

**SOCIEDADE BRASILEIRA
DE GEOLOGIA
NÚCLEO MINAS GERAIS**

BOLETIM Nº 9

**Roteiro Geológico para
a Região de Lagoa Formosa-
Chumbo-Carmo do
Paranaíba-MG**

PATROCÍNIO



**CBMM
COMPANHIA BRASILEIRA DE
METALURGIA E MINERAÇÃO**

Belo Horizonte, março 1989

**SOCIEDADE BRASILEIRA
DE GEOLOGIA
NÚCLEO MINAS GERAIS**

BOLETIM N.º 9

**Roteiro Geológico para
a Região de Lagoa Formosa-
Chumbo-Carmo do
Paranaíba-MG**

AUTORES:

**Hildor José Seer
Lúcia Castanheira de Moraes
Antônio Celso Campolim Fogaça**

COLABORADORES:

**Geraldo Guimarães Vieira dos Santos
Octávio Machado Neto
Ricardo Augusto Custódio Souza**

BELO HORIZONTE, MARÇO 1989

R843g Roteiro geológico para a Região de Lagoa Formosa-Chumbo-Carmo do Paranaíba-MG/Hildor José Seer... [et al.] – Belo Horizonte: Sociedade Brasileira de Geologia, Núcleo Minas Gerais, 1989.
58 p.: il. – (Boletim/Sociedade Brasileira de Geologia, Núcleo Minas Gerais; 9)

I. Seer, Hildor José et al. II. Título. III. Série.

CDU 55(815.12)

SOCIEDADE BRASILEIRA DE GEOLOGIA

DIRETORIA EXECUTIVA

Presidente: ELMER PRATA SALOMÃO
Vice-Presidente: GUILHERME DE OLIVEIRA ESTRELLA
Dir. Secretário: CELSO PINTO FERRAZ
Dir. Tesoureiro: CAETANO JULIANI
Dir. Publicações: ZULEIKA CARRETA CORREIA DA SILVA
Dir. Suplente: ROBERTO DALL'AGNOL
Dir. Suplente: JOÃO CASTRO MASCARENHAS

NÚCLEO MINAS GERAIS

Presidente: ANTÔNIO CARLOS PEDROSA SOARES
Vice-Presidente: CARLOS MAURICIO NOCE
1.º Secretário: ANDREA FONSECA DA COSTA
2.º Secretário: WALDER DE BRITO
1.º Tesoureiro: ALVARO JOSÉ BATISTA
2.º Tesoureiro: ELIZABETH DA FONSECA
Dir. Publicação: LYDIA MARIA LOBATO
1.º Suplente: RICARDO DINIZ DA COSTA

APRESENTAÇÃO

O presente roteiro geológico é resultado de trabalhos de pesquisa realizados por Professores do Departamento de Geologia/Instituto de Geociências da Universidade Federal de Minas Gerais, com a participação de estudantes de graduação. Estes trabalhos foram financiados pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e pelo Conselho de Pesquisa da UFMG. Constitui uma contribuição original e relevante ao conhecimento da geologia do Cretáceo Mineiro, além de incluir um valioso roteiro de campo.

A publicação deste Boletim foi possível graças ao apoio total da Companhia Brasileira de Metalurgia e Mineração – CBMM, a qual, ao longo dos anos, vem colaborando ativamente com todas as iniciativas de divulgação do conhecimento geológico promovidas pelo Núcleo de Minas Gerais da Sociedade Brasileira de Geologia. Colaboraram também, com esta edição, a Geologia e Sondagem Ltda. (GEOSOL) e as Empresas Nucleares Brasileiras – NUCLEBRÁS (Escritório Regional de Belo Horizonte).

O Núcleo Minas Gerais da Sociedade Brasileira de Geologia tem se empenhado em divulgar o conhecimento técnico-científico do Estado. Este Boletim insere-se neste esforço.

A DIRETORIA

SUMÁRIO

1 – Introdução	1
2 – Trabalhos anteriores	1
3 – Seqüências estratigráficas	4
3.1 – Rochas metassedimentares pré-cambrianas	4
3.2 – Rochas sedimentares cretáceas	6
3.2.1 – Facies lacustre-turbidítica (Quiricó)	7
3.2.2 – Facies lacustre (Quiricó)	7
3.2.3 – Facies de leque aluvial (Abaeté)	7
3.2.4 – Facies deltaica (Três Barras)	8
3.2.5 – Facies fluvial (Três Barras)	9
3.2.6 – Facies de leque aluvial (Capacete)	9
3.2.7 – Facies fluvial (Urucuia)	9
3.2.8 – Diagênese dos arenitos	9
3.3 – Rochas ígneas alcalinas	10
4 – Arcabouço tectônico	13
5 – Paleogeografia e Paleoecologia	16
6 – Referências bibliográficas	19
ROTEIRO I: Carmo do Paranaíba – Córrego Varjão	25
Parada I.1 – Fazenda Bálsamo. Observação de facies lacustre-deltáicas da Formação Areado	26
Parada I.2 – Fazenda Grotão – Córrego Varjão. Observação de rochas ígneas alcalinas e suas encaixantes	29
ROTEIRO II: Carmo do Paranaíba – Fazenda S. Bento e Perobas	34
Parada II.1 – Fazenda S. Bento. Observação de seqüência lacustre-deltáica cretácea e feições características do vulcanismo alcalino. . .	34
Parada II.2 – Fazenda Perobas. Observação de calcretes e feições de intrusões alcalinas	37
ROTEIRO III. Lagoa Formosa – Cabeceiras do Córrego Lavrado	40
Parada III.1 – Conglomerados e arenitos vulcânicos	41
Parada III.2 – Conduto vulcânico	41
Parada III.3 – Derrames e rochas piroclásticas	41
Parada III.4 – Seqüência de derrames e depósitos em borda de edifício vulcânico	43
Parada III.5 – Observação de diques de filiação kimberlítica	43
Parada III.6 – Rochas sedimentares cretáceas afetadas por ação vulcânica	47
ROTEIRO IV: Patos de Minas – Região de Chumbo-Pindaíbas	48
Parada IV.1 – Contato entre rochas sedimentares cretáceas e ardósias pré-cambrianas	50
Parada IV.2 – Seqüência flúvio-lacustre cretácea	50
Parada IV.3 – Observação de dolomitos do embasamento pré-cambriano	53

Parada IV.4 – Arenitos fluidizados e com dobramentos convolutos . . .	55
Parada IV.5 – Jaspilitos pré-cambrianos	56
Parada IV.6 – Arenitos cretáceos deformados	56
Parada IV.7 – Observação de rochas ígneas alcalinas intemperizadas . . .	58
Parada IV.8 – Metadiamicititos pré-cambrianos	58

FIGURAS

Figura 1 – Distribuição das seqüências cretáceas na Bacia Sanfranciscana, MG	3
Figura 2 – Mapa geológico da Região de Lagoa Formosa, MG	5
Figura 3 – Coluna estratigráfica da Bacia Sanfranciscana, MG	8
Figura 4 – Comparação entre as rochas vulcânicas alcalinas da porção meridional da Bacia Sanfranciscana e outras séries potássicas e ultrapotássicas	13
Figura 5 – Mapa aeromagnético do Estado de Minas Gerais	14
Figura 6 – Esboço estrutural da parte da zona de bordo da Bacia do Paraná em Minas Gerais	14
Figura 7 – Paleocorrentes da Formação Areado – Facies Três Barras . . .	15
Figura 8 – Pólos de fraturas da seqüência metassedimentar	15
Figura 9 – Pólos de fraturas das Formações Areado e Mata da Corda . . .	15
Figura 10 – Reconstituição Paleogeográfica da Sedimentação Areado . . .	17
Figura 11 – Mapa de localização para Roteiros I e II	25
Figura 12 – Mapa de localização do Roteiro I em detalhe	26
Figura 13 – Perfil estratigráfico da fazenda do Sr. Manoel Nogueira – Parada I.1	27
Figura 14 – Mapa de localização da Parada II em detalhe	34
Figura 15 – Perfil estratigráfico da Fazenda S. Bento	35
Figura 16 – Mapa de localização do Roteiro II.2	38
Figura 17 – Mapa de localização do Roteiro III	40
Figura 18 – Mapa detalhado para o Roteiro III	42
Figura 19 – Seção geológica de detalhe em corte de estrada – Parada III.4 . . .	44
Figura 20 – Mapa de localização do Roteiro IV	48
Figura 21 – Mapa de localização do Roteiro IV em detalhe	49
Figura 22 – Perfil estratigráfico. Parada IV.2	51
Figura 23 – Mapa detalhado do ponto IV.5	57

1 — Introdução

Grande extensão do território mineiro acha-se recoberto por rochas arqueanas e proterozóicas e nelas se concentra a maior parte das jazidas minerais. Para as regiões constituídas de rochas não-metamorfosadas e/ou deformadas, os dados existentes restringem-se a áreas muito pequenas ou com grau de conhecimento nem sempre muito desenvolvido. Estes fatos têm contribuído para que o ensino de geologia em Minas Gerais esteja basicamente apoiado numa estrutura voltada para o Pré-Cambriano.

Assim, graduandos e profissionais em geologia ressentem-se de exemplos reais de rochas sedimentares e vulcânicas, suas estruturas e formas de ocorrência, que lhes permitam uma comparação e correlação com seu objeto de trabalho e/ou estudo mais corriqueiro: as rochas metamórficas.

Foi com o pensamento nesta lacuna que nos propusemos a elaborar um roteiro sobre uma das áreas que, de tempos em tempos, volta a ser assunto de domínio público, face ao interesse despertado pela descoberta de algum grande diamante: a Bacia Sanfranciscana. Este roteiro constitui uma síntese de 3 anos de trabalho, na escala 1:25.000, sobre as seqüências cretáceas situadas na porção meridional desta bacia.

Sem pretensões maiores que a de oferecer à comunidade geológica — e também à não-geológica — um instrumento adequado à sua curiosidade ou desejo de ampliar conhecimentos, esperamos que este roteiro possa vir a ser discutido, criticado ou modificado, mas, sobretudo, utilizado onde teve origem: no campo.

Não podemos deixar de registrar que sua realização só se tornou possível com a cooperação financeira do CNPq e do Departamento de Geologia da UFMG. Queremos, ainda, agradecer à Srta. Rosália Aparecida Santos, pela datilografia, ao Prof. Dr. Marcel Auguste Dardenne pelas várias discussões no campo, e aos patrocinadores, pela oportunidade desta publicação.

2 — Trabalhos anteriores

A Bacia Sanfranciscana, delimitada pelos rios São Marcos e Velhas no oeste de Minas Gerais (figura 1), constitui uma área clássica da geologia cretácea na porção central do território brasileiro. Os primeiros enfoques geológicos sobre esta região remontam a Oliveira (1881), Lisboa (1906), Williams (1925) e Rimann (1915, 1917), sendo devida a este último autor, a designação “Série Areado” aos arenitos ali ocorrentes. Estudos mais sistemáticos vieram a ser realizados posteriormente por Freiberg (1932), que incluiu o conjunto de sedimentos em sua chamada “Série Gondwana” (Triássico), abaixo das “Séries Uberaba e Bauru”.

Tentativas subseqüentes de correlacionar estes sedimentos com aqueles ocorrentes na Bacia do Paraná, seja ao Arenito Botucatu (Barbosa, 1934, 1936) ou à Formação Bauru (Scorza, 1955 e Costa & Branco, 1961), não tiveram sustentação quando da realização de estudos de maior envergadura. Barbosa (1965) revalidou a designação Areado, atribuindo-lhes *status* de formação e dividindo-a em três membros: Abaeté, Quiricó e Três Barras. Em 1968, Ladeira & Brito optaram por elevar a Formação Areado e seus membros à categoria de

grupo e formações, respectivamente. Individualizaram também mais uma formação na base do pacote (Formação São Gonçalo) e a seqüência de rochas vulcânicas alcalinas e seus derivados por retrabalhamento, no topo (Formação Mata da Corda).

A idéia original de separação das bacias cretáceas do São Francisco e Paraná foi desenvolvida por Costa & Sad (1968), ocasião em que definiram um alto estrutural que chamaram de "Antéclise do Alto Paranaíba". Essa idéia foi a seguir endossada por Hasui (1969) e Braun (1970). Com base em reconhecimento regional sistemático, este último autor também precisou a ocorrência do Areado desde o oeste mineiro até o Maranhão.

O estudo faunístico desses sedimentos, responsável pelo refinamento de sua posição na coluna fanerozóica padrão, foi empreendido por: (a) Santos (1955), que através da fáunula de peixes ocorrentes próxima à base do Areado, definiu a espécie *Dastilbe moraesi*, e (b) Cardoso (1971) que, mediante caracterização de vários jazigos de conchostráceos, determinou quatro grupos taxonômicos, entre eles *Paleolimnadiopsis freybergi*. Estes estudos, ao lado de datações K/Ar em rochas vulcânicas apresentadas por Hasui & Almeida (1970), reforçaram a suposição de idade Cretáceo Inferior para o Areado.

A importância da região, sobretudo pela ocorrência do diamante nos leitos dos rios que cortam a seqüência cretácea, propiciou alguns estudos de suas rochas vulcânicas e intrusivas, particularmente os trabalhos de: (a) Guimarães (1927, 1933) e Barbosa (1936), sobre a petrografia das rochas ígneas e a geologia do diamante; (b) Guimarães (1955), sobre a alteração hidrotermal dos tufos vulcânicos alcalinos, (c) Sad & Torres (1968), sobre os complexos alcalinos do Alto Paranaíba, e (d) Hasui & Penalva (1970) que argumentaram sobre as possibilidades de intrusões kimberlíticas neocretáceas e da ocorrência de diamante nos sedimentos cretáceos.

O ciclo de estudos básicos sobre a geologia dessa área, cujo encerramento pode ser posicionado no início da década de 70, culminou com a realização de uma mesa redonda durante o XXV Congresso Brasileiro de Geologia, em São Paulo. Dos debates revisionistas travados, pode-se chegar aos seguintes resultados principais (Ladeira et al., 1971): (a) retorno à denominação Formação Areado de Barbosa (1965), subdividida nas Facies Abaeté, Quiricó e Três Barras, (b) confirmação da designação Formação Mata da Corda de Ladeira & Brito (1968) para as vulcânicas alcalinas, subdividida nas Facies Patos e Capacete, (c) atribuição de uma idade Cretáceo Inferior para a Formação Areado e Cretáceo Superior para a Formação Mata da Corda e, (d) com base numa equivalência entre as Facies São Gonçalo de Ladeira & Brito (1968) e a Facies Urucuia de Sad et al. (1971), preservação da designação Urucuia (mas com *status* de formação), para todos os arenitos com matriz montmorilonítica (pós-Areado) que se estendem pela porção central da bacia e que, pró-parte, são contemporâneos ao vulcanismo Mata da Corda.

Os trabalhos que se seguiram na Bacia Sanfranciscana, a partir da década de 70 até nossos dias, através de abordagens geológicas locais ou regionais, foram: (1) proposta de uma evolução tectônica fanerozóica para o oeste mineiro por Hasui et al. (1975) e Almeida et al. (1980); (2) estudo palinológico dos calcários da Formação Areado (Lima, 1979); (3) análise da área-fonte e ambientes de sedimentação dos arenitos cretáceos do Alto Paranaíba (Barcelos, 1979); (4) estudos sedimentológicos (Barcelos & Suguio, 1980, 1981) e caracterização

de ambientes deposicionais da seqüência sedimentar cretácea (Suguio & Barcelos, 1983); (5) caracterização estratigráfica e interpretação paleoambiental das associações de litofacies da Formação Areado e da seqüência vulcânica alcalina da Formação Mata da Corda por Moraes et al. (1986); (6) caracterização petrográfica e petrológica das rochas vulcânicas (Seer & Moraes, 1988; Moraes et al. 1987; Leonardos & Ulbrich, 1987).

Finalmente, com relação ao substrato (embasamento) que recebeu a sedimentação das unidades cretáceas mencionadas, os estudos ainda não são conclusivos. A natureza essencialmente clasto-química dessa seqüência metamórfica de idade proterozóica superior tem permitido, de forma sistemática, embora sem detalhamento geológico adequado, sua correlação com as rochas do Grupo Bambuí por vários autores, mais especificamente ao intervalo correspondente às unidades da Formação Paraopeba (Menezes et al., 1977) ou às do Sub-Grupo Paraopeba (Marini et al., 1984). À falta de parâmetros seguros para uma tal correlação, Seer et al. (1987) propõem o abandono temporário do termo Bambuí (com suas subdivisões internas) para esta seqüência metassedimentar, ao menos na porção sul-sudeste da Bacia Sanfranciscana onde estes autores a estudaram do ponto de vista de faciologia interna e estruturação tectônica.

3 — Seqüências estratigráficas

3.1 — ROCHAS METASSEDIMENTARES PRÉ-CAMBRIANAS

Os metamorfitos de baixo grau que compõem o substrato dos sedimentos cretáceos da Bacia Sanfranciscana distribuem-se preferencialmente nos terrenos ao sul de Lagoa Formosa e leste de Monjolinho-Pindaíbas (figura 2). Sua correlação direta com o Grupo Bambuí ainda não pode ser plenamente estabelecida: faltam estudos de maior detalhe em áreas mais extensas (vide item 2).

Cinco associações de litofacies podem ser identificadas nesta seqüência (cf. Seer et al., 1987). Seu arranjo espacial (mergulhos constantes para SW) configura variações faciológicas de NE para SW dentro de um contexto estratigráfico complexo. Estas associações podem representar acumulações em plataforma continental sob influência glacial ou acumulações em ambiente transicional de plataforma para talude continental.

Associação 1 — É composta por ardósias e ocasionalmente filitos que distribuem-se largamente nas porções NE e SE da área investigada. Quando bem exposto, este conjunto é mais propriamente caracterizado pela alternância de lâminas milimétricas de argilito/siltito, sugerindo um depósito de natureza hemipelágica.

Associação 2 — Possantes horizontes de diamictito com intercalações localizadas de metassiltitos e metarenitos concentram-se nas porções oeste, centro e sul da área. Os diamictitos caracterizam-se pelo amplo predomínio de matriz argilo/siltosa (localmente carbonatada) sobre seixos, com razão crescente até cederem lugar às ardósias. Seus componentes maiores (numa proporção máxima de 35%), com baixo grau de seleção, são na sua maioria de metarenito e metassiltito; secundariamente ocorrem calcário, ardósia, metarcóseo, metassiltito,

metarenito calcífero e, muito esporadicamente, gnaiss, granito e metaparaconglomerado. Esta associação pode constituir depósitos glaciais ou acumulações tipo leque submarino.

Associação 3 — Trata-se de um pacote clástico ocorrente na porção E da área e contendo estratos ou lentes centimétricas ou decimétricas de paraconglomerado fino, metarenitos grosseiros e finos e metassiltitos em alternância contínua e nítida com metargilitos; as camadas de metarenito fino e metassiltito exibem freqüentes estratificações e laminações cruzadas. Estes depósitos configuram uma seqüência turbidítica com ciclos incompletos de Bouma.

Associação 4 — De natureza virtualmente carbonática, esta associação constitui uma unidade lenticular dentro da seqüência metassedimentar anterior. Trata-se de depósito formado por uma sucessão de camadas decimétricas, cujos principais tipos (estudados à oeste de Chumbo) são: intracalcarenito cinza, intracalcirudito dolomítico rosado, micrito maciço cinza e brecha dolomítica.

Associação 5 — Mostrando distribuição restrita (área de aproximadamente 5 km² nas cabeceiras do Córrego Barroco, figura 2), esta litofacies é composta exclusivamente por jaspilitos bandados, em arranjo rítmico de lâminas/lentes de hematita micrítica e quartzosa, localmente com “pellets” e chert ferruginoso. Estes depósitos, que podem alcançar até 5 m de espessura, exibem estruturas sedimentares variadas: laminações cruzadas e plano paralelo, dobras de escorregamento (“slumping”) e marcas de carga (ondulações na base de camadas e rompimento das mesmas). Representam uma formação ferrífera da facies óxido, tipo Lago Superior, de deposição característica em plataforma rasa e estável.

3.2 — ROCHAS SEDIMENTARES CRETÁCEAS

Rochas sedimentares de idade Cretácea Inferior, que ocupam a porção meridional da Bacia Sanfranciscana no oeste mineiro (figura 1.), podem ser bem individualizadas nos segmentos centro-norte e oriental da área considerada (figura 2). Assentam-se em discordância angular e erosiva sobre os metamorfitos proterozóicos de baixo grau analisados no item precedente.

No presente trabalho optou-se pela caracterização da Formação Areado segundo suas facies sedimentares dando-se ao termo “facies” uma conotação ambiental, ressaltando-se seu ambiente de sedimentação (Reading, 1978). No detalhamento de cada facies empregou-se a distinção por litofacies (Mcraes et al., 1986).

As facies deposicionais são representadas por ambientes lacustre-turbidítico e lacustre (Facies Quiricó), leque aluvial (Facies Abaeté), deltáica e fluvial (Facies Três Barras), leque aluvial (Facies Capacete) e fluvial (Facies Urucuia), sendo que a Abaeté e Urucuia não ocorrem na área enfocada. O arranjo espacial destas facies é ilustrado na coluna estratigráfica da figura 3.

3.2.1 — *Facies Lacustre-turbidítica (Quiricó)*

Esta facies é identificada pela alternância rítmica de lâminas milimétricas a centimétricas das seguintes litofacies (com passagens bruscas ou gradacionais

entre si): conglomerados de grânulos vermelhos com clastos de filitos, metarenitos, metassiltitos e quartzo, sustentados por matriz argilosa; arenitos grossos, branco-esverdeados, argilosos, com laminação cruzada; arenitos médios, branco-esverdeados, com e sem laminação cruzada e marcas onduladas; arenitos finos, branco-esverdeados; siltitos vermelhos com laminação plano-paralela; argilitos vermelhos com laminação plano-paralela. Estas litofacies ocorrem na porção basal do conjunto sedimentar e espessam-se nas porções mais profundas da bacia. Fotografia e perfil estratigráfico desta facies são apresentados na parada 1 do Roteiro II.

3.2.2 — *Facies Lacustre (Quiricó)*

Ocorrendo sempre acima da facies anterior, a facies lacustre distingue-se pelo domínio dos termos pelíticos sobre os psamíticos e pela mudança brusca nas cores dos sedimentos. Esta facies pode ser subdividida em duas associações de litofacies.

Associação 1 — Formada por argilitos e siltitos com laminação plano-paralela (além de estruturas em chama e ocasionalmente gretas de contração), arenitos muito finos e finos com e sem laminação cruzada, arenitos médios com e sem laminação cruzada e arenitos grosseiros. Os argilitos e siltitos são predominantes e compõem ritmitos de cores variadas (verde, violeta, amarelo, branco e vermelho), em lâminas de grande extensão lateral. Representa sedimentação lacustre em lâmina d'água pouco espessa com esporádica exposição subaérea. Um exemplo desta associação pode ser observado no perfil da parada 1 do Roteiro II. (Figura 15).

Associação 2 — É de ocorrência restrita e composta por argilitos vermelhos com laminação plano-paralela, calcários maciços, calcrete, siltitos vermelhos com laminação plano-paralela, marcas onduladas e marcas de pingos de chuva. Os calcretes, em lâminas de 1-2 cm de espessura, intercalam-se aos siltitos e argilitos e, por vezes, contêm moldes de cubos de sal na superfície das lâminas. Concreções carbonáticas são comumente observadas nesta associação. Representa condições de sedimentação lacustre rasa em ambientes restritos, possivelmente nas margens de lagos, submetidos a constantes exposições subaéreas.

3.2.3 — *Facies de Leque Aluvial (Abaeté)*

Segundo Cardoso (1971), é formada por conglomerados e arenitos conglomeráticos onde se registram esporadicamente ventifactos. O mesmo autor ainda comenta que “nas áreas mais elevadas da bacia apresenta pequena contribuição arenosa. É o que caracteriza os conglomerados próximos a Canoeiros, onde os seixos podem atingir diâmetros superiores a 30 cm. Distalmente o tamanho dos seixos decresce, aumentando a contribuição arenosa. Ao ingressarmos nas partes mais baixas da bacia os conglomerados geralmente faltam, indicando que o relevo era mais modesto. . . O registro de trabalho eólico sugere que a litofacies Abaeté representa testemunhos de pedimentos. . .” Ladeira et al. (1971) sustentam para estes conglomerados uma sedimentação por enxurradas no sopé de montanhas.

Esta facies tem ocorrência limitada ao bordo leste da bacia nas localidades de Cedro do Abaeté, São Gonçalo do Abaeté e Canoeiros e não ocorre na presente área de estudo. Representa ambiente de leques aluviais gerados por instabilidades tectônicas ligadas a falhamentos com direção NNE.

3.2.4 — Facies Deltáica (Três Barras)

As facies lacustrinas em direção ao topo cedem lugar de modo gradativo para facies deltáicas. Estas são representadas pelas litofacies a seguir relacionadas: arenitos médios feldspáticos, com cimento carbonático e estratificação cruzada acanalada de médio porte; arenitos médios com estratificação plano-paralela; arenitos médios com estratificação cruzada tangencial; arenitos finos com

F. M.	ÉPOCA	IDADE	COLUNA LITOLÓGICA	FACIES DEPOSICIONAIS	FACIES	FORMAÇÃO	ESPESSURA MÁX. (m)					
MESOZOICO	CRETÁCEO SUPERIOR	CENOMANIANA / TURONIANA		FLUVIAL	URUCUIA	MATA DA CORDA	200					
				LEQUE ALUVIAL	CAPACETE		50					
				VULCÂNICO ALCALINO DERRAMES	PATOS		150					
				VULCÂNICO ALCALINO PIROCLÁSTICAS								
	CRETÁCEO INFERIOR	BARREMIANA / APTIANA		FLUVIAL MEANDRANTE	TRÊS BARRAS	AREADO	140					
				DELTAICA								
				LACUSTRE RASA	LEQUE ALUVIAL			QUIRICO ABAETÉ	100			
				LACUSTRE TURBIDÍTICA								
				PROT. SUPERIOR					PLATAFORMA MARINHA E TALUDE CONTINENTAL	d-metadiamictito f-filitos c-calcários/dolomitos j-jaspilitos	PARAOPEBA ?	?

FIGURA 3 — Coluna estratigráfica da Bacia Sanfranciscana, MG. Dados compilados de Grossi Sad et al. (1971), Lima (1979), Cardoso (1971), Moraes et al. (1986) e Seer et al. (1987).

estratificação cruzada de pequeno porte; argilitos com laminação plano-paralela e gretas de contração; siltitos com laminação plano-paralela; arenitos médios e arenitos finos bioturbados (tubos decimétricos verticais e horizontais). Localmente observam-se estruturas de fluidização e convolução de estratos nesta litofacies. Tanto os processos de fluidização como bioturbação destroem parcialmente as estruturas sedimentares primárias. Um exemplo desta facies é ilustrado na figura 13, parada 1 do Roteiro I e Fotos I.1.b e I.1.c.

3.2.5 — *Facies Fluvial (Três Barras)*

A facies fluvial da Formação Areado mostra-se bem desenvolvida na região de Chumbo-Pindaibas (Figura 2). É representada por arenitos médios com estratificação cruzada acanalada, arenitos médios com estratificação plano-paralela, ambos comumente fluidizados; arenitos finos e arenitos conglomeráticos (clastos de argila) com estratificação cruzada acanalada de médio porte. Esta associação representa preenchimento de canais fluviais.

Ocorrem ainda ritmitos que compõem lâminas e camadas finas de argilitos, siltitos e arenitos muito finos e finos, de cores rosa e verde, com estratificação plano-paralela e ricos em marcas onduladas, laminações cruzadas, gretas de contração e galhas de argila. Representam depósitos de “crevasse splay”.

Interdigitados com as duas associações anteriores ocorrem argilitos e siltitos vermelhos e brancos com laminação plano-paralela e gretas de contração. Esporadicamente ocorrem horizontes de paleosolos pouco espessos. Estes foram identificados apenas na rodovia Carmo do Paranaíba-Quintinos, a sul da presente área. Esta associação representa depósitos de planícies de inundação. A relação espacial destas rochas permite delinear um modelo de rios meandran-tes para esta facies. Bom exemplo é mostrado na figura 22, parada 2, do Roteiro IV.

3.2.6 — *Facies de Leque Aluvial (Capacete)*

É representada por conglomerados e arenitos vulcânicos cimentados por carbonatos. Mostram cores cinza e verde e apresentam estratificação cruzada acanalada e geometria em cunhas. Ocorrem junto às facies vulcânicas e representam depósitos de leques aluviais gerados nas encostas dos edifícios vulcânicos. Um exemplo é mostrado na parada 1 do Roteiro III.

3.2.7 — *Facies Fluvial (Urucuia)*

Representada por arenitos vermelhos com matriz montmorillonítica e mais raramente conglomerados. Corresponde à Facies São Gonçalo de Ladeira e Brito (1968). Representa possivelmente sedimentação sob condições fluviais. Esta facies é encontrada bem ao norte da presente área (figura 1).

3.2.8 — *Diagênese dos Arenitos*

Neste item buscamos introduzir uma idéia dos processos diagenéticos em amostras estudadas ao microscópio petrográfico, que envolvem litarenitos, subli-

tarenitos e subarcósios, no sentido de Folk (1968, 1981 *in* McBride, 1985), das facies deltáica e fluvial.

Uma vez que tanto a Formação Areado quanto a sobreposta Formação Mata da Corda não constituem seqüências espessas, o baixo grau de soterramento a que foram submetidos os sedimentos da primeira redundou em um processo diagenético que não chega aos níveis de avanço observados, por exemplo, nas rochas da Bacia do Recôncavo (cf. DeRos, 1985; Bruhn, 1986).

Foram distinguidas duas seqüências diagenéticas. A primeira é caracterizada inicialmente por um processo muito limitado de compactação mecânica, em virtude da cimentação precoce dos grãos. Mesmo assim podem ser notados contatos côncavos-convexos entre os grãos mais rígidos (quartzo e feldspato) e os menos rígidos (intraclastos argilosos e fragmentos líticos). A cimentação dos grãos por calcita espática não só preencheu os interstícios como constituiu um agente de expansão do arcabouço (cf. Folk, 1965 *in* Dapples, 1979; Dapples, 1971). Este processo, tendo ocorrido em subsuperfície, pode ser comparado ao que McBride (1987) denominou de calichificação, no arenito Maxon. Posteriormente, os grãos de fragmentos líticos, quartzo e feldspato foram submetidos a um processo intenso de substituição por calcita (foto 1).

A segunda seqüência diagenética é caracterizada inicialmente pela formação de "coatings" de argila mecanicamente infiltrada (foto 2), segundo o modelo proposto por Grone (1974, *in* De Ros & De Cesero, 1986). A ela segue-se a precipitação local de silcrete, na forma de opala. A etapa seguinte consiste na cimentação da rocha por crescimentos secundários de quartzo e feldspato ("overgrowths"). A precipitação destes cimentos, que exige o contato dos grãos com os fluidos intersticiais (De Ros & Moraes, 1984, McBride, 1985; Molenaar, 1986), ocorre nas porções onde a argila não se encontra recobrida completamente (foto 3). Nesta seqüência observam-se restos de grãos de feldspato com o interior corroído (foto 3). A dissolução, neste caso, parece ter sido direta, uma vez que não se observam restos de outros minerais que porventura os tivessem substituído, como ocorre na primeira seqüência. Os processos de compactação, embora limitados, aparentemente tiveram uma maior atuação antes da cimentação, uma vez que os grãos de feldspato com interior corroído não mostram fraturamento.

Nestas rochas são ainda observadas lâminas "Boehm" em cristais de quartzo. Porém, em virtude não só da espessura reduzida da seqüência que recobre tais litologias como também por tratar-se de um aspecto local, constituem evidência de uma não-deformação "in situ" (Scholle, 1979).

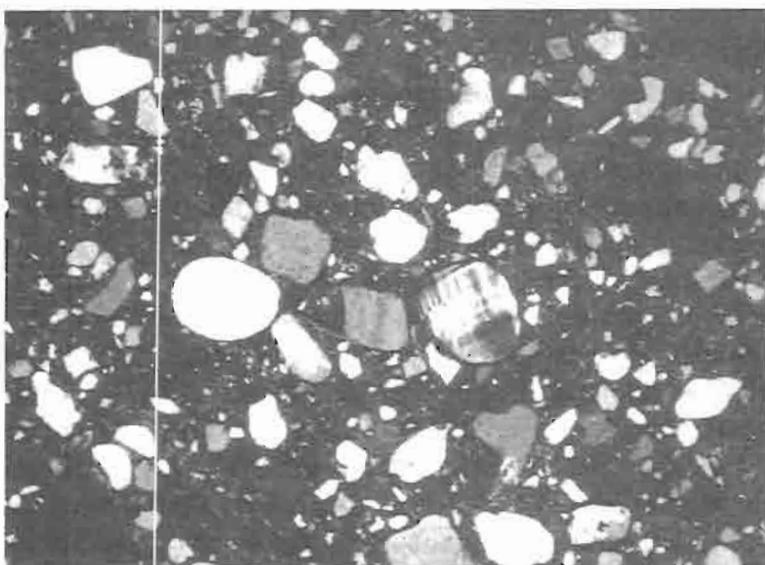
3.3 — ROCHAS ÍGNEAS ALCALINAS

As rochas vulcânicas alcalinas compreendem principalmente depósitos piroclásticos, além de derrames, condutos vulcânicos e diques. Sua distribuição é ampla e ultrapassa os limites do mapa geológico da figura 2 nos sentidos NW e SE. A seqüência de rochas tem espessura variável, nunca excedendo os 60 m.

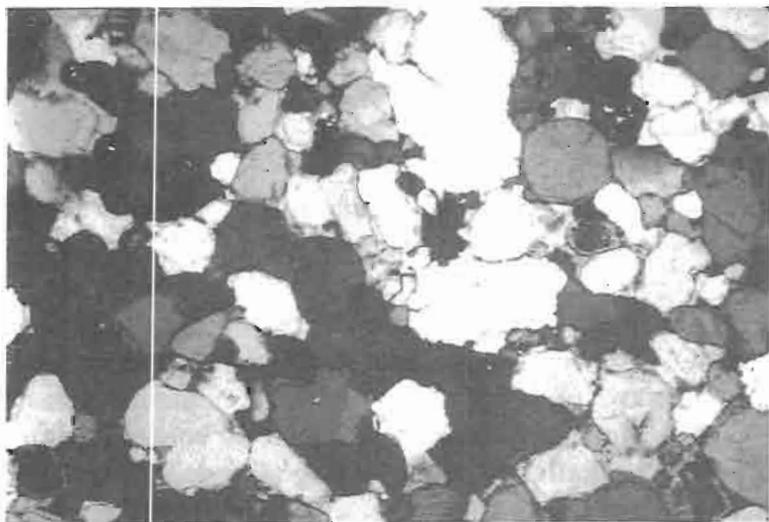
Os depósitos piroclásticos são constituídos de brechas e aglomerados vulcânicos, lapilitos, tufos e cineritos: são rochas petromíticas, com predomínio de fragmentos de afanitos máficos porfiríticos e quantidades muito subordinadas de sienitos/fenitos, alcali-piroxênio basalto, além de xenólitos de arenito, siltito,



1 — Cimentação e posterior substituição dos grãos de quartzo por calcita espática.



2 — Formação de "coatings" de argila mecanicamente infiltrada entre os grãos de quartzo, feldspato e fragmentos líticos.



3 — Cimentação dos grãos por crescimento secundário de quartzo e feldspato ("overgrowths"). Restos de grãos de feldspato mostrando interior corroído.

argilito, metadiamicrito e ardósia. Blocos de tufos vítreos e soldados (“welded tuff”) ocorrem de forma esporádica. Localmente, os álcali-piroxenitos e sienitos/fenitos tornam-se abundantes, o que pode sugerir a presença de carbonatito em sub-superfície. No entanto, nenhum bloco de carbonatito foi ainda identificado.

Lapilitos, tufos e cineritos formam a matriz das brechas e aglomerados, e camadas de, no máximo, 2 m de espessura. Acham-se cimentados por zeólitas e/ou calcita e, invariavelmente, em avançado processo de intemperismo.

Os derrames formam camadas finas, de espessuras irregulares e raramente superiores a 1 m. Podem ser ricos em amígdalas e, em geral, são afaníticos e porfiríticos.

Os condutos vulcânicos — sempre ressaltados na topografia em pequenos morrotes — têm formato circular ou ovalado e diâmetro médio de poucas dezenas de metros. Acham-se preenchidos ou por brecha de explosão ou por lavas, ambos, sem exceção, intensamente hidrotermalizados. Os diques, de espessuras decimétricas, associam-se aos condutos vulcânicos. Alguns são fortemente micáceos e, macroscopicamente, assemelham-se a kimberlitos.

Detalhes e ilustrações sobre a forma de ocorrência e estratigrafia dessas rochas podem ser encontrados em Moraes et al. (1986) e fotos I.2.b, c, d do Roteiro I e foto III.5 e figura 19 do Roteiro III.

Mineralogicamente, as rochas vulcânicas caracterizam-se por piroxênio augítico em abundância, leucita (ou pseudo-leucita), olivina, flogopita, \pm nefelina \pm fase vítrea. Os minerais acessórios mais comuns são perovskita e óxidos de Fe e Ti, mas barita e melanita podem estar presentes. Olivina e flogopita são minerais varietais e ocorrem predominantemente como fenocristais. A composição da olivina, determinada pelo método de Yoder e Sahama (1957), varia de Fo₉₇₋₉₀. Efeitos hidrotermais podem ser importantes e caracterizam-se por zeolitização, carbonatação, oxidação e formação de aegirina. A petrografia mais detalhada das rochas vulcânicas é discutida por Seer & Moraes (1987). Leonardos & Ulbrich (1987), trabalhando na região de Presidente Olegário, identificaram K-richterita e wadeita, caracterizando, pela primeira vez no Brasil, lamproítos. Os blocos de álcali-piroxenitos (sensu latu) estão sendo estudados atualmente, mas já se pode delimitar pelo menos três tipos petrográficos que compõem, de modo geral, cumulados de textura fanerítica fina a média:

- 1 — augita cálcica esverdeada, massa zeolitizada e argilizada (antigos feldspatóides?), perovskita, apatita e carbonato (secundário?);
- 2 — augita cálcica esverdeada, flogopita, minerais opacos, perovskita, apatita e melanita;
- 3 — augita cálcica esverdeada, Ba-feldspato, minerais opacos, apatita e melanita.

Quimicamente, as rochas vulcânicas são essencialmente insaturadas em sílica e ricas em álcalis, CaO, TiO₂, P₂O₅, Ba, Sr e Zr. A deficiência em sílica reflete-se na ausência de feldspato e presença de perovskita, enquanto a maior ou menor proporção de CaO e MgO está ligada à variação do conteúdo de clinopiroxênio de um lado e olivina (principalmente) e flogopita de outro. Apesar dos valores altos de álcalis, estes são bastante inferiores àqueles das rochas

ultrapotássicas. Os valores de TiO_2 , P_2O_5 , Ba, Sr e Zr, no entanto, são perfeitamente compatíveis com os das rochas ultrapotássicas. Os parâmetros da figura 4, discriminantes entre lamproítos e rochas kamafugíticas (utilizados por Sahama, *in* Sorensen, 1974), indicam que as rochas em questão possuem uma afinidade maior com a série kamafugítica e, ainda mais íntima com as rochas de Santo Antônio da Barra, em Goiás (Moraes et al., 1987).

4 — Arcabouço tectônico

O oeste mineiro foi afetado pelo processo de “rifteamento” da margem continental brasileira, que culminou com a separação América do Sul-África, no Mesozóico. Estudos geofísicos mostram que esta região é uma zona muito perturbada (Almeida et al., 1980; Haralyi et al., 1985), com importantes lineamentos magnéticos e anomalias gravimétricas que se estendem por centenas de quilômetros, até o sul de Goiás (figuras 5 e 6). Este “trend” tectônico, de direção N55W, serviu de sítio para diversas intrusões silicocarbonatíticas, carbonatíticas e kimberlíticas e foi denominado Arco do Alto Paranaíba por Ladeira et al. (1971). Segundo Bardet (1977 *in* Schobbenhaus Filho, 1984) este alinhamento corresponde à continuação para o continente, de falha transformante do

ROCHAS VULCÂNICAS	SiO ₂	K ₂ O/Al ₂ O ₃	Ba/Sr	Rb/Sr
Orendíticas (Jaques et al, 1984)	Próximo ao ponto de saturação	1,60 a 0,92 x = 1,18 (20 am)	29,39 a 3,36 x = 10,87 (19 am)	1,35 a 0,17 x = 0,42 (19 cm)
Kamafugíticas (Higazy 1954)	Fortemente insaturadas	0,85 a 0,36 x = 0,52 (10 am)	1,11 a 0,27 x = 0,36 (10 am)	0,25 a 0,024 x = 0,0059 (10 am)
Bacia Sanfran- ciscana (Moraes et al, 1987)	Fortemente insaturadas	0,37 a 0,13 x = 0,26 (5 am)	2,42 a 0,81 x = 1,56 (5 am) 7,58 a 2,00 x = 4,45 (17 am)	0,12 a 0,46 x = 0,083 (5 am)
Santo Antônio da Barra (GO) (Moraes, 1987)	Fortemente insaturadas	0,55 a 0,046 x = 0,18 (16 am)	3,02 a 0,84 x = 1,83 (16 am)	0,21 a 0,027 x = 0,086 (16 am)

FIGURA 4 — Comparação entre as rochas vulcânicas alcalinas da porção meridional da Bacia Sanfranciscana e outras séries potássicas e ultrapotássicas. Os parâmetros usados são de Sahama (1974).

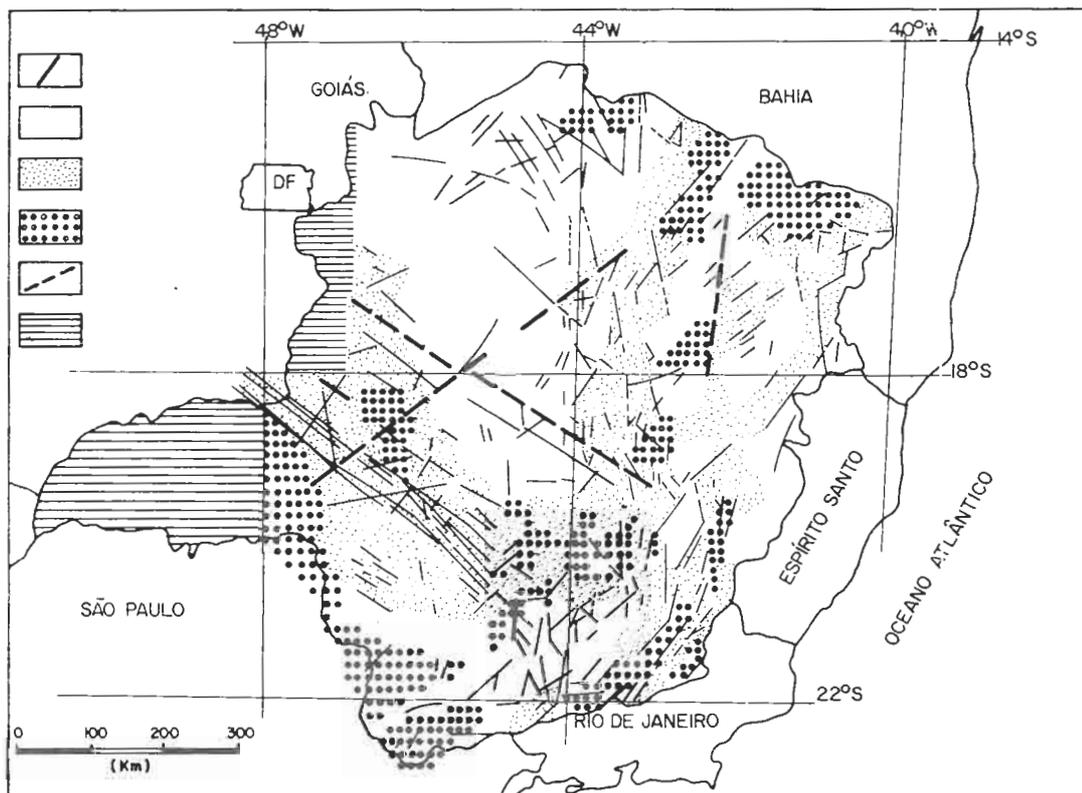


FIGURA 5 — Mapa aeromagnético do estado de MG. (Haralyi et al., 1985) Destaca-se o feixe NW de lineamentos magnéticos, correspondendo a extensas discontinuidades crustais.

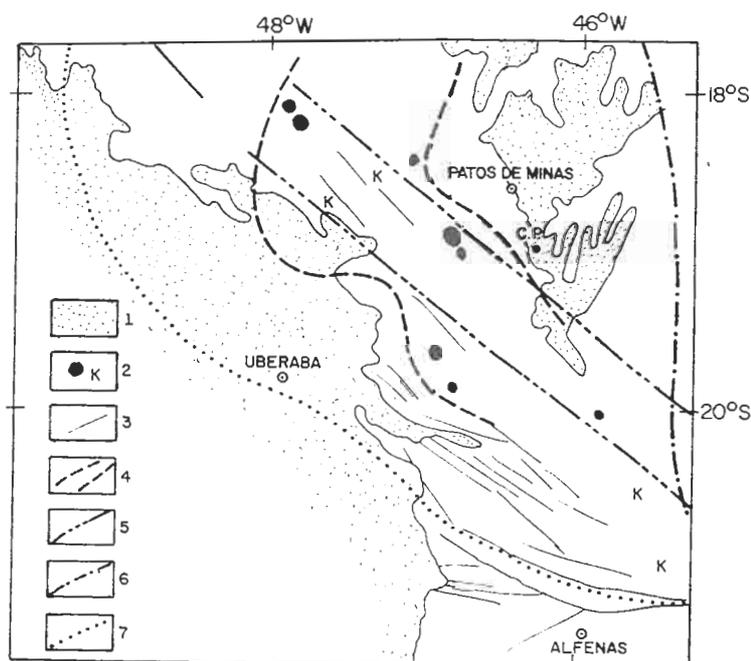


FIGURA 6 — Esboço estrutural de parte da zona de bordo da Bacia do Paraná, em MG (Almeida et al 1980). 1. Bacia do Paraná (à esquerda) e Bacia Sanfranciscana; 2. Intrusões álcali-carbonatíticas e kimberlitos; 3. Falhas maiores; 4. Arco do Alto Paraíba; 5. Faixa de incidência de anomalias magnéticas lineares de grande extensão; 6. Borda do Cráton do São Francisco; 7. limite do Cráton Paramirim.

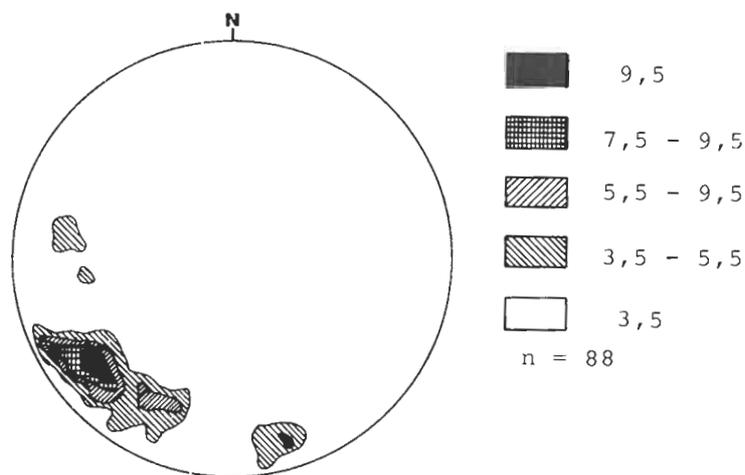


FIGURA 7 — Paleocorrentes da Formação Areado — Facies 3 Barras. Foram utilizadas estratificações cruzadas acanaladas e eixos de canais fluviais.

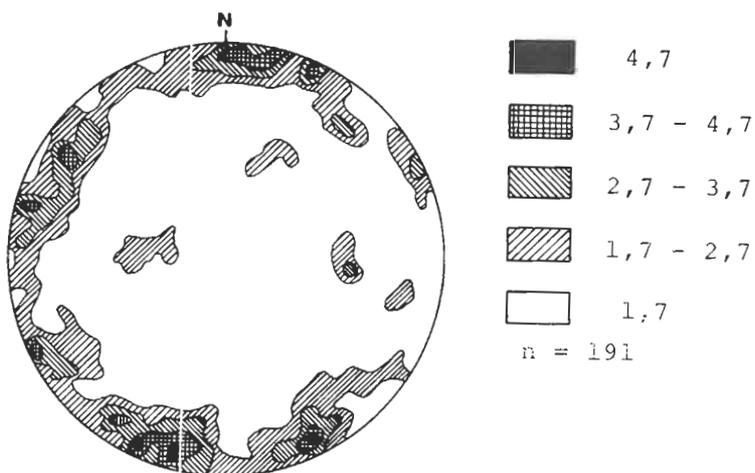


FIGURA 8 — Polos de fraturas da Sequência Metassedimentar. Direções E-W a N30W = falhas transcorrentes. Direções N-S a N60E = falhas normais.

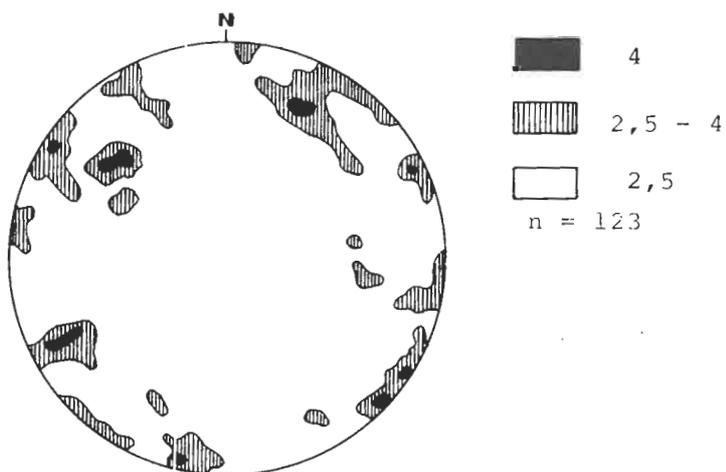


FIGURA 9 — Polos de fraturas das formações Areado e Mata da Corda. Direções N80W a N30W = reativações de falhas transcorrentes por falhas normais. Direções N-S a N60E = reativações de falhas normais.

Atlântico Sul. Esta falha passaria junto às ilhas de Santa Helena, Martins Vaz e Trindade (Zona de Fratura Vitória — Trindade, cf. Asmus, 1978).

Hasui et al. (1975) propõem dois episódios de atividade tectono-magmática no Fanerozóico para o Arco do Alto Paranaíba. O primeiro, de idade neo-jurássica e associado ao magmatismo basáltico-toleítico da Formação Serra Geral, impôs o contorno NE da Bacia do Paraná, de direção NW. O segundo, de idade neo-cretácea, traduz-se pelo soerguimento do Alto Paranaíba, associado ao magmatismo alcalino da Formação Mata da Corda e alojamento dos complexos alcalino-carbonatíticos e kimberlíticos.

O sentido das paleocorrentes da Formação Areado para SSW (figura 7) sugere que o Arco do Alto Paranaíba não era uma região soerguida no Cretáceo Inferior. A sedimentação flúvio-lacustre foi controlada por fraturas de direção NNE, já impressos na seqüência metassedimentar (figura 8). O reflexo do regime tectônico distensivo, causador da separação América do Sul-África, faz-se presente na Formação Areado na forma de fraturas e falhas normais (figura 9), por vezes escalonadas, representando modelos de “horst” e “graben” decimétricos.

No Cretáceo Superior, o magmatismo Mata da Corda aproveitou-se principalmente das zonas de cisalhamento da seqüência metassedimentar, de direção WNW (Seer et al., 1987) e, de modo subordinado, das fraturas NNE. A direção predominante dos diques, medida no campo, é NW-SE, estando de acordo com a orientação das principais anomalias magnéticas detectadas por geofísica (Haralyi et al., 1985). Estas indicam extensas e profundas descontinuidades para a ascensão do magma alcalino.

Apesar da semelhança entre o comportamento da Bacia Sanfranciscana e das Bacias Marginais Brasileiras na fase “pré-rift” (Asmus & Porto, 1980), não houve evolução do processo geotectônico na região do oeste mineiro.

5 — Paleogeografia e Paleoecologia

A configuração da bacia que recebeu a sedimentação Areado durante o Cretáceo Inferior foi controlada por falhamentos de direção NNE, conforme discutido no item 4. Sua reconstituição paleogeográfica (fig. 10) foi feita a partir de levantamentos estratigráficos de detalhe.

Durante o Cretáceo Inferior, verifica-se a existência de um ambiente sedimentar lacustrino (Facies Quiricó) centrado na atual localidade de Campo do Meio (fig. 10a), no qual podem ser individualizadas três subfacies: turbiditos lacustrinos sempre localizados na base, ritmitos lacustrinos de águas perenes e ritmitos lacustrinos associados a calcários, calcretes com freqüentes horizontes com gretas de contração e marcas de cubos de sal. As duas primeiras representam depósitos em áreas mais interioranas da bacia. A última sugere deposição em porções restritas, a exemplo de margens de lagos e/ou durante os estágios de assoreamento avançado dos mesmos. Esta subfacies sugere que a região localizada entre Carmo do Paranaíba e Chumbo foi submetida a condições de clima seco, estando de acordo com os dados oriundos do estudo de conchostráceos (Cardoso, 1971).

O ambiente lacustre que inicialmente abrangia grandes extensões foi, ao final do Cretáceo Inferior, dominado por planícies flúvio-deltáicas cujos sedi-

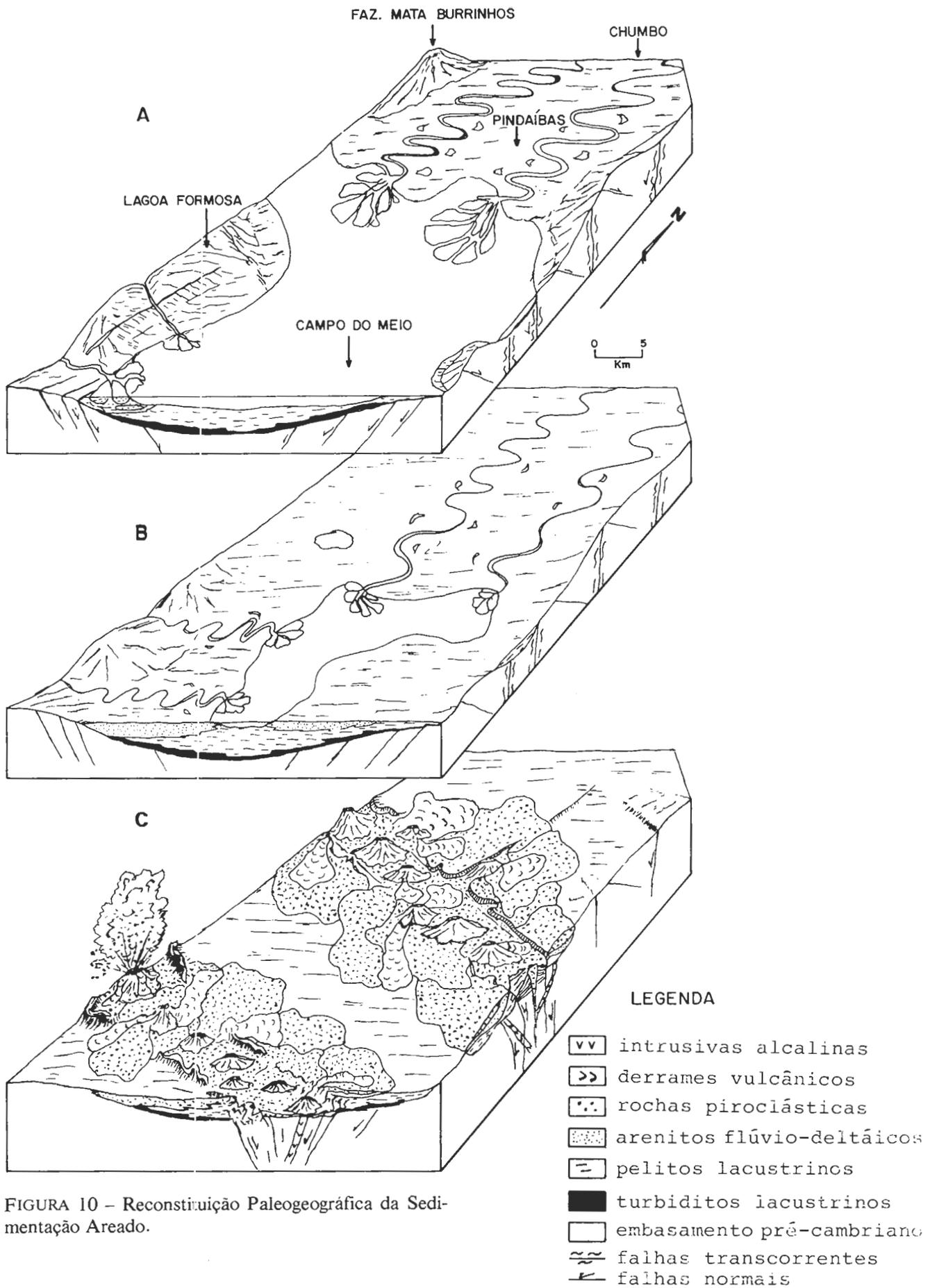


FIGURA 10 – Reconstituição Paleogeográfica da Sedi-
mentação Areado.

mentos receberam a denominação de Facies Três Barras. Este sistema era representado por rios meandранtes caracterizados por ciclos deposicionais granodécrescentes, com planícies de inundaçãõ bem desenvolvidas, e por deltas lacustrinos. Estes últimos gradualmente entulharam os lagos tornando-se, ao final do processo, coalescentes (fig. 10b).

No tocante à Facies Abaeté reportamos os interessados a Cardoso (1971). Aquele autor indica uma seção geológica no Km 18 — rodovia MG-51, a partir de Canoeiros, em direção a Patos de Minas.

Segundo Ladeira et al. (1971), “os conglomerados do Abaeté retratam um clima desértico imperando nos primórdios da sedimentação Areado, porém, com influências importantes de condições aquosas, principalmente nas zonas montanhosas periféricas da bacia onde teriam ocorrido fortes aguaceiros ocasionais. Estes seriam responsáveis pela desintegração do material rochoso que, posteriormente, experimentaria desgaste pela abrasão eólica” — os autores referem-se à presença de ventifactos nestes conglomerados. “O fato dos conglomerados ocuparem paleo-canais permite-nos relacioná-los a superfícies sedimentares sulcadas por *oueds*”, (pg. 23).

No início do Cretáceo Superior a bacia, em franco processo de assoreamento, foi perturbada pela atividade tectônica do Arco do Alto Paranaíba (ver discussão no item 4), passando a ser palco de vulcanismo alcalino (fig. 10c).

Edifícios vulcânicos com poucas centenas de metros de diâmetro, flancos íngremes e com atividade altamente explosiva, alinharam-se preferencialmente segundo a direção NW-SE. Associaram-se intrusões alcalinas subvulcânicas por vezes ovaladas e alongadas na mesma direção, além de diques e pequenos corpos ocasionalmente com filiação kimberlítica.

A construção dos edifícios vulcânicos e as intrusões foram acompanhadas por falhamentos e tremores sísmicos que, em seu conjunto, perturbaram os sedimentos da Formação Areado deformando-os principalmente nas suas proximidades.

De modo concomitante, e ao final do vulcanismo, processos erosivos provocaram o desmantelamento parcial das estruturas vulcânicas gerando depósitos de leques aluviais proximais (Facies Capacete) com expressão local.

Sobre a paleoecologia da Formação Areado deve-se destacar o excelente artigo de Cardoso (1971) que discute as ocorrências de quatro espécies de conchostráceos na Facies Quiricó. Outro importante artigo é o de Lima (1979) que estuda sua palinologia.

O primeiro autor, citando Tasch e Zimmerman (1961), informa que conchostráceos recentes têm preferência por lagoas rasas, concentrando-se o maior número de espécies nas porções marginais (0,125 a 5 cm de profundidade). Estas lagoas apresentavam caráter temporário, com períodos de seca e cheia mais de uma vez por ano. Cardoso (1971) realizou experiências sobre a resistência dos ovos de conchostráceos a condições de seca, verificando que após serem submetidos a estas condições era possível obter-se nova geração. Relata também que os ovos de conchostráceos são facilmente transportados pelo vento, podendo assim distribuir-se em áreas consideráveis e invadir corpos d'água isolados. Observa que na Facies Quiricó, os conchostráceos ocorrem em horizontes milimétricos a centimétricos separados verticalmente por lâminas estéreis e que sua distribuição horizontal é descontínua. Conclui-se que esta delimitação pa-

rece indicar corpos d'água intermitentes, o que reforçaria a existência de clima seco durante a deposição do Areado, com estiagens prolongadas. No entanto, ressalta que existiram corpos d'água perenes, registrados em sedimentos de caráter betuminoso, onde ocorre a fáunula de *Destilbe moraesi* (um peixe teleosteo de pequenas dimensões) estudado por Santos (1955).

Lima (1979), estudando a palinologia de calcários laminados da porção mediana da Facies Quiricó (região de São Gonçalo do Abaeté), identificou 20 espécies de palinomorfos e concluiu que “de um modo geral, os dados obtidos a partir da associação descrita, não contrariam observações já efetuadas quanto à origem dos calcários laminados ora estudados. Tratam-se efetivamente de sedimentos lacustres depositados em regiões mais interioranas da bacia, em condições de excepcional tranqüilidade, se bem que provavelmente em áreas bastante restritas no sentido geográfico, fato evidenciado pela grande quantidade de restos vegetais continentais (Duarte, 1968), somente possível, na ausência de correntes, em função de uma grande proximidade entre a fonte de origem dos fósseis e o local de deposição. Um fato notável na associação estudada é a ausência quase completa de elementos indicativos de condições de clima quente, tais como esporos triletes ou pólenes poliplicados. Faltam igualmente formas indicativas de clima frio, tais como pólenes bissacados. Pode-se portanto admitir que a deposição dos calcários do Membro Quiricó deu-se sob um clima ameno, variando entre subtropical a temperado”, (p. 206).

6 — Referências Bibliográficas

- ALMEIDA, F. F. M.; HASUI, Y.; DAVINO, A. & HARALYI, N. L. E. — 1980 — Informações geofísicas sobre o oeste mineiro e seu significado geotectônico. An. Ac. Bras. Ciênc., 52(1):49-60.
- ASMUS, H. E. — 1978 — Hipótese sobre a origem dos sistemas de zonas de fraturas oceânicas/alinhamentos continentais que ocorrem nas regiões sudeste e sul do Brasil. In: BRASIL — Projeto Remac. Aspectos estruturais da margem continental leste e sudeste do Brasil. Rio de Janeiro. PETROBRÁS. P. 39-73 (Projeto Remac 4).
- ASMUS, H. E. & PORTO, R. — 1980 — Diferenças nos estágios iniciais da evolução da margem continental brasileira: possíveis causas e implicações. In: Congr. Bras. Geol., 31, Camboriú, 1980. Anais... SBG, V. 1, p. 225-239.
- BARBOSA, O. — 1934 — Resumo da Geologia do Estado de Minas Gerais. Belo Horizonte. B. DSGGMG, 3, 40 p.
- BARBOSA, O. — 1936 — Notícia sobre estudos geológicos-econômicos em Patos. Rev. Esc. Minas, 1 (r e 6):165-169. Ouro Preto.
- BARBOSA, O. — 1965 — Geologia econômica e aplicada a uma parte do planalto brasileiro. In: Congr. Bras. Geol., 19, Rio de Janeiro, 1965. Anais... Rio de Janeiro, SBG.
- BARCELOS, J. H. — 1979 — Arenitos cretácicos do Alto Paranaíba (MG): Proveniência e ambientes de sedimentação. São Paulo, USP-IGC (Tese de Doutorado), 181 p.
- BARCELOS, J. H. & SUGUIO, K. — 1980a — Ambiente de Sedimentação da Formação Areado, Cretáceo Inferior da Bacia Sanfranciscana, MG. Rev. Bras. Geoc., 10(4):237-242.
- BARCELOS, J. H. & SUGUIO, K. — 1980b — Distribuição regional e estratigráfica das formações cretácicas do oeste mineiro. In: Congr. Bras. Geol., 31, Camboriú, 1980. Anais... Camboriú, SBG, V. 2, p. 683-690.
- BARCELOS, J. H. & SUGUIO, K. — 1981 — Estudos sedimentológicos da Formação Areado, cretáceo da Bacia Sanfranciscana, MG. Rev. Bras. Geoc., 11(4):247-256.

- BRAUN, O. — 1970 — A Formação Areado e a Formação Serra Negra. Ouro Preto. Rev. Esc. Minas, 28(3):100-106.
- BRUHM, C. H. L. — 1986 — Relações entre a diagênese dos arenitos e transformações nos folhelhos e carbonatos associados — um exemplo no Membro Gomo, Formação Candeias, Bacia do Recôncavo, BA. In: Congr. Bras. Geol., 34, Goiânia, 1986. Anais... Goiânia, SBG, V. 1, p. 80-94.
- CARDOSO, R. N. — 1971 — Contribuição ao estudo da Formação Areado: estratigrafia e descrição dos filópodos fósseis. Arq. Museu Hist. Nat. UFMG, V. I, 54 p.
- COSTA, M. T. & BRANCO, J. J. R. — 1961 — Roteiro para a excursão Belo Horizonte-Brasília. In: Congr. Bras. Geol., 14, Belo Horizonte, 1961. Contribuições. Belo Horizonte, Inst. Pesq. Rad. Publicação n.º 5.
- COSTA, M. T. & SAD, J. H. G. — 1968 — O Cretáceo em Minas Gerais. In: Congr. Bras. Geol., 22, Belo Horizonte, 1968. Anais... Belo Horizonte, SBG.
- DAPPLES, E. C. — 1971 — Physical classification of carbonate cement in quartzose sandstones. Jour. Sedim. Petrol., 41(1):196-204.
- DAPPLES, E. C. — 1979 — Diagenesis of sandstones. In: LARSEN, G. & CHILINGAR, G. V. (eds.) Diagenesis of sediments and sedimentary rocks. New York, Elsevier: 31-97.
- DE ROS, L. F. — 1985 — Petrologia e características de reservatório da Formação Sergi (Jurássico) no campo de Sesmaria, Bacia do Recôncavo, Brasil. UFOP/DEGEO, Ouro Preto. (Tese de Mestrado) 194 p.
- DE ROS, L. F. & DE CESERO, P. — 1986 — Argila em arenitos-base para interpretação petrogenética. In: Congr. Bras. Geol., 34, Goiânia, 1986. Anais... Goiânia, SBG, V. 4, p. 1663-1670.
- DE ROS, L. F. & MORAES, M. A. S. — 1984 — Sequência diagenética em arenitos; uma discussão inicial. In: Congr. Bras. Geol., 33, Rio de Janeiro, 1984. Anais... Rio de Janeiro, SBG, V. 2, p. 894-904.
- DUARTE, L. — 1968 — Restos vegetais fósseis da Formação Areado. In: Congr. Bras. Geol., 22, Belo Horizonte, 1968. Resumos Comunicações. Belo Horizonte, SBG.
- FOLK, R. L. — 1968 — Petrology of sedimentary rocks. Austin, Hemphill's Book Store, 170 p.
- FREIBERG, B. V. — 1932 — Ergebnisse geologischer forschungen in Minas Gerais, Brasilien. Neves Jahrb. Minel. Geol. Paleontol. Abh. Mineral. Petrogr., Stuttgart, n. 2, 1932. 403 p.
- GUIMARÃES, D. — 1927 — O diamante no Estado de Minas Gerais. An. Ac. Bras. Ciênc., 4(4):173-176.
- GUIMARÃES, D. — 1933 — A província magmática do Brasil meridional. Belo Horizonte, SGMG. Mon. 1.
- GUIMARÃES, D. — 1955 — Contribuição ao estudo dos tufos vulcânicos da Mata da Corda. Belo Horizonte, B. Inst. Tecn. Ind., 18, 27 p.
- HARALYI, N. L. E.; HASUI, Y.; MIOTO, J. A.; HANZA, V. H. & RODRIGUES, C. R. V. — 1985 — Ensaio sobre a estruturação crustal do Estado de Minas Gerais com base na informação geofísica e geológica. Belo Horizonte, SBG. (Bol. Especial) p. 71-93.
- HASUI, Y. — 1969 — O cretáceo do oeste mineiro. B. SBG, 18(1):39-56.
- HASUI, Y. & ALMEIDA, F. F. M. — 1970 — Geocronologia do centro-oeste brasileiro. B. SBG, 19(1):5-26.
- HASUI, Y. & PENALVA, F. — 1970 — O problema do diamante do Alto Paranaíba, Estado de Minas Gerais. B. SBG, 19(1):71-78.
- HASUI, Y.; SADOWSKY, G. R.; SUGUIO, K. & FUCK, G. F. — 1975 — The phanerozoic tectonic evolution of the western Minas Gerais State. An. Ac. Bras. Ciênc., 47:431-438.
- LADEIRA, E. A. & BRITO, O. E. A. de — 1968 — Contribuição à geologia do planalto da Mata da Corda. In: Congr. Bras. Geol., 22, Belo Horizonte, 1968. Anais... Belo Horizonte, SBG, p. 181-199.
- LADEIRA, E. A.; BRAUN, O. P. G.; CARDOSO, R. N. & HASUI, Y. — 1971 — O cretáceo em Minas Gerais. In: Congr. Bras. Geol., 25, São Paulo, 1971. Mesa Redonda... São Paulo, SBG, p. 15-31.

- LEONARDOS, O. H. & ULBRICH, M. N. C. — 1987 — Lamproitos de Presidente Olegário, Minas Gerais. In: SBPC, Reunião Anual, 39, Resumos... Brasília.
- LIMA, M. R. — 1979 — Palinologia dos calcários laminados da Formação Areado, Cretáceo de Minas Gerais. In: Simp. Geol. Reg., 2, Rio Claro, 1979. Atas... Rio Claro, SBG, V. 1, p. 203-316.
- LISBOA, M. A. R. — 1906 — Ocorrência de seixos facetados no Planalto Central do Brasil. An. Esc. Minas, 8:23-74. Ouro Preto.
- MARINI, O. J.; FUCK, R. A.; DARDENE, M. A. & DANNI, J. C. M. — 1984 — Província Tocantins: Setores Central e Sudeste. In: ALMEIDA, F. F. M. de & HASUI, Y. (eds) O precambriano do Brasil — 1984 — Ed. Edgard Blücher Ltda. São Paulo. P. 204-264.
- MCBRIDE, E. F. — 1985 — Sandstone diagenesis. AAPG Convention, New Orleans, 33 p.
- MCBRIDE, E. F. — 1987 — Diagenesis of the Maxon Sandstone (Early Cretaceous), Marathon Region, Texas: a diagenetic quartzarenite. Journ. Sedim. Petrol., 57(1):98-107.
- MENEZES FILHO, M. R.; MATTOS, G. M. & FERRARI, P. G. — 1978 — Projeto Três Marias. DNPM-CPRM. Relatório Final, 6 vol. (inédito).
- MOLENAAR, N. — 1986 — The interrelation between clay infiltration, quartz cementation and compaction in Louver Giretian terrestrial sandstones, Northern Ardennes, Belgium. Jour. Sedim. Petrol., 56(3):359-369.
- MORAES, L. C. de; SEER, H. J.; FOGAÇA, A. C. C.; SGARBI, P. B. A. & SGARBI, G. N. L. — 1986 — Geologia das unidades cretáceas da área compreendida entre Lagoa Formosa e Carmo do Paranaíba, MG. In: Congr. Bras. Geol., 34, Goiânia, 1986. Anais... Goiânia, SBG, V. 1, p. 337-345.
- MORAES, L. C.; SEER, H. J. & KATTAH, S. G. — 1987 — Aspectos petroquímicos das rochas vulcânicas alcalinas cretáceas da porção meridional da Bacia Sanfranciscana, MG. In: Congr. Bras. Geol., 1, Porto Alegre, 1987. Anais... Porto Alegre, SBG, V. 1, p. 315-318.
- OLIVEIRA, F. de P. — 1881 — A exploração das minas de galena do Ribeirão do Chumbo, afluente do Abaeté. Estudo da zona percorrida de Ouro Preto até o lugar. An. Esc. Minas, 1:39-105. Ouro Preto.
- READING, H. G. (Ed) 1978 — Sedimentary environments and facies. Blackwell Scientific Publication. Oxford, p. 557.
- RIMANN, E. — 1915 — Über kimberlit und alnoit in Brasilien. Tschermarks Miner. Petrog. Mitt., 23:2244-2262.
- RIMANN, E. — 1917 — A kimberlita no Brasil. An. Esc. Minas, 15:27-32. Ouro Preto.
- SAD, J. H. G. & TORRES, N. — 1968 — Complexos Alcalinos da região do Alto Paranaíba. DNPM, Rel. Anual de Serviços. (inédito).
- SAD, J. H. G.; CARDOSO, R. N. & COSTA, M. T. da — 1971 — Formações Cretácicas em Minas Gerais: uma revisão. Rev. Bras. Geoc., 1(1):2-13.
- SANTOS, R. S. — 1955 — Descrição dos peixes fósseis. In: SANTOS, R. S. & SCORZA, F. P. (1955) — Ocorrência de folhelho fossilífero cretáceo no Município de Presidente Olegário, MG. B. DNPM-DGM, 155:17-27. Rio de Janeiro.
- SCORZA, E. P. — 1955 — Situação e Geologia. In: SANTOS, R. S. & SCORZA, E. P. (1955) — Ocorrência de folhelho fossilífero cretáceo no Município de Presidente Olegário, MG. B. DNPM-DGM, 155, p. 7-14. Rio de Janeiro.
- SCHOBENHAUS F.º, C. (coord.) — 1984 — Geologia do Brasil. Brasília. DNPM. 501 p.
- SCHOLLE, P. A. — 1979 — A collar illustrated guide to constituents, textures, cements, and porosities of sandstones and associated rocks. AAPG. memoir 28.
- SEER, H. J.; MORAES, L. C. de & FOGAÇA, A. C. C. — 1987 — Faciologia e estruturação tectônica dos metassedimentos com diamictitos e jaspilitos da região de Lagoa Formosa, MG (Grupo Bambuí?). In: Simp. Geol. Minas Gerais, 4, Belo Horizonte, 1987. Atas... Belo Horizonte, SBG, p. 199-213.
- SEER, H. J. & MORAES, L. C. de — 1988 — Estudo petrográfico das rochas ígneas alcalinas da região de Lagoa Formosa, MG. Rev. Bras. Geoc., 18(2) p. 134-140.
- SORENSEN, H. (ed) — 1974 — The alkaline rocks. John Wiley & Sons Ed.. Londres. 610 p.

- SUGUIO, K.; BARCELOS, J. H. & SOUZA, S. H. M. — 1981 — As estruturas sedimentares da Formação Areado, cretáceo da Bacia Sanfranciscana, MG. In: Simp. Geol. Reg., 2, Curitiba, 1981. Atas. . . Curitiba, SBG, V. 2., p. 147-161.
- SUGUIO, K. & BARCELOS, J. H. — 1983 — Paleoclimatic evidence from the Areado Formation, cretaceous of the São Francisco Basin, State of Minas Gerais. Rev. Bras. Geoc., 13(4):229-231.
- TASCH, P. & ZIMMERMAN — 1961 — Comparative ecology of living and fossil conchostraca in a seven county area of Kansas and Oklahoma. Bull Univ. Wichita (47):1-14.
- WILLIAMS, H. E. — 1925 — Notas geológicas e econômicas sobre o Vale do Rio São Francisco. B. SGMB, 12, Rio de Janeiro.
- YODER JR., H. S. & SAHAMA, T. G. — 1957 — Olivine X-Ray determinative curve. Am. Mineral., 42:475-491.

Roteiros Geológicos

Roteiro I: Carmo do Paranaíba — Córrego Varjão

TEMA GERAL: Observação de seqüência lacustre-deltáica cretácea e feições características de vulcanismo alcalino.

LOCALIZAÇÃO: A partir do trevo de Carmo do Paranaíba (BR 265) no sentido de Lagoa Formosa, percorre-se 4,8 km.

À direita, toma-se rodovia de terra que dá acesso às Fazendas Bálamo e Grotão (Fig. 11).

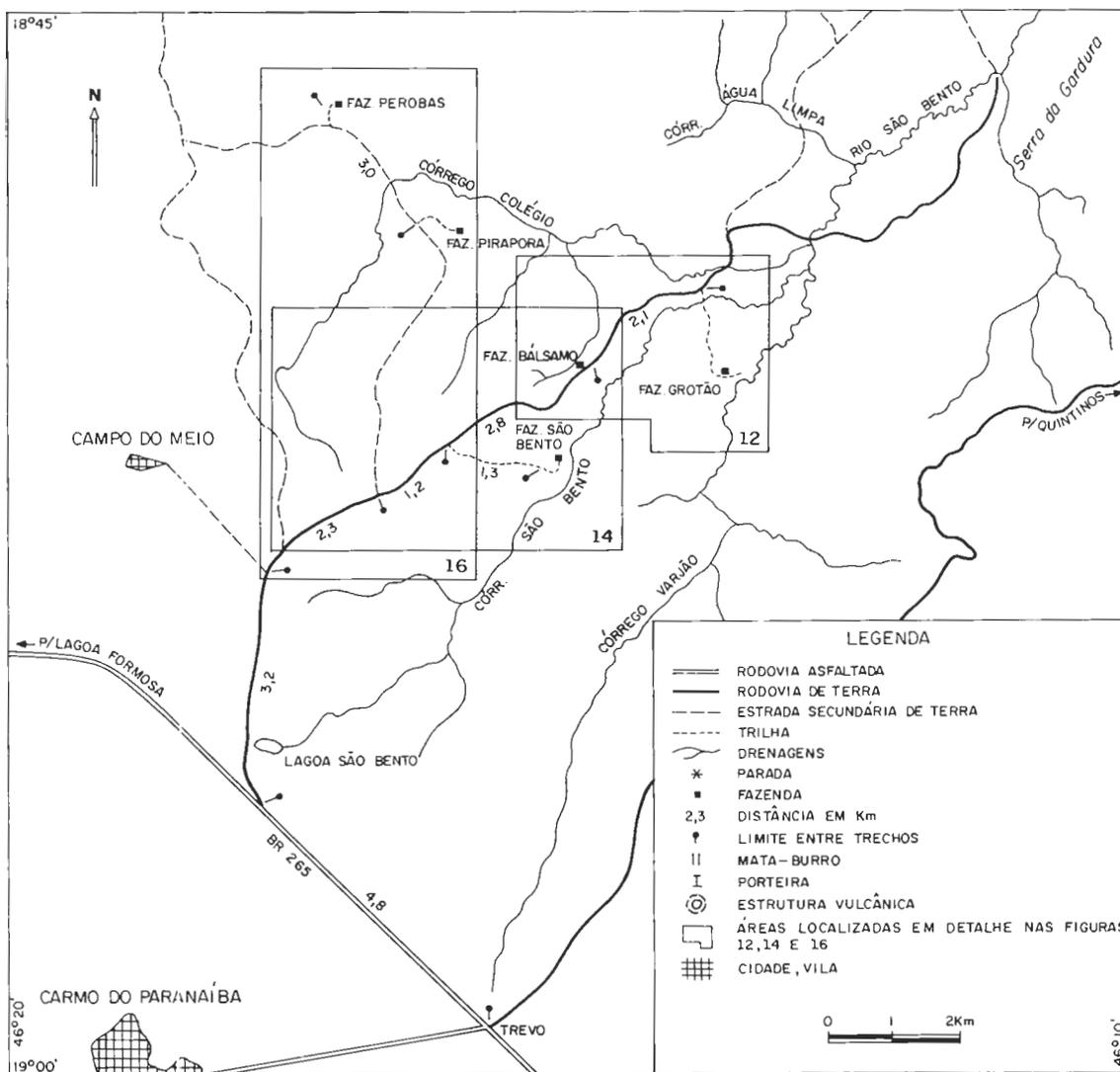


FIGURA 11 — Mapa de localização para Roteiros I e II.

PARADA I.1: FAZENDA BÁLSAMO

TEMA: Observação de facies lacustre-deltáica da Formação Areado.

ACESSO: Após deixar a BR 265, percorre-se 9,5 km na rodovia de terra. Antes de cruzar um mata-burro, toma-se estrada secundária à esquerda, alcançando-se, após 200 metros, a casa do Sr. Manoel Nogueira (conhecido por Major). O perfil localiza-se atrás desta casa, ao longo das cabeceiras de um pequeno córrego (Fig. 12).

DESCRIÇÃO E INTERPRETAÇÃO: A seqüência estratigráfica exposta nos barrancos e leito do córrego acha-se ilustrada no perfil da figura 13. A base representa uma sedimentação lacustre (fotos I.1.a e I.1.b) dominada por avanço de frentes deltáicas em direção ao topo (deltas lacustrinos). A lâmina d'água dos lagos era pouco espessa, com esporádicas exposições subaéreas. Nas frentes deltáicas observa-se horizontes bioturbados e fluidizados (foto I.1.c).

Nas encostas dos morros à noroeste do córrego são encontrados condutos vulcânicos e seqüências de derrames e rochas piroclásticas alcalinas. Nas suas proximidades ocorrem arenitos intensamente dobrados e parcialmente metamorfoseados por atividade vulcânica.

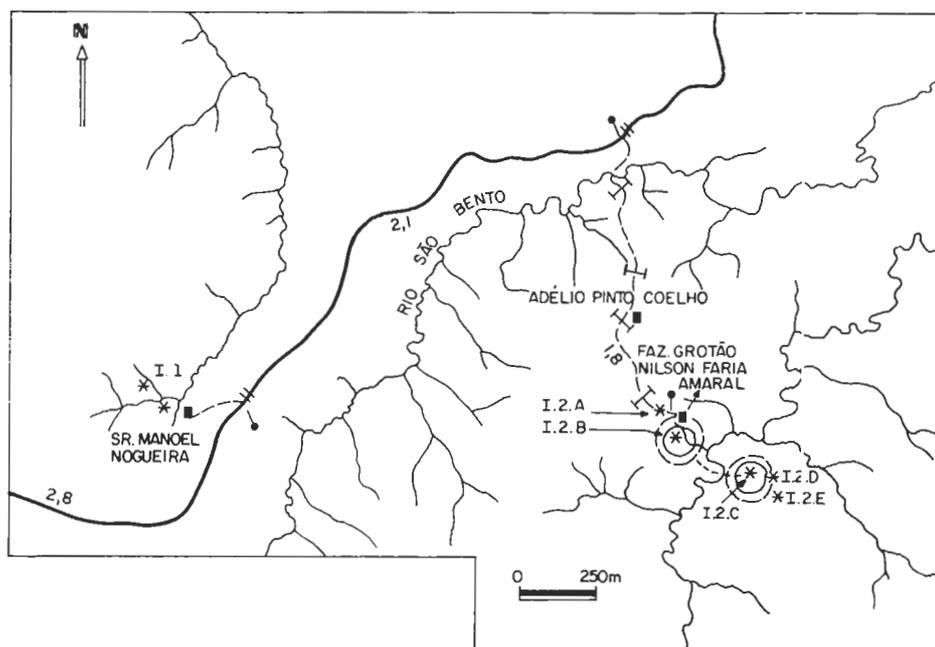


FIGURA 12 — Mapa de localização do Roteiro I, em detalhe (Legenda cf. figura 11).

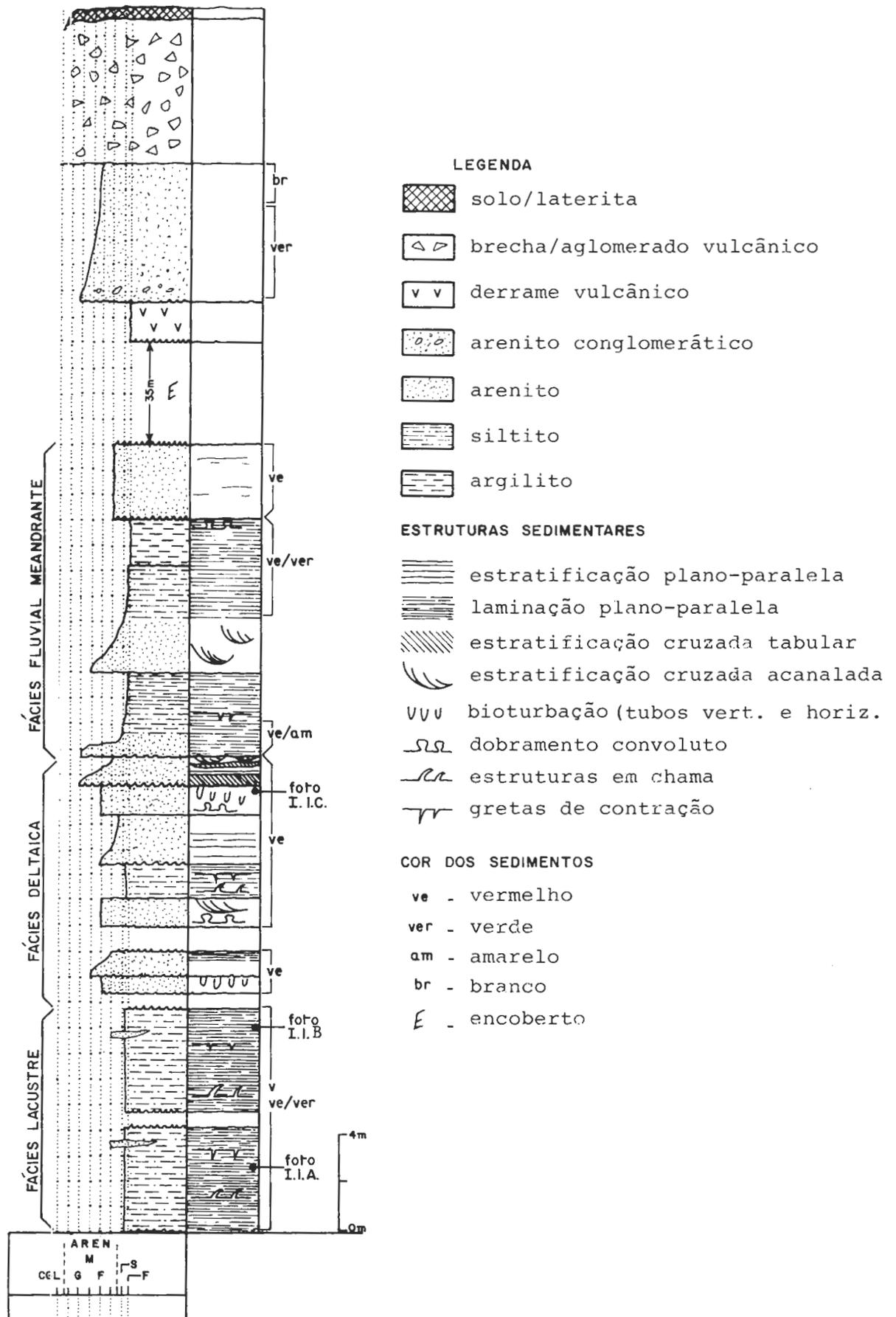


FIGURA 13 — Perfil estratigráfico na fazenda do Sr. Manoel Nogueira. Parada I.1.

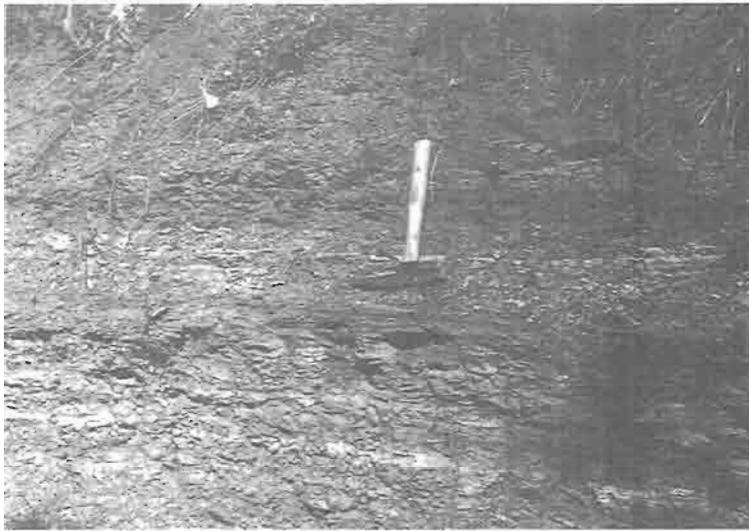


FOTO I.1A — Sedimentos lacustrinos: ritmos da base do perfil da Fazenda do Sr. Manoel Nogueira (vide perfil estratigráfico da fig. 13).

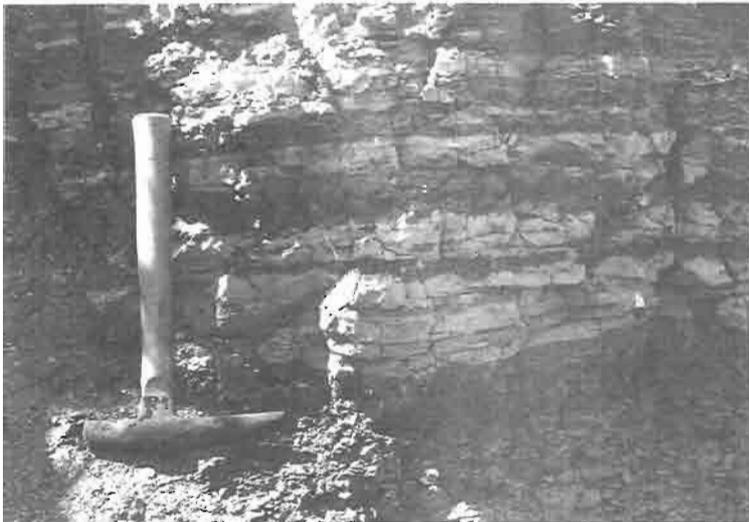


FOTO I.1.B — Sedimentos arenopelíticos — brancos e vermelhos (cinza) — deltaico-lacustrinos na base do perfil da Fazenda do Sr. Manoel Nogueira.



FOTO I.1.C — Sedimentos deltáicos bioturbados da Fazenda do Sr. Manoel Nogueira. Observar à esquerda, no nível do martelo, a presença de dobramentos convolutos. Sobrejacente ao horizonte bioturbado, ocorre uma camada de arenitos com estratificação cruzada tangencial.

PARADA I.2: FAZENDA GROTÃO — CÓRREGO VARJÃO

- TEMA:** Observação de rochas ígneas alcalinas e suas encaixantes.
- ACESSO:** O acesso à Fazenda Grotão fica a 11,6 km da BR 265 (fig. 11), ou a 2,1 km da Parada I.1 (fig. 12). Toma-se então a estrada secundária à direita, antes de um mata-burro, seguindo por ela até a Fazenda do Sr. Adélio Pinto Coelho. A partir daí a estrada segue por campo até a casa do Sr. Nilson Ferreira Amaral. O primeiro afloramento encontra-se defronte a esta casa. A localização dos pontos de observação é mostrada na foto I.2.



FOTO I.2 — Vista panorâmica do local da parada I.2. Casa do Sr. Nilson Ferreira Amaral. Córrego Varjão. Tomada de NW para SE-

PONTO I.2.a

- TEMA:** Observação do efeito hidrotermal de intrusão alcalina sobre rochas do substrato Pré-Cambriano.
- LOCALIZAÇÃO:** 100 m antes da casa do Sr. Nilson, no leito e cortes da estrada.
- DESCRIÇÃO:** Metadiamicrito de cor verde, constituído por grânulos, seixos e blocos imersos em abundante matriz argilo-siltosa (foto I.2.a). Predominam clastos de metargilitos e metassiltitos. Metarenitos, granitos e calcários são muito subordinados. Acham-se deformados e são contornados por uma foliação metamórfica de padrão anastomosado, com direção N15W

e mergulho de 70SW. Deve-se notar que tanto o interior dos clastos como a matriz acham-se impregnados de verde.

INTERPRETAÇÃO: A proximidade de uma intrusão alcalina com forma circular (ver fig. 12) a SSE deste local e a coloração verde decorrente da formação da nontronita indicam a ação de soluções hidrotermais ligadas à atividade vulcânica. A deposição dos metadiamicritos pode relacionar-se a fluxos gravitacionais em local instável ou então à acumulação de morenas glaciais.

PONTO I.2.b

TEMA: Intrusões alcalinas deformando arenitos cretáceos e o substrato Pré-Cambriano.

LOCALIZAÇÃO: Cruza-se o estábulo próximo à casa e atravessa-se uma nascente d'água. Na encosta do morro encontram-se várias exposições de rochas (fotos I.2 e I.2.b).

DESCRIÇÃO: Corpos ígneos intrusivos ligados a uma estrutura circular fotointerpretada (com diâmetro de 250 m, fig. 12), constituídos por afanitos máficos fraturados e brechas vulcânicas. Estas últimas são compostas por fragmentos de afanitos máficos e fenitos. Deformam intensamente arenitos, siltitos e argilitos da Formação Areado, e os metadiamicritos pré-cambrianos, conferindo-lhes cor esverdeada.

INTERPRETAÇÃO: Tanto as rochas intrusivas quanto as sedimentares acham-se bem preservadas da erosão. Sabendo-se que a espessura original dos sedimentos cretáceos era de poucas dezenas de metros, supõe-se um caráter raso para as intrusões alcalinas. A pigmentação esverdeada nas encaixantes indica a ação de soluções hidrotermais durante o processo de intrusão.

PONTO I.2.c

TEMA: Observação de rochas vulcânicas alcalinas.

LOCALIZAÇÃO: Margens e encostas à direita do Córrego Varjão (foto I.2).

DESCRIÇÃO: Exposição de afanitos máficos porfiríticos em encosta de morro (foto I.2.c). As rochas são ricas em vesículas e amígdalas, estão pouco intemperizadas, e seus fenocristais são de olivina e piroxênio. De modo esparsos ocorrem nódulos olivínicos, cuja meteorização mais rápida dá lugar a cavidades centimétricas nos afanitos. São observados blocos esporádicos de fenito.

Subindo-se as encostas no sentido SE, encontram-se várias exposições de aglomerados vulcânicos, brechas vulcânicas, lapilitos e tufos que afloram como cristas alongadas e estão intensamente intemperizados.

INTERPRETAÇÃO: As rochas vulcânicas assinaladas encontram-se no interior de uma estrutura circular fotointerpretada com aproximadamente 200 m de diâmetro (fig. 12). Isto sugere preenchimento de condutos alimentadores por afanitos porfiríticos e produtos piroclásticos.

FOTO 1.2.A — Metadiamicrito de cor verde. 50m antes da casa do Sr. Nilson F. Amaral.



FOTO 1.2.2 — Inrusão alcalina em arenitos. Encosta dos morros entre a casa do Sr. Nilson F. Amaral e o Cor. Varjão.



PONTO I.2.d

- TEMA:** Intrusão kimberlítica em rochas sedimentares cretáceas.
- LOCALIZAÇÃO:** A partir do ponto I.2.c caminha-se no sentido NE até uma ravina aberta na encosta e que expõe rochas alteradas de cor verde (foto I.2).
- DESCRIÇÃO:** No local observa-se intrusão de filiação kimberlítica, com bordos irregulares, e que deformam sedimentos cretáceos, conferindo-lhes cor verde intensa (foto I.2.d). A intrusão é representada por rocha verde-escura à preta, intemperizada, constituída por cristais centimétricos de flogopita, minerais ferromagnesianos (olivina e piroxênio?) e minerais opacos (ilmenitas?). As encaixantes são siltitos e argilitos dispostos em camadas rítmicas centimétricas e decimétricas, fortemente inclinadas e dobradas. Sotoposto a estas, observa-se um conglomerado vulcânico, com geometria em cunha, e com poucos decímetros de espessura. É formado por um arcabouço a base de seixos e grânulos de rochas vulcânicas alcalinas, sustentado por matriz argilosa de cor verde.
- INTERPRETAÇÃO:** A intrusão ocorre nos bordos de um aparelho vulcânico circular (fig. 12), podendo representar episódio restrito da mesma. Os ritmitos constituem facies lacustrina da Formação Areado. O desmantelamento do complexo vulcânico e das intrusões de filiação kimberlítica deu origem aos conglomerados vulcânicos num ambiente de leques aluviais (Facies Capacete).

PONTO I.2.e

- TEMA:** Conglomerados vulcânicos.
- LOCALIZAÇÃO:** A partir do Ponto I.2.d sobe-se a encosta no sentido SSE cerca de 200 m, alcançando-se várias ravinas (foto I.2).
- DESCRIÇÃO:** Conglomerados e arenitos vulcânicos de cor verde-clara à escura, constituídos essencialmente de clastos vulcânicos. Os seixos são subarredondados com diâmetro de até 50 cm (foto I.2.e). Estratificações cruzadas acanaladas são comuns nos arenitos. As camadas mostram geometria em cunhas.
- INTERPRETAÇÃO:** Os depósitos representam acumulações em ambiente de leques aluviais, formados a partir da erosão das rochas vulcânicas que compõem a estrutura circular no local.

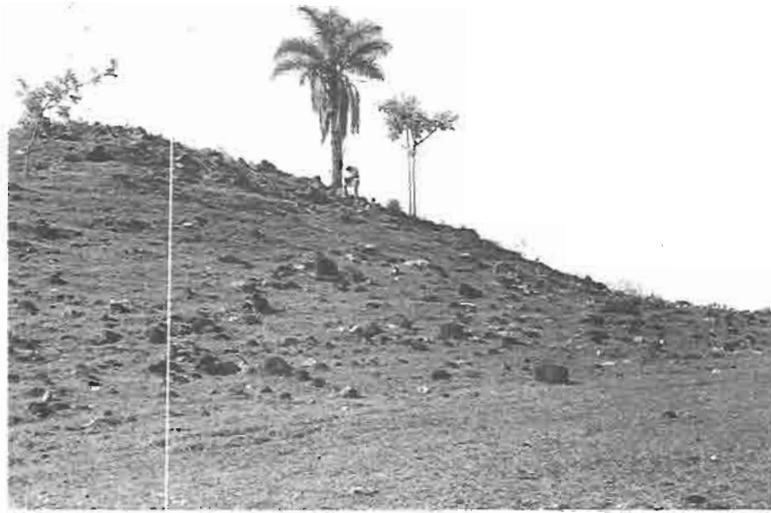


FOTO 1.2.C — Afloramento de afanitos máficos porfiríticos nas proximidades da margem direita do Cor. Varjão.



FOTO 1.2.D — Intrusão de filiação kimberlítica (K) rochas sedimentares cretáceas (S), intensamente deformadas. No local observa-se conglomerado vulcânico (C) similar ao do ponto I.2.E.



FOTO 1.2.E — Conglomerado vulcânico onde os clastos são de rochas ígneas alcalinas.

Roteiro II: Carmo do Paranaíba — Fazendas São Bento e Perobas

PARADA II.1: FAZENDA SÃO BENTO

TEMA: Observação de seqüência lacustre-deltáica cretácea e feições características do vulcanismo alcalino.

LOCALIZAÇÃO: Do trevo de Carmo do Paranaíba — BR 265 — no sentido de Lagoa Formosa, percorre-se 4,8 km. Toma-se estrada de terra à direita, que dá acesso às Fazendas São Bento e Perobas (fig. 11).

Após deixar a BR-265 percorre-se 3,2 km até o entroncamento com a estrada de acesso à localidade de Campo do Meio. Toma-se à direita, seguindo-se por mais 3,5 km (fig. 14), até encontrar-se um pára-raios do lado esquerdo da estrada. Neste local, toma-se estrada secundária à direita, seguindo-se até a Fazenda São Bento do Sr. Adelino Soares Siqueira. Esta estrada normalmente é transitável por 1,3 km, até uma porteira na quebra da chapada. Continuando o percurso a pé, passa-se defronte à casa (400 m após a porteira) e segue-se até o leito do córrego São Bento. Nas cabeceiras deste córrego foi encontrado um diamante de 154 quilates, em 1986, por um vaqueiro da região.

DESCRIÇÃO: A partir do leito do córrego São Bento até o início do perfil podem ser observados metadiamicictitos pré-cambrianos. Os mesmos são constituídos por um arcabouço de grânulos até matacões de metarenitos feldspáticos, metassiltitos e metargilitos, sustentados por abundante matriz pelítica. Mostram foliação metamórfica de padrão anastomótico.

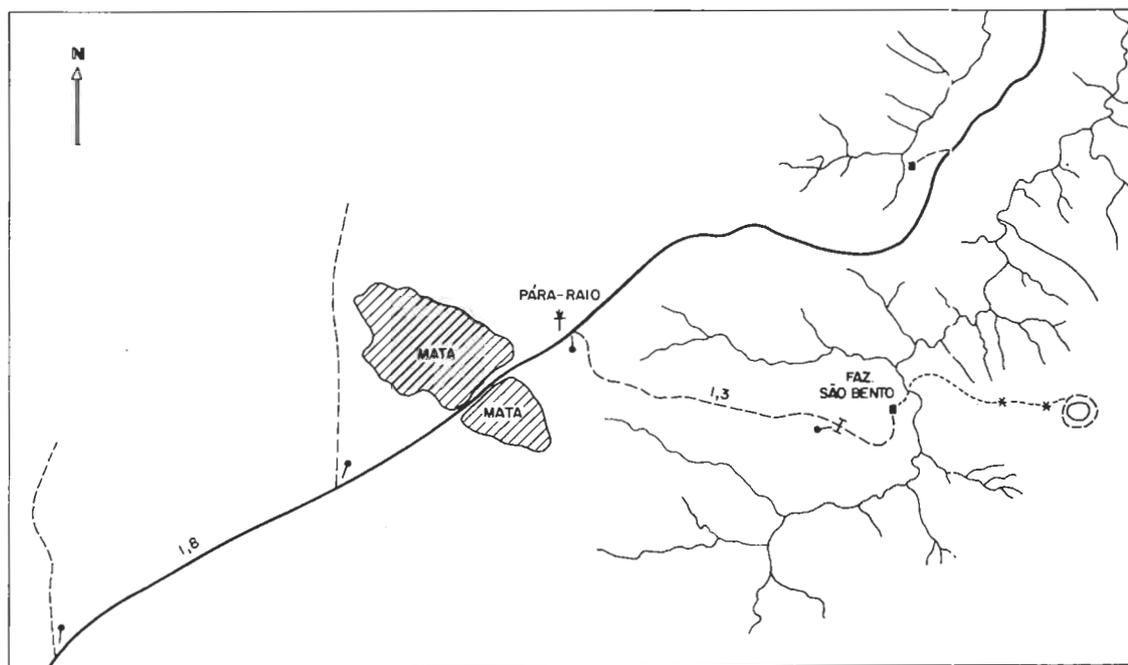
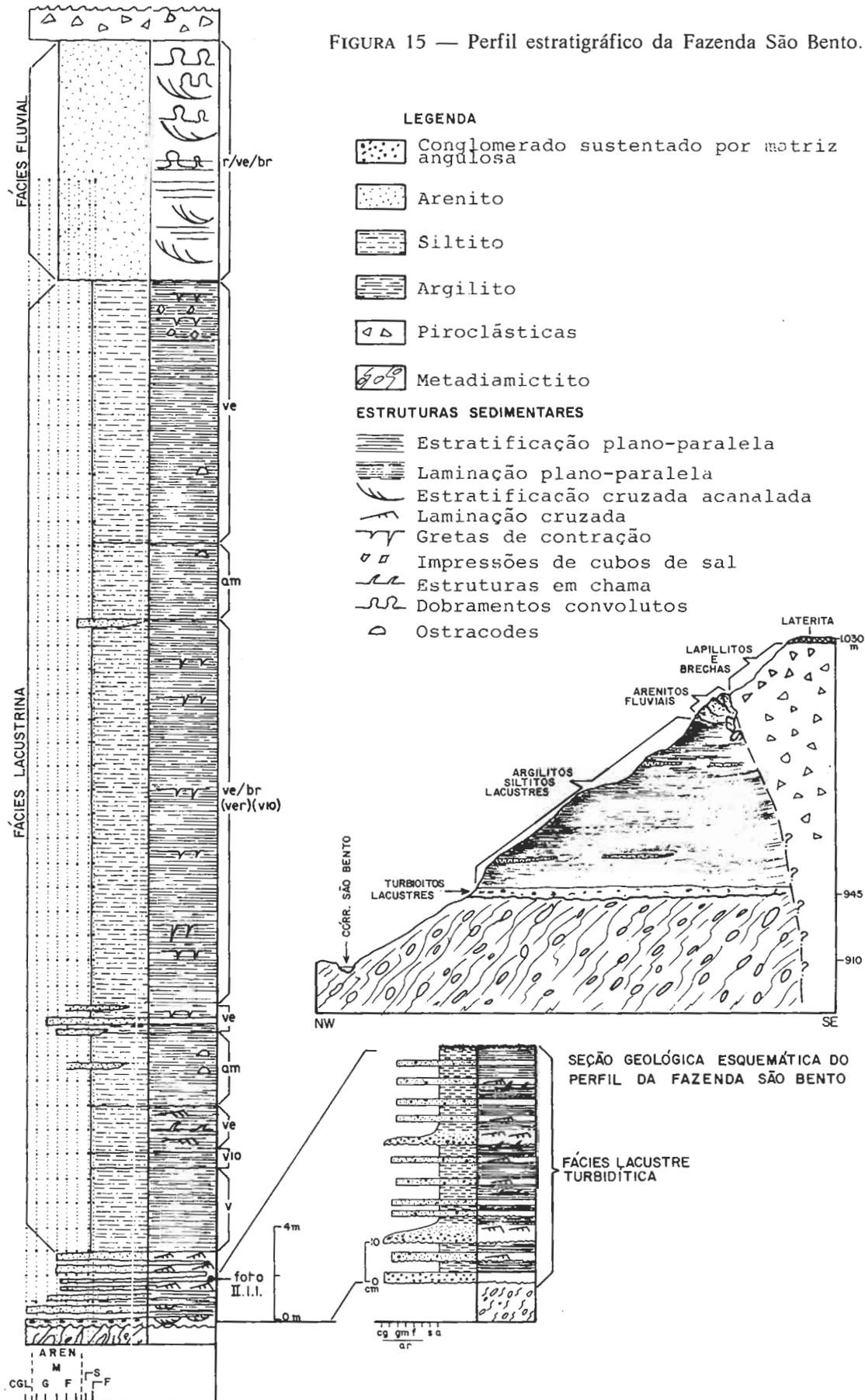


FIGURA 14 — Mapa de localização da parada II, em detalhe, escala: 1:25.000 (Legenda cf. figura 1).

FIGURA 15 — Perfil estratigráfico da Fazenda São Bento.



A seqüência sedimentar cretácica, descrita na fig. 15, assenta-se sobre os metadiamiclitos através de discordância angular e erosiva. Está representada por sedimentos lacustres na base (foto II.1.1) dando lugar a progradações de clásticos fluviais para o topo.

Acompanha-se a encosta por uns 300 m no sentido ESE a partir dos arenitos do topo do perfil, e alcança-se vários afloramentos de arenitos e apófises de intrusões vulcânicas que arqueiam e fraturam os arenitos (foto II.1.2).

Cerca de 130 m adiante, beirando-se a encosta, observa-se camadas de arenitos subverticalizadas por atividade vulcânica.

No local foi identificada estrutura vulcânica circular (fig. 14). Poucos metros a sul destes arenitos afloram aglomerados vulcânicos muito intemperizados.

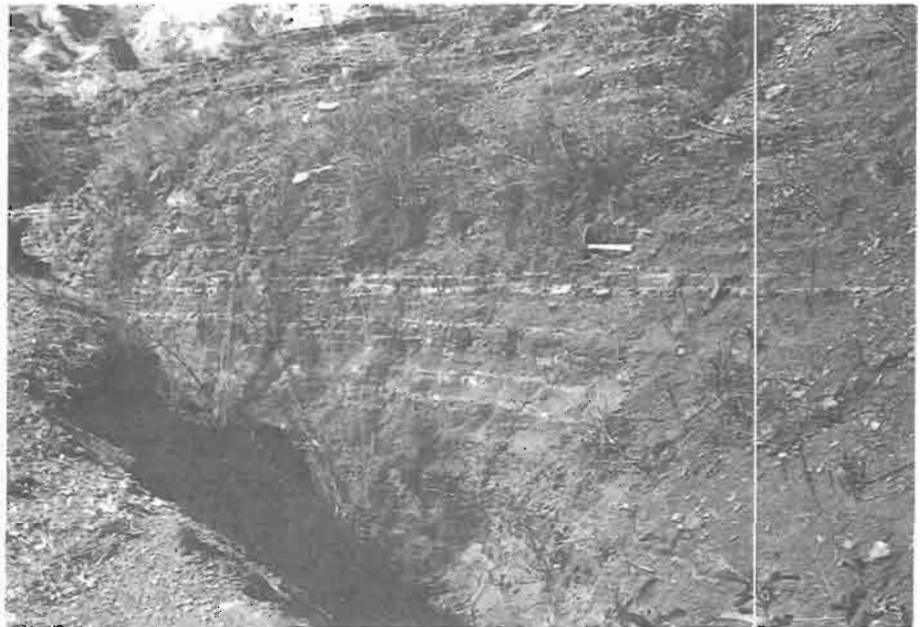


FOTO II.1.1 — Sedimentos lacustrinos. Facies lacustre-turbidítica da base do perfil da figura 15. Faz. São Bento.

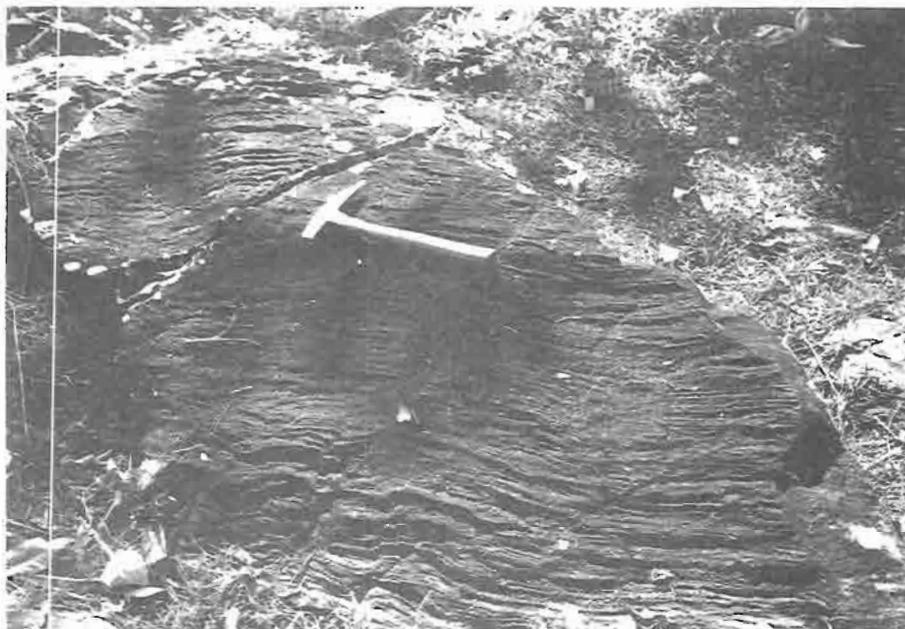


FOTO II.1.2 — Estratificação cruzada deformada por intrusão alcalina.
Faz. São Bento.

PARADA II.2: FAZENDA PEROBAS

- TEMA:** Observação de calcretes e feições de intrusões alcalinas.
- LOCALIZAÇÃO:** A partir do entroncamento para Campo do Meio percorre-se 2,3 km. Toma-se estrada secundária à esquerda, seguindo-se por 5,0 km sobre a chapada até o entroncamento que leva às fazendas Pirapora e Perobas (fig. 16). Segue-se à esquerda, cruza-se o córrego Colégio, alcançando-se a porteira que dá acesso à fazenda Perobas. A partir da sede da fazenda segue-se a pé por trilha, uns 400 m, no sentido NNW, acompanhando a cerca de arame farpado na continuidade do mangueirão.
- DESCRIÇÃO:** Na base do morro ocorrem lentes centimétricas a decimétricas de calcrete intercaladas com argilitos (foto II.2.1). Os calcretes desenvolvem cavidades de dissolução onde recristalizam carbonatos. Tanto os calcretes quanto os argilitos, e estes em maior proporção, acham-se pigmentados de verde. Subindo-se a encosta (ver seção esquemática após figura 16), encontram-se blocos de arenitos deformados. Mais acima ocorrem rochas vulcânicas, formadas por afanitos máficos porfiríticos com fenocristais de olivina e piroxênio. As elevações apresentam formas circulares (foto II.2.2) e alongadas.

INTERPRETAÇÃO: Os calcretes e argilitos são interpretados como representativos de facies lacustre rasa, sujeita a periódicas exposições subaéreas sob clima semi-árido. As rochas vulcânicas são intrusões rasas com orientação N60W que afetam localmente as rochas sedimentares cretáceas.

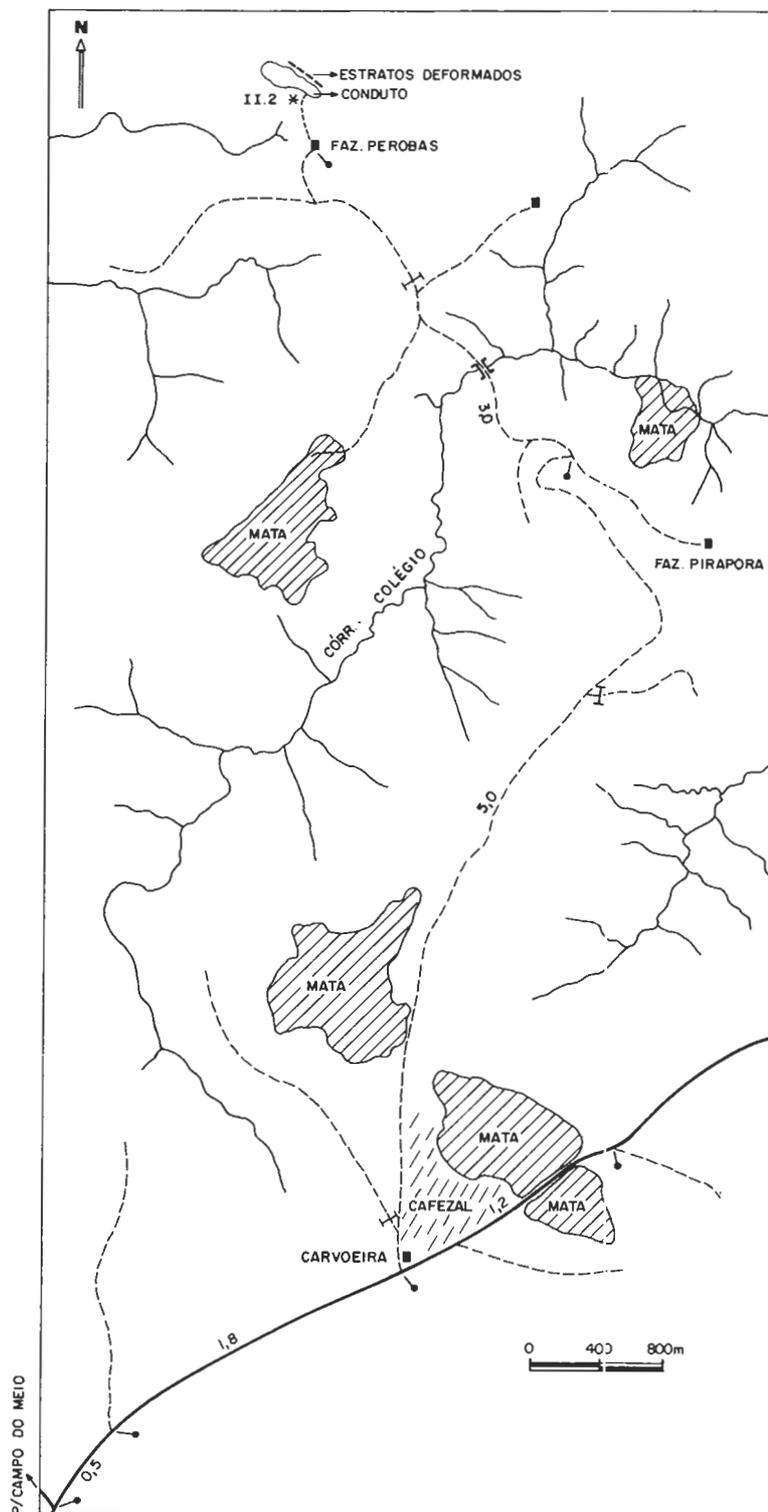


FIGURA 16 — Mapa de localização do Roteiro II 2, em detalhe, escala: 1:40.000 (Legenda cf. figura 11).

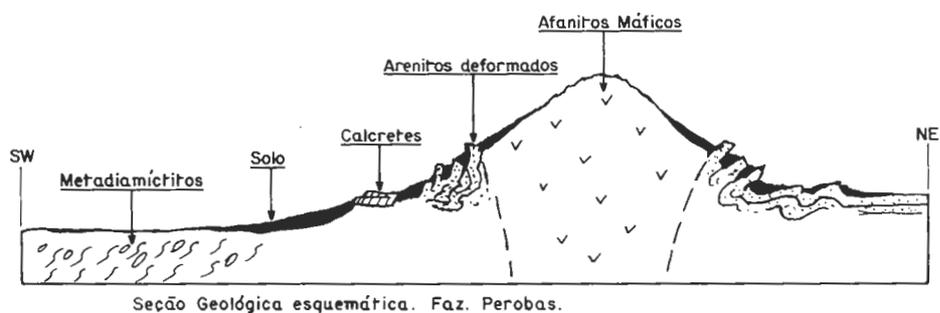


Foto II.2.1 — Camadas de calcrete (cinza claro) intercaladas com argilitos. Fazenda Perobas.



Foto II.2.2 — Conduto vulcânico com forma circular. Fazenda Perobas.

Roteiro III: Lagoa Formosa — Cabeceiras do Córrego Lavrado

TEMA GERAL: ... Observação de feições características do vulcanismo alcalino cretáceo.

LOCALIZAÇÃO: A partir da cidade de Lagoa Formosa toma-se estrada de terra que dá acesso às localidades de Monjolinho e Limeira, percorrendo-se 10,6 km (fig. 17), e depois mais 5,3 km até a Fazenda Gruta Grande em estrada secundária à esquerda.

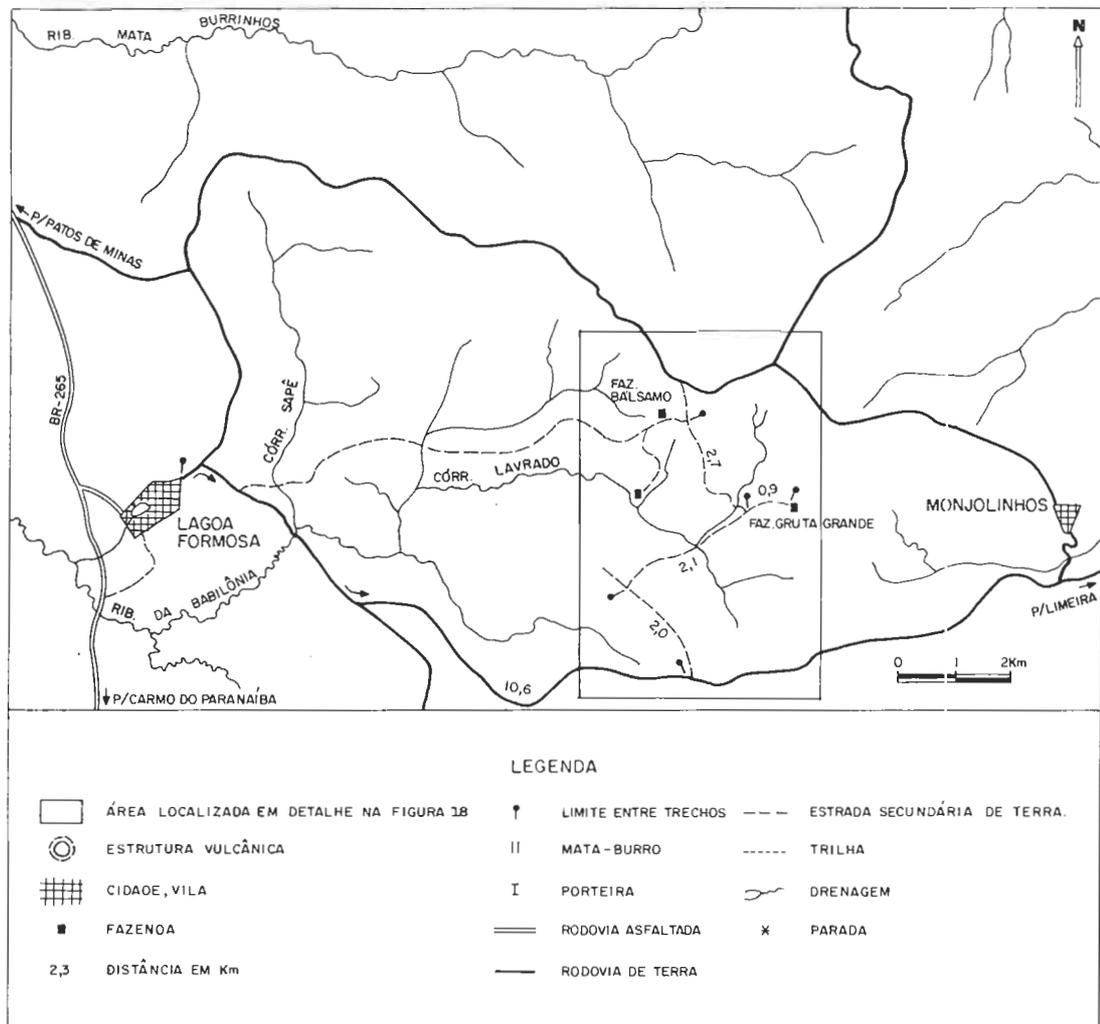


FIGURA 17 — Mapa de localização do Roteiro III.

PARADA III.1

- TEMA:** Conglomerados e arenitos vulcânicos.
- ACESSO:** Alcançando-se a fazenda Gruta Grande do Sr. Gaspar Emiliano de Andrade, segue-se a pé por trilha de gado, no sentido sul, beirando a encosta, por aproximadamente 750 m (fig. 18).
- DESCRIÇÃO:** No local ocorrem paredões com mais de 30 m de altura e inúmeros matacões e blocos rolados constituídos por conglomerados e arenitos vulcânicos (relacionados à Facies Capacete). As rochas acham-se interestratificadas. Os conglomerados são compostos de seixos angulosos e arredondados, com até 25 cm de diâmetro, de afanitos porfiríticos alcalinos, fenitos e ardósias. Acham-se dispersos em matriz de tamanho areia cimentada por carbonatos (foto III.1). Sua coloração é verde. Os arenitos são grosseiros com clastos angulosos e arredondados de cor cinza-esverdeada e mostram gradações para horizontes conglomeráticos.
- INTERPRETAÇÃO:** Trata-se de depósitos de leques aluviais cuja área fonte próxima era constituída de rochas ígneas alcalinas e pelo embasamento pré-cambriano metapelítico.

PARADA III.2

- TEMA:** Conduto vulcânico.
- ACESSO:** A aproximadamente 300 m a NW da Faz. Gruta Grande, no lado direito da estrada, destaca-se um morrote na planície (fig. 18).
- DESCRIÇÃO:** Conduto vulcânico com formato circular, ressaltado topograficamente na planície aluvial e coberto por mata densa. Adentrando-se a mata nas encostas do morrote, observam-se afloramentos e blocos rolados de brechas e aglomerados vulcânicos fortemente venulados e vesiculados, de cor verde-pálida à rósea. A rocha é afanítica. Alguns fragmentos são ricos em fenocristais de olivina e amígdalas preenchidas por zeólitas.

PARADA III.3

- TEMA:** Derrames e rochas piroclásticas.
- ACESSO:** Aproximadamente a 300 m a NW da Faz. do Sr. Mundin nas encostas ao lado direito da estrada (fig. 18).
- DESCRIÇÃO:** Nos afloramentos localizados nas encostas do morro observa-se afanitos máficos porfiríticos hidrotermalizados (cores

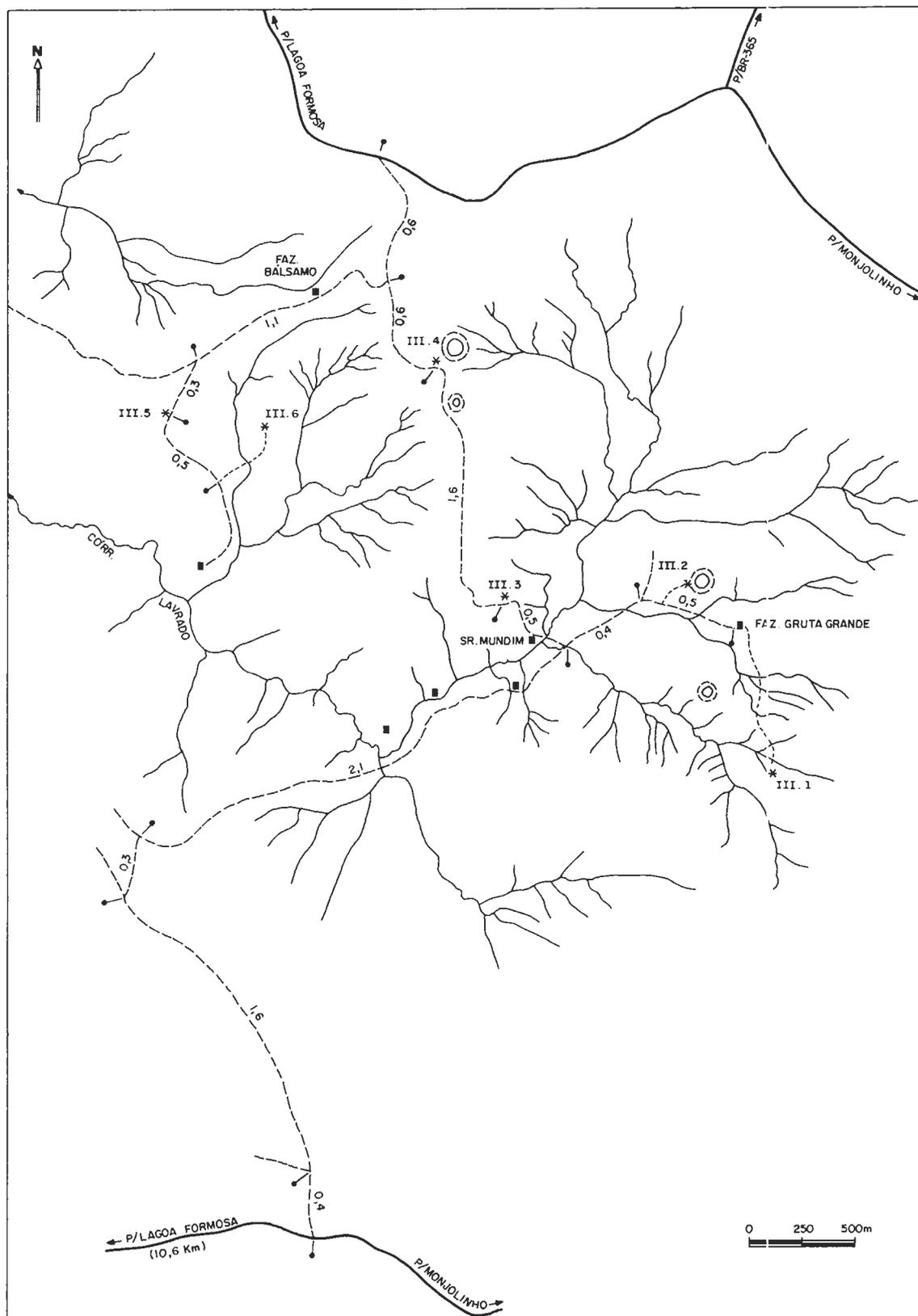


FIGURA 18 — Mapa detalhado para o Roteiro III. Cabeceiras do Córrego Lavrado. (Legenda cf. figura 17.)

verde a rosa, venulações e intensa vesiculação) e intemperizados. Destacam-se fenocristais de olivina euédrica apresentando golfos de corrosão magmática, e totalmente oxidada, com 3 a 5 mm de diâmetro. Ocorrem abundantes microfeno-cristais euédricos de ilmeno-magnetita (até 1 mm de diâmetro), além de amígdalas e vênulas preenchidas por carbonatos e zeólitas. Estes afanitos acham-se sotopostos a um horizonte de lapilitos e brechas vulcânicas, mal exposto.

PARADA III.4

TEMA: Seqüência de derrames e depósitos piroclásticos em borda de edifício vulcânico.

ACESSO: Afloramento em corte de estrada que pode ser alcançado percorrendo-se aproximadamente 1,6 km, no sentido NNW, a partir do ponto III.3 (fig. 18).

DESCRIÇÃO: No corte da estrada acha-se representada uma seqüência fortemente intemperizada de afanitos máficos, aglomerados e brechas vulcânicas, lapilitos e tufos alcalinos, cujos estratos mergulham 30° para SW.

Uma descrição detalhada é fornecida na seção geológica da figura 19.

INTERPRETAÇÃO: As rochas representadas na seção fazem parte da encosta SW de um edifício vulcânico erodido, cujo conduto localiza-se a poucas dezenas de metros a NE, evidenciado por relevo mais acentuado. A observação de fotografias aéreas permite delinear-se, neste local, uma estrutura vulcânica circular com diâmetro aproximado de 120 m (fig. 18).

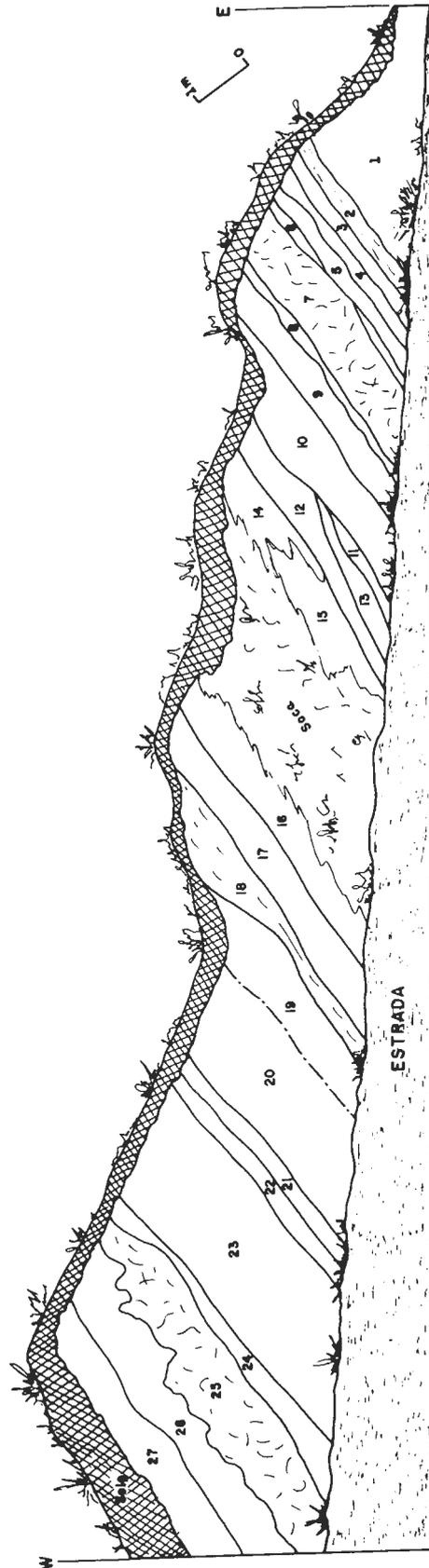
PARADA III.5

TEMA: Observação de diques de filiação kimberlítica.

ACESSO: Os afloramentos são cortes de estrada secundária e situam-se a aproximadamente 1000 m a SW da sede da fazenda Bálamo do Sr. Coelho Andrade (fig. 18).

DESCRIÇÃO: Vários diques de filiação kimberlítica podem ser observados no barranco direito da estrada. Têm espessuras de 10 a 100 cm, mostram bordos irregulares e assumem atitudes subverticais (foto III.5).

Os diques são constituídos por rochas afaníticas de cor verde oliva, ricas em fenocristais de flogopita e ilmeno-magnetita, com olivina e piroxênio subordinados. Acham-se intrudidos em brechas vulcânicas intensamente venuladas, de cor rósea e verde, composta de fragmentos de afanitos máficos amigda-



- 1 - Aglomerado vulcânico com fragmentos arredondados de até 20 cm de diâmetro, imersos em abundante matriz tufácea.
- 2 - Afanito máfico porfirítico amigdaloidal, com feno - cristais de olivina e ilmeno-magnetita. Disfunção horizontal.
- 3 - Lapilito com fragmentos de afanitos máficos profiri - ticos (semelhante a 2) e matriz alterada, rósea.
- 4 - Tufo grosseiro com mesma composição de lapilito (3).
- 5 - Afanito máfico grosseiro.
- 6 - Tufo muito grosseiro.
- 7 - Afanito máfico similar a 2, intensamente fraturado.
- 8 - Lapilito similar a 2.
- 9 - Afanito máfico similar a 2.
- 10 - Brecha tufácea - composição similar ao 3.
- 11 - Lapilito similar ao 3.
- 12 - Afanito máfico similar ao 2. Interdigitado com bre - cha vulcânica.
- 13 - Brecha vulcânica.
- 14 - Brecha vulcânica.
- 15 - Afanito máfico porfirítico
- 16 - Afanito máfico porfirítico
- 17 - Lapilito grosseiro
- 18 - Afanito máfico porfirítico. Disfunção horizontal
- 19 - Lapilito transicional para brecha vulcânica.
- 20 - Brecha vulcânica.
- 21 - Lapilito.
- 22 - Tufo grosseiro.
- 23 - Lapilito com blocos de lavas: intercala horizonte (1 cm de espessura) de cinerito (?).
- 24 - Brecha vulcânica com matriz rósea.
- 25 - Afanito máfico porfirítico, rico em vênulas preen - chidas com zeólitas, fraturada e com topo irregu - lar.
- 26 - Brecha vulcânica com matriz rósea
- 27 - Afanito máfico porfirítico rico em fenocristais de olivina (oxidada), e amígdalas preenchidas com argilas verdes (ilita-esmectita?)

FIGURA 19 — Seção geológica de detalhe em corte de estrada — parada III.4. A geometria em cunha de algumas camadas indica o sentido de deposição dos produtos vulcânicos — de NE para SW. Esta geometria e o tamanho das cunhas possivelmente foi favorecida pela forte inclinação das encostas do cone vulcânico. O predomínio dos termos piroclásticos e o seu caráter grosseiro indicam atividade vulcânica muito explosiva.

loidais. Sotopostas às brechas observa-se camada de afanito máfico porfirítico com fenocristais alterados que lembram a forma de nefelina.

ATITUDES DE
ALGUNS DIQUES:

N86W; 75NE
N60E; vertical
E-W; 35S

N70W; vertical
N84W; vertical
N56W; 65SW

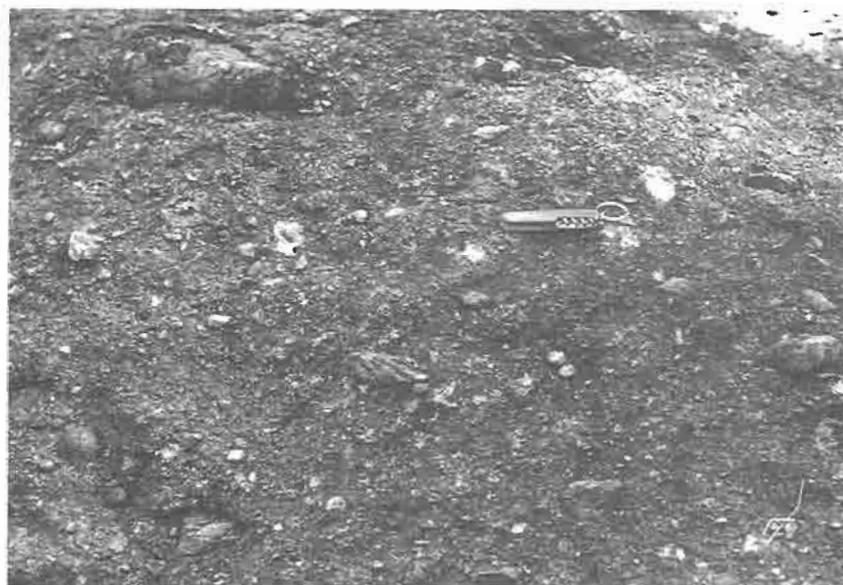


Foto III.1 — Conglomerado vulcânico. Fazenda Gruta Grande.



Foto III.5 — Diques de filiação kimberlítica. Notar bifurcação dos diques. Fazenda Bálsamo.

FOTO III.6.1 — Marcas onduladas assimétricas na superfície de estratos de arenitos.



FOTO III.6.2 — Pavimento de arenito com moldes produzidos por animais desconhecidos.



FOTO III.6.3 — Camadas de arenitos, siltitos e argilitos dobradas em anticlinal aberto.



PARADA III.6

- TEMA:** Rochas sedimentares cretáceas afetadas por ação vulcânica.
- ACESSO:** A partir da parada III.5 desce-se a estrada até o contato das rochas vulcânicas com a seqüência sedimentar. A partir daí segue-se por campo limpo no sentido NE; atravessa-se pequeno córrego alcançando-se pequena ravina na encosta do morro (fig. 8).
- DESCRIÇÃO:** Na ravina observa-se uma intercalação rítmica, centimétrica, de argilitos, siltitos e arenitos finos, que apresentam marcas onduladas assimétricas (paleocorrentes no sentido sul) (foto III.6.1), laminações cruzadas, fendas de ressecamento e moldes produzidos por animais desconhecidos no topo dos pavimentos (foto III.6.2).
- As camadas acham-se dobradas em anticlinais abertos com eixos subhorizontalizados de direção NW (foto II.6.3), gerados durante o evento magmático alcalino que afetou a região.
- INTERPRETAÇÃO:** As feições observadas sugerem facies deltáico-lacustrinas da Formação Areado geradas durante progradação de sistemas fluviais sobre sistemas lacustres.

Roteiro IV: Patos de Minas — Região de Chumbo — Pindaíbas

TEMA GERAL: Observação de seqüência flúvio-lacustre cretácea, e do seu embasamento pré-cambriano.

LOCALIZAÇÃO: A partir do trevo que dá acesso à cidade de Patos de Minas, toma-se a BR-365 no sentido de Piraporá.

Após 17 km atinge-se a localidade de Leal. Nesta, toma-se estrada de terra, à direita, no sentido da localidade de Chumbo (antiga Areado) (fig. 20).

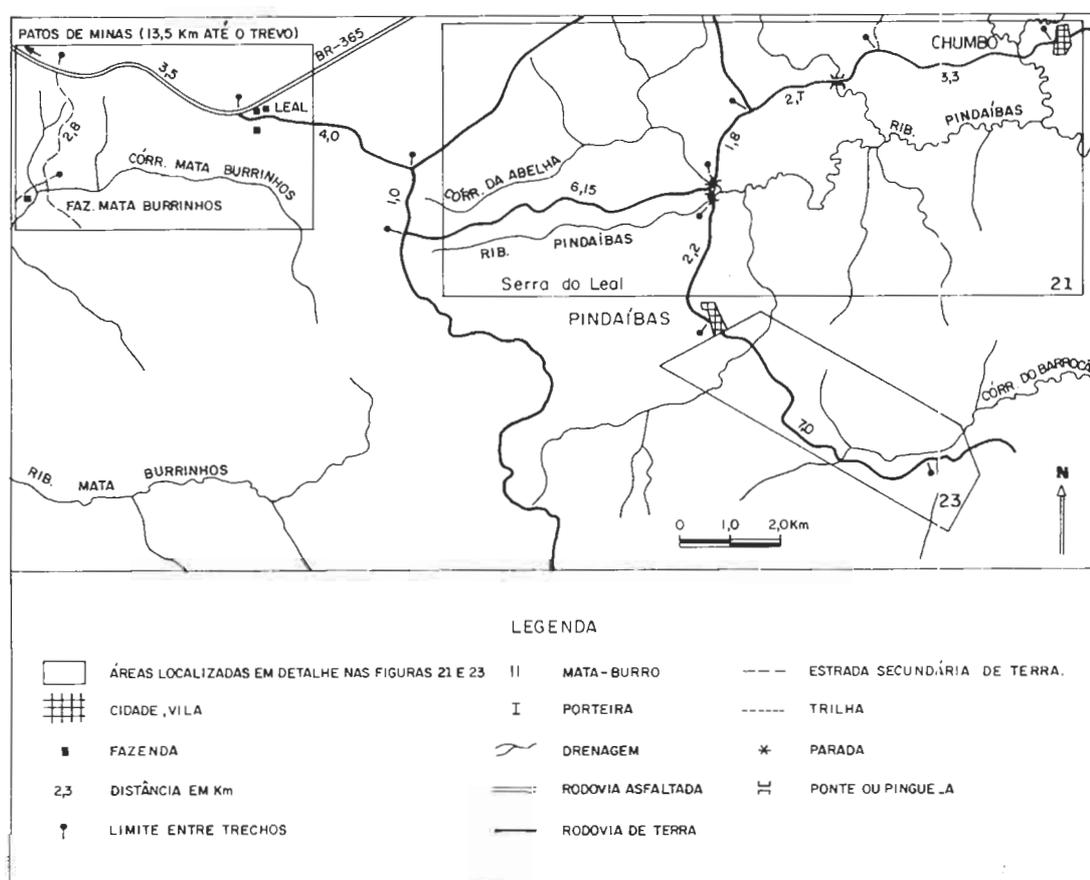


FIGURA 20 — Mapa de localização do Roteiro IV.

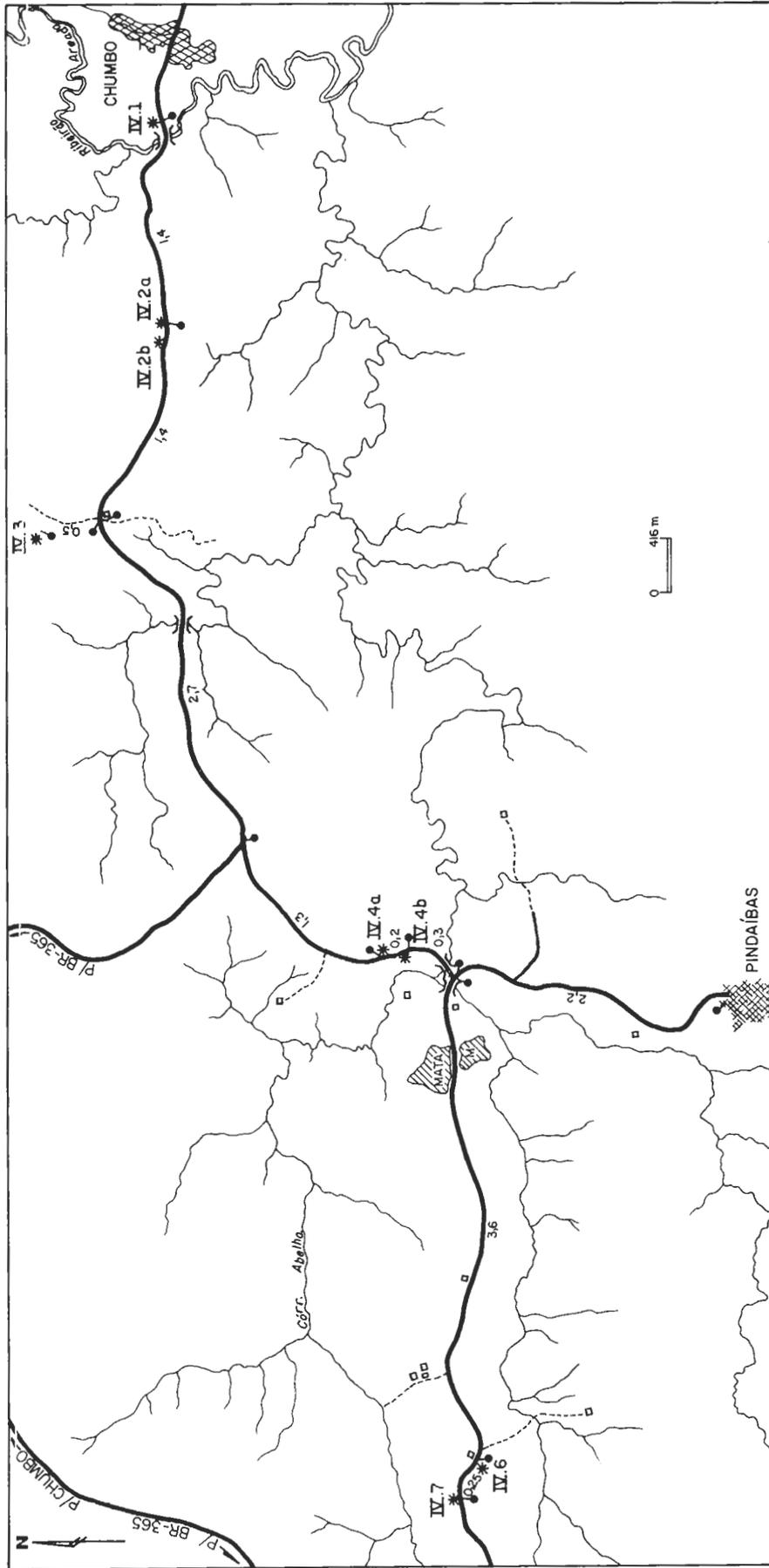


FIGURA 21 — Mapa de localização do roteiro IV (Chumbo-Pindaíbas) em detalhe, legenda cf. figura 1.

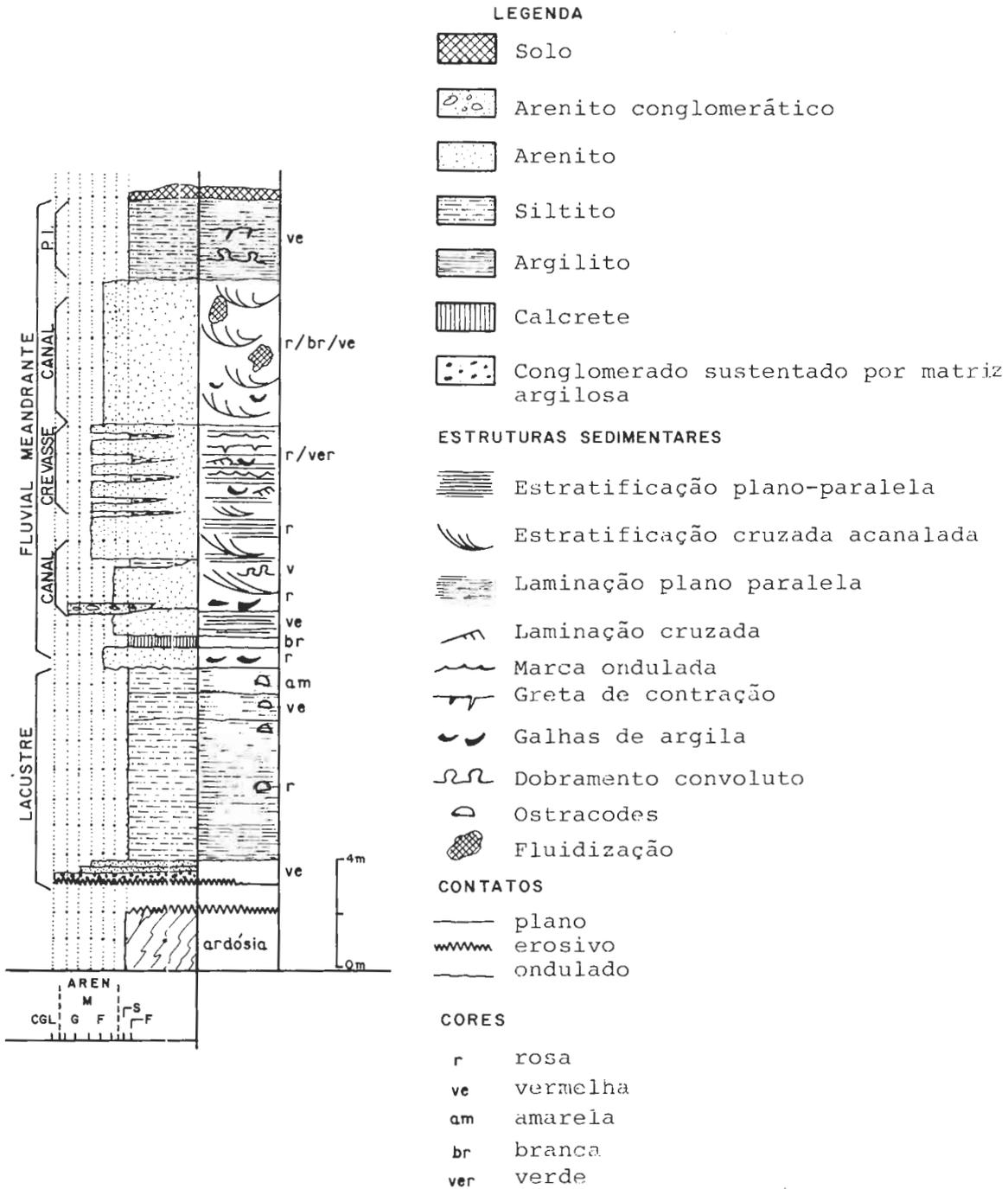
PARADA IV.1

- TEMA:** Contato entre rochas sedimentares cretáceas e ardósias pré-cambrianas.
- LOCALIZAÇÃO:** 100 m da ponte sobre o Ribeirão Areado no sentido de Chumbo, ao lado esquerdo da estrada (fig. 21).
- DESCRIÇÃO:** As rochas do embasamento local são representadas por ardósias de coloração rosa-amarela, muito intemperizadas, e que mostram clivagem ardosiana proeminente. Aham-se afetadas por faixas discretas de cisalhamento com direção EW e mergulhos altos para o sul. Sotopostas em franca discordância angular e erosiva acham-se camadas centimétricas de conglomerados e argilitos de idade cretácea. Os conglomerados são sustentados pela matriz argilosa, de cor vermelha. Seu arcabouço é formado por grânulos de ardósias e quartzo.
- INTERPRETAÇÃO:** Por sua relativa proximidade com rochas carbonatadas e jaspilitos, a origem das ardósias foi relacionada à sedimentação em plataforma marinha. A ausência de estruturas características de águas rasas, sugere uma deposição abaixo do nível de influência das ondas. A clivagem ardosiana relaciona-se a uma primeira fase de dobramento de estilo apertado a isoclinal. As faixas de cisalhamento relacionam-se possivelmente a falhamentos transcorrentes de direção WNW. A reativação destas falhas, durante o Cretáceo Superior, permitiu o aporte de magmas alcalinos.
- Os conglomerados e argilitos cretáceos foram interpretados como turbiditos lacustrinos.

PARADA IV.2

- TEMA:** Seqüência flúvio-lacustre cretácea (Formação Areado).
- LOCALIZAÇÃO:** A partir da parada IV.1 percorre-se aproximadamente 1,4 km no sentido Chumbo-BR 365. Os afloramentos localizam-se nos barrancos da estrada (fig. 21).
- A descrição da seqüência observada é apresentada na figura 22. As montagens fotográficas — IV.2.1 e IV.2.2 — ilustram a distribuição das facies deposicionais. Trata-se de facies lacustrina que dá lugar à facies fluvial em direção ao topo. As subfacies fluviais são de canal, “crevasse splay” e planície de inundação.

FIGURA 22 — Perfil estratigráfico. Parada IV.2.



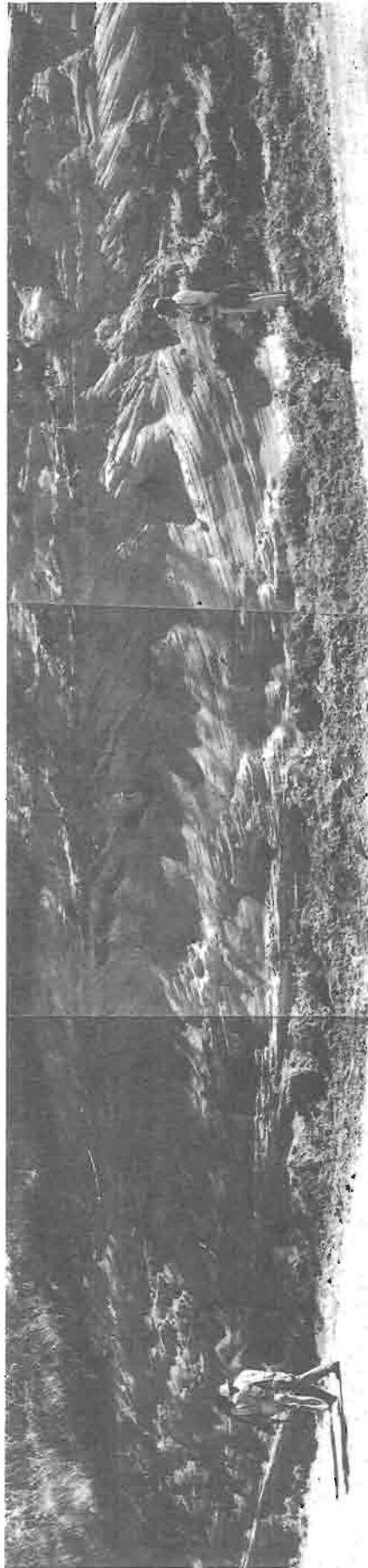


Foto IV.2.1 — Fácies fluvial, subfácies de canal.



Foto IV.2.2 — Fácies lacustre (FL) passando a fluvial (FF) para o topo. Observar horizonte de caliche (c) no topo da fácies lacustre.

PARADA IV.3

- TEMA: Observação de dolomitos do embasamento pré-cambriano.
- LOCALIZAÇÃO: A partir da parada IV.2 segue-se por 4 km e toma-se estrada secundária à direita, percorrendo-se mais 500 m até uma pedreira de dolomito (fig. 21).
- DESCRIÇÃO: As rochas carbonáticas da região formam uma sucessão de camadas com espessura decimétrica a métrica que mergulham para sudoeste e são compostas por intracalcarenito cinza, intracalcirudito rosado e dolomítico e micrito maciço cinza, além de brechas dolomíticas.
- Na pedreira podem ser observadas brechas dolomíticas (fotos IV.3.1 e IV.3.2) com cores cinza, rosa e branca, constituídas por fragmentos angulosos de calcários dolomitizados. Sobre estas brechas, em discordância erosiva e angular, ocorre uma brecha constituída por fragmentos angulosos de dolomito, imersos em matriz arenosa vermelha e esverdeada à base de quartzo. Estas brechas acham-se estratificadas e assumem geometria lenticular (fotos IV.3.1 e IV.3.3).
- INTERPRETAÇÃO: Esta associação carbonatada constitui uma unidade lenticular dentro da seqüência metassedimentar pré-cambriana, cujo desenvolvimento maior dá-se nos sentidos norte e nordeste da área investigada. As rochas podem representar facies marinha de águas rasas sob influência de ondas. A identificação de estruturas algáticas em seção delgada sugere atividade orgânica nas proximidades, talvez relacionada a biohermas. As brechas com matriz arenosa podem relacionar-se à sedimentação cretácea da região, uma vez que aparecem no mesmo plano topográfico das demais unidades. Representam depósitos acumulados praticamente "in situ" com pouco retrabalhamento. É possível que tenham sido depositados em pequenas depressões cársticas sobre os dolomitos (Sugestão do Prof. M. A. Dardenne, durante visita ao local).



Foto IV.3.1 — Pedreira de brecha dolomítica. Notar brecha de cobertura.



Foto IV.3.2 — Detalhe da brecha dolomítica.



Foto IV.3.3 — Detalhe da brecha cretácea (?)

PARADA IV.4

- TEMA: Arenitos fluidizados e com dobramentos convolutos.
- LOCALIZAÇÃO: A partir da pedreira (parada IV.3) retorna-se à estrada principal. Percorre-se 2,7 km até o próximo entroncamento. Toma-se a estrada à esquerda no sentido da localidade de Pindaíbas, seguindo-se por mais 1,3 km (fig. 21).
- DESCRIÇÃO: O afloramento situa-se no barranco esquerdo da estrada. Podem ser observados arenitos médios de cor vermelha, rosa e branca, laminados, intensamente deformados por escorregamentos e fluidizações (foto IV.4.1). Duzentos metros adiante, em ravina no lado direito da estrada, podem ser observadas dobras convolutas e falhamentos normais que apresentam rejeitos centimétricos e decimétricos (foto IV.4.2).
- INTERPRETAÇÃO: Trata-se de sedimentos fluviais cuja deformação provavelmente deve-se a falhamentos sin a pós-deposicionais acompanhados por tremores sísmicos.



FOTO IV.4.1 — Dobramentos convolutos em arenito da Formação Areado.

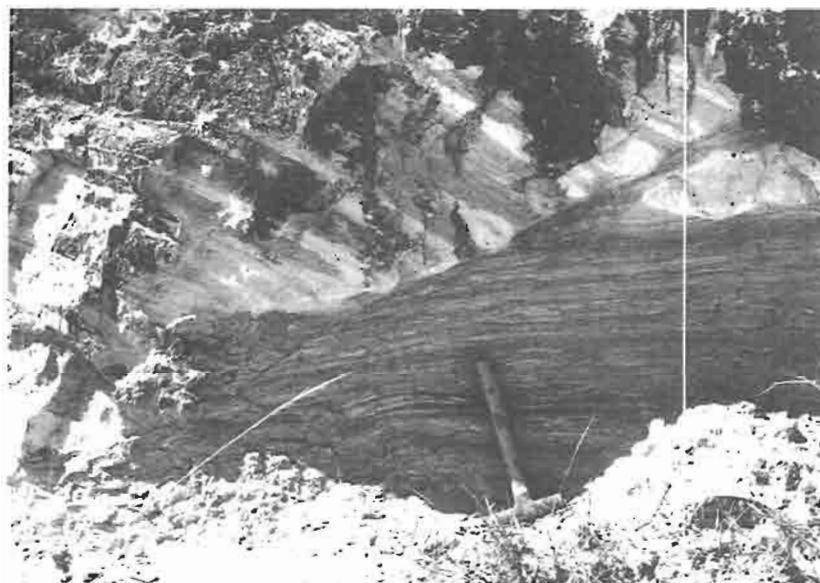


FOTO IV.4.2 — Falha normal em arenitos e feições de fluidização (próximo ao martelo).

PARADA IV.5

- TEMA:** Jaspilitos pré-cambrianos.
- LOCALIZAÇÃO:** A partir da localidade de Pindaíbas toma-se estrada que dá acesso à Faz. de Zé Alves e às cabeceiras do Córrego Barrocão. O ponto dista 7 km de Pindaíbas (fig. 23).
- DESCRIÇÃO:** O leito da estrada corta transversalmente uma camada de jaspilito que apresenta até 5 m de espessura e mergulha para SW. O melhor local para observação, porém, é o leito do Córrego Barrocão, que pode ser atingido através de trilha à esquerda da estrada, 100 m antes da ponte sobre um afluente do Córrego Barrocão (fig. 23). O jaspilito mostra um bandamento milimétrico e decimétrico, rítmico, de chert ferruginoso e hematita microcristalina. Acha-se intensamente dobrado e fraturado, estando as fraturas preenchidas por quartzo (foto IV.5.1).
- INTERPRETAÇÃO:** O jaspilito representa uma formação ferrífera bandada do tipo Lago Superior, depositada em plataforma marinha rasa.

PARADA IV.6

- TEMA:** Arenitos cretáceos deformados.
- LOCALIZAÇÃO:** A partir da ponte sobre o Ribeirão Pindaíbas (fig. 21), percorre-se 3,6 km. O afloramento situa-se no lado esquerdo da estrada a 50 m de uma casa que fica à direita da estrada.

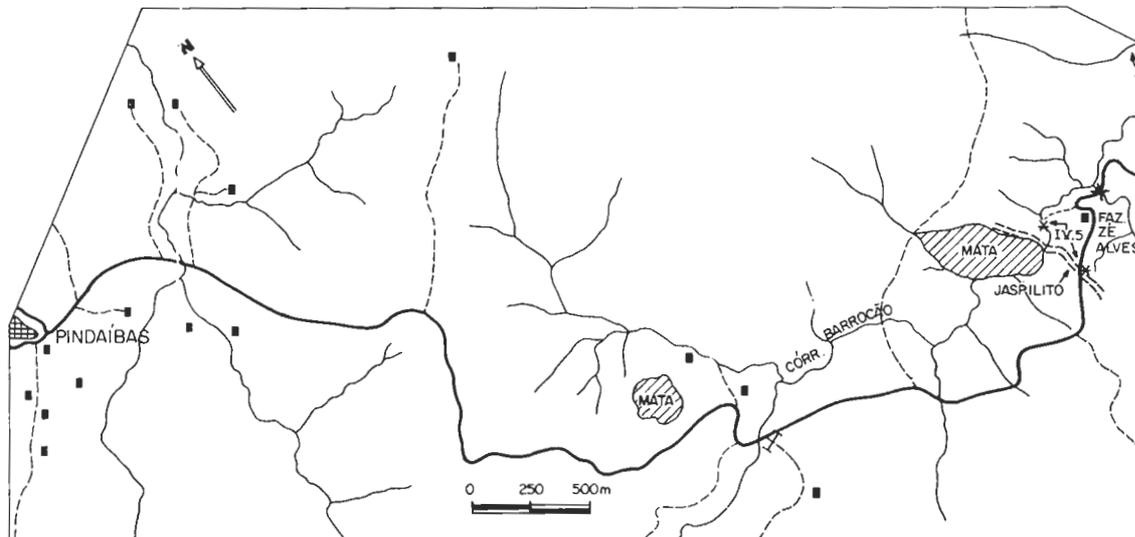


FIGURA 23 — Mapa detalhado do ponto IV.5. (Legenda, cf. figura 20.)



FORO IV.5.1 — Bloco de jaspilito. Córrego Barroço. Notar o bandamento rítmico de hematita (cinza-claro) e chert ferruginoso (cinza-escuro).

- DESCRIÇÃO: Afloramento de arenitos médios a grosseiros, róseos, com estratificação cruzada acanalada de médio porte, intensamente deformados. Seguindo-se na estrada por aproximadamente 100 m observa-se o contato por falha, dos arenitos com brechas vulcânicas.
- INTERPRETAÇÃO: Os arenitos representam depósitos fluviais. Foram deformados durante o evento magmático alcalino cretáceo.

PARADA IV.7

- TEMA: Observação de rochas ígneas alcalinas intemperizadas.
- LOCALIZAÇÃO: 250 m acima do ponto IV.6 (fig. 21).
- DESCRIÇÃO: Rochas ígneas alcalinas muito intemperizadas, representadas por intercalações decimétricas de tufos, lapilitos e brechas vulcânicas com colorações cinza-esverdeadas e rosadas. De modo subordinado ocorrem pequenas intrusões de rochas de granulação fina, cor verde-escura, ricas em flogopita.

PARADA IV.8

- TEMA: Metadiamicctitos pré-cambrianos.
- LOCALIZAÇÃO: Fazenda Mata Burrinhos. O acesso é feito a partir da BR 365 — a 3,5 km da localidade de Leal em sentido a Patos de Minas — tomando-se estrada de terra à direita e percorrendo-se 2,8 km (fig. 20).
- DESCRIÇÃO: O afloramento localiza-se no barranco da estrada. No local observa-se um metadiamicctito de cor verde, constituído por seixos de metassiltitos e metargilitos com até 40 cm de comprimento, deformados e imersos em abundante matriz argilosa.
- Uma foliação metamórfica com padrão anastomótico é proeminente.
- INTERPRETAÇÃO: Trata-se de depósitos acumulados a partir de fluxos gravitacionais em área instável, a exemplo de um talude continental, ou então de depósitos de tilitos glaciais. Logo acima do metadiamicctito são encontradas rochas vulcânicas, notando-se a ausência de rochas sedimentares cretáceas. Isto configura no local a existência de um alto paleogeográfico à época da sedimentação cretácea.