


MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIAS  
DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL

PROJETO JAIBARAS  
CONVENIO DNPM/CPRM

Relatório II - Evento 95  
Foto Interpretação Preliminar

PHL  
007582  
2006

	<b>SUREMI</b>
CPRM	SEDETE
ARQUIVO TÉCNICO	
Ficha série nº	136
N.º de Vol. mes:	2
	V: 1
<b>OSTENSIVO</b>	

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM  
Agência Recife - 1972

PROJETO JAIBARAS

FOTO INTERPRETAÇÃO PRELIMINAR

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM

Agente: Eng<sup>o</sup>. Carlos Eugênio Gomes Farias

Coord. Rec.Minerais: Geólogo Mário Farina

Ch. do Projeto: Geólogo Mário Jorge Costa

Geólogos: Waldemir Barbosa da Cruz

José Bernardino de França

Ivanuel Fortunato Bacchiegga

Carlos Alberto C. Lins

## I N D I C E

1. INTRODUÇÃO .....	1
2. LOCALIZAÇÃO E ACESSO .....	3
3. METODOS DE TRABALHO .....	5
4. ANÁLISE FOTOGEOLÓGICA GERAL .....	7
4.1- Pré-Cambriano .....	7
4.1.1- Unidade PC <sub>1</sub> - Migmatitos .....	7
4.1.2- Unidade PC <sub>2</sub> - Migmatitos .....	9
4.1.3- Unidade PC <sub>3</sub> - Granitos circunscritos	12
4.1.4- Unidade PC <sub>4</sub> - Quartzitos com Interca- lações de Xistos .....	13
4.1.5- Unidade PC <sub>5</sub> - Xistos e Filitos .....	16
4.1.6- Unidades Précambrianas de Cobertura..	18
4.1.7- Unidade PCB <sub>1</sub> - Quartzitos e Ardósias	18
4.1.8- Unidade PCB <sub>2</sub> - Calcários e Ardósias..	19
4.2- Paleozóico - Unidades Cambro-Ordovicianas...	21
4.2.1- Unidade JB <sub>1</sub> - Formação Trapiá .....	22
4.2.2- Unidade JB <sub>2</sub> - Formação Aprazível.....	25
4.3- Paleozóico da Bacia do Meio Norte .....	27
4.3.1- Unidade S/D - Formação Serra Grande..	29
4.3.2- Unidade D <sub>1</sub> - Formação Pimenteiras....	31
4.3.3- Unidade D <sub>2</sub> - Formação Cabeças.....	32
4.3.4- Unidade D <sub>3</sub> - Formação Longá .....	33
4.3.5- Unidade Cb - Formação Poti .....	34
4.4- Cenozóico .....	34
4.4.1- Unidade C <sub>1</sub> - Cenozóico Indiferenciado	35
4.4.2- Unidade C <sub>2</sub> - Dunas e Sedimentos de praia .....	37

4.4.3- Unidade C <sub>3</sub> - Aluviões .....	38
4.5- Rochas Magmáticas .....	39
4.5.1- GR- Granitos Intrusivos tipo Meruoca.	39
4.5.2- Efusivas Eo-Paleozóicas .....	41
4.5.3- Efusivas Básicas Mesozóicas .....	42
5. CONDICIONAMENTO FOTOGEOLÓGICO DAS MINERALIZAÇÕES	43
5.1- Ocorrência Cuprífera de Pedra Verde .....	43
5.2- Ocorrências de Manganês - Faz. Jatis e Faz.. Bodega.....	45
5.3- Ocorrências Auríferas de Rerjutaba-Ipú.....	46
5.4- Minerais pesados na Faixa Costeira .....	48
6. COMENTÁRIOS FINAIS .....	49

## 1. INTRODUÇÃO

O presente relatório, denominado Relatório Parcial II Fotointerpretação Preliminar, corresponde ao cumprimento das atividades F, FA, G, GA e I do Pert do Projeto Jaibaras. Constitue o primeiro "approach" ao panorama geológico integrado da área do Projeto e tem um caráter descritivo de fatos observados e inferidos da foto-análise geológica, não sendo obrigatoriamente definitivos os comentários com aspectos conclusivos, aqui apresentados com o objetivo de propiciar uma sequenciação de raciocínio.

O Projeto Jaibaras tem como meta básica o mapeamento geológico em escala de semi-detalle, 1:100.000, de aproximadamente 33.000 km<sup>2</sup>, situados no noroeste do estado do Ceará e norte do estado do Piauí. A área em apreço tem se constituído em um vasto campo de pesquisas geológicas nos últimos trinta anos por parte de diversas instituições e autores, sendo relativamente amplo o volume de dados disponíveis sobre a mesma. Todavia, a diversidade de objetivos que nortearam aqueles trabalhos e a ausência de planejamento nas pesquisas, prejudicaram sobremaneira o encaminhamento das soluções dos problemas geológicos básicos da área, mormente aqueles com implicações em possíveis concentrações minerais de importância econômica. Na área do Projeto Jaibaras são conhecidas, por exemplo, a mineralização cuprífera de Pedra Verde, os veios polimetálicos (Au, Pb, Cu) de Cariré e Reriutaba, as crôstas manganíferas de Ibuguaçu, etc., ocorrências nunca dantes estudadas visando o seu posicionamento no desenvolvimento geológico regional. O alto potencial mineralizante representado pelas manifestações magmáticas da área de Sobral, Mocambo e adjacências carece de um enfoque objetivo'

e de integração. Visa o Projeto Jaibaras oferecer um diagnóstico tão exato quanto possível deste potencial ao nível de estabelecimento de projetos de pesquisa de sequenciação (follow-up).

Este relatório consta de dois volumes, sendo que o volume I compreende o texto e ilustrações pertinentes e o volume II abriga os mapas foto-geológicos do Projeto.

## 2. LOCALIZAÇÃO E ACESSO

O Projeto Jaibaras localiza-se no extremo noroeste do estado do Ceará e abrange parte do norte do estado do Piauí e o extremo oriental do estado do Maranhão, região de Araiões. Compreende 13 folhas de  $30^{\circ} \times 30^{\circ}$ , num total de cerca de  $31.000 \text{ km}^2$  localizadas entre os meridianos  $40^{\circ} \text{ W}$  e  $42^{\circ} \text{ W}$  e os paralelos  $2^{\circ}30' \text{ S}$  e  $4^{\circ}\text{S}$ , possuindo uma extensão até o paralelo  $4^{\circ}30' \text{ S}$  na faixa compreendida pelos meridianos  $40^{\circ}30' \text{ W}$  e  $41^{\circ}\text{W}$ . A área do Projeto Jaibaras tem seu limite norte na costa atlântica em uma extensão de aproximadamente 250 km, desde a foz do Rio Acaraú até o extremo ocidental do delta do rio Parnaíba.

Dispõe a área do Projeto de uma densa rede de estradas de rodagem de primeira e segunda classe, trafegáveis todo o ano, incluindo as rodovias federais pavimentadas BR-222 e BR-243. Dista de Fortaleza cerca de 250 km e engloba importantes centros urbanos como Parnaíba e Sobral. A região é ainda servida por diversos ramais da Rede Ferroviária Federal e no litoral dispõe de dois portos operacionais para embarcações de médio calado, respectivamente, Camocim (CE) e Luiz Correia (PI). A infraestrutura básica de suprimento energético encontra-se estabelecida e em fase de ampliação, alimentada pelas usinas de Boa Esperança e do Açude Araras, este localizado no limite sul da área do Projeto. As cidades de Sobral e Parnaíba dispõem de um precário serviço de telefonia interurbana, que as ligam as capitais da região. Apenas a cidade de Parnaíba é servida por linha regular de aviões, porém todos os núcleos urbanos de maior expressão dispõem de campos de pouso em condições operacionais para aviões monomotores. Aspecto notável na área cearense do Projeto Jaibaras é a abundância de açudes públicos de médio e grande porte, destacando-se o Açude Araras, com capacidade de acumulação de 1 bilhão de metros cúbicos d'água, um dos maiores

do País. A área do Projeto Jaibaras abriga ainda o Parque Nacional de Ubajara, na região da Serra da Ibiapaba, estado do Ceará e o Parque Nacional de Sete Cidades, região de Piracuruca, estado do Piauí.



### 3. MÉTODOS DE TRABALHO

Procedeu-se inicialmente a interpretação foto-geológica de toda a área do Projeto Jaibaras utilizando-se fotografias aéreas verticais na escala 1:70.000, obtidas em 1969 pelos serviços aerofotogramétricos Cruzeiro do Sul S.A. na área correspondente as folhas Acaraú, Camocim, Granja, Santana do Acaraú, Ubajara, Sobral e Ipu, e na escala 1:25.000 obtidas em 1956 pela mesma Companhia na área correspondente as folhas Bitupitá, Parnaíba, Chaval, Buriti dos Lopes, Viçosa do Ceará e Piracuruca. Foram analisadas 2.314 fotografias aéreas sendo 1.878 correspondentes ao recobrimento em 1:25.000 e 436 fotos correspondentes ao recobrimento em 1:70.000. Como elemento auxiliar à interpretação foto-geológica foram utilizados foto-índices em escala 1:250.000 na área a leste do meridiano 41°W e na área a oeste do mesmo meridiano, foto-índices na escala 1:100.000.

Concluída a fotogeologia de toda a área do Projeto, transferiu-se os elementos interpretados nas foto-aéreas para as bases planimétricas, utilizando-se como tal, cópias heliográficas de fotomosaicos reticulados, semi-controlados, em escala aproximada 1:100.000 também fornecidos pelos Serviços Aero-fotogramétricos Cruzeiro do Sul S.A.. Obteve-se assim, os mapas fotogeológicos, na mesma escala dos fotomosaicos, que acompanham o presente relatório e que serão utilizados no decorrer do Projeto como mapas de serviço.

A partir das folhas em escala aproximada 1:100.000, obteve-se, por redução fotográfica, as bases utilizadas na montagem do mapa foto-geológico integrado em escala aproximada 1:250.000 de toda a área do Projeto Jaibaras, que também acompanha este relatório.

Basicamente, utilizou-se na fase de interpretação fotogeológica, estereoscópios de espelho marca WILD, Aero-sketchmaster Zeiss Jena e estereoscópios de bolso DFV. Du

rante o desenvolvimento dos trabalhos deu-se especial ênfase a utilização das referências bibliográficas e mapas geológicos (Relatório I) existentes na área, como pontos de apoio ao estabelecimento de padrões foto-geológicos. Destaque especial foi dado às áreas com mineralizações conhecidas ou potencialmente mineralizadas, visando, quando possível, estabelecer o condicionamento fotogeológico das mesmas, e a formulação de alternativas dos possíveis controles das mineralizações.

Constam ainda deste relatório mapas fotogeológicos de detalhe da área de Pedra Verde e de Reriutaba-Ipu em escala 1:50.000, obtidos a partir de fotografias em escala 1:25.000 e reduzidas com o auxílio do "sketch-master".

#### 4. ANÁLISE FOTOGEOLOÓGICA GERAL

##### 4.1- PRÉ-CAMBRIANO:

Cerca de 40% da área do Projeto Jaibaras é ocupada por rochas constituintes do Escudo Pré-Cambriano Brasileiro ou Plataforma Brasileira, incluídas por Almeida, F.F. M. (1969) nas denominadas "áreas de rejuvenescimento do final do Pré-Cambriano". Tradicionalmente, quase todos os autores que desenvolveram trabalhos específicos na área do Projeto Jaibaras referem-se as rochas Pré-Cambrianas como representantes da Série Ceará, de Crandall (1910).

Neste trabalho, procedemos a análise foto-geológica das áreas Pré-Cambrianas e usando como critérios o estilo tectônico e a predominância de tipos litológicos, logramos separar cinco unidades foto-geológicas, esclarecendo todavia, que o empilhamento adotado na coluna geológica não tem obrigatoriamente sentido cronológico-estratigráfico e deve ser entendido como uma tentativa provisória, à guisa de hipótese de trabalho. A seguir caracterizaremos as unidades foto-geológicas separadas:

##### 4.1.1- Unidade PC<sub>1</sub> - Migmatitos:

Ocupa extensas áreas nas folhas Buriti dos Lopes, Chaval, Granja e Santana do Acaraú, em uma faixa desde o rio Parnaíba, na altura de Buriti dos Lopes, alargando-se para leste, com o bordo meridional passando grosseiramente pelas vilas de Ibuguaçu, Campanário, Senador Sá e daí até a costa atlântica, aflorando nas zonas costeiras de Chaval e Jeriquaquara.

Morfologicamente, caracteriza-se por um modelo suave, subaplainado com formas remanescentes de antiga superfície de erosão grosseiramente nivelada às cotas dos tabuleiros cenozóicos, e intensamente dissecada pelo atual ciclo

erosivo. Os testemunhos desta antiga superfície geralmente são capeados por uma cobertura pouco espessa, que de certa forma dificulta a distinção entre formações de cobertura e rochas cristalinas aplainadas. No atual estágio de dissecação da superfície, a feição dominante é a de vales abertos com solos pobres, imaturos, onde estabeleceu-se uma cobertura vegetal rarefeita e de pequeno porte. Fotograficamente exibe tonalidade bastante clara e textura áspera, indicativa do adiantado grau de desnudação alcançado, com abundantes exposições do "bed-rock". Em contraste marcante com as zonas desnudadas, as áreas remanescentes da antiga superfície apresentam-se fotograficamente em tons escuros, textura densa e capa vegetal de médio porte bem desenvolvida, revelando a existência de solo espesso sugestivo de um profundo intemperismo na antiga superfície aplainada do cristalino. A atual retomada erosiva na área da Unidade  $PC_1$  estabeleceu um complexo modelo de drenagem com os elementos primários e secundários comandados ora pelas direções de xistosidade das rochas, ora por fraturas, estas dispostas geralmente na direção  $N40^{\circ}/50^{\circ}W$ . A micro drenagem desenvolve-se preferencialmente nas frentes de recuo da antiga superfície e assume um caráter dendrítico retangular.

Do ponto de vista tectônico estrutural, a unidade de  $PC_1$  é excessivamente monótona, exibindo um lineamento contínuo e paralelo orientado segundo SW-NE, e frequentemente diluindo-se em núcleos homogêneos sem lineação visível. A intensa cobertura cenozóica nesta área prejudica sobremaneira a observação de seu comportamento tectônico. A feição tectônica de maior importância na Unidade  $PC_1$  é sem dúvida a presença de grandes zonas de cisalhamento orientadas segundo SW-NE, que se estendem desde o sopé da Ibiapaba, desaparecendo sob as formações paleozóicas, até a costa atlântica. Normalmente, ao longo destas falhas desenvolvem-se amplas faixas de cataclase e milonitização evidenciadas na foto aérea por feições lineares conspícuas e eventuais cristais resis -

tentes, testemunhos de zonas da provável silicificação. Este tectonismo quebrável é ainda refletido por algumas feições morfológicas da linha de costa, sendo o exemplo mais evidente a ponta de Jeriquaquara, provável continuação da falha de Granja. Reativações neste sistema de falhas em fins do Pré-Cambriano propiciaram o aparecimento de "grabens" que abrigam sedimentos Cambro-Ordovicianos, Série Jaibaras, como é exemplificado no grabem da Fazenda Bodega, ilustrado na Estampa 03.

A ausência de feições topográficas elevadas na Unidade  $PC_1$ , denuncia pouca variação na sua composição litológica, o que associado a aparente ausência de dobramentos primários sugerem uma situação coerente com complexos cristalinolinos catazonais, de alto grau de metamorfismo e homogeneização.

A unidade  $PC_1$  compõe o denominado "Corpo Orogênico do Coreaú" definido por Kegel, W. (1956) e posteriormente mapeado por Moraes, L.J. et alii, (1963) como migmatitos e granitos. Hermann, E. (1963), cita granitos de anatexia na região de Chaval. Na presente fase dos trabalhos, adotamos a denominação genérica de migmatitos como litologia dominante na Unidade  $PC_1$ .

#### 4.1.2- UNIDADE $PC_2$ - Migmatitos:

Toda a área a leste do sistema de falhas que compõe o lineamento Sobral-Pedro II, incluindo as folhas de Santana do Acaraú, Sobral e Ipú, foi fotogeologicamente separada como Unidade  $PC_2$ .

Morfologicamente, esta unidade é representada por um modelado bastante movimentado, porém, sem grandes desníveis, onde se destacam como elementos característicos, alinhamentos de cristas de camadas mais resistentes, formando "dip-slopes" e "hog-backs" alongados, de direção dominante N-S e NE-SW, variando localmente em função das mudanças das

direções das rochas. Esta feição é dominante na área de Forquilha, Groairas e Aracati-Açu, atenuando-se ao norte, na fôlha de Santana do Acaraú e ao sul, na região de Araras e Ipiú. É uma feição típica resultante da ação da erosão diferencial sobre um conjunto litologicamente heterogêneo. O sistema de drenagem da área comandado primariamente pelo rio Acaraú e subordinadamente pelo rio Aracati-Açu, ambos de curso marcadamente sul-norte, nos seus elementos secundários e terciários revelam características de superimposição à estrutura como atestam os frequentes boqueirões, (water-gap) talhados em cristas mais resistentes, prováveis quartzitos e zonas de cataclase e molonitização. Exibe um modelo de drenagem marcadamente retangular, evoluindo para drenagem dendrítica densa em áreas de provável litologia xistosa. Com exceção dos cursos d'água principais, é notável a ausência de aluviões nos vales dos rios, sugerindo uma fase de intenso trabalho de dissecação características de um ciclo erosivo que ainda não atingiu a maturidade. Fotograficamente, a Unidade PC<sub>2</sub> apresenta características variadas em função da aparente heterogeneidade litológica que a compõe. Regionalmente, predomina tons cinza escuro e textura suave, reflexo de uma cobertura vegetal de médio porte, relativamente homogênea e distribuída em um padrão de densidade uniforme. Nos vales dos rios e riachos é comum a presença de "matas galerias", conferindo uma textura fotográfica marcadamente áspera. Na área do açude Araras, individualiza-se restos de uma típica superfície aplainada antiga com limites recortados em pequenas escarpas, drenagem rarefeita, indicativa de condições de boa porosidade e boa drenagem interna. Fotograficamente esta feição morfológica apresenta-se em tons cinza escuro, textura densa e intensamente cultivada, o que indica a existência de solo profundo e bem desenvolvido. Chamamos a atenção para a importância que este testemunho de uma antiga superfície provavelmente virá a desempenhar no estudo do desenvolvimento geomorfológico da área do Projeto Jaibaras.

Basicamente, o estilo tectônico da Unidade PC<sub>2</sub> caracteriza-se pela abundância de dobramentos abertos, morfológicamente bem marcados por "hog-backs" e "dip-slopes" que definem com bastante precisão uma série de terminações periclinais. Esta tectônica plástica desenvolvida principalmente na área da folha Sobral, orienta-se preferencialmente no sentido norte-sul, com eixos "b" sempre com caimento pronunciado. Nas áreas de Reriutaba e Ipú observa-se uma marcada indefinição estrutural com ausência quase completa de feições morfológicas planares, reflexo de uma homogeneização acentuada na constituição litológica. No extremo nordeste da área esta situação se repete. Como eventos derradeiros na edificação do estilo tectônico da Unidade PC<sub>2</sub> observa-se a atuação de grandes falhamentos orientados segundo NE-SW, paralelos ao lineamento Sobral-Pedro II e sem dúvida originados na mesma conjugação de esforços responsáveis pelo surgimento daquela importante feição estrutural. A superimposição desta violenta tectônica rígida provocou truncamentos e deslocamentos nas antigas estruturas plásticas, complicando sobremaneira a interpretação estrutural da área. Subordinadamente aos falhamentos maiores é conspícua a presença de falhas e fraturas secundárias em zonas de alívio de pressão, de parâmetros E-W e NNW-SSE, algumas preenchidas por material neo-formado e que assumem importância fundamental no condicionamento das mineralizações polimetálicas (Au, Pb, Cu) da região de Cariré, Reriutaba e Ipú.

Litologicamente, como já foi enfatizado, a Unidade PC<sub>2</sub>, caracteriza-se por uma aparente heterogeneidade. Os padrões foto-geológicos permitem identificar na área a leste de Sobral e Groairas uma alternância de cristas quartzíticas e prováveis gnaisses micáceos, que adquirem caráter xistoso na área do açude Forquilha. Embora haja evidências fotogeológicas da presença de diversos tipos litológicos, não logramos caracterizar e separar unidades foto-mapeáveis na área PC<sub>2</sub>. Da região de Cariré para o sul, domina uma litologia mais homogênea evidenciada pela pobreza de orientações de amplitude

regional e formas topográficas arredondadas. No vale do rio Aracati-Açu e na área nordeste da folha Santana do Acaraú predomina a mesma feição fotogeológica, característica de áreas com predominância de migmatitos.

A área mapeada como PC<sub>2</sub> engloba o "Corpo Orogênico do Acaraú" descrita por Kegel (op.cit.) como a unidade mais antiga do Pré-Cambriano do noroeste do Ceará, e parcialmente, o "Corpo Orogênico de Santa Quitéria" também descrito pelo mesmo autor. Na análise foto-geológica procedida não foram notadas evidências que justifique tal separação. Recentemente, diversos autores, entre os quais, Andrade, A.R.F. (1969); Correa, S.F. (1969); Leite, J.F. (1969); em trabalhos nas áreas de Ipu e Reriutaba, referem-se com insistência a presença da formação Quixaba da Série Ceará. São trabalhos de detalhes, em áreas localizadas, e este posicionamento estratigráfico deverá ser revisto à luz dos dados do mapeamento regional ora em execução.

#### 4.1.3- UNIDADE PC<sub>3</sub> - Granitos Circunscritos:

Próximo ao limite oriental da área do Projeto Jaibaras na folha Sobral, distingui-se uma unidade de padrão foto-geológico bem definido, reflexo de sua singular condição lito-estratigráfica. Morfologicamente apresenta-se como elevações isoladas, constituindo-se autênticos "inselbergs", porém em alguns casos sofreram aplainamento ao nível regional. Este comportamento morfológico diferenciado reflete provavelmente uma diversificação petrográfica com possíveis implicações genéticas.

Na foto aérea apresentam-se como corpos sub-circulares, discordantes dos lineamentos regionais, com tonalidades claras, até branco, textura excepcionalmente áspera, denunciando, a presença de grandes blocos soltos e áreas de rocha nua. A geometria peculiar destes corpos condiciona o



desenvolvimento de um típico modelo de drenagem anular radial.

O seu posicionamento tectônico é francamente discordante dos lineamentos regionais e suas características litológicas inferidas dos padrões foto-geológicos nos permite classificá-los como típicos granitos circunscritos. A Estampa 01 mostra um exemplo característico desta unidade, localizado a NW de Caracará.

Os granitos circunscritos da região de Aracati Açú já apresentam por seu turno indícios de forte deformação tectônica obliterando a forma sub-circular característica seja graças a deformações plásticas, amoldando seus contornos aos lineamentos regionais, seja através de falhamentos sugerindo um caráter sin-orogênico da sua "mise en place". Na área de Caracará, evidencia-se contudo um relacionamento tectônico caracteristicamente pós-orogênico (Estampa 01). Os granitos circunscritos da Unidade PC<sub>3</sub>, estão invariavelmente englobados na Unidade PC<sub>2</sub> anteriormente descrita, justificando-se esta separação pelas peculiaridades litológicas, tectônicas e provavelmente genéticas que cercam a Unidade PC<sub>3</sub>.

#### 4.1.4- UNIDADE PC<sub>4</sub> - Quartizitos com intercalações de xistos.

Ocupando a região central do Projeto Jaibaras, com presença marcante na área sudeste da folha Chaval, nordeste da folha Viçosa do Ceará, ampla faixa de direção E-W nas folhas Granja e Santana do Acaraú, com área de distribuição limitada ao sul pelas formações da Série Jaibaras e contrafortes da Serra da Meruoca e a leste pelo prolongamento do lineamento Sobral-Pedro II, individualizou-se um expressivo conjunto de para-metamorfitos de comportamento singular no contexto geral do Pré-Cambriano da área em foco.

Morfologicamente é a unidade de maior presença em todo território Pré-Cambriano mapeado, responsável pelo

modelamento de um relevo acidentado especialmente na região serrana a leste e sudeste de Ibuguaçu, General Tibúrcio e Pessoa Anta. Nesta área, dominam a paisagem as serras de Ubatuba e da Timbaúba, exibindo uma morfologia de "cuesta" com mergulho geral para SW e ocasionalmente, propiciando, por recuo de escarpas, a instalação de amplos anfiteatros de erosão com exemplos de inversão de relevo. Observa-se um condicionamento estreito das formas de relevo ao estilo tectônico exibido pela Unidade PC<sub>4</sub>, composta de rochas de alta resistência a erosão. A partir da área entre General Tibúrcio e Lamedouro, para leste, observa-se uma situação morfológica mais simples, configurada na existência de cristas alongadas e contínuas, arqueadas inicialmente segundo SW-NE, assumindo posteriormente direção E-W nas proximidades da Campanário e retornando aos parâmetros SW-NE na área a leste de Uruoca. Individualmente estas cristas constituem "hog-backs" alongados indicando mergulhos sub-verticais, localmente, todavia, observam-se "dip-slopes" que correspondem a segmentos com valores de mergulhos mais atenuados.

Intercalam-se a estas cristas vales alongados e paralelos encaixados em zona de litologia mais branda. Todo o sistema de drenagem é condicionado as linhas estruturais. A formação de boqueirão é uma feição morfológica marcante. Como consequência do condicionamento estrutural, domina na área da Unidade PC<sub>4</sub> um modelo de drenagem marcadamente retangular. Na região serrana é comum a formação de pedimentos de vales intramontanos mascarando sobremaneira as lineações estruturais.

As feições tonais e texturais da Unidade PC<sub>4</sub> são bastante variadas em função das características litológicas e posição topográfica. Na área serrana dos bordos da Ibiapaba predominam tonalidades claras até branco, denunciando ausência ou extrema pobreza da cobertura vegetal, desenvolvida apenas ao longo das linhas de fraturas. Texturas ásperas e irregulares corroboram as características de desnudação e

aridez dominantes nesta área. Na região leste observa-se uma maior participação de rochas brandas no conjunto, dando lugar a uma morfologia mais moderada. Prevalece nesta área tons cinza escuro e textura densa revelando a dominância de uma capa vegetal de médio porte, contínua e homogênea.

No que diz respeito aos aspectos litológicos a Unidade PC<sub>4</sub> é constituída basicamente por espessos pacotes de rochas quartzíticas a oeste, região de General Tibúrcio, Pessoa Anta e Ibuguaçu. Na sua extensão para as áreas a leste a Unidade PC<sub>4</sub> admite intensa variação lateral de facies, passando os quartzitos a uma posição subordinada em favor de litologias brandas, provavelmente de caráter micáceo e feldspático. É de se esperar a presença nestas áreas de abundantes feições xistosas e arcossianas.

A unidade em discursão exibe um estilo tectônico movimentado, estruturado basicamente em uma série de dobramentos com eixos "b" marcadamente paralelos e orientados segundo SW-NE na região serrana onde dominam dobras assimétricas nas proximidades da falha de Granja, região de Ibuguaçu, acidente tectônico que limita a extensão oeste da Unidade PC<sub>4</sub>. Para SE as dobras adquirem primariamente um modelado simétrico como na sinclinal de Timbaúba e no anticlinal de Gal. Tibúrcio. Na área entre o sopé da Ibiapaba e a região ao sul de Meruoca, observa-se um comportamento marcadamente isoclinal, com mergulhos fortes para sul, nas rochas da Unidade PC<sub>4</sub>. Ao norte de Massapê e Ipaguaçu, esta unidade foto-geológica estrutura-se em um amplo sinclinal com eixo "b" orientado segundo NE-SW com caimento para SW, truncado no flanco leste por falhamento de sistema Sobral-Pedro II (A Estampa 02 representa parcialmente esta estrutura), e bloqueado ao sul pelo maciço granítico da Meruoca. Ao dobramento primário de modelado simétrico e resultante de esforços compressivos segundo NW-SE sobrepõe-se uma série de dobramentos secundários com eixos "b" orientados segundo NNW-SSE e caimento para SE provocando o enrugamento dos flancos e dos ei-

xos das estruturas primárias. Estes dobramentos secundários não tem expressão regional e estão diretamente relacionados com a intrusão granítica da Meruoca. As grandes falhas direcionais que caracterizam a paisagem tectônica da área do Projeto Jaibaras afetaram intensamente a Unidade PC<sub>4</sub> seccionando e truncando os antigos dobramentos, complicando sobremaneira a interpretação estrutural. A região de General Tibúrcio e Pessoa Anta foi particularmente afetada por este fenômeno. Intenso fraturamento de parâmetros NW-SE e NE-SW desenvolveu-se preferencialmente nas faixas quartzíticas da Unidade PC<sub>4</sub>, em função da alta competência destas rochas.

O posicionamento tectônico desta unidade será discutido juntamente com a Unidade PC<sub>5</sub>.

#### 4.1.5- UNIDADE PC<sub>5</sub> - Xistos e Filitos

A unidade individualizada como PC<sub>5</sub> tem marcada expressão na região de Ibuguaçu e General Tibúrcio em uma faixa irregular nos flancos da Serra da Ibiapaba, entre os quartzitos da Unidade PC<sub>4</sub> e a cobertura de arenitos da Formação Serra Grande. Ocupa o flanco norte da Serra da Timbaúba até a Vila Pessoa Anta e mais para o sul acompanha paralelamente os arqueamentos quartzíticos da Unidade PC<sub>4</sub> até a região de Campanário onde aparentemente desaparece. Na sinclinal ao norte de Massapê esta unidade foi mapeada em área restrita a região central daquela estrutura (Estampa 02).

Morfologicamente, a representação dos bordos da Ibiapaba apresenta um relevo acidentado formando cristas paralelas com vales em "V" típico de um estágio erosivo jovem. Acomoda uma drenagem em modelo paralelo, evoluindo para feições dendríticas. Na região de Pessoa Anta e nas demais áreas de ocorrência, a Unidade PC<sub>5</sub> ocupa os baixos topográficos e exibe um típico modelo dendrítico de drenagem de elevada densidade, característico de litologias filíticas e xistosas.

Os tons fotográficos da Unidade PC<sub>5</sub> são normalmente cinza escuro, com textura densa e regular. A cobertura vegetal é contínua e uniforme. A análise foto-geológica sugere uma litologia uniforme para a Unidade PC<sub>5</sub>, composta por xistos finos e filitos. Cobra, R.Q., (1963) menciona lentes de calcário nas proximidades da ocorrência de manganês da Fazenda Oitis, porém na foto-aérea não se observa indícios típicos desta litologia.

A Unidade PC<sub>5</sub> dispõe-se concordantemente sobre os quartzitos PC<sub>4</sub> e estruturalmente comportam-se como uma só unidade. Aparece preferencialmente nos núcleos dos sinclinais em posição bem definida (Estampa 02) e estratigraficamente deve corresponder a unidade mais jovem do embasamento Pré-Cambriano. O conjunto formado pelas unidades PC<sub>4</sub> e PC<sub>5</sub> destaca-se das demais unidades Pré-Cambrianas, quer pelo estilo tectônico, quer pelas litologias típicas e definidas. A presença desta sequência de quartzitos e filitos mapeadas como PC<sub>4</sub> e PC<sub>5</sub> tem sido citada por vários autores desde Williams A.E., (1926), que a identificaram como a Série Ceará. Ocorrências de itabiritos e de minério de manganês (Faz. Oitis) são frequentemente relacionadas com este conjunto litológico, (Souza, H.C.A., 1939; Quezado, J.A., 1949; Moraes, L.J., 1953; Cobra, R.Q., op.cit.). A análise foto-geológica permitiu a individualização das duas unidades com litologias características e ainda inferiu-se o seu relacionamento tectônico. Nesta fase dos trabalhos não há argumentos suficientes para adotarmos o esquema estratigráfico citado pelos autores acima mencionados. A análise foto-geológica, todavia, leva-nos a conclusão de que se trata de para-metamorfitos de baixo grau ainda não afetados por processos metamorfitos de homogeneização e provavelmente correspondem as unidades mais jovens do embasamento Pré-Cambriano da área.

#### 4.1.6- UNIDADES PRECAMBRIANAS DE COBERTURA

Na região central da área do Projeto Jaibaras, folha Ubajara, ocorrem formações de cobertura do Pré-Cambria no antigo separáveis em várias unidades fotogeológicas ocupando características posições tectono-estratigráficas e litológicas. Estas formações de idade estratigráfica bastante discutida, à luz dos conhecimentos atuais situam-se no fim do Pré-Cambriano e corresponde aparentemente as representações mais setentrionais do Grupo Bambuí. Na presente análise fotogeológica foram separadas em duas unidades distintas, respectivamente PCB<sub>1</sub> e PCB<sub>2</sub>, a seguir caracterizadas.

#### 4.1.7- UNIDADE PCB<sub>1</sub> - Quartzitos e Ardósias:

Sua área de ocorrência restringe-se a folha Ubajara, em uma estreita faixa de direção SW-NE, desde o sopé da Serra da Ibiapaba, na altura da cidade de Ibiapina, até o alto curso do rio Coreaú, entre as cidades de Ubaúna e Frecheirinhas. Ocorrências isoladas foram mapeadas no bordo norte da Serra do Carnotinho e na área de Aprazível.

Morfologicamente esta unidade é caracterizada por cristas abruptas e alinhadas segundo N40E formando "hogbacks" alongados. É evidente o caráter laminado destas cristas, litologicamente constituídas de quartzitos, que revelam na foto aérea tons escuros e textura áspera e desigual denunciando uma cobertura vegetal de médio porte, tipo cerrado, desenvolvida em função da maior capacidade de retenção d'água desta rocha. Intercaladas nas cristas quartzíticas, balizadas por elas e ocupando os baixos topográficos ocorrem faixas de litologia mais branda, prováveis xistos ou ardósias que abriga um típico modelo de drenagem dendrítico-retangular, bastante denso, comandado pelas linhas de fratura e xistosidade. As áreas ocupadas pela litologia branda exibem tonalidade clara e desigual, textura mosqueada, diagnóstico da

pobreza e irregularidade da capa vegetal, marcadamente rarefeita e composta por elementos de pequeno porte. Considerada como um todo, morfologicamente, a Unidade  $PCB_1$  denuncia uma nítida subordinação a erosão diferencial desenvolvida sobre níveis litológicos de diferentes resistências.

Tectonicamente, a Unidade  $PCB_1$  foi afetada por esforços compressivos segundo SE-NW que a estruturou em dobras simétricas com eixo "b" orientados de sudoeste para nordeste com caimento para este último quadrante. A esta fase de deformação plástica sobrepõe-se um tectonismo de caráter quebrável representado por falhamentos segundo NW-SE, que seccionou as estruturas primárias. A Unidade  $PCB_1$  repousa sobre rochas Pré-Cambrianas cristalinas em posição discordante.

A ocorrência de unidades do Grupo Bambuí na região estudada foi mencionada por Williams, H.E. (op.cit.) referindo-se a presença de camadas de calcário. Posteriormente Leonarios, O.H. (citado por Kegel) torna a referir-se a folhelhos verdes e calcários, equiparando-os a Série Bambuí, e que foi corroborado por Kegel, W. (1958). Mais recentemente, Cobra, (op.cit.) separou na área, pela primeira vez, uma unidade basal do Grupo Bambuí composta por quartzitos e filitos e novamente, Danni, J.C. (1969) refere-se a "ardósias vermelhas que passam para quartzitos brancos com níveis conglomeráticos", e a separa como unidade basal do Grupo Bambuí, mapeada em uma ampla faixa entre Ubaúna e Frecheirinhas com continuidade para oeste, até o sopé da Ibiapaba. A unidade fotogeológica discutida e individualizada, com base em inferências bibliográficas foi provisoriamente identificada como a unidade basal do Grupo Bambuí e mapeada como  $PCB_1$ .

#### 4.1.8- UNIDADE $PCB_2$ - Calcários e Ardósias:

Na grande depressão limitada pela Serra do Carnotinho ao sul, serras do Rosário-Meruoca e Ibiapaba, a les-

te e oeste, respectivamente, individualizou-se uma unidade fotogeológica com estreito relacionamento com a Unidade PCB<sub>1</sub> ocupando amplas áreas na região da Frecheirinhas até a escarpa da Ibiapaba, estendendo-se para leste e nordeste, região de Ubaúna e Aprazível. Foi identificada ainda na estrada Aprazível-Mocambo até próximo a serra do Carnotinho.

A Unidade referida, morfologicamente é formada por extensas áreas sub-aplainadas, de relevo colinoso, suave, sem desníveis acentuados. Contrastando com esta paisagem nas áreas da borda da Ibiapaba, a oeste de Frecheirinhas, desenvolve-se um padrão de relevo jovem com vales em "V" profundamente entalhados, indicando intensa ação erosiva. Na região de Frecheirinhas, instalou-se um sistema de drenagem paralelo, desenvolvendo nos cursos d'água primários, vales abertos, de fundo plano, enquanto os elementos secundários e terciários do sistema exibem vales encaixados segundo as linhas de fratura da rocha. Ainda nesta área, uma característica morfológica marcante é o grande número de dolinas de contorno arredondado e de padrão de distribuição aleatório, diagnóstico de uma morfologia cárstica incipiente. Nas ocorrências a leste de Ubaúna, esta feição particular não foi observada. A Unidade PCB<sub>1</sub> exibe características tonais uniformes em toda área de ocorrência dominando tons cinza forte e em função de uma cobertura de solo bem desenvolvida, como indica o intenso aproveitamento agrícola destas áreas, apresenta textura densa e suave. É notável a ausência de lineamentos estruturais possivelmente superficialmente obliterados pelo espesso regolito.

A presença de relevo cárstico associado aos demais aspectos morfológicos indica uma dominância de rochas calcárias na Unidade PCB<sub>1</sub>. Nas áreas a noroeste de Frecheirinhas, há indícios de uma participação efetiva de rochas argilosas, possivelmente ardósias, na composição desta unidade fotogeológica.



Estruturalmente a Unidade PCB<sub>2</sub> aparentemente se brepe-se ao pacote de quartzitos e ardósias mapeados como PCB<sub>1</sub>, todavia, adiantamos que o interrelacionamento destas unidades não ficou satisfatoriamente esclarecido. A extrema pobreza de alinhamentos estruturais observáveis na foto aérea é um fator limitante e impeditivo de um diagnóstico dos eventos tectono-estruturais que afetaram esta unidade.

Os calcários pretos e cinza escuro com veios de calcita branca na região de Aprazível, Coreaú e Ubaúna são citados por Williams, H.E. (op.cit.) e Leonardos, O.H. (op.cit.) e em virtude de semelhanças litológicas, correlacionadas aos calcários do Grupo Bambuí. Cobra, (op.cit.) e Danni, (op.cit.) descrevem na mesma área intercalações de filitos na sequência carbonatada. As inferências fotogeológicas associadas as informações bibliográficas permitiram correlacionar provisoriamente a unidade descrita com a sequência calcária do Grupo Bambuí.

Vimos, portanto, que o Grupo Bambuí é representado na área do Projeto Jaibaras por duas unidades, respectivamente, PCB<sub>1</sub> e PCB<sub>2</sub>, repousando sobre o embasamento de migmatitos e gnaisses e com interrelacionamento pouco esclarecido. As referidas unidades sofreram intenso tectonismo de natureza plástica, com superimposição de uma fase rígida segundo se pode inferir das observações fotogeológicas. A fixação da idade do Grupo Bambuí tem sido objeto de intensa polêmica na literatura geológica brasileira. Em passado recente e em função das datações radiométricas fixou-se para o mesmo a idade de 570 m.a. ± 50 m.a. (Amaral, G. e Kawashita, K. 1967), o que coloca no Précambriano Superior, idade adotada na coluna geológica provisória do Projeto Jaibaras.

#### 4.2- PALEOZOICO - Unidades Cambro - Ordovicianas:

As formações geológicas de idade Cambro-Ordovi-

ciana do noroeste do Ceará tem sido objeto de estudos de diversos autores, sendo conhecida uma volumosa bibliografia específica. Todavia, é notória a carência de pesquisas dirigidas no sentido de avaliar o exato potencial deste conjunto litológico como possível hospedeiro de mineralizações de valor econômico. As formações Cambro-Ordovicianas referidas, englobadas na chamada Série Jaibaras, são eventos representativos do chamado "Estádio de Transição" no esquema de diferenciação tectônica da Plataforma Brasileira, Almeida, (op.cit) e segundo o mesmo autor, constituem alvos de grande relevância para a pesquisa de jazidas minerais hipogênicas. Na análise ora procedida procurou-se enfatizar o exame do condicionamento tectônico-estrutural das unidades fotogeologicamente separáveis e seu relacionamento com as rochas magmáticas. Logrou-se separar duas unidades fotogeológicas, a seguir caracterizadas.

#### 4.2.1- UNIDADE JB<sub>1</sub> - Formação Trapiá:

Ocorre em amplas áreas sempre a oeste do lineamento Sobral-Pedro II, no vale do rio Jaibaras, região do Pacujá em uma faixa de direção nordeste, com extensão até Maspê e Santana do Acaraú, terminando ao sul de Mutanbeiras. Mais para oeste outra faixa de ocorrência da Unidade JB<sub>1</sub> estende-se desde a região a oeste de Mocambo, pela borda ocidental do maciço granítico, seguindo o vale do riacho Trapiá região de Aprazível e daí até o sul de Coreaú. Na folha Granja esta unidade tem representação limitada a um pequeno "graben" próximo a Faz. Bodega, representado na Estampa 03.

Morfologicamente as áreas de ocorrências de JB<sub>1</sub> apresentam-se aplainadas evoluindo localmente para um relevo colinoso suave. Geralmente é recoberta por um solo arenoso, pobre, com capa vegetal praticamente ausente ou restrita a gramíneas ou arbustos de pequeno porte, concentrados nas áreas de maior retenção da unidade (horizontes argilosos?).

Fotograficamente a Unidade  $JB_1$  apresenta-se com tonalidades' claras, desde branco a tons cinza claro, textura densa e sua ve, por vezes mosqueada. Lineações estruturais raramente são visíveis na foto aérea consequência provável da homogeneidade litológica do pacote sedimentar e do desenvolvimento de formas suaves de relevo. Uma das raras exceções observa-se na faixa a oeste de Sobral, no sopé da serra da Meruoca onde é evidente o desenvolvimento de dobras de compressão. Variações de facies ainda que de pequena expressão são reveladas pelos padrões de drenagem que apresenta-se bastante rarefeito nas áreas de maior porosidade, correspondente a facies arenítica e assume um caráter denso, modelo dendrítico em áreas da composição mais argilosa. No vale do rio Jaibaras, próximo a Pacujá, exemplos destas feições são frequentes. O padrão de drenagem instalado nas áreas de ocorrências da Unidade  $JB_1$ , de caráter retangular paralelo, é revelador do intenso fraturamento a que foi submetido estas rochas. São rios subsequentes de vales encaixados segundo um sistema de fraturas com parâmetros N30E/N30W na área do rio Jaibaras, variando para N20E/N40W na área de Aprazível, Ubaúna e Coreaú.

Na região entre Aprazível e Coreaú, borda oeste dos maciços graníticos Rosário-Meruoca, bem como na área de Sobral-Massapê, a unidade  $JB_1$  foi intensamente cortada por diques de larguras variáveis, raramente ultrapassando uma centena de metros, preferencialmente orientados segundo E-W, alguns deles atingindo até 15 km de extensão. Na área ao sul de Coreaú observa-se maior intensidade deste fenômeno, o que propicia o modelamento de uma morfologia típica, com a presença de paredões alinhados e paralelos, que se destacam da topografia plana das rochas encaixantes. Geralmente, tais alinhamentos correspondem aos diques de maior possança, enquanto os mais estreitos não chegam a formar acidentes topográficos, obedecendo ao nível geral de aplainamento.

A análise foto-geológica revelou evidências de'

um condicionamento tectono-estrutural da unidade  $JB_1$ , que tem suas áreas de ocorrências preferencialmente ligadas a blocos de afundamento tipo "graben" estruturados por falhas - mentos paralelos e subparalelos de direção geral  $N30^\circ/40^\circ E$ . Exemplo notável é o "graben" da Faz. Bodega (Estampa 03). Outra característica fundamental da unidade  $JB_1$  revelado nesta fase dos trabalhos é a sua constante associação com manifestações magmáticas, seja na forma de diques, como foi anteriormente exposto, seja na forma de derrames de efusivas ácidas e intermediárias e até termos basálticos e ainda na forma de intrusões graníticas, como ocorre na área de contato com os granitos Mocambo e Rosário-Meruoca.

A unidade  $JB_1$  assenta discordantemente sobre o embasamento Pré-Cambriano e na área de Ubaúna, Aprazível e Freicheirinhas, suas relações com o grupo Bambuí não resultaram esclarecidas apenas com os trabalhos de foto-geologia. Não exhibe estilo tectônico conspícuo e tudo indica que apenas localmente foi afetada por eventos tectônicos de importância.

Leonardos, (op.cit.), mencionou pela primeira vez uma série de "afloramentos dobrados de conglomerados, arcócio, arenito e folhelho vermelho arroxado ou verde... "denominando-a de Série Jaibaras, correlacionável à Série Bambuí. Posteriormente, Kegel, (op.cit.) redefiniu a Série Jaibaras denominando-a formação Jaibaras, compreendendo os membros Aprazível e Trapiá. Segundo o mesmo autor, o membro Trapiá incluía "arenitos cinzentos ou cinza castanhos, por vezes micáceos e siltitos e folhelhos vermelhos a roxos". Estratigraficamente, coloca-o sobre o membro Aprazível constituído de "conglomerados brechoides, de coloração vermelha, as vezes acinzentada ou esverdeada...". A unidade  $JB_1$  de acordo com suas características foto-geológicas e morfológicas, enquadra-se no membro Trapiá de Kegel, posteriormente elevado à Formação Trapiá, Danni (op.cit.).

Os siltitos pré e pós-vulcânico mapeados por Coora, (op.cit.) do ponto de vista fotogeológico constituem uma só unidade e foram englobados na formação Trapiá. Não há evidências nas fotos aéreas quer do ponto de vista morfológico, quer do ponto de vista tectônico-estrutural que permita a separação postulada por aquele autor.

O posicionamento estratigráfico adotado para a formação Trapiá será posteriormente discutido.

#### 4.2.2- UNIDADE JB<sub>2</sub> - Formação Aprazível:

De expressão areal relativamente reduzida, restrita a faixas alongadas, geralmente localizada na proximidade de grandes falhamentos ou no sopé de escarpas, individualizou-se uma unidade foto-geológica denominada JB<sub>2</sub> e que apresenta estreito relacionamento com a formação Trapiá anteriormente descrita. A unidade JB<sub>2</sub> tem suas áreas de ocorrências limitadas, a faixas descontínuas ao longo do lineamento Sobral-Pedro II desde a região a NE de Pacujá até a área leste e nordeste de Massapê, na proximidade do açude Acaraú-Mirim. Outras ocorrências foram mapeadas ao longo da falha Café-Ipueiras e no bordo ocidental das serras do Rosário-Meruca.

Morfologicamente a unidade JB<sub>2</sub> caracteriza-se pela apresentação de feições ruiformes, colinosa, destacando-se do aplainamento generalizado que caracteriza a formação Trapiá. Na foto aérea revela-se com tons cinza escuro até cinza claro em áreas desprovidas de vegetação arbustiva, textura áspera devido a presença de grandes blocos soltos e matações. Observa-se um intenso fraturamento com parâmetros gerais N60W gradando até E-W e assumindo um caráter caótico e indefinido nas proximidades dos grandes falhamentos. Em virtude das pequenas espessuras de afloramentos da unidade JB<sub>2</sub> e de sua posição topográfica elevada, consequência do maior grau de resistência a erosão, não se observa o estabe-

lecimento de rede de drenagem característica em suas áreas de ocorrências. Os pequenos córregos e ravinas presentes estão invariavelmente encaixados em linhas de fraturas e constituem elementos subordinados do sistema de drenagem regional. O padrão fotogeológico exibido pela Unidade  $JB_1$  associado a aspectos morfológicos e suas áreas de ocorrências sugerem a correlação aqui adotada, com a formação Aprazível da Série Jaibaras, Kegel (op.cit.) e corresponde aos conglomerados mencionados por Leonardos, (op.cit.). Ainda Kegel a descreve como composta por conglomerados brechóides, polimíticos. Ambos autores são unânimes ao afirmar que "a situação local influi muito na composição dos seixos do conglomerado" em grande escala caracterizada por elementos de origem local". A análise foto-geológica, como foi mencionado, sugere um relacionamento genético destes conglomerados com antigos acidentes topográficos-estruturais, por exemplo, sopé de escarpas de falha, hoje niveladas pelo ciclo de erosão atual.

Diversos autores, entre os quais Kegel, (op. cit.); Cobra, (op.cit.); Hermann, (op.cit.) mencionaram a presença do conglomerado Aprazível em extensas áreas das folhas Granja e Chaval. Nesta última, Hermann mapeou grandes áreas nas bacias dos rios Camurupim, Timonha e Tabocal, caracterizando-a como uma formação de cobertura de caráter regional, o que em princípio contraria o condicionamento tectono-estrutural desta formação como foi definido em suas áreas típicas. A foto-geologia, todavia, não revelou qualquer evidência da presença da formação Aprazível na região mapeada por Hermann, indicando ao contrário, características típicas do embasamento cristalino aplainado e que figura no presente trabalho como  $PC_1$ . Moraes, L.J. et alii, (op.cit.) além de não diferenciar as unidades do grupo Bambuí e da Série Jaibaras na área de Ubaúna e Freicheirinhas, interpretou como Série Jaibaras uma ampla zona de rochas cristalinas aplainadas na região de Campanário e Moraújo. Os mesmos autores alarga-

ram demasiado a área de ocorrência das mesmas formações a sudoeste de Granja e omitiram a importante estrutura de afundamento preenchida por sedimentos Jaibaras a oeste de Sobral e Santana do Acaraú.

A série Jaibaras foi posicionada por Kegel de idade Siluriana, situada estratigraficamente abaixo do grupo Bambuí e a formação Trapiá, segundo o mesmo autor, estaria 'sobreposta aos conglomerados da formação Aprazível que seria o elemento basal da Série. Trabalhos recentes, Cobra, (op. cit.); Danni, (op.cit.) subvertem totalmente a ordem estratigráfica de Kegel. Em primeiro lugar situa a série Jaibaras 'estratigraficamente superior ao grupo Bambuí e ainda, situa a formação Trapiá como elemento basal da Série, portanto anterior aos conglomerados da Formação Aprazível, sendo estas 'formações separadas por uma fase de intensa manifestações 'magnéticas propiciando a "mise en place" dos plutões graníticos de Mocambo e Rosário-Meruoca, seguida ou contemporânea 'de manifestações efusivas e hipoabissais na forma de derrames e diques de riolitos, andesitos e basaltos. Cobra, (op. cit.) adota em seu trabalho a idade Siluriana para a Série 'Jaibaras e Danni, (op.cit.), a situa como Cambro-Ordoviciano. Datações radiométricas dos granitos e dos diques e derrames de quartzo-porfiro, andezitos e basaltos que cortam a formação Trapiá, indicam idade de  $420 \times 10^6$  anos. Vandoros, P. (1968), o que de certa forma justifica o posicionamento 'Cambro-Ordoviciano para a Série Jaibaras, usado por Danni, ' (op.cit.) e que adotamos nesta fase dos trabalhos.

#### 4.3- PALEOZÓICO DA BACIA MEIO NORTE

O Projeto Jaibaras inclui uma extensa área do nordeste da bacia do Meio Norte ou Bacia do Maranhão, totalizando cerca de  $11.000 \text{ km}^2$  o que representa  $1/3$  da área do 'Projeto. Esta bacia é representada na área estudada por terrenos do Paleozóico Médio e Inferior, desde o Siluriano até'

o Carbonífero. No desenvolvimento geológico da Plataforma Brasileira estes sedimentos são testemunhos do denominado Estádio de Estabilização, Almeida, F.F.M., (op.cit.) e foram depositados em bacias cratônicas estáveis. Na área do Projeto Jaibaras as formações Paleozóicas estão presentes nas folhas de Chaval, Buriti dos Lopes, Piracuruca, Viçosa do Ceará, Ubajara e Ipú.

O limite da Bacia é bem marcado da região de Ibuguaçu para o sul e constitui a imponente "cuesta" da Serra da Ibiapaba limitada por escarpas abruptas e com suave mergulho para oeste. De Ibuguaçu para noroeste, em direção a Buriti dos Lopes, o limite da Bacia passa a ser menos evidente, caracterizando-se pela ausência de escarpas ao mesmo tempo em que há forte e progressivo abaixamento do relevo, reduzindo-se as cotas altimétricas de 700 m em Viçosa do Ceará para cerca de 50 metros em Buriti dos Lopes. Paralelamente a este rebaixamento geral do relevo, observa-se um pronunciado adelgaçamento das áreas de exposição das formações que se reduzem a estreitas faixas ao norte, em contraste com largas exposições ao sul. O limite das rochas paleozóicas, todavia, mesmo nas áreas mais rebaixadas e sem quebra de relevo pronunciados é ainda evidente pelas diferenças de padrões fotográficos, refletidos na morfologia, drenagem e características tonais e texturais.

A delimitação das diversas unidades foto-geológicas na Bacia não pôde ser realizada com inteira segurança, devido principalmente a certas semelhanças litológicas que caracterizam algumas formações e sobretudo devido a variações locais de facies que não refletem as características gerais da formação. No entretanto, o caráter cíclico e rítmico da sedimentação clástica que domina em quase toda a bacia, principalmente nas formações devono-carboníferas, parece bem evidenciado e padrões fotogeológicos puderam ser estabelecidos e correlacionados às diversas unidades lito-estrati-



gráficas. Desta maneira, da borda para o interior da bacia, as seguintes unidades foto-geológicas foram evidenciadas:

#### 4.3.1- UNIDADE S/D - Formação Serra Grande

A unidade S/D aparece como única representação dos sedimentos da Bacia do Maranhão nas folhas de Ipú, Ubajara, Viçosa do Ceará e Chaval, estendendo-se para oeste nas folhas de Piracuruca e Buriti dos Lopes.

Na região meridional da área do Projeto, alonga espetacularmente sua área de ocorrência alcançando até 90 km na direção do mergulho, estreitando-se pronunciadamente para o norte e noroeste em direção ao rio Parnaíba.

Morfologicamente, da região de Ibuguaçu para o sul a Unidade S/D é responsável pela formação da "cuesta" da Ibiapaba, feição morfológica maior da área do Projeto Jaibarras. Para noroeste abrandam-se as quedas de relevo desaparecendo a morfologia "cuestiforme" em direção a calha do Parnaíba. Nas escarpas da Ibiapaba a unidade S/D propicia a formação de dois ou três níveis de patamares ou soleiras escalonadas denunciando a presença de horizontes de rocha branda, prováveis intercalações de elementos pelíticos finos na sequência dominante de clásticos grosseiros. Esta feição é particularmente conspícua na área de Viçosa do Ceará, e no trecho Ipú-Reriutaba. A intercalação de folhelhos e siltitos na sequência Serra Grande, contrariando a sua definição tradicional, já havia sido citada e descrita por Mesner e Woolridge (1962) e Rodrigues, R. (1967), (citados por Aguiar, G. A., 1969), baseados em observações de sub-superfície, sendo esta a primeira vez que inferências neste sentido são feitas em observações de secções aflorantes. No nível das chapadas domina um relevo plano ou levemente ondulado com drenagem rarefeita, podendo todavia, em razão do grau de compactação, dureza e permeabilidade da rocha, apresentar-se bem entalhado, com vales profundos e estreitos, declives íngremes e ra

vinamento nas encostas. A partir da escarpa da Ibiapaba para oeste, a superfície geral do relêvo inclina-se progressivamente até o contato com a Unidade D<sub>1</sub>-Formação Pimenteiras. Na área ao sul de Cocal a drenagem principal orienta-se para oeste comandada pelos rios Jacaré, Trapiá e Piracuruca de carácter consequente. Os elementos secundários mostram sujeição dos seus cursos as direções de fraturamento e são portanto subsequentes. Na área norte da bacia com o encurvamento dos contatos das diversas unidades litológicas, observa-se o condicionamento da drenagem principal a esta feição estrutural. A falta de desenvolvimento de cursos d'água e o relêvo plano indicam uma rocha bastante permeável, com profusa drenagem interna e grande infiltração potencial, possivelmente representadas pelos arenitos da formação Serra Grande, caracterizados ainda por um padrão fotográfico em tons claros, uniforme e monótono, com quase nenhuma presença de áreas cultivadas. Na base da sequência da formação Serra Grande, na escarpa próximo a Ipú, o arenito maciço passa a finamente estratificado (horizontes argilosos?), com aspecto muito bem evidenciado e particular nas aerofotos, ilustrado na Estampa 05. Ao norte de Reriutaba, estes arenitos basais se projetam além da escarpa, aflorando segundo uma faixa NE-SW, sendo limitados por falhas do sistema Sobral-Pedro II reativadas em período pós-Devoniano. A leste de Santana do Acaraú ocorre outra faixa de arenitos com as mesmas características fotogeológicas acima referidas, atribuídos a Formação Serra Grande e preservados em uma estrutura de afundamento tipo graben. Este relicto sedimentar de certa forma fortalece a idéia da existência de um eixo de sedimentação siluro-devoniano, de Ipú para nordeste, sugerida por Aguiar, G.A. (op. cit.).

No que se refere aos aspectos tectônicos, a formação Serra Grande foi afetada na área a oeste de Reriutaba e Ipú por falhamentos de direção NE-SW, o que aliás já foi mencionado. Na área de Viçosa do Ceará aparentemente ocorrem

fenômenos idênticos em função de reativações paleozóicas da falha de Bodega e outras do mesmo sistema. De resto, o comportamento tectônico desta unidade é simples e monótono, e restringe-se a um leve basculamento em direção ao centro da bacia.

A formação Serra Grande, Small, como unidade foto-geológica na área estudada, provavelmente corresponde ao conceito usado por Blankenagel (1962) que inclui nesta unidade os arenitos superiores separados por Kegel (op. cit.), como membro Itaim da Formação Pimenteiras. Mesner e Wooldridge (op. cit.) adotaram a separação postulada por Kegel, alargando demasiado o membro Itaim em detrimento da formação Serra Grande. A similitude litológica do Itaim com o pacote Serra Grande e a ausência de outros acidentes relevantes induziu Rodrigues (op. cit.) a considerar o Itaim como membro superior da formação Serra Grande. Possivelmente a área foto-interpretada como Unidade S/D inclui além da Formação Serra Grande típica, também o membro Itaim. Cronologicamente a formação Serra Grande, segundo trabalhos recentes da PETROBRÁS, situa-se no Siluriano Superior/Devoniano Inferior.

#### 4.3.2- UNIDADE D<sub>1</sub> - Formação Pimenteiras:

Esta unidade tem larga presença na região a este de Piracuruca, vale do Rio Catarina prolongando-se para norte e noroeste em uma faixa estreita e regular, até a região de Burití dos Lopes. Apresenta-se com relêvo acidentado, em fase de dissecação intensa com elevações testemunhas de tôpos achatados, drenagem bem desenvolvida em característico modelo sub-angular.

A abundância de drenos de escoamento superficial nesta unidade indica uma maior participação de sedimentos argilosos. Tratando-se de litologia branda, propiciou a instalação dos vales dos cursos d'água principais como os rios Pirangí e Catarina.

Fotograficamente, a Unidade  $D_1$  apresenta tonalidades variadas, dominando tons claros, mosqueados, denunciando pobreza e irregularidade da capa vegetal, mórmente nas áreas de dissecação recente. Ocupa posição concordante, sôbre a formação Serra Grande, não apresentando feições tectônicas de destaque.

A Unidade  $D_1$  pelas suas características foto-geológicas e posição estrutural, corresponde a formação Pimenteiras, Small, do Devoniano Inferior. Provavelmente, a área mapeada como formação Pimenteiras, inclui apenas a sua seção argilosa, isto é, o membro Picos. O segmento basal que constitui o discutido membro Itaim, como já foi anteriormente esplanado, foto-geologicamente foi englobado na Unidade S/D.

#### 4.3.3 - UNIDADE $D_2$ - Formação Cabeças:

A oeste do vale do Rio Pirangá, desde Buriti dos Lopes até Piracuruca estende-se uma faixa de contornos regulares, com largura média em torno de 12 a 15 km, dominada morfologicamente por uma sucessão de chapadas niveladas e recortadas, com intensa dissecação das superfícies, indicando drenagem interna pobre em função da intercalação de horizontes pelíticos em um pacote basicamente formado por elementos clásticos grosseiros. O escoamento superficial é comandado por uma rede de drenagem aberta, em modelo retangular, condicionada a um intenso fraturamento segundo NW-SE e NE-SW, única feição tectônica de destaque observado nesta Unidade. As características tonais e texturais nas áreas de chapadas revelam carácter regular em matizes cinza claro e textura suave e em áreas com colúvio arenoso, bastante frequentes nas proximidades do vale do rio Longá, assumem tons esbranquiçados.

Como já foi dito, a Unidade  $D_2$ , acompanhando o

padrão tectônico prevalecente na Bacia do Maranhão, não foi afetada por tectonismo enérgico, observando-se além dos fraturamentos já referidos, apenas um suave basculamento para oeste em direção ao eixo da bacia.

A unidade foto-geológica  $D_2$  foi correlacionada a formação Cabeças, Plummer, do Devoniano Médio e corresponde a uma sequência de arenitos com eventuais níveis de folhelhos intercalados. A subdivisão da formação Cabeças nos membros Passagem, Oeiras, e Ipiranga motivada basicamente pelo seu conteúdo fóssil, não se reflete em mudanças litológicas típicas e conseqüentemente, não apresenta diferenciação de padrões foto-geológicos. A área mapeada como formação Cabeças apresenta boa correspondência com os trabalhos anteriores de Ferreira, J.A.M. (1963) e da PETROBRÁS.

#### 4.3.4- UNIDADE $D_3$ - Formação Longá:

A região ocupada pela Unidade  $D_3$  corresponde ao vale do rio Longá, estendendo-se ao norte da área até a calha do rio Parnaíba. Corresponde morfologicamente, a paisagens sub-aplainadas com frequentes "mesas" abauladas, sem quebras bruscas de relêvo e com intenso ravinamento nas cabeçeiras dos vales. A rede hidrográfica marcadamente retangular paralela, estabeleceu-se preferencialmente obedecendo ao sistema de fraturas com parâmetros principais segundo NW-SE e WNW- S', aliás, comum para toda área mapeada na Bacia do Maranhão. O rio Longá correndo sobre a Unidade  $D_3$  segue um curso caprichoso com frequentes mudanças abruptas de direção, provavelmente condicionadas a paredões de rochas duras, como por exemplo, diques de diabásio, porém, tais elementos não tem expressão foto+geológica. A jusante da confluência do rio Piracuruca, o Longá forma uma série de corredeiras entalhadas em substratum resistente, em contraste com todo o resto do seu curso, tratando-se provavelmente de uma intrusão diabásica. Não se observa na Unidade  $D_3$  nenhum evento tectô

nico de importância.

A individualização da Unidade D<sub>3</sub>, que corresponde a formação Longá, do Devoniano Superior não apresenta dificuldade, em virtude da sua homogeneidade litológica, constituída por folhelhos e siltitos em nítido contraste com os arenitos da formação Cabeças.

#### 4.3.5- UNIDADE Cb - Formação Poti:

Numa estreita faixa nos limites oeste das fôlhas Piracuruca e Buriti dos Lopes, separando os vales do rio Longá, a leste e rio Parnaíba, a oeste, distingue-se a Unidade Cb, exibindo relêvo aplainado, sem grandes declives, parcialmente mascarada pelas várzeas aluviais do rio Longá. Exibe sistema de drenagem rarefeito, com riachos instalados em vales abertos, denunciando uma eficiente drenagem interna. A Unidade Cb é a que comporta maior insegurança quanto a sua correlação podendo representar um facies arenítico do tópo da formação Longá ou constituir a representação mais ocidental da formação Poti, no norte da bacia. O mapeamento da PETROBRÁS em escala 1:1.000.000 não representa a separação aqui postulada. Ferreira (op. cit.), por outro lado, indica a presença da formação Poti na margem esquerda do rio Longá, na altura de Caxingá. Nesta fase do Projeto Jaibarasadotamos provisòriamente a correlação da Unidade Cb com a formação Poti, do Carbonífero Inferior.

#### 4.4- CENOZOICO:

A parte norte da área do Projeto Jaibaras, acompanhando a linha de costa, é dominada por uma faixa de formações de cobertura, representadas por sedimentos mal consolidados ou em fase de retrabalhamento, como é o caso das dunas e sedimentos costeiros. Da linha de costa para o sul, êstes sedimentos cobrem indistintamente rochas cristalinas e terre

nos devonianos, apresentando um limite recortado, com as maiores extensões na área de Parnaíba - Luiz Correia em vale do rio Acaraú, alcançando cerca de 40 km, reduzindo-se a menos de 14 km na área de Chaval. Afora esta faixa litorânea, as formações de cobertura de idade cenozóica, são representadas por sedimentos de vales intramontanos na região serrana da borda da Ibiapaba e por aluviões recentes, bem desenvolvidos no vale do Parnaíba e Longá, a oeste, e no vale do Acaraú, a leste.

No conjunto, as formações cenozóicas de cobertura ocupam uma área aproximada de 6.000 km<sup>2</sup>, portanto, cerca de 18% da área total do Projeto. Foram separadas fotogeologicamente três unidades, a seguir caracterizadas:

#### 4.4.1- UNIDADE C<sub>1</sub> - Cenozóico Indiferenciado:

A unidade C<sub>1</sub> ocupa uma faixa de largura variável bordejando a linha costeira e penetrando profundamente para o interior seguindo as zonas rebaixadas dos vales dos rios menores como o Parnaíba e o Acaraú. Individualiza-se morfologicamente como uma zona de tabuleiros planos, admitindo eventualmente ondulações suaves e sofrendo solução de continuidade nos vales dos rios que os seccionam transversalmente. Os rebordos sul desta Unidade mostram-se caprichosamente recortados, formando uma linha sinuosa de escarpas de perfil suave. Na área de Granja e Chaval os tabuleiros cenozóicos encontram-se nivelados com a superfície de aplainamento do embasamento cristalino, profundamente intemperizado dificultando sobremaneira a separação precisa do "glacis" de abrasão, correspondente aos terrenos cristalinos e do "glacis" de acumulação correspondente aos sedimentos cenozóicos. A monotonia dos tabuleiros é ocasionalmente quebrada por suaves depressões, prováveis correspondentes de antigas "playas". A extrema permeabilidade desta unidade e sua efetiva drenagem interna é revelada pela notável pobreza de elementos superficiais

de escoamento, com ausência de qualquer grau de controle dos mesmos por parte de estruturas subjacentes. Localmente, os ta buleiros cenozóicos avançam até a linha da costa, como por exemplo, na área de Camocim, onde se observa o seu retraba lhamento pela ação marinha, com o modelado de falésias vivas.

As características tonais e texturais da Unida de C<sub>1</sub> são bastante monótonas em toda a área de ocorrência, apresentando predominantemente tons cinza escuro, textura ho mogênea, indicativa de uma densa cobertura vegetal. Nêste con junto, destacam-se feições locais em tons brancos e textura áspera, correspondentes a coberturas arenosas, bem como, zo nas extremamente escuras, mòrmente próximo ao limite sul da área mapeada como C<sub>1</sub>, correspondente a prováveis capas late ríticas. Nêstes casos, observa-se um modelado em escarpas abruptas, sugerindo a presença de uma crôsta resistente.

A unidade C<sub>1</sub> provavelmente corresponde básica mente ao Grupo Barreiras, amplamente conhecida e discutida na literatura geológica brasileira, Moraes, L.J. (op. cit.) ma peou a unidade aquí referida como Formação Barreiras, "inclu indo argilas variegadas, vermelho-alaranjado e arenitos mais ou menos friáveis". A área de Chaval para oeste, foi mapeada por Ferreira, J.A.M. (op. cit.), como Terciário-Quaternário indiferenciado, compreendendo "afloramentos de calcários, areias, dunas e barreiras". A formação Barreiras, definida por Branner, Sopper e posteriormente por Kegel, abrange extensa faixa de ocorrência em tôda a costa norte-nordeste e assume grande complexidade e diversidade litológica, sendo recente mente alvo de estudos mais detalhados por Beurlen, Mabesoone e Silva (1971), que divisaram várias formações enriquecendo sobremaneira o antigo Grupo definido por Bigarella e Andra de (1964). Pela sua complexidade e ausência de um maior co nhecimento do desenvolvimento geomorfológico da área, incluí mos tôda esta unidade foto-geológica com o símbolo C<sub>1</sub>, res saltando, todavia, que ela inclui além de sedimentos areno sos e areno-argilosos, possivelmente correlacionáveis ao Gru



po Barreiras, também regolitos, cascalheiras e crôstas late ríticas ainda não suficientemente definidas. Na área de Paranaíba são citadas ocorrências de calcário e margas da formação Pirabas, não evidenciadas na foto-interpretação.

#### 4.4.2- UNIDADE C<sub>2</sub> - Dunas e sedimentos de praia:

A planície litorânea é essencialmente constituída de formações de dunas, sedimentos recentes de praia, e por várzeas aluvias, interpretadas e mapeadas como Unidade C<sub>2</sub>, e está diretamente relacionada com o desenvolvimento morfológico da linha de costa. Nesta área a linha de costa exibe um escalonamento acentuado, com pontas voltadas para NW, que pode remontar a uma possível influência estrutural das rochas do embasamento, talvez correlacionada as importantes falhas de direção NE-SW, como é o caso da Ponta de Jeriquara, acidente morfológico relacionado a falha de Granja. Além do modelado singular da linha da costa, o caráter morfológico de maior destaque são os extensos cordões de dunas vivas orientadas de nordeste para sudoeste, segundo a direção dos ventos dominantes, formando uma faixa quase contínua com largura média de 2,5 km, alcançando até 6 km no trecho compreendido entre Luiz Correia e Araioses. A maior ou menor largura da faixa de sedimentos eólicos está provavelmente relacionada a fatores tais como volume de alimentação de sedimentos oriundos do continente e posição da linha da costa em relação a direção dos ventos dominantes. Morfológicamente, destacam-se dunas tipo "barcanas", de perfil transversal marcadamente assimétrico, com o ângulo de declive de sotavento mais acentuado que o de barlavento. Estas dunas elevam-se localmente a cotas superiores aos tabuleiros costeiras da Unidade C<sub>1</sub>, promovendo a inunção dos mesmos e o afogamento dos vales costeiros, formando verdadeiras represas naturais. Esta feição morfológica que representa o termo extremo do desenvolvimento de restingas e flexas provocando o deslocamento para sotavento dos canais naturais de deságue dos cursos

d'água e finalmente, o total assoreamento dos mesmos propicia o desenvolvimento de uma eficiente drenagem subterrânea facilitada pelo caráter extremamente poroso da sedimentação arenosa eólica. A Estampa 06, que representa as barras afogadas dos rios Tucumduba e Parazinho exemplifica com destaque este fenômeno. Nas zonas baixas, entre as dunas, observa-se o desenvolvimento de vegetação rasteira em áreas sazonalmente alagadas, o que lhes confere tonalidades escuras em contraste com o branco das dunas vivas e da linha de praia. Nas proximidades da foz do rio Acaraú, cordões de dunas mortas, fixadas por vegetação arbustiva, sugerindo paleo-praias são protegidas por flexas e restingas de neo-formação e constituem sítios favoráveis à pesquisa de minerais pesados. Estas supostas linhas de paleo-praias assumem particular interesse na área de influência do delta do Parnaíba, na ilha Grande de Santa Rosa e na ilha das Canárias, onde ocorrências de areias ilmeníticas são citadas na bibliografia.

A drenagem desenvolvida na faixa de sedimentos costeiros é predominantemente subterrânea. Os elementos superficiais são representados por lagunas encaixadas entre os sulcos das dunas e pequenos drenos de curso aleatório instalados sobre a antiga superfície, parcialmente coberta pelos depósitos eólicos. Os cordões de dunas de caráter policíclico foram unificados juntamente com os sedimentos costeiros na Unidade C<sub>2</sub>.

#### 4.4.3- UNIDADE C<sub>3</sub> - Aluviões:

Regionalmente, a área do Projeto Jaibaras é relativamente pobre em sedimentos aluviais mormente na região de rochas cristalinas, aspecto coerente com áreas cujo ciclo erosivo ainda não atingiu o estágio de maturidade. Apenas nos vales dos rios maiores desenvolvem-se extensas coberturas aluviais, como na calha do Parnaíba e do Longá e na área cristalina, no Rio Acaraú. O rio Parnaíba desenvolveu em seu delta uma ampla planície aluvial cortada por vales e drenos.

divagantes, com áreas sujeitas a inundação periódica e profundo desenvolvimento de meandros, braços mortos e lagunas semi-circulares, tipo "ox-bow lakes". É um exemplo típico de modelo de drenagem anastomótico que, em menor escala pode ser observado no estuário do Rio Acaraú.

Todos os cursos d'água de maior porte que não sofreram afogamento dos vales pela sedimentação eólica, na zona costeira, desenvolvem vales de planície com longas áreas de inundação sujeitas aos influxos e refluxos das marés, formando autênticos mangues. Morfologicamente, os depósitos aluviais na área estudada situam-se em um plano único, não mostrando evidências da presença de terraços aluviais antigos.

#### 4.5- ROCHAS MAGMÁTICAS

Na área do Projeto Jaibaras ocorre uma importante província de rochas magmáticas dominada por tipos ácidos e intermediários frequentemente citados na bibliografia específica da área. O relacionamento destas rochas com as litologias do Grupo Bambuí e da Série Jaibaras criaram condições potencialmente favoráveis ao condicionamento de possíveis mineralizações constituindo a avaliação exata deste potencial um dos objetivos do Projeto Jaibaras. Os diversos tipos litológicos citados na bibliografia foram fotogeologicamente separados em unidades genéricas a seguir caracterizadas, se bem que, com relação as efusivas, sutis distinções de padrão fotogeológico permitam em alguns casos a separação de litologias específicas.

##### 4.5.1- GR - GRANITOS INTRUSIVOS TIPO MERUOCA

Como traço morfológico dominante na região central do Projeto Jaibaras destacam-se as serras da Meruoca e do Rosário, denominações locais para o mesmo acidente topográfico de características geológicas também idênticas. Estas serras apresentam desníveis da ordem de 300/400 metros do

penepiano regional e são geralmente limitadas por escarpas e paredes abruptos ou de declive acidentado dificultando sobremaneira o acesso aos níveis mais elevados, onde domina uma superfície extremamente acidentada. São frequentes a presença de vales profundos e paralelos nas áreas de borda, orientando-se geralmente segundo E-W, encaixados nas linhas preferenciais de fraturas e exibindo um escalonamento progressivo até as cotas superiores. Feição morfológica característica da região serrana são vales abertos de contorno semi-circular, esculpidos nos contrafortes mais elevados da montanha. Estabeleceu-se na área elevada um sistema de drenagem paralelo, condicionado às linhas de fraturamento da rocha. As zonas íngremes e escarpadas aparecem na foto aérea com tonalidades cinza escuro e textura áspera aberta, com morfologia ruidosa refletindo a abundância de blocos soltos e matações nas encostas. As zonas de menor declive e os fundos dos vales apresentam tons cinza claro, textura fina e densa e são intensamente cultivadas, caracterizando a existência de um regolito desenvolvido. O maciço de Mucambo, mapeado ao sul, contrariamente, não constitui expressão topográfica, formando uma ampla área-sub-aplainada com características texturais suaves e tons escuros, intensamente cultivada sugerindo solo espesso e bem desenvolvido.

Ambos os maciços, do Rosário-Meruoca e do Mucambo tem contornos sub-circulares, truncados no bordo ocidental por falhamentos do lineamento Sobral-Pedro II. Litologicamente, estes maciços correspondem a granitos de caráter intrusivo e são citados profusamente na literatura geológica da área. A análise fotogeológica revelou, como já foi anteriormente enfatizado, perturbações secundárias no estilo tectônico das rochas encaixantes do maciço da Meruoca, caracterizando-o como granito pós-orogênico.

Danni, (op.cit.), refere-se a uma auréola de metamorfismo no bordo do granito de Mucambo, figurando-o em mapa como termometamorfitos. Cobra, (op.cit.), relacionou geneticamente as ocorrências de ferro de Angostura com a intru

são granítica de Mucambo, descrevendo-a como uma jazida meta somática de contato. Vandoros, (op.cit.) através de métodos radiométricos determinou a idade em torno de  $420 \times 10^6$  anos para estes maciços graníticos, o que corresponde ao Cambro Ordoviciano.

#### 4.5.2- EFUSIVAS EO-PALEOZOÍCAS

A presença de rochas efusivas nas áreas de ocor rência da Série Jaibaras é fato notório na literatura geoló gica brasileira. Observou-se de fato uma íntima associação das formações desta Série e a presença de manifestações efu sivas na forma de derrames e diques (Estampa 04). Os corpos de efusivas mapeados não apresentam constância de formas e distinguem-se fotograficamente mais pelos seus aspectos ton nais e texturais do que por suas características morfológi cas. Geralmente, exibem tons bastante escuros e textura den sa e homogênea. Como exceção, na área ao norte de Pacujá, ocorrem corpos em forma de meia lua apresentando depressões' arredondadas lembrando dolinas e que confere uma textura fo tográfica irregular. A Estampa 04 ilustra esta Feiç ão. Ger almente as texturas mais abertas correspondem a corpos de tona lidades mais claras em contraste com áreas de tonalidades es curas e textura densa. Tais variações são reflexos da compo sição da rocha. Como já foi mencionado, estes corpos efusi vos estão associados a estruturas de afundamento e limitam' sua área de ocorrência às vizinhanças dos maciços graníticos de Mucambo e Meruoca, o que permite inferir uma relação de consanguineidade destas rochas magmáticas. Almeida, et alii, (1967) com base em datações radiométricas, conclue pela con temporaneidade destas efusivas com as manifestações graníti cas da Meruoca e Mucambo, e relaciona estas atividades mag máticas a reativações tardias da zona de falhas transcorren tes do lineamento Sobral-Pedro II. A bibliografia cita uma gama variada de tipos litológicos, incluindo riolitos, ande sitos, pórfiro-dioritos e basaltos, porém, para efeito de ma pa fotogeológico foram incluídos em uma só unidade. Os di

ques associados a esta fase magmática tem presença marcante na foto-aérea na forma de lineamentos escuros em nítido contraste com as rochas encaixantes, geralmente formações da Série Jaibaras. Aqueles de maior possança apresentam morfologia característica em paredões alinhados segundo E-W, sua direção dominante. Se bem que estejam presentes em toda área de ocorrência da Série Jaibaras, são observados preferencialmente na região entre Aprazível e Coreaú, sempre alinhados segundo leste-oeste. É sugestivo a coincidência desta direção com os fraturamentos maiores do granito Rosário-Meruoca.

#### 4.5.3- EFUSIVAS BÁSICAS MESOZÓICAS

Os sedimentos paleozóicos da Bacia do Maranhão foram afetados por um intenso magmatismo básico de caráter trapeano e que se manifesta seja na forma de derrames, seja na forma de aparelhos confinados, como diques, sills, lacólitos, etc. Na área do Projeto Jaibaras correspondente a Bacia do Maranhão, surpreendentemente, não foram notadas feições típicas que caracterizem fotogeologicamente a presença de diques ou sills. Observa-se no entanto um grande número de lineamentos, mapeados como fraturas e que podem eventualmente corresponder a diques estreitos erodidos ao nível das encaixantes e mascarados pelo solo das mesmas. Em certas áreas, observa-se no entanto, comportamento anômalo da arenagem influenciada provavelmente pela presença de diques de rocha resistente. No vale do rio Longá, a jusante da confluência com o rio Piracuruca, individualizou-se uma área de rochas resistentes ensejando a formação de corredeiras no rio Longá e caracterizada por tonalidades escuras e textura áspera. Nas zonas de borda, confunde-se morfologicamente com o padrão das rochas encaixantes, folhelhos e siltitos da formação Longá o que dificulta a identificação dos seus contatos. Esta unidade corresponde provavelmente a basaltos ou diabásios intrusivos nas formações sedimentares e de provável idade mesozóica, e é a única representação destas rochas, foto-inter -

pretada na área do Projeto Jaibaras.

## 5. CONDICIONAMENTO FOTOGEOLÓGICO DAS MINERALIZAÇÕES

Nesta etapa de fotogeologia preliminar procurou-se enfatizar os aspectos ligados diretamente as diversas ocorrências minerais conhecidas e citadas na bibliografia específica da área em foco, em busca de elementos reveladores ou indicativos dos seus condicionamentos genéticos. Outrossim, paralelamente as áreas de mineralizações conhecidas, foram também objeto de atenção especial aquelas que pela sua ambiência geológica, aparentemente reunissem condições para a ocorrência de mineralizações de valor econômico. Procurou-se deste modo satisfazer uma das metas básicas do Projeto Jaibaras e reunir subsídios para a elaboração dos futuros sub-projetos. Esclarecemos, todavia, que as observações e as hipóteses ventiladas não tem obrigatoriamente caráter definitivo, podendo ser modificadas ou abandonadas em função dos novos elementos coletados na evolução dos trabalhos.

### 5.1- Ocorrência Cuprífera de Pedra Verde

Historicamente a jazida de cobre de Pedra Verde é conhecida desde 1850 e tem sido visitada e estudada por inúmeros técnicos nacionais e estrangeiros. Pouchain, E.B. (1948), relacionou geneticamente a jazida à falhas que cortam o filito mineralizado. Quezado, J.A. (1949), sugere o relacionamento genético da mineralização (pirita, calcopirita e ouro) "a uma intrusão granítica, cuja envergadura é evidenciada pelos fenômenos tectônicos (enrugamentos e fraturas, falhas e zonas de brechação) síncronos à intrusão e ocorrentes em extensa região". Leonardos, O.H. (1956) identifica a rocha cuprífera de Pedra Verde como um filito da Série Ceará. O trabalho mais completo e de maior detalhe sobre Pedra Verde foi executado por Collins J.J. e Loureiro, A.R. (1971), e segundo estes autores a mineralização de Pedra Verde seria

resultante do metamorfismo de um depósito supergênico de cobre, de idade Pré-Cambriana. Tal enriquecimento teria se verificado em superfície aplainada do filito, posteriormente 'coberta pelos conglomerados Cambro-Ordovicianos da Série Jaibaras e finalmente, todo o conjunto basculado colocando o contacto das duas formações em posição vertical.

A interpretação foto-geológica revelou na região de Pedra Verde a continuação da sequência litológica constituída basicamente de Quartzitos ( $PC_4$ ) sotopostos por um pacote de xistos e filitos ( $PC_5$ ), identificada desde Ibuguaçu' e que prossegue para o sul até Lambedouro. O estilo tectônico plástico que afetou este conjunto modelou na área de General Tibúrcio um perfeito anticlinal simétrico com caimento 'do eixo "b" para nordeste. A ocorrência cuprífera de Pedra Verde localiza-se no flanco norte desta estrutura, aparentemente na zona de contato Quartzito/Filito. É evidente ainda na foto aérea a interveniência na região de Pedra Verde de um importante sistema de falhas de direção nordeste e uma série de fraturamentos subordinados, o que aliás é reconhecido por todos os autores que a visitaram. Destas observações, infere-se que a ambiência geológica e tectônica da região de Pedra Verde não é coerente com a presença de formações da Série Jaibaras, que não foram afetadas por dobramentos e, em consequência, o conglomerado identificado por Collins e Loureiro, (op.cit.) como participante da Série Jaibaras, provavelmente corresponde a um conglomerado Pré-Cambriano, intraformacional, representando um facies clástico-grosseiro das unidades  $PC_4/PC_5$ . Além do condicionamento tectono-estrutural dos conglomerados da Série Jaibaras estar ligado intrinsecamente a uma tectônica-rígida, de blocos, aparentemente ausente na área de Pedra Verde é sugestivo o fato de que em nenhum local de ocorrência típica destas formações se observa' sua associação com mineralizações cupríferas. Fato relevante no Relatório Collins é o reconhecimento de um controle estratigráfico, zona de contato filito/conglomerado, para a mine-



realização primária de cobre. Isto posto, é lícito se esperar a repetição do horizonte estratigráfico contato filito/conglomerado, na série de dobramentos da sequência PC<sub>4</sub>/PC<sub>5</sub> desde Ibuguaçu até Lambedouro, o qual deve-se localizar conforme foi observado em Pedra Verde, na zona de contato daquelas Unidades. Sob o novo enfoque, este nível estratigráfico constitui alvo preferencial para pesquisa de cobre em toda a região serrana mencionada, destacando-se o flanco sul do anticlinal de Gal. Tibúrcio. Os dados revelados pela análise fotogeológica regional vem ao encontro da idéia de que Pedra Verde não deve obrigatoriamente constituir um evento isolado como tem sido considerado, e que outras opções válidas para pesquisa existem. O relacionamento genético da mineralização primária com os falhamentos da área, proposto por Pouchain, (op. cit.) a luz das pesquisas já executadas em Pedra Verde parece não corresponder à realidade. A opinião dominante é de que as falhas e fraturas atuaram apenas como fator dispersante da mineralização secundária.

#### 5.2- Ocorrências de Manganês - Faz. Oitis e Faz. Bodega

As ocorrências de minério de manganês da região a oeste de Granja são citadas por Cobra, (op.cit.) e Hermann (op.cit.), sendo que este último relata informações detalhadas sobre a ocorrência da Faz. Oitis. Observa este autor uma relação genética do minério manganífero com os xistos e filitos de baixo grau de metamorfismo e infere a possibilidade da faixa manganífera ultrapassar os limites da Faz. Oitis, indicando como área prospectiva todo o contraforte norte da Chapada da Ibiapaba. Cobra, (op.cit.) por sua vez, relata a presença de rochas carbonatadas na Faz. Oitis, encaixadas na sequência de filitos. Com referência as ocorrências da Faz. Bodega este último autor a situa como "lentes de minério de manganês encaixadas no conglomerado da Série Jaibaras". Hermann, no entanto, observa tratar-se de conglomerado polimitico com predominância de seixos e matações de minério de man

ganês com matriz argilosa, inconsolidada.

A análise foto-geológica confirmou as observações de Hermann, (op.cit.) com referência a mineralização da Faz. Oitis, e sugere a possibilidade de se localizar outras ocorrências semelhantes associadas a unidade de xistos e filitos mapeados como PC<sub>5</sub>. Geneticamente, e em função dos dados bibliográficos e de foto-análise, é lícito se supor tratar-se de um tipo de ocorrência de minério secundário, prováveis crostas manganíferas, produto da concentração supergênica a partir de filitos e/ou rochas carbonatadas manganíferas. Dentro desta linha de raciocínio toda a área de ocorrência da Unidade PC<sub>5</sub>, como foi originalmente sugerido por Hermann, é prospectiva para este tipo de depósito. A ocorrência da Faz. Bodega considerada até hoje como fato isolado, trata-se provavelmente da extensão de um conglomerado de pé de escarpa, oriundo do desmonte de antigas crostas manganíferas desenvolvidas sobre a Unidade PC<sub>5</sub>, ocorrente a cerca de 2,5 km a sudoeste. Não foi observado qualquer relacionamento foto-geológico das ocorrências manganíferas da Faz. Bodega com as formações da Série Jaibaras, como é pretendido por Cobra, (op.cit.).

### 5.3- Ocorrências Auríferas de Reriutaba-Ipú

Na região de Cariré, Reriutaba e Ipú, compreendida entre a serra da Ibiapaba e o rio Acaraú, são conhecidas inúmeras ocorrências de ouro, que podem ser agrupadas em dois tipos:

1. - Ocorrências tipo "placers" associadas aos depósitos aluviais dos riachos que drenam a área e que desenvolvem curso oeste-leste.

2. - Ocorrências associadas a veios de quartzo, onde o ouro vem normalmente acompanhado de galena, blenda, pirita, calcopirita e arsenopirita (Campos, op.cit., Andrade, op.cit., Winge, M. 1967).

Da apreciação sumária da bibliografia existente, infere-se que todos os autores abordaram o problema em termos vagos, limitando-se a citações de ocorrências e quando muito a descrição sumária da ambiência geológica das mesmas. É notória a carência de trabalhos de detalhe visando um diagnóstico do potencial das ocorrências, quer a nível local, quer a nível regional.

Litologicamente, a área de Reriutaba-Ipú está incluída na Unidade PC<sub>2</sub> destacando-se todavia, por uma aparente homogeneidade litológica correspondente a níveis avançados de migmatização. Tipos litológicos definidos como biotita-xistos, biotita-gnaiss, calcários, etc., citados na bibliografia, tem apenas presença local e não são representativos do conjunto. Tectonicamente, em que pese a presença de restos de antigas estruturas plásticas mal conservadas, com eixos orientados segundo norte-sul, domina a área em foco um estilo tectônico quebrável, comandado pelo sistema de falhas de Amanaiara, responsável por uma ampla faixa de milonitização e cisalhamento. Esta tectônica rígida, orientada segundo SW-NE, propiciou o desenvolvimento de sistemas de fraturas de distensão em zonas de alívio de pressão, segundo E-W e NNW-SSE, aparentemente preenchidos por material resistente de neoformação, geralmente com expressão bem marcada na foto aérea. As informações bibliográficas indicam que o sistema de fraturas de direção E-W abriga mineralizações de Au, Pb, Cu, associadas a veios de quartzo e a ele pertence as conhecidas ocorrências da Mina Saco, próximo a Reriutaba e da área de Santa Úrsula, próximo a Ipú. O sistema de fraturas segundo NNW-SSE aparece com destaque na área a nordeste de Santo Isidro e aparentemente foram também preenchidas por material resistente, porém não consta na bibliografia nenhuma ocorrência de mineralização metálica associada ao mesmo. A foto-geologia no entanto indica uma associação genética única de ambos os sistemas de fraturas os quais estão provavelmente relacionados a esforços tardios de reativação das fa

lhas de cisalhamento do lineamento Sobral-Pedro II, do qual a falha de Amanaiara é componente. Winge, (op.cit.) sugere uma origem hidrotermal para o material de preenchimento das fraturas mencionadas, indicando o plutão granítico de Mucambo com possível fonte das soluções mineralizantes. A associação paragenética descrita na bibliografia confirma a ambiência hidrotermal destas mineralizações. Uma vez estabelecida a associação genética de ambos os sistemas de fraturas mencionados, com base em observações foto-geológicas, e considerando a origem provável do material de preenchimento, todos os diques de quartzo preenchendo fraturas segundo E-W ou NNW-SSE, na área Reritaba-Iú, são alvos preferenciais para pesquisa de mineralizações polimetálicas (Au, Pb, Cu). É oportuno observar que ambiência tectono-estrutural semelhante, fraturas de distensão associadas a zona de cisalhamento, preenchidas por quartzo hidrotermal, são feições dominantes e características dos campos auríferos do Escudo Canadense (Porcupine, Kirkland Lake, etc.).

As ocorrências auríferas tipo "placers" são sem dúvida, de alto potencial em se tratando da área com mineralizações primárias conhecidas. A análise fotogeológica, no entanto, identificou áreas relativamente restritas de depósitos aluviais, neste distrito o que representa um fator limitante às possibilidades deste tipo de concentração metálica.

#### 5.4- Minerais Pesados na Faixa Costeira

A extremidade ocidental da faixa costeira incluída no Projeto Jaibaras é citada por alguns autores como portadora de inúmeras ocorrências de minerais pesados e são indicadas como a continuação para leste dos depósitos ilmeníticos conhecidos desde a ilha do Cajú até Tutoia no litoral Maranhense.

A associação preferencial das concentrações ilmeníticas com antigas linhas de praia é sugerida por diver -

so geólogos que visitaram as citadas ocorrências, (Campbell, D.F., Pouchain, E.B.).

Na área do Projeto Jaibaras a fotogeologia revelou extensas linhas de paleo-praias, mormente na região da foz do Rio Acaraú para oeste e na área do delta do Parnaíba, Ilha Grande de Santa Rosa e Ilha das Canárias, e na região de Araisos, que se constituem sítios prospectivos preferenciais para depósitos de areias ilmeníticas.

#### 6.- COMENTÁRIOS FINAIS:

Em se tratando de um relatório de progresso de uma fase preliminar do Projeto, o nível de conhecimentos geológicos alcançado limita-se basicamente a inferências e hipóteses sem caráter conclusivo. A filosofia de trabalho adotada permitiu a integração dos fatos observados na foto-análise em um modelo primário do desenvolvimento geológico da área em estudo, original em seu conjunto, na edificação do qual foram adotadas ou contestadas, porém raramente omitidas as idéias ou opiniões básicas dos diversos geólogos que nos precederam no estudo da área em foco. De um modo geral logrou-se um avanço considerável sobre o nível de conhecimentos geológicos da área e como elementos conclusivos do presente relatório, enumeramos a seguir os tópicos de maior relevância resultantes desta fase do Projeto.

1.- Reconhecimento de cinco unidades foto-geológicas básicas no Pré-Cambriano antigo da área em foco, separáveis por critérios litológicos, e tectono-estruturais, modificando substancialmente a idéia simplista anterior do "complexo Pré-Cambriano indiviso", concomitantemente ao reconhecimento da atuação de vários ciclos orogênicos na evolução tectogênica da área estudada.

2.- Definição das relações de contactos da sequência carbonatada do Grupo Bambuí com o granito intrusivo de Mocambo, ensejando a possibilidade de mineralizações metálicas.

licas hipogênicas.

3.- Abertura de um novo campo para pesquisa de cobre na região de Pedra Verde em função do condicionamento lito-estratigráfico da mineralização conhecida e da possibilidade indicada pela foto-análise, da repetição em outros sítios, da mesma ambiência geológica; e da mesma forma, resultou definindo o condicionamento foto-geológico das mineralizações de manganês da área de Ibuguaçu e da Faz. Bodega.

4.- Relacionamento das ocorrências de Au, Pb, e Cu de Reriutaba e Ipuá a sistemas de fraturas associadas a eventos tectônicos de extensão regional, indicando uma possível consanguineidade de ditas mineralizações com as intrusões graníticas de Mocambo (veios criptomagmáticos?).

5.- Definição do condicionamento tectono-estrutural dos conglomerados da Série Jaibaras, elemento básico na formulação das alternativas propostas para o problema Pedra Verde.

6.- Sugestões de áreas prospectivas para minerais pesados, principalmente ilmenita, nas paleo-praias identificadas na faixa costeira, mormente na área de influência do rio Acaraú e nas ilhas do delta do rio Parnaíba.

7.- Indicações de extensões a leste do lineamento Sobral-Pedro II, região de Santana do Acaraú, da sedimentação Serra Grande e de uma possível sub-divisão desta Unidade.

## B I B L I O G R A F I A

- ALBUQUERQUE, Marconi Costa - Geologia da área de Reriutaba e contribuição à prospecção geoquímica da mina Saco, Ceará. Recife, UFPe. - Escola de Geologia, 1969. (Relatório de graduação). Trabalho inédito.
- ALMEIDA, Fernando Flavio Marques de, et alii - Radiometric ' age determinations from northern Brazil. Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia. São Paulo, 17(1):3-14, dez., 1968.
- Diferenciação tectônica da plataforma brasileira. In: Anais do Congresso Brasileiro de Geologia, 23. Salvador, Sociedade Brasileira de Geologia. Núcleo da Bahia, 1969. p. 29-46.
- AMARAL, Gilberto & KAWASHITA, Koji - Determinação da idade' do Grupo Bambuí pelo método Rb/Sr. In: Anais do Congresso Brasileiro de Geologia, 21. Curitiba, Sociedade Brasileira de Geologia. Núcleo do Paraná, 1967. p. 214-7.
- ANDRADE, Aluizio Roberto Ferreira de - Geologia da área de Ipu e contribuição à geologia econômica da mina Saco, Ceará. Recife, UFPe. - Escola de Geologia, 1969. (Relatório' de graduação). Trabalho inédito.
- BARRETO, Adel - Relatório de trabalho de campo. Área I - fô-lha 4, quadrícula 731. Recife, SUDENE-DRN, Div. Geologia, 1963. Trabalho inédito.
- BARRETO, Pedro Trindade - Geologia da área SW da quadrícula' de Sobral. Recife, UR - Escola de Geologia de Pernambuco, 1962. (Relatório de graduação). Trabalho inédito.

- BEURLEN, Karl - A estrutura geológica do Nordeste do Brasil. In: Anais do Congresso Brasileiro de Geologia, 21. Curitiba, Sociedade Brasileira de Geologia. Núcleo do Paraná, 1967. p. 151-8.
- BLANKENNAGEL, Richard - Geological summary and ground water potential of the eastern margin of the Maranhão basin. Rio de Janeiro, Petrobrás, 1962. (Report, 1602). Trabalho inédito.
- BRASIL.DNPM. 4º Distrito-Nordeste. Contribuição do Departamento Nacional da Produção Mineral no desenvolvimento econômico do nordeste brasileiro. Rio de Janeiro, 1967. (Publicação especial, 4).
- BRASIL.DNPM. 4º Distrito-Nordeste. Recursos minerais do estado do Piauí. Recife, 1969. Trabalho inédito.
- BRITO NEVES, B.B. - Contribuição ao léxico estratigráfico do leste do Brasil. In: Simpósio de Geologia do Nordeste, 4. Recife, Sociedade Brasileira de Geologia. Núcleo Nordeste 1968.
- CAMPOS, Márcio - Ocorrências de ouro nos municípios de Ipu e Reriutaba. Fortaleza, DNPM-DGM, 1969. (Relatório Técnico, 84) Trabalho inédito.
- Ocorrências minerais do estado do Ceará. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 25. Resumo das comunicações. São Paulo, Sociedade Brasileira de Geologia, Núcleo de São Paulo, 1971. p. 43-4 (Boletim especial, 1).
- CAMPOS e SILVA, A.; MABESONE, J.M.; BEURLEN K. - Estratigrafia do Grupo Barreiras nos Estado do Rio Grande do Norte Paraíba e Pernambuco. Revista da Associação dos Geólogos de Pernambuco. Recife, 1(2):1-13, jul./ago./set., 1971.
- COBRA, Ruben Queiróz - Estudo da estratigrafia, tectônica, ocorrências minerais e recursos de água do noroeste do Ceará. Recife, SUDENE-DRN, Div. Geologia, 1963. Trabalho



dito.

COLLINS, John J. & LOUREIRO, A. Ronaldo - A metamorphosed of precambrien supergene copper. Economic Geology, Lancaster 66 (1):192-9, jan./fev. 1971.

CORREA, Sebastião Francisco - Geologia da área sul de Ipu e contribuição à geologia econômica da mina Santa Ursula, Ceará. Recife, UFPe. - Escola de Geologia, 1969. (Relatório de graduação). Trabalho inédito.

COSTA, Luis Alfredo Moutinho da, et alii - Novos conceitos' sobre o Grupo Bambuí e sua divisão em tectonogrupos. Rio de Janeiro, Inst. Geociências - Univ. Federal Rio de Janeiro, 1970. (Bol.Geologia 3). p. 3-34.

COSTA, Waldir Duarte - Contribuição ao estudo geológico da bacia Jaibaras. Recife, UR-Escola de Geologia de Pernambuco, 1962. (Relatório de graduação). Trabalho inédito.

DANII, J.C. - Levantamento geológico no noroeste do Ceará. ' In: Congresso Brasileiro de Geologia, 23 - Resumo das conferências e das comunicações. Salvador, Sociedade Brasileira de Geologia. Núcleo da Bahia, 1969. p.69-70 (Boletim especial, 1).

DORRIL, JOHN VAN - Primary Manganese Ores. In: Anais do Congresso Brasileiro de Geologia, 22. Belo Horizonte, Sociedade Brasileira de Geologia. Núcleo de Minas Gerais, 1968, p.3.

ESTADO DO CEARÁ. In: BRASIL. DNPM-DGM. Relatório do Diretor-ano de 1957. Rio de Janeiro, 1958. p.61-71.

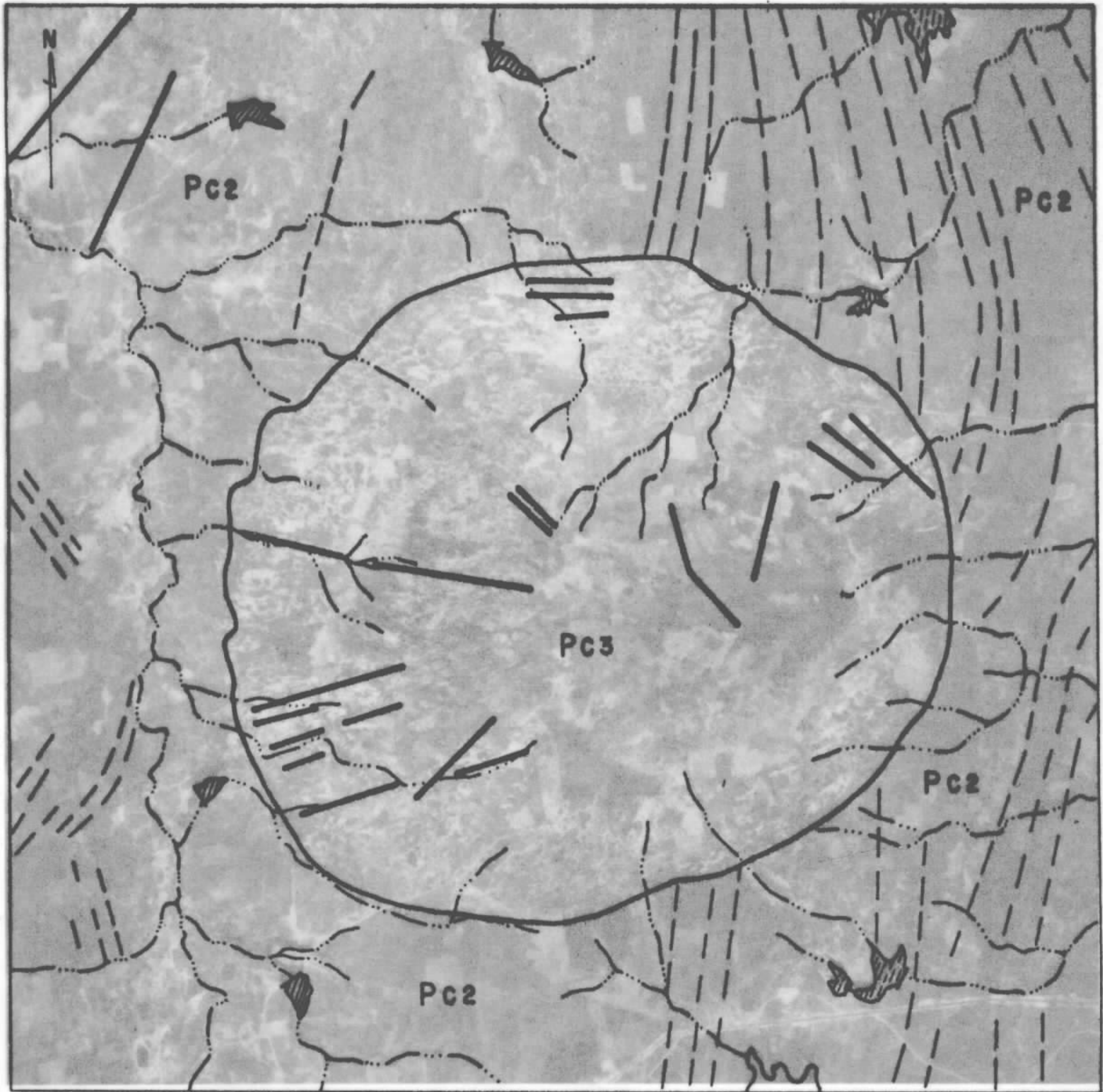
FARINA, Mário - Mapeamento geológico da quadrícula 731, folha NE, área 2. Recife, SUDENE-DRN, Div. Geologia, 1963. Trabalho inédito.

FERREIRA, José Aderaldo Medeiros - Ametista de Caldeirão, ' município de Cocal. Jornal de Mineralogia, Recife, 3(1 - 6):77-78, 1962.

- FERREIRA, José Aderaldo de Medeiros - Reconhecimento geológico do norte do Piauí. Recife, SUDENE-DRN, Div. Geologia ' 1963. (Série geologia regional, 2).
- HAND, Helmo - Magnetmetric investigations of iron deposits near Sobral, Ceará. Recife, UFPe. - Escola de Geologia, ' 1964. Trabalho inédito.
- HERMANN, Egmar - Manganês em Ubatuba - noroeste do Ceará. Recife, SUDENE-DRN, Div. Geologia, 1963. Trabalho inédito.
- Projeto ferro-manganês para o nordeste. Recife, SUDENE - DRN. Div. Geologia, 1963. Trabalho inédito.
- KEGEL, Wilhelm - Contribuição para o estudo do devoniano da bacia do Parnaíba. Rio de Janeiro, DNPM-DGM, 1953. (Boletim, 141).
- As inconformidades na bacia do Parnaíba e zonas adjacentes. Rio de Janeiro, DNPM-DGM, 1956: (Boletim, 160).
- KEGEL, Wilhelm; SCORZA, Evaristo Penna; COELHO, Francisco ' das Chagas Pinto - Estudos geológicos do norte do Ceará. Rio de Janeiro, DNPM-DGM, 1958. (Boletim, 184).
- LEITE, Jader Fonseca - Geologia da área ESE de Ipu e contribuição à geologia econômica da parte norte da mina Santo' Antonio, Ceará. Recife, UFPe.- Escola de Geologia, 1969. (Relatório de graduação). Trabalho inédito.
- LEONARDOS, Othon Henry - Ocorrência de corindon no Brasil. Mineração e Metalurgia, Rio de Janeiro, 10(57):129-132, jan./fev., 1964.
- Cobre no Brasil e no estrangeiro. Rio de Janeiro, DNPM - DFPM, 1956. (Avulso, 79).
- MANOEL FILHO, João - Contribuição ao estudo geológico da bacia de Jaibaras. Recife, UFPe.-Escola de Geologia de Pernambuco, 1962. (Relatório de graduação). Trabalho inédito.

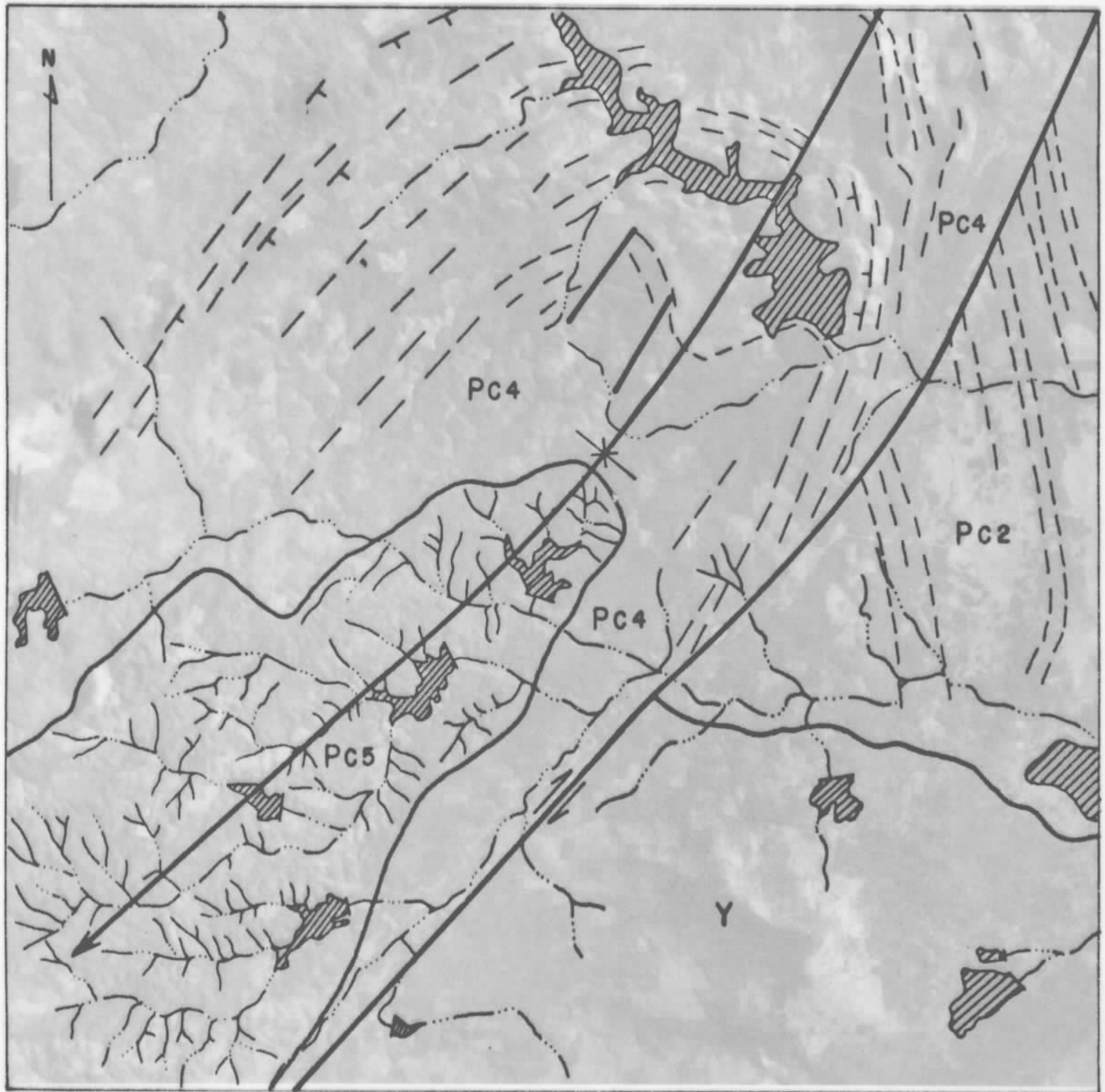
- MARANHÃO, Carlos Marcelo Lôbo - Geologia da área sul de Reriutaba e contribuição à geologia econômica da mina Santo Antônio, Ceará. Recife, UFPe.- Escola de Geologia, 1969 . (Relatório de graduação). Trabalho inédito.
- MORAES, Luciano Jacques de, et alii - Ceará, In: Jazidas de ferro do Brasil. Rio de Janeiro, DNPM-DGM, 1953.p.48 (Boletim, 144).
- Reconhecimento fotogeológico do nordeste do Brasil. Fôlha SA. 24T e SA. 24N. Rio de Janeiro, DNPM-DGM, LASA, 1963.' Mapa geológico.
- NASCIMENTO, Paulo A. Barros de - Nova contribuição ao estudo geológico da bacia de Jaibaras. Recife, UFPe.-Escola de Geologia, 1965. (Relatório de graduação) Trabalho inédito.
- POUCHAIN, Ernesto Bastos - Cobre e ouro - Ceará. IN: Brasil. DNPM-DFPM. Relatório da Diretoria 1947. Rio de Janeiro, ' 1948. p.53-63 (Boletim, 83).
- QUEIROZ, Carlos José Alves - Geologia da área norte de Reriutaba e contribuição à prospecção geoquímica da mina Santo Antonio, Ceará. Recife, UFPe.-Escola de Geologia,1969. (Relatório de graduação). Trabalho inédito.
- QUEZADO, José Alves - Jazida de cobre de Pedra Verde, Ceará. Rio de Janeiro, DNPM-DGM, 1949. (Relatório técnico, 960). Trabalho inédito.
- Jazida de ferro de Itaúna, município de Granja, Ceará. Fortaleza, DNPM-DGM, 1949. (Relatório técnico, 989). Trabalho inédito.
- Cobre - Ceará. In: BRASIL.DNPM-DFPM. Relatório da Diretoria, 1949. Rio de Janeiro, 1963. p.43-54 (Boletim, 90).
- ROCHA, Manoel Alcides - Geologia da região de Coreaú, bacia de Jaibaras, área 1, fôlha NE, quadrícula 664, Ceará. Recife, UFPe.-Escola de Geologia, 1965. (Relatório de graduação). Trabalho inédito.

- ROCHA, Manoel Alcides & OLIVEIRA, Natalino Eugênio de - Recursos minerais do Estado do Ceará e uma política de ação mineral. Fortaleza. Superintendência do Desenvolvimento Econômico e Cultural, 1967. (Observações e Informações nº 2).
- SANTOS, José Pompeu dos - Manganês da fazenda Bodega. Recife SUDENE-DRN, Div. Geologia, 1963. Trabalho inédito.
- SIQUEIRA FILHO, Júlio de - Geologia da fôlha Castelo do Piauí. Recife, SUDENE-DRN, Div. Geologia, 1970.
- SOUZA, Henrique Capper Alves de - Ferro do Chaval, estado do Ceará. Mineração e Metalurgia, Rio de Janeiro, 4(21):139-147, set./out., 1939.
- VANDOROS, P. - Um granito pós-orogênico de Sobral, Ceará. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 22. - Resumo das conferências e comunicações. Belo Horizonte, Sociedade Brasileira de Geologia. Núcleo de Minas Gerais, 1968.p.5.
- WILLIAMS, Horace Elbert - Notas sobre a geologia e os recursos minerais do norte do Ceará. Rio de Janeiro, Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil, 1926. (Boletim, 16).
- WINGE, Manfredo - Breves notas sobre a geologia do noroeste do Ceará. Recife, SUDENE-DRN, Div. Geologia, 1967. p.14 - 23 (Boletim de estudos, 3).



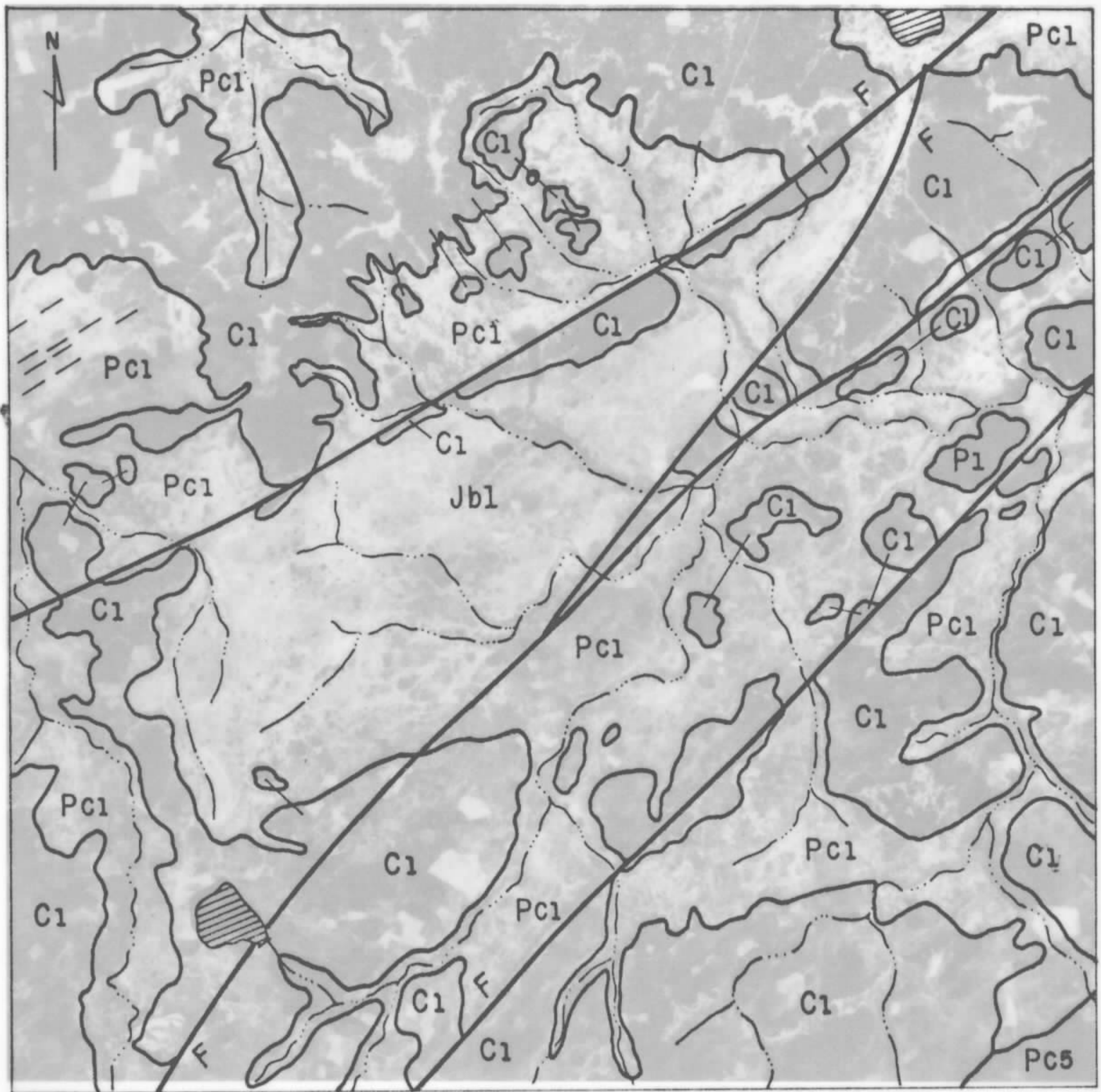
Estampa - 01

- |       |                      |
|-------|----------------------|
| Pc3   | Granito circunscrito |
| Pc2   | Migmatitos           |
| ~ ~ ~ | Contato geológico    |
| — — — | Fratura              |
| - - - | Lineação estrutural  |



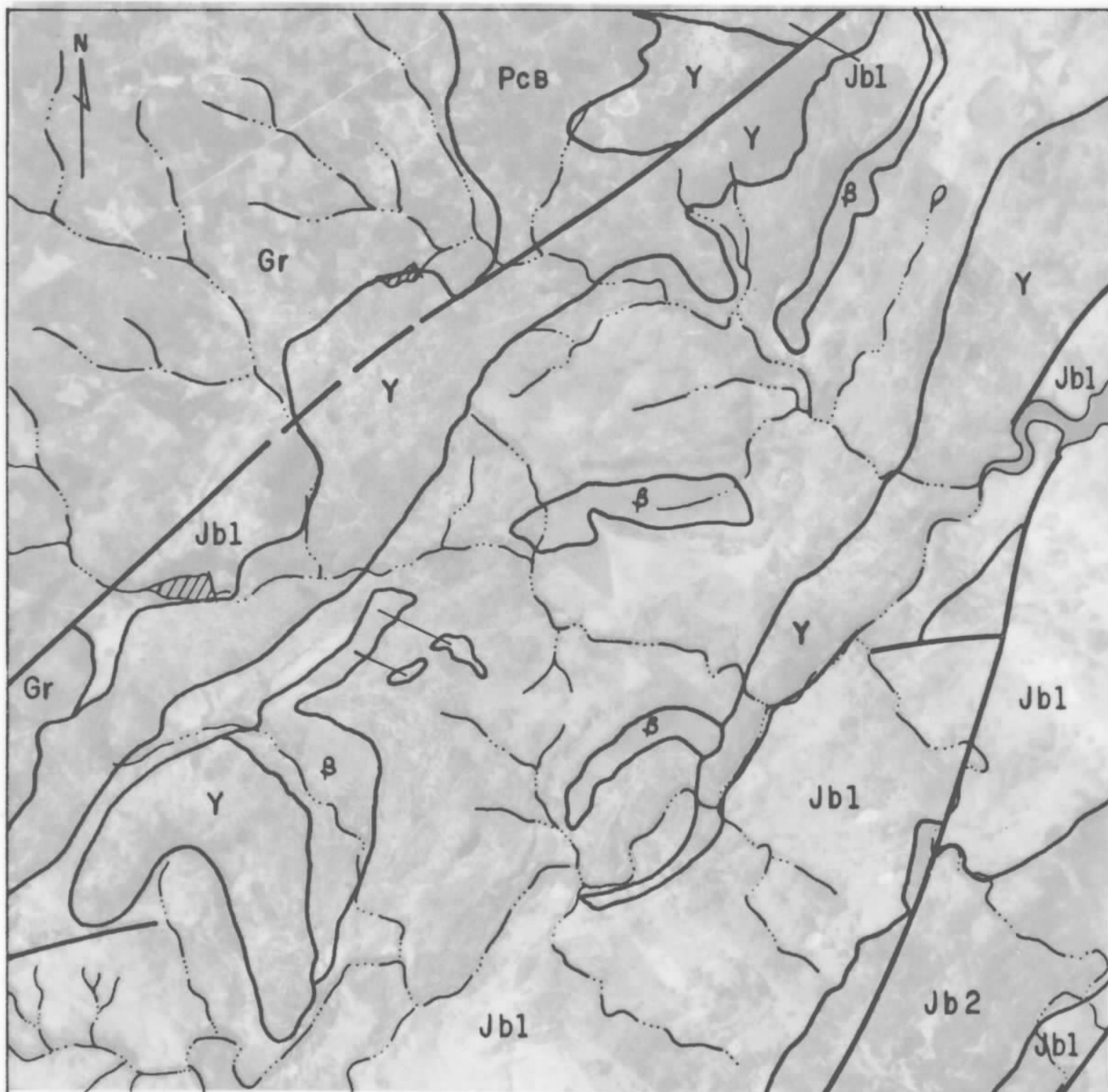
Estampa - 02

Y	Basalto
PC5	Xistos e filitos
PC4	Quartzitos c/ intercalação de xistos
PC2	Migmatitos
~ ~ ~	Contato geológico
- - - - -	Lineação estrutural
+	Direção e mergulho da xistosidade
*	Sinclinal simétrica c/ caimento
= = =	Falha de rejeito horizontal
— — —	Fratuza



Estampa - 03

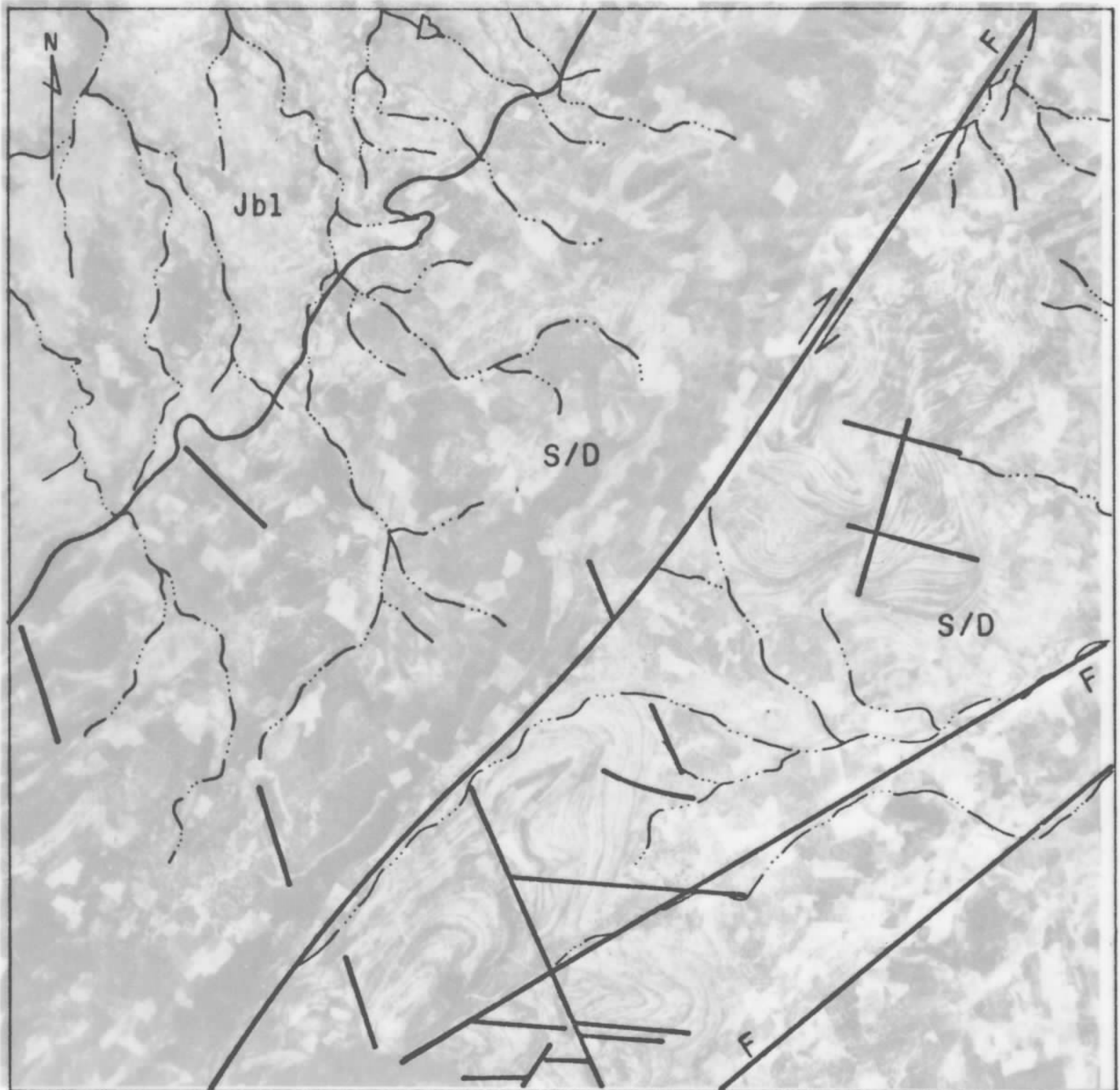
- |       |  |
|-------|--|
| C1    | Cenozoico indiferenciado - Cobertura arenosa ou areno-argilosa, cascalheira e crosta laterítica. |
| Jb1   | Siltito e arenito fino e arcossiano.<br>(Fm. Trapia')  |
| Pc5   | Xistos e filitos   |
| Pc1   | Migmatitos   |
| ~     | Contato geológico  |
| — F — | Falha  |



Estampa - 04

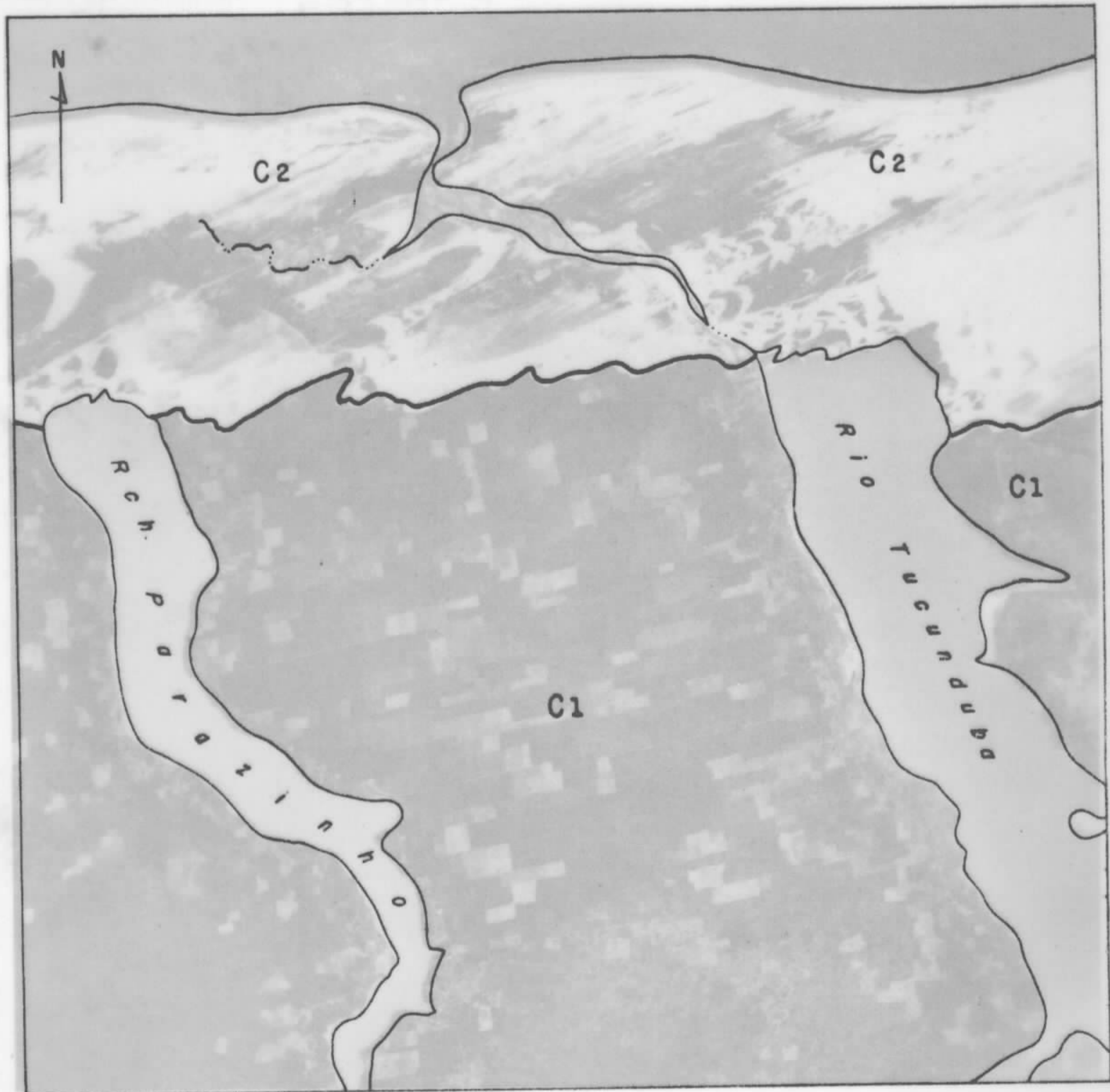
J b 2	Congiomerado brechóide e Polimítico. (Fm. Aprazivel)
J b 1	Siltitos e arenito fino e arcossiano. (Fm. Trapia')
P c b	Calcário prêto fino e quartzito fino laminado c/ ardósias intercalados. (Grupo Bambuí)
Y	Andesitos
β	Pórfiro dioritos
Gr	Granito intrusivo de Mocambo
~	Contato geológico
—	Fratura





Estampa - 05

- |        |  |
|--------|--|
| S/D    | Arenitos e conglomerados maciços, porosos e localmente friáveis (Fm. Serra Grande) |
| Jb1    | Siltitos e arenito fino e arcossiano (Fm. Trapiá)                                  |
| ~      | Contato geológico  |
| —<br>F | Falha  |
| —      | Fratuza  |



Estampa - 06

- C2 Dunas e sedimentos de praia
- C1 Cenozóico indiferenciado - Coberturas arenosas ou areno-argilosas cascalheiras e crosta laterítica.
- Contato geológico