA*
SiO ₂	65,23	71,41	60,34	56,70	64,94	54,96	47,70	94,44	60,18
TiO ₂	0,90	0,65	0,90	0,90	0,75	1,04	1,30	0,19	0,92
Al ₂ O ₃	16,43	13,41	18,84	19,60	15,81	21,55	26,41	6,59	18,86
Fe ₂ O ₃	2,60	2,15	2,96	3,92	2,19	3,60	8,00	1,11	3,63
FeO	3,17	2,45	3,90	4,06	3,18	3,91	0,24	0,18	2,98
MnO	0,07	0,06	0,07	0,08	0,08	0,08	0,08	0,02	0,07
MgO	1,74	1,19	1,75	2,18	1,53	2,61	1,07	0,15	1,72
CaO	1,12	0,96	0,90	0,70	2,22	1,45	0,06	0,07	1,05
Na ₂ O	3,10	2,17	2,16	1,13	2,90	1,24	0,03	0,19	1,81
K ₂ O	3,30	3,20	4,66	6,17	3,43	6,21	8,72	1,50	5,09
P ₂ O ₅	0,21	0,17	0,20	0,17	0,17	0,23	0,03	0,01	0,16
H ₂ O	1,94	2,00	2,90	2,93	1,08	2,17	4,64	1,14	2,52
TOTAL	99,81	99,72	99,58	98,54	98,28	99,05	98,28	105,58	98,99

(Continua)

ÓXIDOS	AMOSTRAS	9 G-119	10 G-118	11 G-117	12 G-31	MÉDIA	13 VII-33	14 IX-33	15 IX-67	16 VII-41
SiO ₂		62,78	59,40	69,56	70,90	65,66	60,91	64,02	64,11	61,64
TiO ₂		0,87	0,70	1,12	0,70	0,84	0,89	1,22	0,88	0,87
Al ₂ O ₃		17,90	14,10	17,55	14,04	15,89	18,43	17,36	18,45	16,36
Fe ₂ O ₃		3,04	0,50	0,24	0,00	0,94	7,56	8,17	7,18	7,70
FeO		4,19	5,50	1,96	4,51	4,04	...	...	...	...
MnO		0,02	0,13	0,00	0,00	0,03	0,10	0,11	0,07	0,16
MgO		1,31	4,80	1,18	1,96	2,31	3,05	2,29	2,15	3,29
CaO		0,15	4,73	0,06	0,07	1,25	1,63	1,17	0,66	2,71
Na ₂ O		0,13	1,14	0,08	0,17	0,38	1,97	2,63	1,51	2,88
K ₂ O		4,05	2,70	2,94	2,90	3,14	5,26	4,29	4,83	3,28
P ₂ O ₅		0,16	0,16	0,06	0,02	0,10	0,21	0,13	0,13	0,19
H ₂ O		5,71	4,30	7,01	4,60	5,40	...	...	...	...
TOTAL		100,31	98,16	101,76	99,87	99,98	100,01	101,39	99,97	99,08

OBS: * Exceto a amostra 8

1 a 6 mica xistos, 7 e 8 filitos da Formação Pequizeiro

9 a 12 ardósia-filitos - Formação Couto Magalhães

13, 14, 15 e 16 amostras analisadas por Silva (1980). Fe₂O₃ como ferro total.

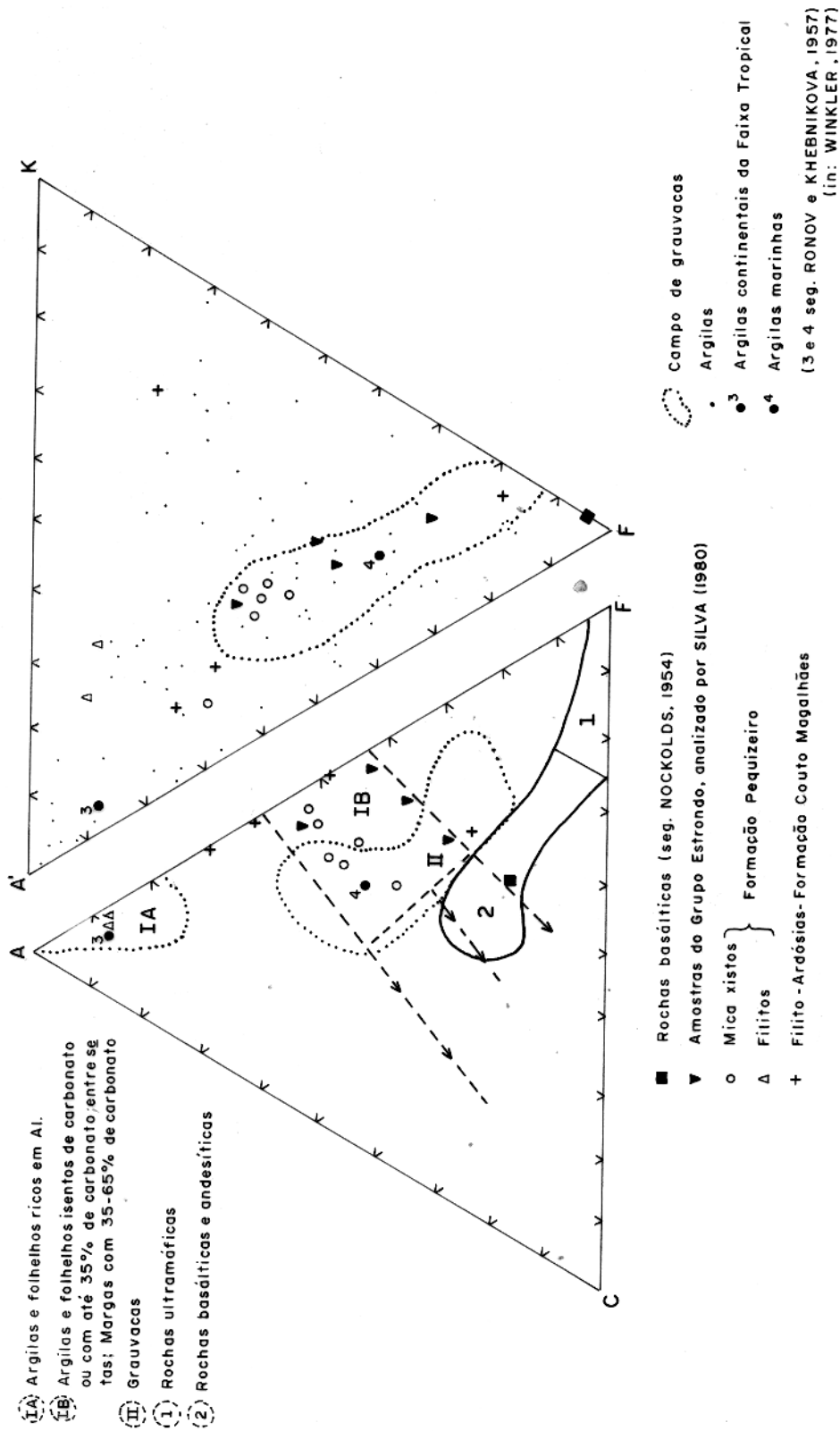


Figura 28 - Metamorfitos do Grupo Tocantins (Tabela 1) projetados em diagramas ACF e A'KF.

5.2 Metaultramafitos

Quatorze amostras foram analisadas (tabela 2) e estão representadas em diagramas ACF e A'KF (fig. 29), incluindo tipos litológicos diferentes mas, intimamente associados no campo, quais sejam: serpentinitos maciços (com feições ígneas reliquias ou não); talcoxistos e esteatitos; actinolititos e clorititos. Estes três últimos grupos litológicos são claramente metamórficos, com foliações bem desenvolvidas e ocorrem em faixas mais ou menos concordantes, formando um zoneamento litológico em torno dos núcleos serpentiniticos, dispondo-se grosseiramente nessa ordem para as bordas, com passagens de um litotipo para outro. Aspecto semelhante foi reconhecido nos corpos serpentiniticos de Roxbury, Vermont por Jahns (1967).

No diagrama ACF (fig. 29) duas amostras ocupam o campo das rochas ultramáficas (c.f. Winkler, 1976), enquanto as demais se situam ao longo da linha AF e, geralmente próximas ao vértice F, devido a seus teores muito baixos de cálcio e elevados em magnésio. Apesar de ocuparem um campo bem definido, verificam-se variações gradativas definindo certos agrupamentos composicionais. Ao longo da linha AF projetam-se as seguintes rochas, em ordem decrescente do valor de F:

- a) Serpentinitos - quatro amostras ($F \geq 95$);
- b) talco xisto e esteatito - três amostras;
- c) serpentinitos mais ricos em alumínio - duas amostras;
- d) cloritito - quatro amostras.

No campo das rochas ultramáficas do diagrama ACF definido por Winkler (1976) (fig. 29), plotam um actinolitito (embora bem próximo do campo das rochas máficas) e um serpentinito com textura ígnea reliquear que é a amostra de serpentinito com mais elevado teor de F. Para efeito de comparação foi plotado neste diagrama o hornblenda-piroxênio peridotito não metamorfisado que ocupa uma posição distinta daquela das rochas ultramáficas metamorfisadas, confirmando que os dois grupos não tem uma relação genética.

No diagrama A'KF (fig. 29) são encontradas as mesmas variações observadas no diagrama ACF e todas as amostras se projetam na margem A'F, devido a seus baixos teores de potássio e con

Tabela 2 - Análises Químicas das Rochas Ultramáficas da área (% em peso)

ÓXIDOS	AMOSTRAS	1	2	3	4	5	6	7	8
		G-122	G-87	G-81	G-69	G-71	G-85	G-86	G-88
SiO ₂		44,13	56,95	41,22	42,38	46,56	40,73	55,71	53,70
TiO ₂		1,34	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,04	0,02
Al ₂ O ₃		6,25	0,90	0,80	0,94	0,97	0,70	2,50	2,20
Fe ₂ O ₃		5,46	2,82	4,28	6,22	5,65	7,63	5,00	8,70
FeO		10,65	6,19	2,64	2,45	1,88	0,87	2,60	4,42
MnO		0,18	0,22	0,04	0,08	0,06	0,04	0,03	0,10
MgO		22,03	19,42	36,87	36,61	34,25	36,86	27,50	26,00
CaO		5,00	10,76	0,10	0,47	0,04	0,04	0,04	0,05
Na ₂ O		0,32	0,30	0,08	0,03	0,03	0,03	0,03	0,01
K ₂ O		0,48	0,04	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02
P ₂ O ₅		0,12	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
H ₂ O		6,75	2,31	13,08	12,23	9,52	13,28	6,72	6,83
TOTAL		99,71	99,95	99,16	101,48	99,01	100,25	100,20	99,06

CONTINUA

CONTINUAÇÃO

ÓXIDOS	AMOSTRA	9 G-75	10 G-66	11 G-89	12 G-111	13 G-72	14 G-68	15 G-65	MÉDIA*
SiO ₂		51,86	32,53	37,65	25,20	31,50	28,50	32,18	45,05
TiO ₂		0,02	0,95	0,78	5,13	0,21	1,56	1,06	0,62
Al ₂ O ₃		0,88	12,11	14,12	15,70	16,52	20,54	22,21	6,61
Fe ₂ O ₃		15,44	7,58	4,38	4,42	4,05	4,51	4,07	5,68
FeO		2,45	3,04	7,92	21,00	8,50	11,28	7,70	6,14
MnO		0,04	0,28	0,26	0,13	0,11	0,40	0,08	0,14
MgO		25,30	32,50	26,18	15,50	27,50	23,12	21,16	24,82
CaO		0,03	0,05	0,24	2,40	0,05	0,20	0,40	2,92
Na ₂ O		0,03	0,03	0,01	0,15	0,04	0,05	0,20	0,11
K ₂ O		0,02	0,03	0,03	0,03	0,02	0,03	1,80	0,13
P ₂ O ₅		0,02	0,02	0,16	1,71	0,01	0,14	0,26	0,14
H ₂ O		4,81	12,22	8,51	9,85	12,30	11,42	9,73	7,13
TOTAL		99,90	101,34	100,24	101,22	100,81	101,75	100,85	99,49

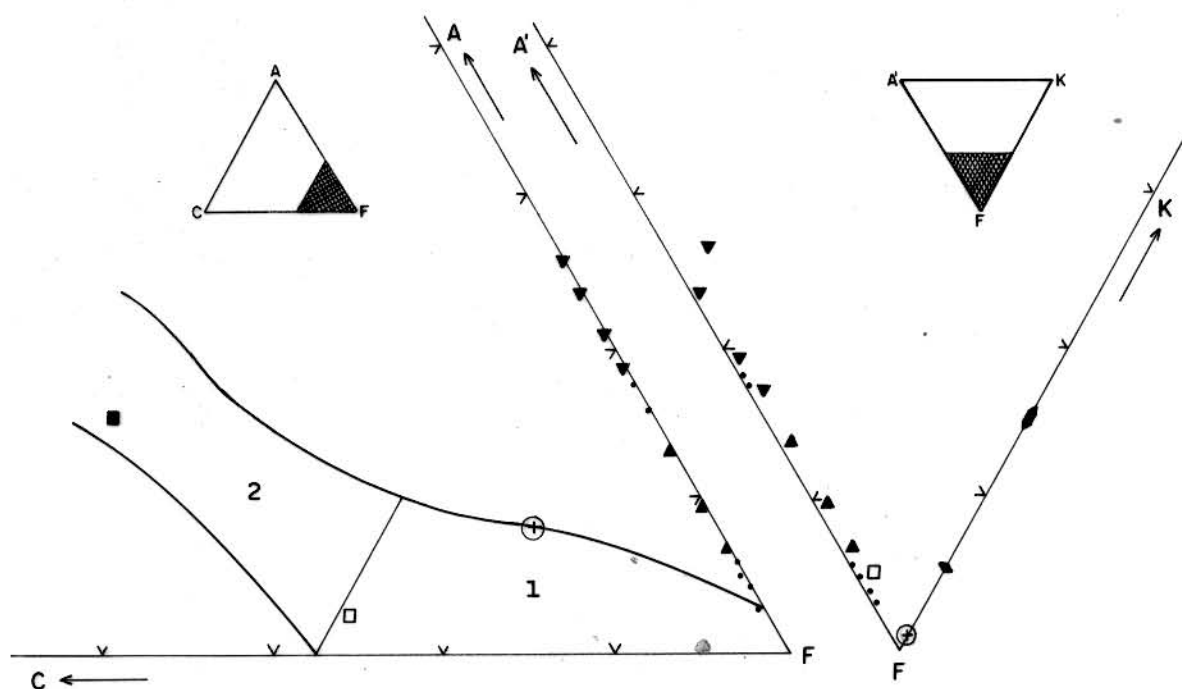
OBS: * Exceto a amostra 1

2. actinolito

3 a 6, 10 e 11 - Serpentinóis

7 a 9 - Talco xisto e esteatito

12 a 15 - Cloritos



- ① ROCHAS ULTRABÁSICAS
 ② ROCHAS BASÁLTICAS E ANDESÍTICAS
 ■ ROCHAS BASÁLTICAS (Segundo Nockold, 1945)
 ● TONALITOS (in: Winkler, 1977)

ROCHAS ULTRAMÁFICAS DA TABELA 2

- SERPENTINITOS MACIÇOS
 ⊕ HORNBLENDA PERIDOTITO
 ▲ TALCO XISTO E ESTEATITOS
 ▼ CLORITITOS
 □ ACTINOLITITOS

Figura 29 - Rochas ultramáficas da tabela 2 projetadas em diagramas ACF e A'KF.

teúdo, crescentes de alumínio.

Análise para elementos traços efetuadas nessas rochas (tabela 3), indicam concentrações relativamente elevadas para níquel, cromo, cobalto e vanádio. O níquel ocupa um valor médio da ordem de 1900 ppm, sendo que nos serpentinitos, esteatito e talco xisto e alguns clorititos os teores são mais elevados, com um valor anomalo de 7414 ppm em um serpentinito. Estes valores são comparáveis com os apresentados por Turekian (1978b) para rochas ultramáficas. O cromo varia de 60 a 1500 ppm nas rochas da área, com uma média de 500 ppm. Estas concentrações estão abaixo da média de rochas ultramáficas apresentadas por Shiraki (1978), podendo ser devido ao cromo estar concentrado na cromita ou resultem de problemas analíticos (abertura para absorção atômica). O cobalto apresenta-se com um teor médio de 83 ppm, com variações maiores de concentração compatíveis com outras rochas ultramáficas apresentadas por Turekian (1978a). A média das concentrações de vanádio fica em torno de 106 ppm, valor esse muito próximo das rochas ultramáficas do tipo alpino analisadas por Landergreen (1974). Esses valores também são compatíveis com os apresentados por Goles (1967) para serpentinitos do tipo alpino.

Tabela 3 - Análise Química dos Elementos Traços das Rochas Ultramáficas (valores em ppm).

ELEMENTO AMOSTRAS				
	Ni	Cr	Co	V
G-122	2.068	633	119	219
G-87	1.293	1.000	132	15
G-81	2.413	345	86	00
G-69	2.500	778	107	30
G-71	7.414	579	77	15
G-85	2.155	578	91	45
G-86	1.896	356	93	45
G-88	1.810	1.556	136	60
G-75	2.586	711	16	45
G-66	401	211	45	242
G-89	128	60	61	75
G-111	2.155	178	89	348
G-72	1.380	567	99	121
G-68	457	245	59	212
G-65	155	71	73	122
MÉDIA	1.910	516	83	106

6 METAMORFISMO

6.1 Distribuição Espacial do Metamorfismo

As rochas do Grupo Tocantins, os corpos ultramáficos, foram sujeitas a um metamorfismo de caráter regional com grau metamórfico crescente para leste, variando de um metamorfismo incipiente (anquimetamorfismo?) até a fácies xisto-verde. Essa variação do grau de metamorfismo já é do conhecimento de diversos autores, tendo Silva (1980) delimitado regionalmente três isógrads metamórficas. Na área, distinguem-se quatro zonas metamórficas dispostas submeridianamente que são representadas como isógrads metamórficas no mapa geológico (anexo 2) tendo-se de oeste para leste:

- a) zona de rochas com aspecto predominantemente sedimentar;
- b) zona da sericita;
- c) zona da clorita e;
- d) zona da biotita

A primeira ocorre em uma pequena faixa de poucos quilômetros de largura na extremidade oeste. As rochas têm características tipicamente sedimentares com estratificações bem preservadas e pouco deformadas, sem evidências metamórficas a vista de sarmada. Estudos mais detidos são necessários para definir suas eventuais recrystalizações. Gradualmente transformam-se em rochas mais foliadas e, um pouco a leste de Araguacema já ocorrem intercalações de ardósias e metagrauvacas com clivagens ardósianas bem definida e características sedimentares reconhecíveis ao microscópio, iniciando-se o aparecimento de sericita formando uma zona amplamente distribuída até além da metade da área, quando as rochas vão tornando-se mais filiticas e homogêneas e a xistosidade passa a ser bem desenvolvida. A localização precisa do limite desta zona com a da clorita, a leste, é dificultada pela falta de uma amostragem sistemática, devido aos efeitos do intemperismo. As transições para as zonas da clorita e da biotita, são assinaladas respectivamente pelo aparecimento da clorita e biotita, que definem as isógrads correspondentes nos domínios leste da área. A zona da clorita, estende-se por algumas dezenas

de quilômetros e, somente no extremo leste da área constata-se a formação de biotita sem que isso implique no desaparecimento da clorita, que se distribui por quase todo o domínio da Formação Pequizeiro. Existem algumas rochas em que o aparecimento mineral se dá muito antes do seu crescimento regional, como é o caso da biotita na matriz de metagrauvaca ou leitos mais enriquecidos em clorita, parecendo um fenômeno local ligado a fatores composicionais. O próprio aparecimento de clorita definindo uma zona, pode estar condicionado também ao quimismo das rochas.

6.2 Distribuição Temporal

Dois episódios metamórficos aparentemente dentro de um único ciclo metamórfico afetaram as rochas do Grupo Tocantins. O primeiro tem amplitude regional. Varia progressivamente no sentido leste, indo de graus anquimetamórficos até atingir a fácies xisto-verde a leste e, é visualizado através das isógradas metamórficas (anexo 2). Nos metapelitos das regiões de grau mais baixo, a paragênese é: sericita+quartzo+pirita+turmalina+carbonato, enquanto que o grau mais elevado é caracterizado pelas paragêneses: quartzo+moscovita+magnetita; quartzo+plagioclásio+moscovita+clorita+carbonato+epídoto+magnetita+turmalina; quartzo+plagioclásio+moscovita+clorita+biotita+carbonato+magnetita+epidoto+turmalina. Nos metaultramafitos encaixados nas rochas do Grupo Tocantins as parageneses são definidas pelas associações talco+actinolita+antigorita; talco+actinolita+magnetita e clorita+magnetita+turmalina+quartzo. A íntima relação textural desses minerais e seus desenvolvimentos paralelos a subparalelos, formando a xistosidade, evidenciam crescimentos em um primeiro evento metamórfico (M_1) concomitante ao primeiro evento deformacional (F_1).

O segundo evento metamórfico (M_2) é definido por uma blastese em que houve a cristalização e recristalização, principalmente de filossilicatos. É representado pela ocorrência de moscovita, clorita e biotita, cujo crescimento está diretamente relacionado à fase F_3 de deformação. Desenvolvem-se principalmente nos filitos e xistos das regiões de grau metamórfico mais elevado. Estes minerais formam microporfiroblastos e duas gerações são reconhecidas. Uma primeira, sin- F_3 , forma cristais com seções retangulares, subidioblásticos e sem efeitos de deformação. Eles

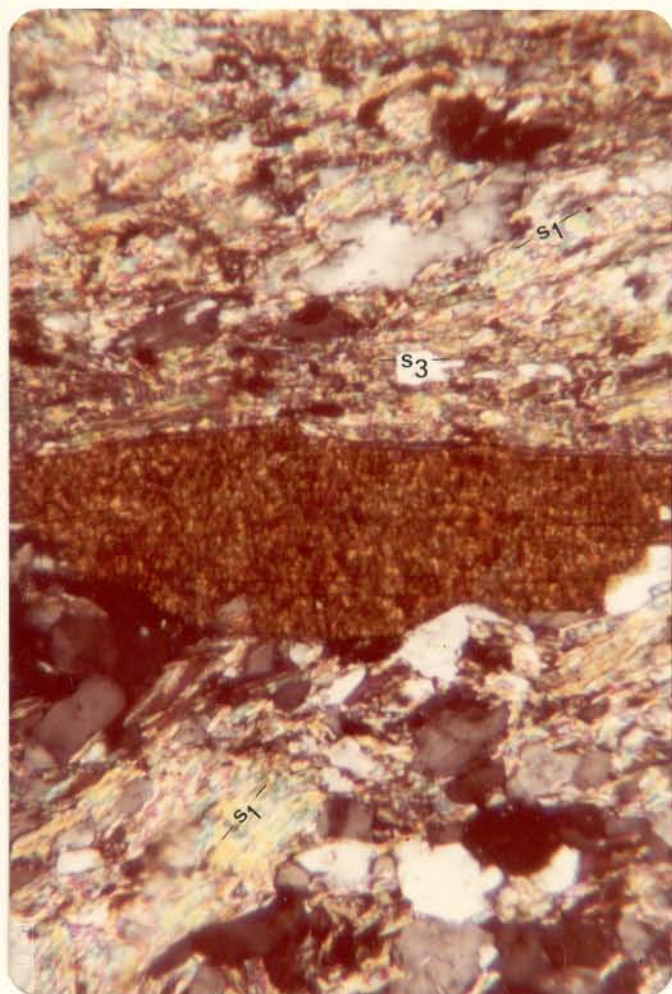


Figura 30 - Fotomicrografia. Porfiroblasto de biotita da segunda fase do metamorfismo (M_2), cristalizado em F_3 . Vê-se a foliação S_3 , truncando S_1 . (PFO-G-101). NX, 40 X.

mostram intercrescimento paralelo (clorita, biotita e moscovita) e, se orientam subparalelamente, definindo a clivagem de crenulação (S_3) que trunca a xistosidade (S_1) (fig. 30). A segunda geração desenvolvida tardi ou pós- F_3 , é formada por microporfiroblastos de biotita. São cristais maiores, xenoblásticos com contatos irregulares, e não mostram orientação preferencial. É comum nestes porfiroblastos a presença de inúmeras inclusões de minerais da matriz com franjas de alteração (S_1), orientados paralelos à clivagem de crenulação (S_3) (figuras 31, 21 e 33).

6.3 Deformação X Metamorfismo

O estudo da deformação, permitiu compor um quadro de eventos em que se distinguiu três fases de deformação plásticas distintas e uma etapa de tectônica rúptil. Através de observações microtexturais, foram estabelecidas relações entre a cristalização dos minerais e esses eventos deformacionais.

Quartzo, plagioclásio, carbonato, moscovita e clorita, que ocorrem nas rochas da extremidade oeste como grânulos clásticos (reliquiaries), são minerais pré-metamórficos. Estes cristais são predominantemente lentiformes e alongados (fig. 10). Grânulos de quartzo dessas rochas, acham-se micro-fraturados (subgrãos) e com fortes extinção ondulante. O plagioclásio ocorre frequentemente com "kink bands" nas suas geminações e as micas encurvadas. Todas essas feições desses minerais evidenciam terem sido deformados e orientados em F_1 , com recristalizações incipientes de vários destes. Concomitantemente a esta fase F_1 , desenvolveu-se o metamorfismo regional (M_1) que, nas regiões de grau relativamente mais elevado propiciou o crescimento conjunto de moscovita, clorita, quartzo, plagioclásio e carbonato como minerais principais e, também epidoto e turmalina. As disposições texturais desses minerais (orientação preferencial, bandeamento composicional e limites de grão retos) definem a xistosidade (S_1) e evidenciam cristalização em M_1 .

Magnetita e pirita iniciaram seu crescimento precocemente a F_1 , sendo definidas durante esta fase franjas de pressão, ao redor de suas formas quadradas (fig. 9), com cristalização de clorita e quartzo. Essas franjas são também desenvolvidas ao redor dos grânulos clásticos nas metagrauvas.

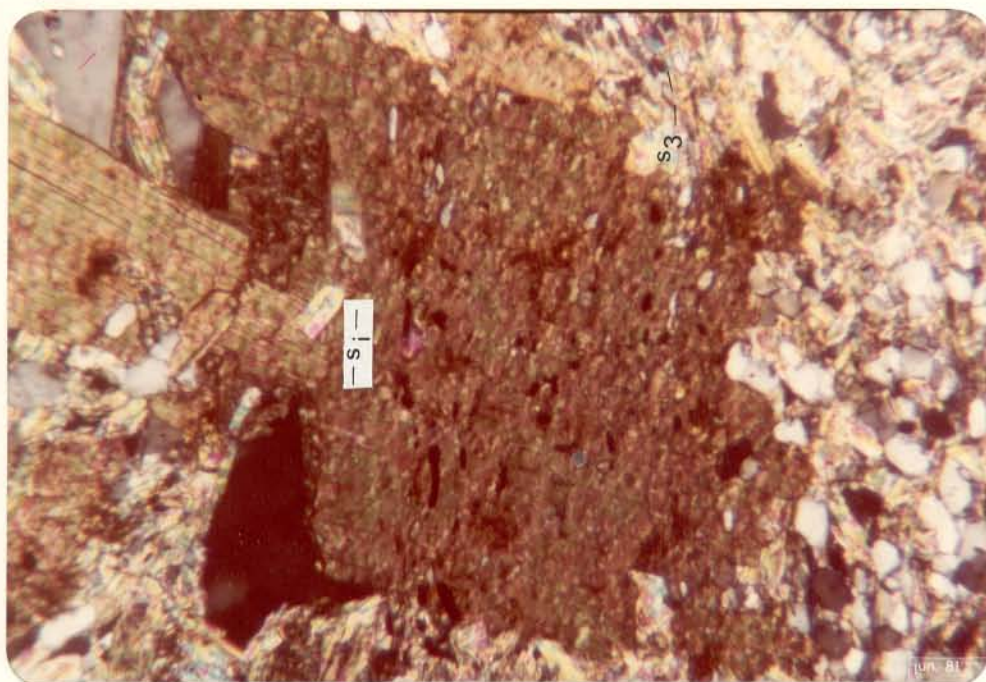


Figura 31 - Porfiroblastos de biotita da segunda fase do metamorfismo (M_2), pós- F_3 . Notam-se as inclusões de minerais da matriz, definindo uma foliação (S_1) paralela a S_3 . [PFO-G-32]. NX, 40 X.

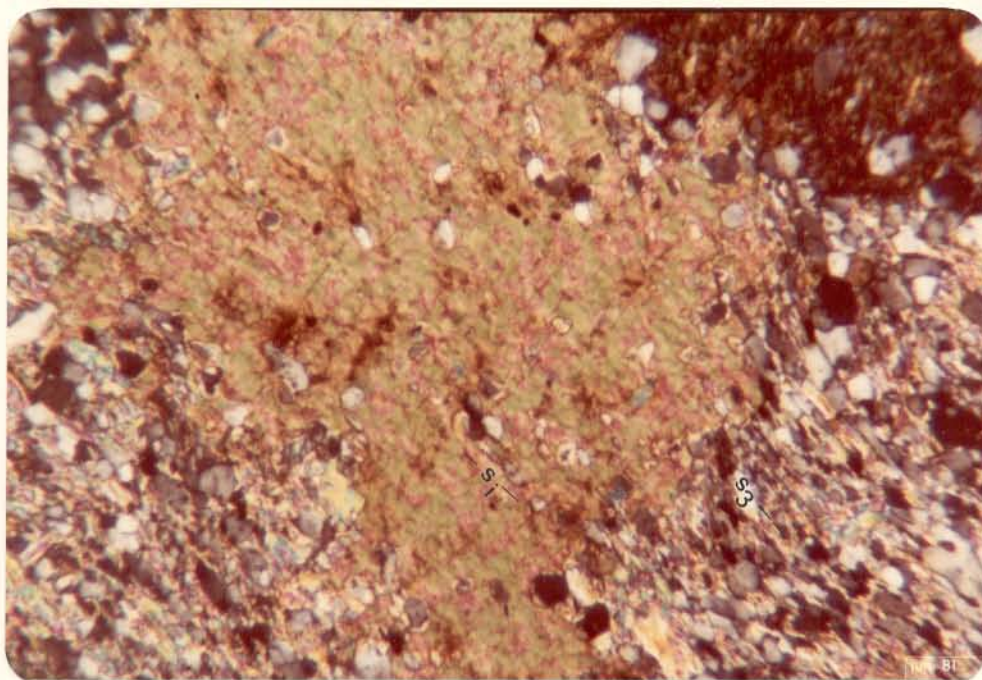


Figura 32 - Porfiroblasto mal formado de biotita da segunda fase do metamorfismo (M_2), pós- F_3 . Notam-se inclusões de minerais da matriz levemente orientadas (S_1) paralelamente a S_3 . Algumas inclusões (rutilo?) definem franjas de alteração. (PFO-G-32). NX, 40 X.

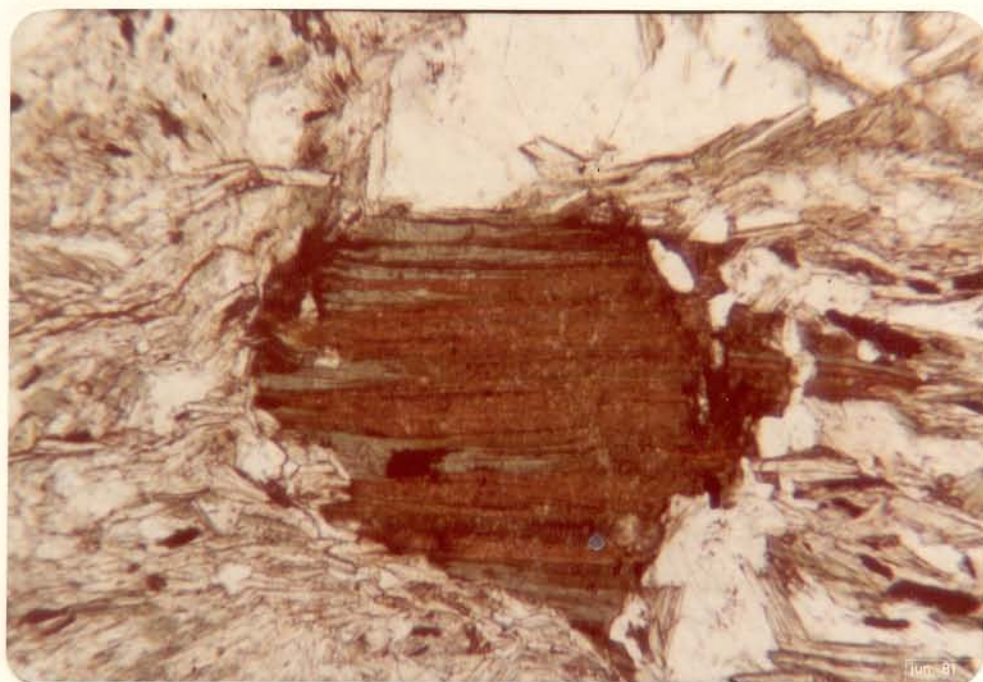


Figura 33 - Intercrescimento porfiroblástico de clorita e biotita da segunda fase do metamorfismo (M_2). Intercrescimento semelhante pode ser observado na matriz entre moscovita e clorita, representando equilíbrio no crescimento desses minerais. Observe ainda, pontos triplíceis entre os cristais de quartzo. (PFO-G-105). N//, 40 X.

Todos esses minerais foram deformados em uma segunda fase (F_2) em que a xistosidade foi dobrada, sem no entanto ter sido reconhecida qualquer cristalização associada. Uma deformação mais acentuada esteve, entretanto a cargo da intensa crenulação a que foram sujeitas, principalmente as rochas da Formação Pequizeiro, na fase de deformação F_3 . Nesta fase, quartzo, moscovita, clorita, carbonato, plagioclásio e minerais acessórios, crescidos durante o metamorfismo regional (M_1), mostram encurvamentos, "kink bands" e extinção ondulante, além de forte poligonização e recrystalização, quando situados nos ápices de dobras de crenulação (fig. 34). Um segundo episódio de metamorfismo está diretamente ligado a esta fase, tendo ocorrido cristalização de micro porfíblastos de moscovita, clorita e biotita, orientados subparalelamente, formando a clivagem de crenulação. Nesta fase houve ainda recrystalização de quartzo, plagioclásio e carbonatos em condições de extremo equilíbrio desenvolvendo-se mosaicos granoblásticos com pontos tríplexes.

Silva (1980) define essa blastese de filossilicatos como crescimento estático pós- F_3 , mas nas rochas da Formação Pequizeiro, verifica-se que moscovita, clorita e biotita iniciaram seu crescimento sin- F_3 , prolongando-se até a atenuação desta fase. Isso demonstrado pelo fato de que tanto as micas orientam-se subparalelamente formando a clivagem de crenulação, truncando as foliações pretéritas, quanto dispõem-se ao acaso, formando cristais maiores xenoblásticos, cujas inclusões internas orientam-se paralelamente à clivagem de crenulação atestando o crescimento posterior da mica. As figuras 35 e 36 resumem esta evolução.

A uma última etapa deformacional, estão ligadas transformações ao longo de falhas, com desenvolvimento de cisalhamentos, estrias e espelhos de falhas nos serpentinitos e, de "kink bands" na xistosidade, dobras "en chevron" e microcrenulações nos metapelitos.

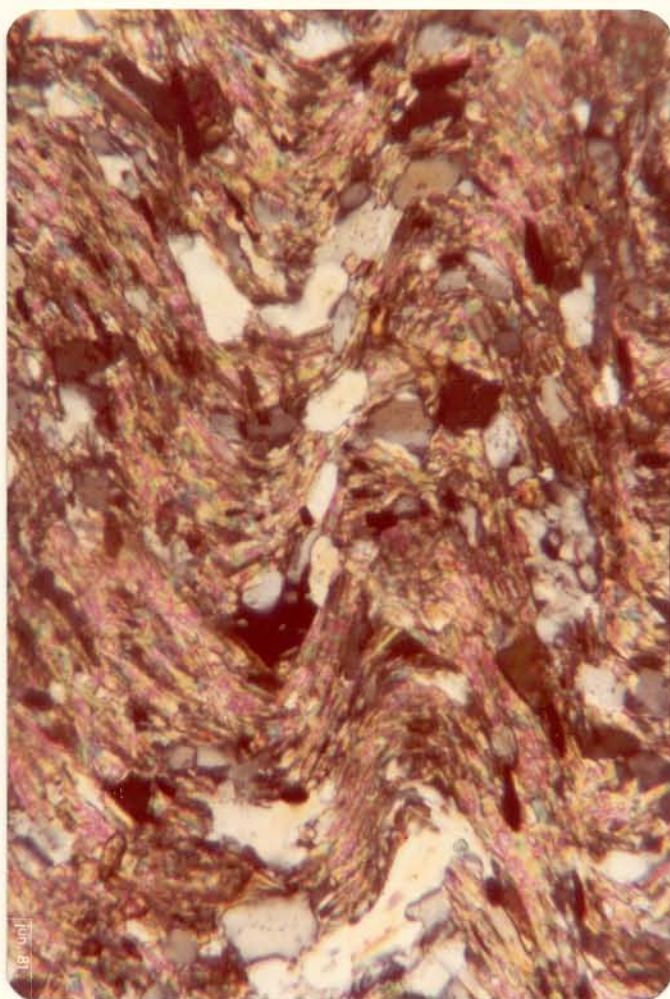
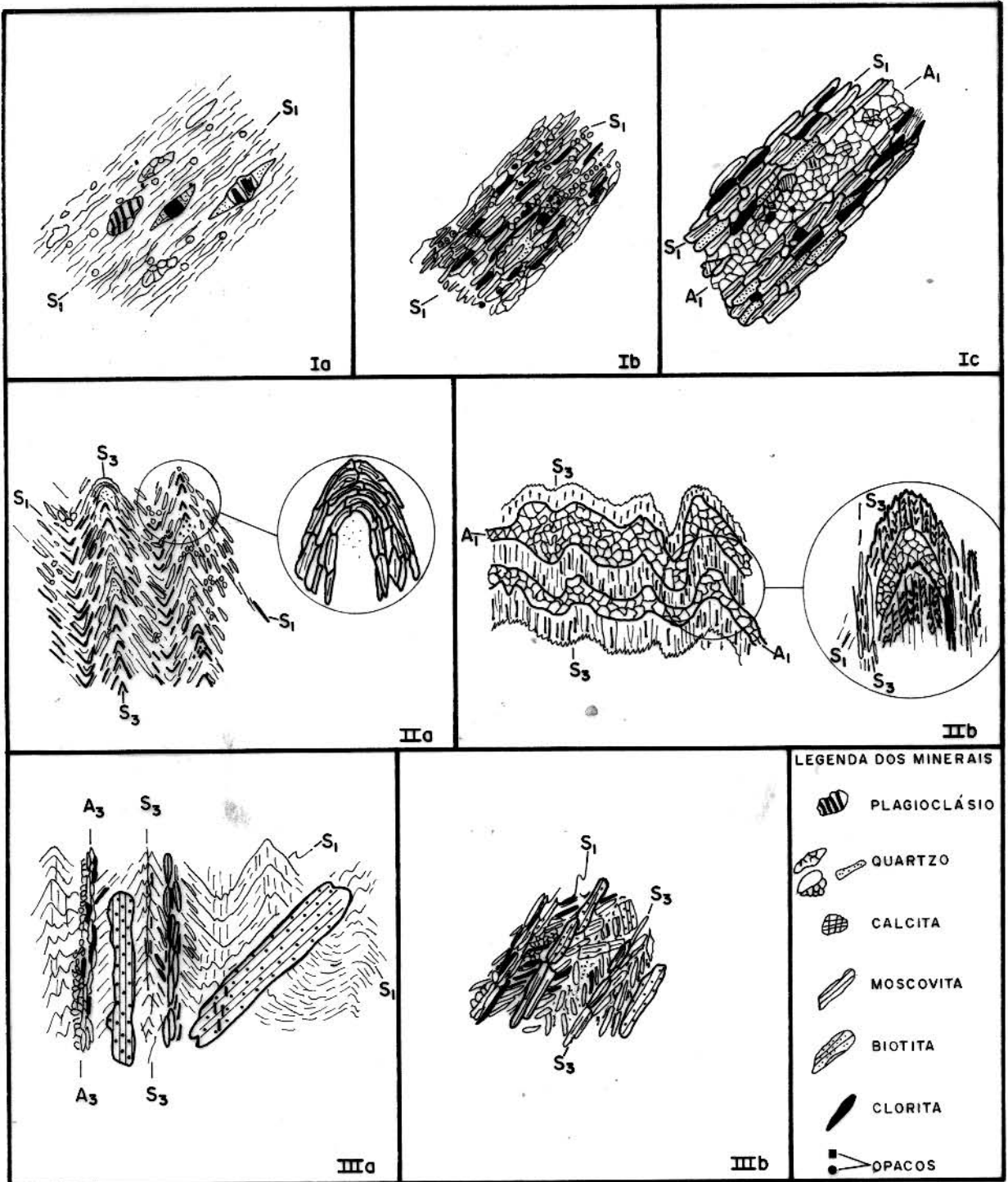


Figura 34 - Dobramento de S₁ por efeito da crenulação. Quartzo, plagioclásio, moscovita, clorita e epidoto que formam a xistosidade, acham-se dobrados, alongados, parcialmente, poligonizados e recrystalizados por efeito de F₃. (PFO-G-105). NX, 40 X.



- $F_1 - M_1$ {
 Ia. Clivagem ardosiária com cláustos reliqueares
 Ib. Xistosidade (S_1)
 Ic. Bandeamento (A_1) paralelo a S_1
 $F_3 - M_2$ {
 IIa. Crenulação com poligonização de "micas"
 IIb. Reação dos diferentes leitos composicionais pelo dobramento de crenulação com desenvolvimento de clivagem de crenulação (S_3).
 IIIa e IIIb. Crenulação com blastese sin e pós- F_3 de biotita.

Figura 35 - Evolução microtextural das rochas do Grupo Tocantins.

FASES DE DEFORMAÇÃO	F ₁			F ₂			F ₃		
MINERALOGIA	PRÉ	SIN	PÓS	PRÉ	SIN	PÓS	PRÉ	SIN	PÓS
QUARTZO			---				--	---	
PLAGIOCLÁSIO			---				--	---	
MOSCOVITA-SERICITA	---		--				--	---	
BIOTITA							---	---	--
CLORITA	--	---	--				---	---	
CARBONATO		---	---				--	---	
MAGNETITA	---	---	--						
PIRITA		---	-						
EPIDOTO		---						---	
TURMALINA	--	---	--					---	
FOLIAÇÃO DESENVOLVIDA	S ₁	A ₁		S ₂			S ₃	A ₃	
FOLIAÇÃO DEFORMADA	S ₀			S ₀	S ₁	B ₁	S ₀	S ₁	A ₁
METAMORFISMO	M ₁						M ₂		

M₁ - METAMORFISMO REGIONAL

M₂ - BLASTESE TARDIA

S₀ - ESTRATIFICAÇÃO

S₁ - XISTOSIDADE E CLIVAGEM ARDOSIANA

A₁ - BANDEAMENTO

S₂ - PLANO AXIAL

A₃ - BANDEAMENTO

S₃ - CLIVAGEM DE CRENULAÇÃO

Figura 36 - Crescimento mineral associado às fases de deformação em rochas do Grupo Tocantins.

7 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

a) A Formação Pequizeiro

A Formação Pequizeiro desde a sua criação, sempre foi tratada pelos vários autores que dela se ocupara, como uma unidade que engloba rochas diversas, incluindo metassedimentos, rochas vulcânicas e plutônicas. Trabalhos como os de Hasui et alii (1977), Abreu (1978), Silva (1980), Hasui et alii (1980) e Hasui et alii (1981) tratam-na sempre dando uma conotação genética magmática, a ponto de Abreu (1978), referir-se a ela como um "conjunto pluto no-vulcano-sedimentar". Na descrição litológica, os clorita xistos são as rochas dominantes, sendo seguidas por talco xistos, talco-actinolita xistos, actinolita xistos, serpentinitos e metabasitos, "essas últimas rochas derivadas possivelmente de plutonitos máfico-ultramáficos, concordantes e talvez também de derrames" (Abreu, 1978).

As nossas observações mostram, entretanto, que os micaxistos predominam sobre qualquer outro tipo litológico daqueles descritos e também que a natureza magmática de materiais não foi confirmada. Os clorita xistos ali ocorrentes (aqui denominados clorititos), ocupam tão somente as extremidades dos corpos ultramáficos, associando-se com actinolititos, talco-actinolita xistos, talco xistos, esteatitos e serpentinitos que resultam das transformações metamórficas superimpostas a esses corpos ultramáficos pré ou sin-tectônicos. Essas rochas foram erroneamente incluídas na Formação Pequizeiro por vários autores, quando foi agora possível determinar que representam um magmatismo de incidência regional. Atualmente vários desses corpos, com características semelhantes aos da área são encontrados no domínio do Grupo Estrondo (Costa, 1980; M.D.Santos, A.C.Souza, N.P.Teixeira, informação oral) e particularmente na Formação Couto Magalhães, não se podendo por isso incluir tais corpos como constituintes de uma ou outra formação.

A distribuição de litologias verificada a partir dos diagramas da figura 28, para as rochas da Formação Pequizeiro, mostra uma preferência por três grupos composicionais, predominando argilas e grauvacas e, um terceiro que corresponde a argilas aluminosas, sem contar com os calcoxistos (não analisados) que cons

tituiriam um outro grupo. '

As observações de campo, como as variações litológicas nessa formação, sugerem alternância de materiais de origem sedimentar e, os dados petrográfico-mineralógicos e químicos são indicativos de uma natureza pretérita sedimentar para as rochas de Formação Pequizeiro, tratando-se de uma derivação principalmente a partir de grauvacas e pelitos, não sendo portanto possível aventar importantes contribuições magmáticas nesta unidade.

b) Formação Couto Magalhães

As rochas desta formação mostram alguma diferença composicional em relação às da Formação Pequizeiro (tabela 1). Nos diagramas da fig. 28, não há uma distribuição homogênea de suas rochas, situando-se tanto no campo das grauvacas (uma amostra) como no das argilas, ocupando regiões diferentes daquelas da Formação Pequizeiro. Contudo é indicada também uma natureza pretérita sedimentar para esta unidade, corroborada pela presença de metagrauvacas, metargilitos, calcários e outros metassedimentos , além de estruturas sedimentares preservadas nos metamorfitos, tratando-se de uma seqüência predominantemente metapelítica.

c) Relações de contato entre formações e estratigrafia

A discussão sobre os contatos entre as diferentes unidades que compõem o Super grupo Baixo Araguaia, remonta à década de sessenta, quando Barbosa et alii (1966) advogaram a existência de uma discordância entre as unidades Araxá e Tocantins (agora conhecidas como Estrondo e Tocantins) baseando-se no grau de metamorfismo. Silva et alii (1974) admitem a existência dessa discordância, sem no entanto caracterizá-la, citando o retrometamorfismo (que "levou a fácies filítico rochas de ambos os grupos") , como um obstáculo na sua definição, suspeitando também da existência de falhas de empurrão colocando "rochas do Araxá sobre o Grupo Tocantins". Hembold (1960) não admite a existência dessa discordância, admitindo a passagem gradual do metamorfismo, o que foi reafirmado por Puty et alii (1972) e Schobbenhaus et alii (1975). Hasui et alii (1977) e Abreu (1978) verificaram que, entre as formações Xambioá (Grupo Estrondo) e Pequizeiro (Grupo Tocantins) não há modificações no estilo estrutural e a varia

ção do metamorfismo se dá de maneira gradual, o mesmo acontecendo na passagem desta para a Formação Couto Magalhães, mas suspeitam de uma discordância.

O que se nota até o presente, é que esses contatos foram muito mais assumidos do que comprovados, podendo simplesmente não existir discordância entre as unidades. Verificam-se sempre gradações de origem metamórfica sendo que os contrastes litológicos resultam dos diferentes graus de metamorfismo a que foram sujeitas as unidades e, no caso, a Formação Pequizeiro situa-se integralmente na zona de clorita e parcialmente na zona da biotita.

O empilhamento estratigráfico proposto por Abreu (1978) para o Grupo Tocantins, posicionando a Formação Couto Magalhães (à oeste) na porção inferior e, a Formação Pequizeiro (à leste) superiormente é discutível. Nenhuma evidência indica o posicionamento superior da Formação Pequizeiro que fora assumida unicamente por ela diferir das demais do Super grupo Baixo Araguaia com base em sua suposta origem magmática. O seu grau metamórfico mais elevado deve refletir um nível estratigráfico mais baixo, a não ser que haja variações locais do gradiente geotérmico. O que não parece provável em vista da regularidade com que se dispõem as isógradas metamórficas. Costa (1980) observou a sucessão de unidades cada vez mais novas a partir da braquianticlinal de Colméia para oeste e, como a polaridade metamórfica dirige-se para o Craton Amazônico o mais lógico seria admitir a Formação Pequizeiro ocupando partes mais profundas da sequência.

Analisando a composição química das rochas das formações Couto Magalhães, Pequizeiro e Xambioá (tabela 1, fig. 28) verifica-se uma certa analogia entre elas, situando-se, de um modo geral, nos campos das grauvas e pelitos.

Em vista dos dados apresentados nos itens precedentes, o modelo desses autores mostra-se no mínimo discutível e, portanto apresentamos aqui outra possibilidade, a de que a Formação Pequizeiro representa a unidade inferior, estando sobreposta pela Formação Couto Magalhães compondo assim o Grupo Tocantins. É possível ainda que entre essas duas unidades haja também variações laterais (faciológicas) à época da sedimentação que poderia inclusive, englobar parcialmente a Formação Xambioá daí a inexistência de contatos discordantes entre essas unidades.

d1 Rochas de origem magmática, pré-tectônicas, rochas associadas e corpos pós-tectônicos

O estudo do magmatismo ocorrente na Faixa de Dobramentos Araguaia, sempre fora tratado em largos traços. Os diversos trabalhos, desde os tempos de Almeida (1974), nunca se detiveram nas suas particularidades, tratando os corpos ígneos de maneira generalizada englobando eventos e naturezas magmáticas distintos em um único grupo, a exemplo dos chamados corpos "básicos-ultrabásicos".

Foram reconhecidos pelo menos dois eventos magmáticos distintos na área de trabalho: um plutonismo pré-tectônico representado pelos corpos serpentiniticos e pelo menos um evento pós-tectônico de natureza máfica e ultramáfica, que possivelmente poderá ser dividido em dois: um representado por rochas ultramáficas e o outro por rochas máficas (gabros e diabásios).

- Corpos serpentiniticos do Tipo Alpino (ofiolitos)

Formam corpos lentiformes alinhado submeridianamente (à semelhança de "boudins" regionais), dispostos em zonas de falhas. Tipicamente englobam uma associação litológica em que os núcleos desses corpos são ocupados por serpentinitos maciços e cromititos, envolvidos por finas unidades transicionais definindo um zoneamento litológico.

As composições químicas e mineralógicas dessas rochas evidenciam sua natureza ultramáfica. No diagrama ACF (fig. 29) uma amostra (actinolitito) situa-se no campo das rochas ultramáficas embora aproxime-se do campo das rochas máficas, mas esse fato não indica necessariamente uma composição máfica, uma vez que seus teores elevados de MgO (19,42%) e CaO (10,76%), e baixos de Al_2O_3 e Na_2O , tendem muito mais para uma composição piroxenítica. O fato dos serpentinitos ocuparem uma posição próxima ao vértice F, nos diagramas ACF e A'KF (fig. 29), reflexo de seus altos valores de MgO e extrema pobreza em CaO e Al_2O_3 , evidencia composições originalmente duníticas para a maioria das rochas dos maciços, reforçada ainda pela presença de cromititos nesses núcleos e, pelas concentrações relativamente elevadas de Ni, Cr, Co e V nos serpentinitos (tabela 3), valores esses compatíveis com os apresentados por Góes (1967).

O zoneamento litológico desenvolvido nesses corpos, tem

os seguintes aspectos:

- clorititos

Formam faixas mais ou menos contínuas não ultrapassando três metros, dispostas nos limites mais externos dos maciços, em contato direto com filitos metapelíticos. São rochas bastante foliadas, concordantes estruturalmente com as encaixantes. Eles foram formados possivelmente por transformação de filitos metapelíticos imediatamente adjacentes aos corpos serpentiniticos por penetração de magnésio associado aos processos de serpentinização. Seus teores elevados de Al_2O_3 (não encontrado em qualquer rocha dos maciços) e MgO , além da presença de grânulos de quartzo e turmalina, favorecem esta conclusão;

- esteatitos e talco-xistos

Consistem principalmente ou totalmente de agregados de talco, orientados ou não, ocorrendo tipicamente ao longo das margens internas da zona cloritizada, formando leitos locais e lentes de espessuras irregulares, não superiores a três metros. Estão separados dos clorititos por finas unidades transicionais com actinolita, gradando rápida e irregularmente para os serpentinitos do núcleo dos corpos. A semelhança composicional dos esteatitos com os serpentinitos, e a presença de pseudomorfos parciais os completos de talco a partir da antigorita, sugere que os talco xistos se formaram às expensas dos serpentinitos, como resultado de processos metamórfico-metassomáticos.

- serpentinitos

São geralmente rochas maciças e localmente acham-se muito foliadas, devido a falhamentos. Consistem predominantemente de agregados de antigorita e raramente pseudomorfos de olivina e piroxênio, e constituem o tipo litológico predominante, ocupando o interior dos corpos maiores, juntamente com cromititos. Originaram-se a partir de um magma de composição predominantemente dunítica como atestam seus teores elevados de MgO , pobreza em CaO , assim como o fato de se associarem a eles, cromititos e apresentarem remanescentes de olivina e piroxênio;

- metassilexitos

Ocupam frequentemente as cúpulas dos maciços, capeando-os. São rochas estruturalmente complexas, às vezes foliadas, cortadas por veios irregulares de quartzo. São muitas vezes amórfas

com hematita e magnetita, pigmentadas por garnierita. Aparentemente resultam da liberação de sílica durante o processo de serpentinização que atuou de maneira generalizada nas rochas dos complexos.

A serpentinização envolveu a adição de considerável quantidade de água e mobilização de sílica pré ou sin-metamorfismo, tendo esta sido depositada imediatamente nas adjacências dos corpos serpentíníficos. Foram envolvidas, também, quantidades razoáveis de soluções ricas em ferro, muitas vezes depositada nos silexites adjacentes ou nas estruturas dos pseudomorfos, constituindo impurezas não admitidas na estrutura de serpentina (Deer et alii, 1967). Foi acompanhada ainda por um metassomatismo magnésiano reduzido, influenciando composicionalmente os filitos metapelíticos encaixantes. Todos esses fenômenos parecem ter antecedido ou acompanhado o metamorfismo já que, a maioria das rochas mostram-se foliadas e, a recristalização é intensa nos silexites, sendo poupados das deformações apenas os núcleos dos corpos maiores, como se houvessem sido protegidos das deformações.

O processo de serpentinização envolve adição de grande quantidade de água, que deve ter provindo dos sedimentos atravessados pelo material ultramáfico. Um fato relevante, é a presença de cristais de turmalina nos clorititos e a concentração local de massas desse mineral dentro dos serpentinitos. A turmalina tem distribuição regional, aparecendo acessoriamente nas rochas do Grupo Tocantins e, como acentuam Turner e Verhoogen (1960), há concentração elevada de boro na água marinha. Isso reforça a hipótese enunciada.

A inexistência de efeitos térmicos nas encaixantes, tem sido objeto de controvérsias mas, atualmente admite-se que os corpos serpentíníficos sejam alóctonos, e que a sua localização atual não representa seus locais de colocação originais. Coleman (1971) interpreta-os como massas cristalinas ou semi-cristalinas, colocadas tectonicamente. As feições gerais desses corpos permite classificá-los como do tipo Alpino mas, a sua intimidade com zonas tectonizadas, e a presença de cherts hematíticos, sugerem seus alojamentos por tectonismo, em que a Geossutura Tocantins-Araguaia (Almeida, 1974), tem papel importante no posicionamento, em vista da distribuição regional submeridiana desses corpos. Não se pode descartar a possibilidade de representarem corpos ofiolí

ticos dentro dos conceitos, modernos, embora rochas máficas não tenham sido identificadas, sendo necessário portanto, de estudos mais detalhados desses diversos corpos da Faixa de Dobramento Araguaia.

- Peridotitos e rochas máficas pós-tectônicas

Representam um segundo ou mais eventos magmáticos e estão dispostos nas proximidades do Craton Amazônico, afetando termicamente as rochas da Formação Couto Magalhães. Este evento (ou e ventos), seria responsável pela injeção de enxame de diques de diabásio, "stocks" de gabros e intrusão de corpos maiores de hornblenda peridotitos. Verifica-se no caso desses peridotitos, a feição anômala deixada pela serra de São José isolada em linea mentos submeridianos regionais.

Não foi possível estabelecer as relações entre os corpos máficos e os peridotitos já que, apesar de ocorrerem num mesmo domínio não estão em contato. Apesar de estarem incluídos em um mesmo evento magmático ligado a processos rupturais, suspeitamos tratar-se de eventos distintos em que os peridotitos representa riam eventos anteriores às injeções máficas. Datações K-Ar em gabros dessa região indicam idades Brasileiras para esse evento, sendo esta a idade mínima atribuível ao Grupo Tocantins.

8 EVOLUÇÃO GEOLÓGICA

A geologia da região compreendida entre as cidades de Araguacema e Pequizeiro, teve sua evolução ligada a eventos pré-Brasilianos e Brasileiro. Possivelmente antes do Ciclo Brasília no ou mesmo durante este, na fase de sedimentação, formaram-se as rochas do Grupo Tocantins agora representadas por xistos, filitos e ardósias (e provavelmente deu-se a intrusão tectônica dos corpos ultramáficos associados), compondo a parte superior do Super grupo Baixo Araguaia. Nesta porção ocidental da Faixa de Dobramento Araguaia, são reconhecidos os seguintes estágios no processo evolutivo: fase de sedimentação com a qual provavelmente se associou o plutonismo ultramáfico; fase tectogenética principal com deformações plásticas ligadas ao Ciclo Brasileiro ou também a outro mais antigo; provável plutonismo ultramáfico e metamorfismo ligado ao Ciclo Brasileiro e; fases finais, com deformações rígidas, magmatismo e sedimentação ligadas também ao Ciclo Brasileiro.

- Sedimentação

A implantação de uma calha isolada na borda leste do Craton Amazônico, propiciou a deposição dos Grupos Estrondo nas porções orientais e Tocantins ocidentalmente. A sedimentação do Grupo Tocantins teve início com o acúmulo de material pelítico com intercalações psamo-pelíticas e localmente níveis psamíticos e finos leitos aluminosos e carbonáticos constituindo a Formação Pequizeiro. As alternâncias quartzíticas e a presença de pequenos teores de carbonato nos micaxistos e lentes de calcoxistos, indicam uma deposição em ambiente não muito profundo, com pequenas variações na energia do meio. A regularidade composicional dos tipos rochosos (vide tabela 1), sugere homogeneidade da área fonte.

A seguir, depositou-se uma seqüência predominantemente pelítica em cujo topo, intercalam-se os seguintes materiais: calcários, grauvacas, argilitos, quartzitos e chert. O conjunto compõe a Formação Couto Magalhães. Esta sedimentação argilosa evidencia ambientes mais profundos na sedimentação, enquanto que, nos últimos períodos, devem ter variado sucessivamente as condições da energia do meio, alternando-se períodos intranquilos e

tranquilos na sedimentação ou mesmo modificações da área fonte.

Posteriormente foram introduzidos precoce ou concomitante mente à fase de deformação-metamorfismo, uma série de corpos ultramáficos, preferencialmente próximos ao limite atual entre as formações Pequizeiro e Couto Magalhães. Esses corpos mostram uma íntima associação com zonas de falha e cherts hematíticos e possivelmente, suas colocações estão relacionadas a estas descontinuidades.

- Fase tectogenética principal

Esta fase é caracterizada por deformações intensas das rochas. Num primeiro evento de deformação (F_1), formaram-se dobras da estratificação, com o desenvolvimento de uma xistosidade plano-axial. Dobras da xistosidade foram geradas em uma segunda fase deformacional (F_2) envolvendo também o acamamento transposto. A formação de uma crenulação penetrativa, bem evidenciada em rochas da Formação Pequizeiro, está ligada à última fase da deformação plástica (F_3) e nos estágios mais evoluídos, de uma forte clivagem de crenulação.

Durante a fase de deformação (F_1) implantou-se um metamorfismo regional de grau crescente de oeste para leste onde atingiu a fácies xisto-verde. Foram afetadas as rochas sedimentares assim como os corpos ultramáficos nelas encaixados. Relações entre o metamorfismo e deformação são observáveis petrograficamente. Assim é que a orientação preferencial de filossilicatos com outros minerais definindo a xistosidade, envolvendo a recrystalização e cristalização de vários minerais, resultou de um processo sincrônico à fase de deformação F_1 . Ao longo dos planos da clivagem de crenulação, recrystalizaram uma série de minerais, havendo neo-crescimento porfiroblástico de moscovita, clorita e biotita, definindo um segundo evento do ciclo metamórfico, na fase de deformação F_3 , com crescimento tardio de biotitas.

Nos corpos duníticos atuou uma série de processos, que se teriam iniciado com a serpentização desses corpos, pela introdução de grande quantidade de água marinha aprisionada nos sedimentos, processos esses que envolveram ainda liberação de sílica e metassomatismo magnésiano localizado, em direção às encaixantes, com formação de rochas talcíticas, actinolíticas e cloríticas, ligadas aos processos metamórficos. A serpentização te

ve início precocemente ao metamorfismo regional, prolongando-se ao longo dele, sendo um forte fator que facilitou todos os processos para a geração dos diferentes tipos litológicos.

- Fases Finais

No final do Ciclo Brasileiro, a área apresentou características paraplataformais, sendo atingida por uma tectônica rígida, gerando-se e reativando-se falhamentos e fraturas generalizadas, desenvolvidas principalmente nas rochas da Formação Couto Magalhães. A formação de um pequeno "graben" propiciou o acúmulo de sedimentos relacionados à Formação Rio das Barreiras, constituída de conglomerados polimíticos, com seixos das rochas adjacentes envoltos em matriz siltico-argilosa, e siltitos predominantes no topo. Suas estratificações horizontais a subhorizontais, além de outros fatores, sugerem uma ligação com o relevo criado por essa tectônica.

Possivelmente nesta época houve a intrusão de corpos ultramáficos, localizados na porção oeste da área, dos quais o maior exemplo é a serra de São José. Trata-se de um plutonismo pós-tectônico. Ainda associado a este evento ruptural, houve a injeção de um enxame de diques de diabásio e gabros, ligados a um fraturamento tracional, muito bem caracterizado na porção oeste da área. Suas idades são compatíveis com o Ciclo Brasileiro, descartando-se totalmente a sua correlação com o magmatismo toleítico da Bacia do Parnaíba, de idade Jurássico-Cretácea.

Eventos geológicos finais, em tempos fanerozóicos incluem intensa erosão e intemperismo da área, laterização acentuada e deposição de sedimentos arenosos e argilosos ao longo das margens dos rios principais que drenam a área.

9 CONCLUSÕES

A área compreendida entre as cidades de Araguacema, Pequi^zeiro e Conceição do Araguaia, compreende rochas Pré-Cambrianas, representadas pelo Grupo Tocantins, com as formações Pequizeiro e Couto Magalhães (metassedimentos com corpos serpentínicos) e pela Formação Rio das Barreiras, corpos de hornblenda peridotitos e os enxames de diques de diabásio e "stocks" de gabros. As ob^ser^{va}ções e tratamento dos dados obtidos em campo, permitiu com^por um quadro geológico evolutivo para a área e, algumas modifi^{ca}ções no que se é conhecido até o presente, acham-se adiante:

a) A Formação Pequizeiro representa a porção inferior do Grupo Tocantins, representando uma seqüência com predominância de argilas e grauvacas e localmente intercalações psamíticas, a^luminosas e carobonáticas, atestando a ascendência sedimentar de suas rochas.

b) A Formação Couto Magalhães, ocupa a parte superior do Grupo Tocantins constituindo uma seqüência predominantemente me^tapelítica, com intercalações localizadas de metapsamitos, meta^tgrauvacas e calcários, de composição grosseiramente diferente das rochas de seqüência Pequizeiro. Não é de se excluir variações fa^ciológicas laterais entre as formações Pequizeiro e Couto Maga^lhães.

c) As associações minerais e a presença das zonas da seri^cita, clorita e biotita, atestam um metamorfismo variando de graus anquimetamórficos até a fácies xisto-verde para as rochas do Grupo Tocantins atingindo a isógrada da biotita, com polarida^de dirigida ao Craton Amazônico. O metamorfismo foi acompanhado pelos eventos deformacionais, sendo que o metamorfismo regional (M₁) implantou-se sincronicamente à fase F₁ de deformação, enquan^to um segundo evento deste metamorfismo (M₂) foi, responsável pe^lo crescimento blástico de filossilicatos (moscovita, clorita e biotita) e recristalizações em extremo equilíbrio, em uma fase de deformação F₃. Moscovita e clorita já iniciam seu crescimento em F₁, prolongando-se até F₃, enquanto a biotita cresce precocemen^te e prolonga-se até o esmorecimento de F₃.

d) Pelo menos dois eventos magmáticos são reconhecidos na área: um pré ou sin-tectônico e outros pós-tectônicos. No primei^ro, de natureza dunítica, os corpos foram alojados tectonicamen^t

te, representados essencialmente por núcleos serpentínícos e cromícos envolvidos por actinolititos, talco xistos e esteatitos, talco-actinolita xistos e clorititos definindo um zoneamento litológico. Estão associados com cherts hematícos e são capeados por silexitos provindos da liberação de sílica durante os processos de serpentinização. Esses corpos são característicos do tipo alpino, ou podem representar corpos ofiolíticos alojados por tectonismo nas rochas do Grupo Tocantins. Não se encontrou até o presente nesses corpos, material de natureza máfica. O segundo evento foi responsável pela intrusão de corpos peridotícos e injeção de enxames de diques e "stocks" de diabásio e gabros em condições paraplataformais e podem representar eventos distintos.

10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, F.A.M. de - 1978 - Estratigrafia e Evolução Estrutural do Segmento Setentrional da Faixa de Dobramentos Paraguai-Araguaia; Tese de Mestrado. Belém. Núcleo de Ciências Geofísicas e Geológicas-Universidade Federal do Pará. 90 p.
- ALMEIDA, F.F.M. de - 1967a - Origem e Evolução da Plataforma Brasileira. Rio de Janeiro. Bol. DGM/DNPM, 241:36 p.
- ALMEIDA, F.F.M. de - 1967b - Observações sobre o Pré-Cambriano da Região Central de Goiás. Curitiba - Bol. Paranaense Geociências. 26:19-22.
- ALMEIDA, F.F.M. de - 1974 - Sistema Tectônico Marginal do Craton do Guaporé. In: Anais XXVIII Congr.Bras.Geol., Porto Alegre, SBG. 4:9-16.
- BARBOSA, O.; RAMOS, J.R.A. de; GOMES, F.A.; HEMBOLD, R. - 1966 - Geologia Estratigráfica, Estrutural e Econômica da Área do Projeto Araguaia. Rio de Janeiro. Bol. DGM/DNPM. 19:95 p.
- BERBERT, C.O. - 1970 - Geologia dos Complexos Básicos-Ultrabásicos de Goiás. In: Anais XXIV Congr.Bras.Geol. Brasília, SBG. 42-50.
- COLEMAN, R.G. - 1971 - Petrologic and Geophysical Nature of Serpentinities. Geological Society of American Bulletin. 82: 897-917.
- CORDEIRO, A.A.C.; McCANDLESS, G.C. - 1976 - Maciço Ultramáfico de Quatipurú. In: Anais XXIX Congr.Bras.Geol. Ouro Preto, SBG. 3:9-15.
- COSTA, J.B.S. - 1980 - Evolução Geológica da Região de Colméia Goiás. Tese de Mestrado. Belém. Núcleo de Ciências Geofísicas e Geológicas-Universidade Federal do Pará. 71 p.
- DEER, W.A.; HOWIE, R.A.; ZUSSMAN, J. - 1967 - An Introduction to the Rock Forming Minerals. London, Longmans Green. 270 p.
- GOLES, G.G. - 1967 - Trace Elements in Ultramafic Rocks. In: Ultramafic and Related Rocks. Wyllie, P.J. New York, John Wiley. 352-362.

- GUERREIRO, M.G.S.; SILVA, J.M.R. da - 1976 - Projeto Guaraf-
Conceição. Belém. DNPM/UFPa. 50 p.
- HASUI, Y.; ABREU, F.A.M. de; SILVA, J.M.R. da - 1977 - Estratigrafia da Faixa de Dobramentos Paraguai-Araguaia no Centro Norte do Brasil. São Paulo. Bol.Inst.Geoc. 8:107-188.
- HASUI, Y.; ABREU, F.A.M.de; COSTA, J.B.S.; SILVA, J.M.R. da - 1981 - A Faixa de Dobramentos Araguaia - Estado de Conhecimento. In: 1º Simpósio de Geologia do Centro Oeste. Geologia do Pré-Cambriano. Resumos. Goiânia. SBG. 9-10.
- HASUI, Y.; HENNIES, W.T.; IWANUCH, W. - 1975 - Idades Potássio-Argônio do Pré-Cambriano da Região Centro Norte do Brasil. São Paulo. Bol. Inst. Geoc., 6:77-83.
- HASUI, Y.; TASSINARI, C.C.G.; JUNIOR, O.S.; TEIXEIRA, W.; ALMEIDA, F.F.M. de; KAWASHITA, K. - 1980 - Datações Rb-Sr e K-Ar do Centro Norte do Brasil e seu Significado Geológico-Geotectônico. In: Anais XXXI Congr.Bras.Geologia. Camboriú-Santa Catarina, SBG. 5:2659-2676.
- HEMBOLD, D.R. - 1960 - In: BRASIL, Departamento Nacional da Produção Mineral. Relatório Anual do Diretor, 1959. Rio de Janeiro, DGM. 240 p.
- HOBBS, B.E.; MEANS, W.D.; WILLIAMS, P.F. - 1976 - An Outline of Structural Geology. New York, John Wiley. 517p.
- JAHNS, R.H. - 1967 - Serpentinities of the Roxbury District, Vermont. In: Ultramafic and Related Rocks. Wyllie, P.J. New York, John Wiley. 137-160.
- LANDERGREEN, S. - 1974 - Vanadium. In: Handbook of Geochemistry. WEDEPOHL, K.H. Berlin. Springer-Verlag. Vol. II-2 cap. 23E p. 1-6.
- MORAES REGO, L.F. de - 1933 - Notas Geográficas e Geológicas sobre o Rio Tocantins. Belém. Bol. Museu Paraense Emílio Goeldi. 9:271-288.
- MIYASHIRO, A. - 1975 - Metamorphism and Metamorphic Belts. London, George Allen & Unwin, 492 p.
- PUTY, C.O.F.; MARTINS, R.C.; MONTALVÃO, R.M.G.; JOÃO, X.S.J.; CARREIRA, J.M.; SILVA, G.H.; NEVES, A.P.; GIFFONI, L.E.; LOURENÇO, R.S.; FRIZZO, S.J. - 1972 - Projeto Marabá. Relatório Integrado. Belém. CPRM/DNPM. 1:124p.

- SCHOBENHAUS FILHO, C.; RIBEIRO, C.L.; OLIVA, L.A.; TAKANOHASHI, J.T. - 1975 - Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo; Folha Tocantins (SC.22). Brasília. DGM/DNPM, 58 p.
- SHIRAKI, K. - 1978 - CROMIUM. In: Handbook of Geochemistry WEDEPOHL, K.H. Berlin. Springer-Verlag. vol. II-3, Cap. 24E. p. 1-8.
- SILVA, J.M.R. da - 1980 - Metamorfismo das Rochas Pelíticas do Segmento Setentrional da Faixa Paraguai-Araguaia. Tese de Mestrado. Belém. Núcleo de Ciências Geofísicas e Geológicas Universidade Federal do Pará. 48 p.
- SILVA, G.G. da; LIMA, M.I.C. de ; ANDRADE, A.R.F. de; ISSLER, R.S.; GUIMARÃES, G. - 1974 - Geologia da Folha SB.22 Araguaia e parte da Folha SC.22 Tocantins. In: Projeto RADAM, Rio de Janeiro, Dep.Nac.da Prod.Mineral. 4:1-143 (Parte I).
- SPRY, A. - 1969 - Metamorphic Textures. Oxford, Pargamon Press. 350 p.
- STRECKEISEN, A. - 1973 - Plutonic Rocks. Classification and nomenclature recommended by the I.U.G.S. Subcommission on the Systematic of Igneous Rocks. Geotimes. 18:26-30.
- STRECKEISEN, A. - 1978 - Classification and Nomenclature of Volcanic rocks, Lamprophyres, Carbonatites and Melilitic Rocks. N.Jb. Miner. Mh. 134:1-14.
- TROW, R.A.J.; VAZ, L.F.; SLONGO, T.T.; NAKASATO, N. - 1976 - Geologia da Região de Tukuruf, Baixo Tocantins, Pará. In: XXII Congr. Bras. de Geologia. Resumos. Belo Horizonte, SBG. p. 18.
- TUREKIAN, K.K. - 1978a - Cobalt. In: Handbook of Geochemistry WEDEPOHL, K.H. Berlin. Springer-Verlag. Vol. II-3 . cap. 27E. p. 1-2.
- TUREKIAN, K.K. - 1978b - NICKEL. In: Handbook of Geochemistry WEDEPOHL, K.H. Berlin. Springer-Verlag. Vol. II-3 cap.28E p. 1-4.
- TURNER, F.J.; VERHOOGEN, J. - 1960 - Igneous and Metamorphic Petrology. New York, McGraw Hill. 726 p.
- WILLIAMS, H.; TURNER, F.J.; GILBERT, C.M. - 1970 - Petrografia, uma Introdução ao Estudo das Rochas em Seções Delgadas. São Paulo, Ed. Polígono. 445 p.

- WINKLER, H.G.F. - 1976 - Petrogenesis of Metamorphic Rocks.
New York, Springer-Verlag. 320 p.
- WYLLIE, P.J. - 1967 - Ultramafic and Related Rocks. New York,
John Wiley. 464 p.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E CULTURA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
NÚCLEO DE CIÊNCIAS GEOFÍSICAS E GEOLÓGICAS



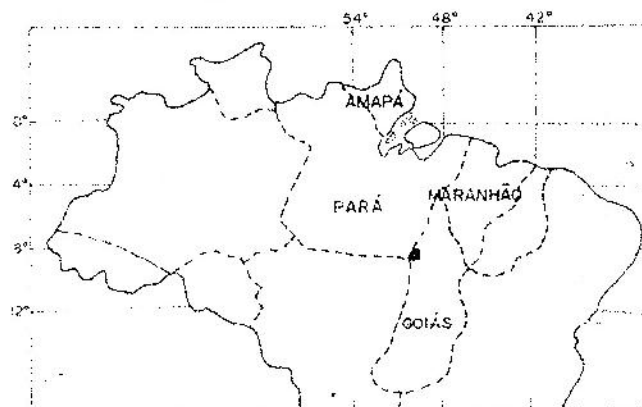
LEGENDA

- h/a Aluviões: areia, cascalho e sedimentos argilosos.
- db/ga Rochas Máficas: Diques de diabásio (db) e gabros (ga).
- p-ep Form. Rio das Barreiras: Conglomerados polimíticos com matriz silícea-argilosa, silteitos conglomeráticos. (Seixos de quartzo de veio, quartzito, silteito ferruginoso e de filitos crenulados) e silteitos tercalados.
- p-epcm/of Form. Couto Magalhães: Filitos, ardósias, metargilitos, metagrovacas, calcários subordinados, intercalações de quartzitos. Sedimentos anquimetamorfizados e silteitos bem estratificados, suavemente dobrados. Dunitos serpentinizados, serpentinitos maciços e níveis de coais de cromititos. Actinolititos, talco-actinolita-xistos, esteatitos e clorititos cortados por veios de quartzo e crisotilas. Metachert avermelhados ricos em Fe, às vezes itabiríticos bem estratificados, silteitos vermelhos, negros, rozados e esbranquiçados com estruturas complexas microvenuladas (Stock Work) e cataclásitos.
- p-ep Form. Pequizeiro: Micaxistos (clorita-moscovita-quartzoxisto, clorita-quartz-moscovita-xisto com biotita, biotita-clorita-moscovita-quartz-xisto, calcita-clorita-biotita-moscovita-quartz-xistos intensamente crenulados, intercalações de calcos xistos, magnetita-moscovita filitos e quartzitos).
- Diques (db- diabásio; ga- gabro)
- Contato definido
- Contato aproximado
- Contato encoberto
- Falha normal, blocos alto (A) e baixo (B)
- Zona de falha
- Altitude de xistosidade
- Altitude de camada
- Faturas
- Alinhamentos estruturais (foliações)
- Anticlinal com caimento
- Sinclinal com caimento
- Fazenda
- Povoado
- Cidade
- Estrada secundária
- Rodovia Estadual
- Drenagem
- Limite aproximado de isógrads metamórficas
- Ocorrência mineral
- Cromita
- Am
- Amianto crisotílico
- Talco
- Vandáio
- Fe
- Hematita

Base geográfica extraída de mosaicos semi-controlados de radar em escala 1:100.000 e 1:250.000 e fotografias aéreas em escala 1:45.000.

PROJETO FAIXA OROGÊNICA ARAGUAIA.
Autor: Paulo Sérgio S. Gorayeb

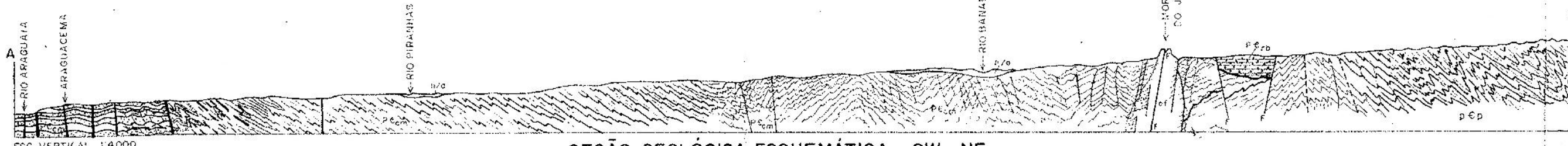
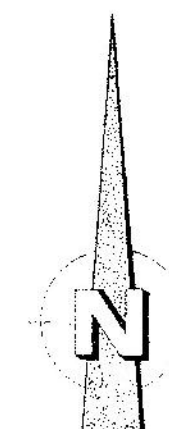
LOCALIZAÇÃO DA ÁREA



ESC. APROX. 1:200.000

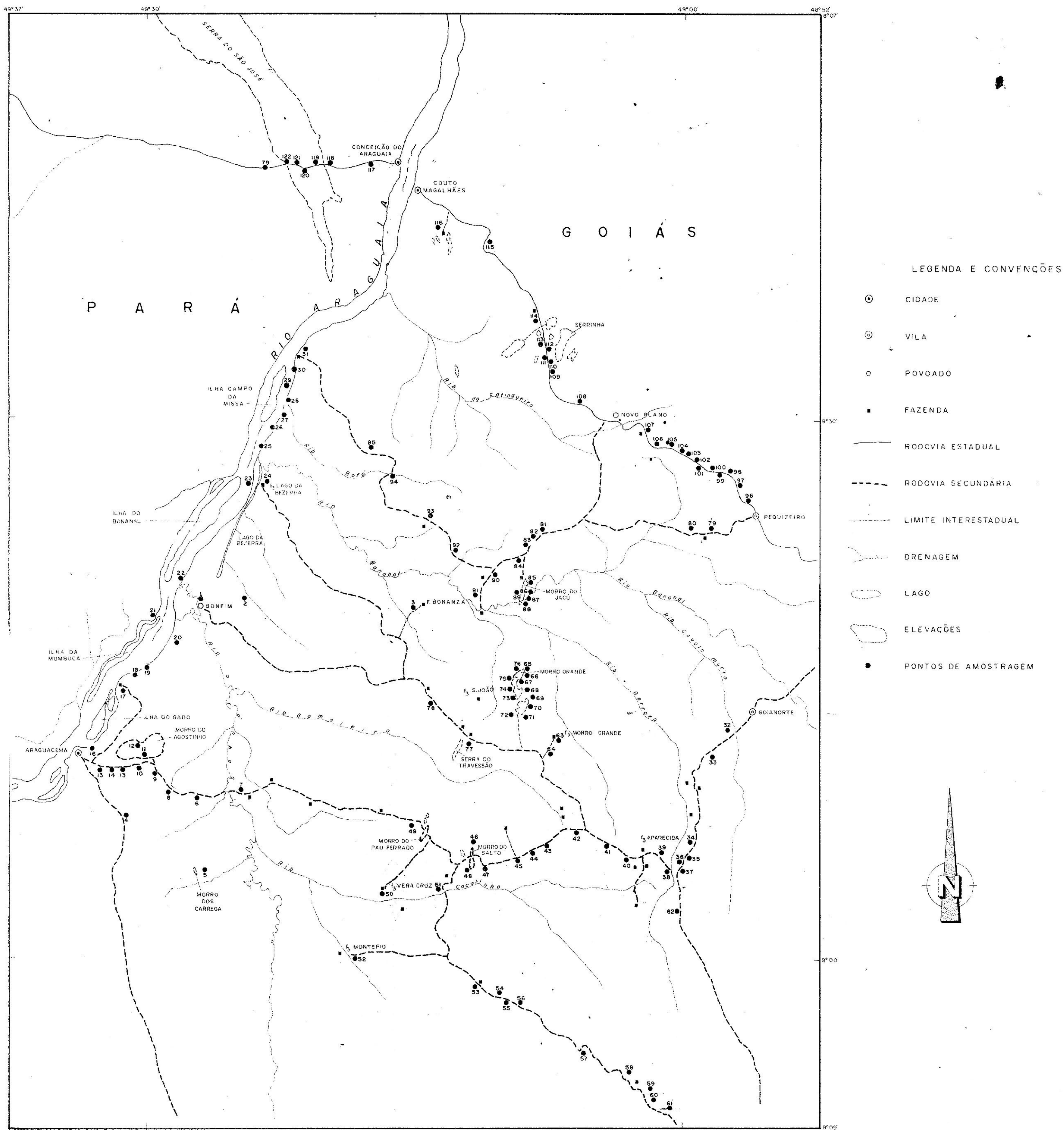


1981



SEÇÃO GEOLÓGICA ESQUEMÁTICA SW - NE

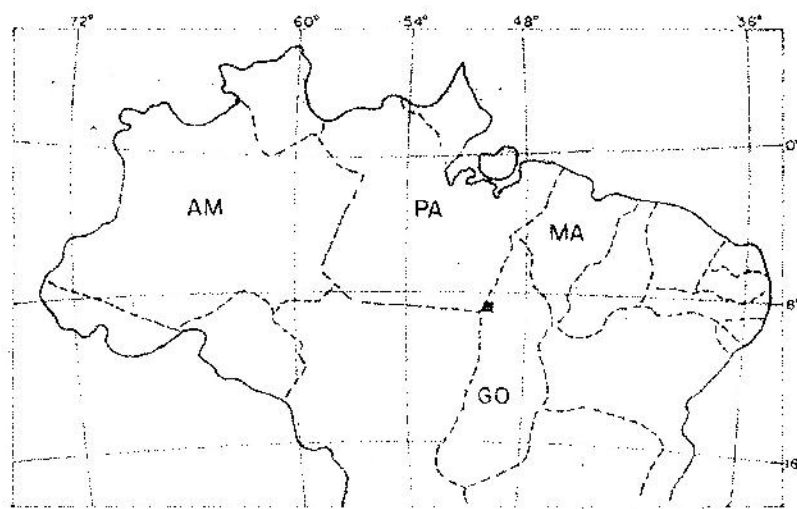
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E CULTURA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
NÚCLEO DE CIÊNCIAS GEOFÍSICAS E GEOLÓGICAS



LOCALIZAÇÃO DA ÁREA

MAPA DE AMOSTRAGEM DA REGIÃO DE
ARAGUACEMA - PEQUIZEIRO -
CONCEIÇÃO DO ARAGUAIA

PROJETO FAIXA OROGÊNICA
AUTOR: PAULO S. S. GORAYEB



ESCALA 1:250.000



198

NCCG-BIBLIOTECA