

O CRETÁCEO DO OESTE MINEIRO (*)

Por

YOCITERU HASUI (**)

ABSTRACT

In this paper the Author presents the geologic results of a reconnaissance field work at the Triângulo Mineiro and part of Alto Paranaíba, in the west of Minas Gerais State, and describes the various stratigraphic units of Cretaceous age.

It can be seen in the area that erosion has been the main geologic process since Precambrian to Cretaceous time. So, the Araxá, Canastra and Bambuí Groups are capped by tabular deposits of Cretaceous age, consisting of a sequence of detritic and volcanic formations, with a total thickness over 500m. Very important mineral deposits are associated to this modern capping and to volcanic pipes.

Three geomorphologic units could be recognized basing on lithology, structures and topographic relief. The top of the high flats corresponds to the Pratinha Surface, whose sculpture reached its end at the Upper Cretaceous.

RESUMO

A apresentação do levantamento geológico, realizado em caráter de reconhecimento no Triângulo Mineiro e parte do Alto Paranaíba, e a descrição geral das diversas unidades estratigráficas cretáceas constituem objetos deste trabalho.

A área revela atuação predominante de processos erosivos desde o Pré-Cambriano até o Cretáceo. Destarte, sobre os Grupos Araxá, Canastra e Bambuí, tem-se uma cobertura tabular, essencialmente cretácea, constituída de seqüências detriticas e vulcânicas, cuja espessura máxima ultrapassa 500 m. A essa cobertura e às chaminés vulcânicas conhecidas se associam importantes recursos minerais.

Três unidades geomorfológicas são reconhecidas com base na litologia, estruturas e expressão topográfica. Nelas, as maiores altitudes correspondem a chapadões aparados pela Superfície Pratinha, cuja escultura terminou no fim do Cretáceo.

INTRODUÇÃO

Este trabalho visou caracterizar as diversas unidades estratigráficas cretáceas do oeste de Minas Gerais. Tais unidades têm sido descritas local e nebulosamente e correlacionadas a grandes distâncias, com base principalmente

em aspectos macroscópicos da litologia, de tal modo que a somatória dos dados publicados não é suficiente para uma visualização regional. O oeste de Minas Gerais foi considerado tendo em vista o interesse econômico e a existência de um dos mais variados registros da história continental brasileira durante o Cretáceo.

A área estudada está representada na Figura 1. Tem extensão de aproximadamente 87.000 Km² e compreende o Triângulo Mineiro e parte do Alto Paranaíba. O mapa geológico, que é apresentado com redução na Fig. 1, foi elaborado em escala de trabalho de 1:500.000, utilizando como bases as folhas topográfico-geográficas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, em igual escala; as folhas municipais do Serviço Nacional de Recenseamento, em escalas de 1:25.000 a 1:250.000; os mapas geológicos anteriores de Barbosa e Guimarães (1934) e Brajnikow (1953), ambos em escala de 1:1.000.000, e as fotos aéreas da USAF-FAB, em escala média aproximada de 1:60.000.

Devido à grande extensão da área e às dificuldades decorrentes do intemperismo, ali particularmente acentuadas, não se procurou mais que realizar um reconhecimento regional das diversas unidades.

Agradecemos ao Prof. Dr. Fernando F. M. de Almeida, pelo estímulo, e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, pelo auxílio que possibilitou a realização da pesquisa. Embora não mencionando nominalmente, agradecemos ainda às numerosas pessoas e entidades que de algum modo prestaram sua colaboração durante o desenvolvimento do trabalho.

(*) Pesquisa realizada com auxílio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de S. Paulo.

(**) Do Departamento de Engenharia de Minas da Escola Politécnica da Universidade de S. Paulo.

COLUNA GEOLÓGICA

No nordeste e sudeste do Triângulo Mineiro e parte ocidental do Alto Paranaíba, afloram os Grupos Araxá e, mais restritamente, Canastra. Sobre essas unidades, em discordância angular, repousa o Grupo São Bento, representado pelo Arenito Botucatu e pela Formação Serra Geral.

A Formação Uberaba, nas regiões de Sacramento-Uberaba e de Estréla do Sul, sobrepõe-se a todas as unidades anteriores acima citadas. Por sua vez, a Formação Bauru cobre-a entre Sacramento e Uberaba e aparece de modo quase contínuo no Triângulo Mineiro. A sua presença a leste do Rio Araguari é suspeitada, faltando afloramentos comprobatórios. Finalmente, sedimentos cenozóicos espalham-se pelas zonas mais baixas confundindo-se lateralmente com depósitos colúviais das encostas dos chapadões e eluviais.

Tal é a sequência mostrada nas cinco seções colunares da Figura 2, a oeste do Rio Araguari.

No Alto Paranaíba, sobre os Grupos Araxá, Canastra e, principalmente, Bambuí, aparecem as formações mesozóicas tabulares, em flagrante discordância angular. O Grupo Areado, mais antigo, aflora descontinuamente no flanco ocidental da Serra da Mata da Corda e tem

grande expressão na vertente voltada para o Rio São Francisco. Sobrepoem-se-lhe derrames básicos com intercalações piroclásticas na região de Patos de Minas (Formação Patos) e a Formação Uberaba aparece coroando a Serra da Mata da Corda a Sul do Morro das Broas. Os sedimentos cenozóicos são muito menos expressivos. Ainda no Alto Paranaíba, várias chaminés vulcânicas são conhecidas.

Tais sucessões são mostradas nas seções colunares a leste do Rio Araguari na Figura 2.

A Tabela 1 mostra a estratigrafia da área e resume as características gerais das unidades.

PRÉ-CAMBRIANO

As unidades pré-cambrianas estão representadas no mapa geológico (Figura 1), delimitadas de modo a mostrar tão somente a área distributiva aproximada. Em que pesem algumas modificações aventadas recentemente, mantemos aqui a divisão de Barbosa (1955). As rochas mais antigas foram por ele consideradas como integrantes do Grupo Araxá, que se constitui essencialmente de gnaisses e xistos. Anfibolitos, quartzitos, corpos graníticos e pegmatitos ocorrem subordinadamente. Apenas um maciço básico-ultrabásico serpentinizado foi reconhecido na área mapeada, situado no Mu-

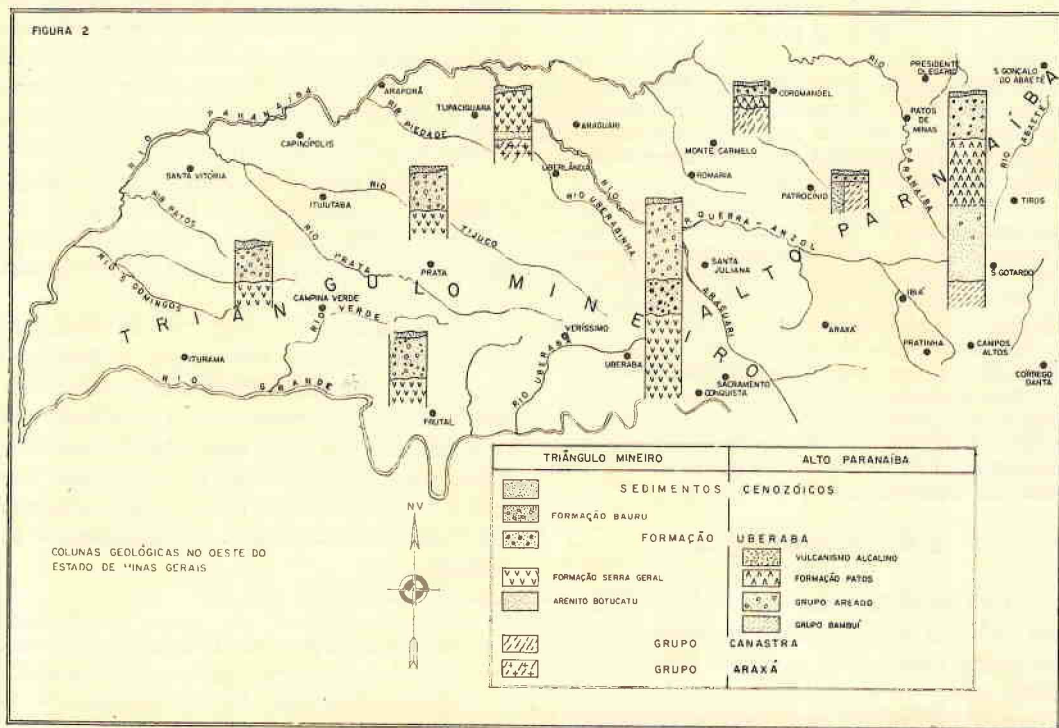


FIGURA 1

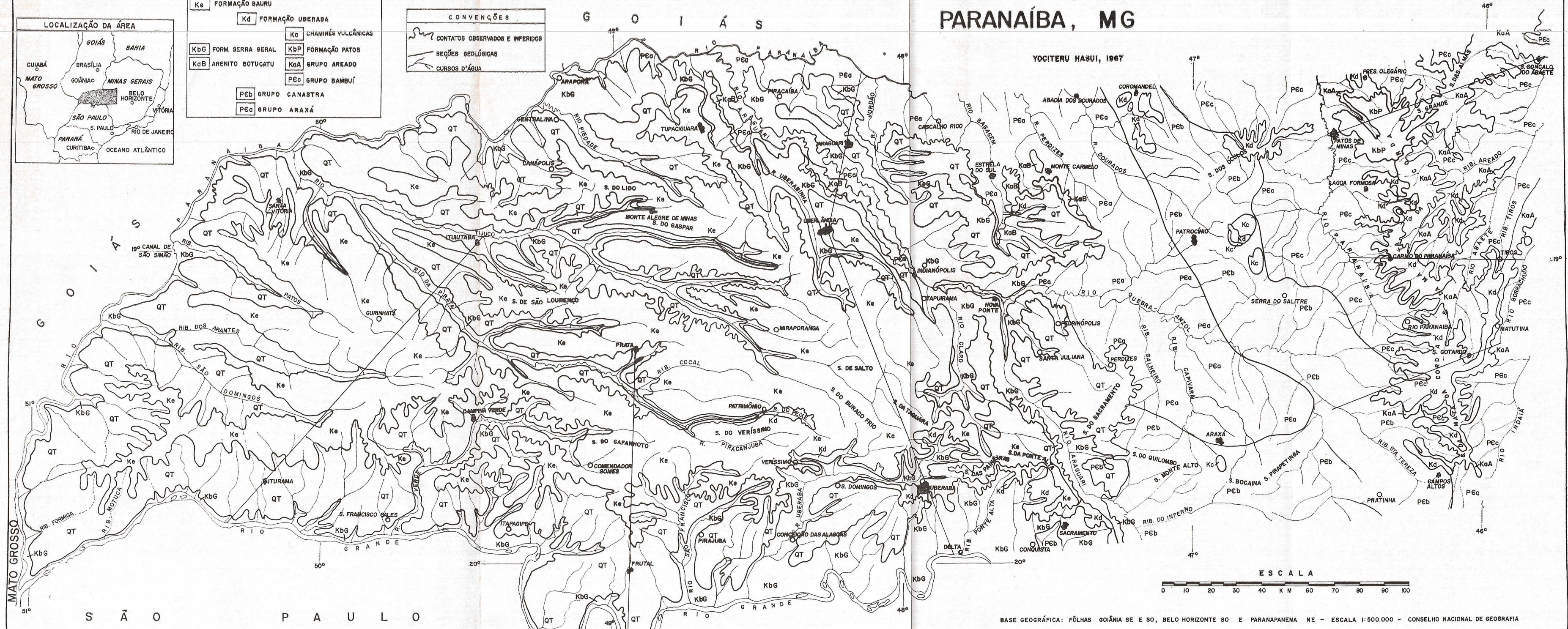


LEGENDA	
TRIÂNGULO MINEIRO	ALTO PARANAÍBA
QT	SEDIMENTOS CENOZÓICOS
Ke	FORMAÇÃO BAURU
Kd	FORMAÇÃO UBERABA
Kc	CHAMINÉS VULCÂNICAS
KbG	FORM. SERRA GERAL
KaB	ARENITO BOTUCATU
PcB	GRUPO CANASTRA
PcA	GRUPO ARAXÁ
KbP	FORMAÇÃO PATOS
KaA	GRUPO AREADO
PcC	GRUPO BAMBUÍ

CONVENÇÕES
CONTATOS OBSERVADOS E INFERIDOS
SEÇÕES GEOLÓGICAS
CURSOS D'ÁGUA

MAPA GEOLÓGICO DO TRIÂNGULO MINEIRO E PARTE DO ALTO PARANAÍBA, MG

YOCITERU HASUI, 1967



BASE GEOGRÁFICA: FOLHAS GOIÂNIA SE E SO, BELO HORIZONTE SO E PARANAPANEMA NE - ESCALA 1:500.000 - CONSELHO NACIONAL DE GEOGRAFIA

TABELA 1 — COLUNA GEOLÓGICA DA ÁREA

	Triângulo Mineiro e Parte Ocidental do Alto Paranaíba		Serra da Mata da Corda e Corredor do Quebra-Anzol
CENOZOICO	Areias inconsolidadas, cascalhos, argilhas, cangas limoníticas. Origem aluvial, eluvial e coluvial. Espessura máxima: 20 m		
NEOCRETÁCEO	FORMAÇÃO BAURU Arenitos a conglomerados, argilitos, folhelhos papiráceos, rochas silicosas e calcários. Ambiente gerador: fluvial. Espessura máxima: 220 m		
	discordância paralela		
	FORMAÇÃO UBERABA Arenitos a conglomerados; subordinadamente, siltitos e argilitos. Ambiente gerador: fluvial. Forte contribuição de detritos provenientes de rochas vulcânicas. Espessura máxima: 140 m		
	discordância		Rochas básicas, intermediárias e ultrabásicas, de natureza alcalina ou não, em chaminés vulcânicas.
NEOCRETÁCEO ?			FORMAÇÃO PATOS Derrames básicos, com restritas intercalações piroclásticas. Decomposição intempérica profunda. Espessura máxima: 180 m
EOCRETÁCEO	GRUPO SÃO BENTO	FORMAÇÃO SERRA GERAL Basaltos maciços, vesiculares e amigdaloidais, com intercalações restritas de arenitos tipo Botucatu. Espessura mínima: 230 m	?
		ARENITO BOTUCATU (da Formação Botucatu) Arenitos bem selecionados, com estratificação cruzada. Origem eólica. Espessura mínima: 20 m	GRUPO AREADO Arenitos, siltitos, folhelhos pirobetuminosos, argilitos, folhelhos e conglomerado basal. Essencialmente de origem fluvial. Espessura máxima: 200 m
		discordância angular	
PRÉ-CAMBRIANO SUPERIOR			GRUPO BAMBUÍ Ardósias, metasiltitos, arcóseos e calcários dobrados (Ciclo Brasileiro)
			contacto tectônico
	GRUPO CANASTRA Filitos sericíticos e grafitosos, quartzitos e raros itabiritos, dobrados (Ciclo Brasileiro)		
	contacto tectônico		
	GRUPO ARAXÁ Xistos, gnaisses, anfibolitos e quartzitos dobrados (Ciclo Uruaçuano, remobilização no Ciclo Brasileiro). Corpos de metabasito. Granitos e pegmatitos graníticos.		

nício de Sacramento. O Grupo Canastra, mais jovem se constitui de metamorfitos de fácies xisto verde: filitos sericíticos e grafitosos, quartzitos e alguns itabiritos.

A unidade mais jovem é o Grupo Bambuí, estudado por Costa e Branco (1961) na Rodovia Belo Horizonte-Brasília e recentemente datado por Amaral e Kawashita (1967). Na área do mapa geológico, apresenta-se sempre dobrado, correspondendo às camadas Indaiá de Freyberg (1932). Compõe-se aí de ardósias negras, ardósias e metasiltitos verdes, com intercalações restritas de arcóseo e calcário negro.

As estruturas, de modo geral, se orientam para NW no Grupo Araxá, para NNW no Canastra e para N no Bambuí, com mergulhos predominantemente voltados para ocidente. As estruturas do Grupo Araxá (Araxaides) se constituíram no Ciclo Uruaçuano, enquanto as outras (Brasilides) se relacionam com o Ciclo Brasileiro, que se teria processado em duas fases (Almeida, 1967).

Discordâncias entre esses Grupos não foram observados no oeste mineiro, supondo-se que os contactos sejam tectônicos, através de falhamentos de empurrão.

Estudos geocronológicos efetuados por Amaral e Kawashita (1967) e Hasui e Almeida (1969) permitem considerar os três grupos no Pré-Cambriano Superior.

MESOZOICO

Arenito Botucatu

O nome Arenito Botucatu foi sugerido por Almeida e Barbosa (1953) para designar os arenitos de origem eólica da Formação Botucatu, sequência inferior do Grupo São Bento. Nesse sentido o empregamos, embora mais recentemente Campos e Farjallat (1966) tenham usado terminologia diversa.

O Arenito aparece descontinuamente nas regiões de Tupaciguara, Araguari, Estrêla do Sul, Romaria, Conquista e Sacramento, emergindo de sob os basaltos. Sua espessura não ultrapassa duas dezenas de metros onde se expõe e repousa sobre os Grupos Araxá e Canastra.

Compõem-no arenitos finos e médios, essencialmente quartzosos, com baixa porcentagem de feldspatos potássicos e plagioclásios sódico-calcários, faltando fração argilo-siltosa significante. O grau de seleção é de médio a

alto, bem como o arredondamento. A superfície é fôca e soe estar pigmentada por óxidos férricos que imprimem coloração avermelhada aos arenitos. Silicificação foi observada junto ao contacto com basaltos e consiste numa simples deposição intersticial de sílica, sem recristalização dos grãos.

Estratificação cruzada de tipo complexo como o descrito por Almeida (1954), foi observado, mas não está ausente a estratificação plano-paralela.

Formação Serra Geral

Os basaltos aparecem no Triângulo Mineiro e parte ocidental do Alto Paranaíba e se continuam para os Estados de São Paulo, Mato Grosso e Goiás, constituindo a soleira dos Rios Grande e Paranaíba nos trechos de divisa interestadual. Assentam sobre a Formação Botucatu ou transgridem sobre o embasamento pré-cambriano, representado pelos Grupos Canastra e Araxá (Foto 1). Recobrem-nos a Formação Bauru, na maior parte, e a Formação Uberaba (desde Veríssimo até Sacramento) ou os sedimentos cenozóicos nas calhas dos rios, como se vê nas seções geológicas 1, 2 e 3.



Foto 1 — Basalto da Formação Serra Geral em contato com gnaisses do Grupo Araxá. 15 km de Araguari para Monte Carmelo.

A petrografia dos basaltos foi feita por Guimarães (1933), sendo eles iguais aos do resto da Bacia do Paraná. São rochas microcristalinas, constituídas essencialmente de clinopiroxênio e ripas de plagioclásio, sendo acesório dominante a magnetita. As texturas mais comuns são as intergranular e intersertal. A estrutura é maciça, com diaclases comuns e níveis amigdaloidais ou interações de arenitos idênticos ao Botucatu aparecendo em numerosos locais.

A espessura da Formação Serra Geral, que inclui derrames basálticos e as intercalações de arenitos idênticos aos da Formação Botucatu, varia muito e parece aumentar à medida que se dirige para a calha do Rio Paraná. No Alto Paranaíba têm-se valores pequenos, como 40 m em Sacramento, 50 m em Santa Juliana e 20 m em Araguari, explicáveis em parte pela erosão posterior. Valores maiores são obtidos mais para oeste, como entre Delta e Uberaba, onde a espessura mínima é de 230 m. Tais cifras mensuráveis no terreno são pouco expressivas quando confrontadas com aquelas obtidas alhures, que ultrapassam um milhar de metros.

A superfície dos basaltos é irregular, variando a altitude desde 880 m em Indianópolis, 860 m em Araguari e 800 m em Sacramento, até 370 m no Canal de São Simão e 350 m na região da confluência dos Rios Grandes e Paranaíba. A inclinação geral se dá para SW, tal como no Estado de São Paulo (Frangipani, 1961/1962).

O problema do contacto Botucatu/Serra Geral, no tocante à existência de uma discordância, não pôde ser resolvido na área.

A idade dos basaltos foi determinada por Amaral et al. (1966), como sendo cretácea inferior a jurássica superior. Almeida (1964), considerando a relação dos basaltos com a Formação Botucatu, considera que a esta se pode atribuir a mesma idade.

No vale do Rio Araguari, isto é, na borda da área distributiva dos basaltos, a erosão aplainou-os, bem como ao embasamento pré-cambriano. Essa erosão não esculpiu uma cuesta, como a que se têm descrito nos Estados sulinos. O único acidente morfológico notável é a escarpa a norte de Tupaciguara, talhada por aquele rio.

Atualmente, observa-se que os basaltos constituem um nível de base local para a drenagem. As formações superiores foram profundamente erodidas até exumar a soleira basálti-

ca, à qual se relacionam a quase totalidade das cachoeiras e corredeiras do Triângulo Mineiro.

Grupo Areado

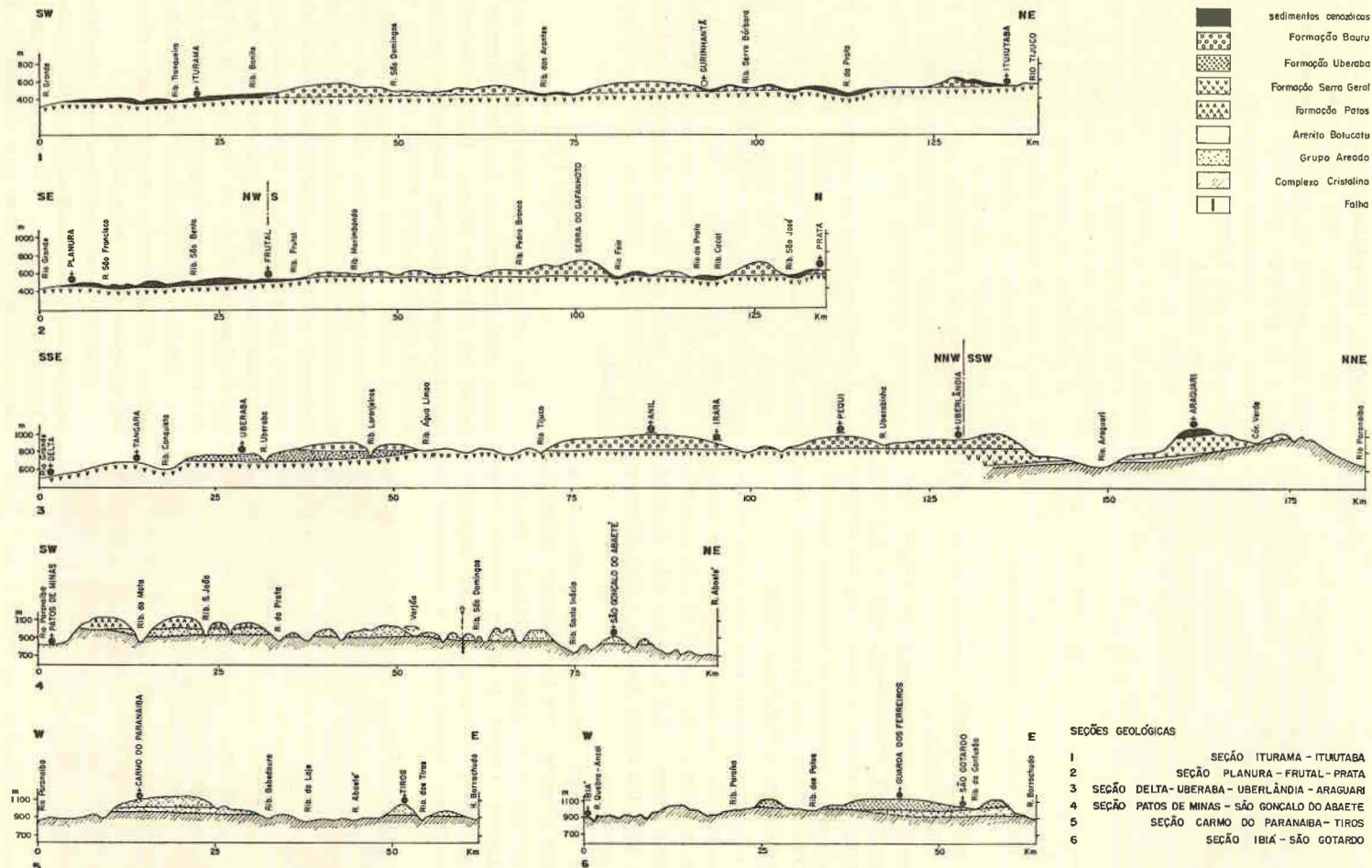
Já em 1881, Oliveira identificou arenitos vermelhos na região de Abaeté e do Ribeirão do Chumbo e, em 1917, Rimann designou-os «Série» Areado, situando-os sob a «Série» Uberaba na Serra da Mata da Corda. Esses arenitos foram considerados como integrantes da Formação Botucatu por Barbosa (1934) e Du Toit (1952) referiu-se a eles sob a designação «Arenito Pirapora». Scorza (1955) atribuiu-os às Formações Bauru e Botucatu, supondo esta última restrita à região de Patos de Minas. Pflug (1961) considera-os integrantes da Série Urucuaia. Costa e Branco (1961) seguem a idéia de Scorza, mas reconhecem maior extensão para a Formação Botucatu. Guimarães (1964) considera parte deles como da Formação Bauru e é levado à conclusão de que a Formação Uberaba lhe é posterior.

Não existe nenhum indício de ligação dos arenitos da Serra da Mata da Corda com a Formação Botucatu ou Bauru através do Corredor do Quebra-Anzol. Mantemos então a designação Areado e propomos a unidade Grupo, por reconhecer que ela pode ser subdividida. A correlação com a «Série» Urucuaia parece-nos interessante, mas requer estudos nas zonas de João Pinheiro, Montes Claros e Serra Geral de Goiás.

O Grupo Areado assenta em discordância angular sobre rochas do Grupo Bambuí e é capeado pelos derrames da região de Patos de Minas e pela Formação Uberaba a sul do Morro das Broas, como se vê nas seções geológicas 4, 5 e 6.

Compõem-no predominantemente quartzarenitos e arenitos feldspáticos, com granulação média a grossa e bastante argilosos. Frequentemente aparece cimento silicoso ou carbonático. São suficientemente resistentes à erosão, sustentando escarpas abruptas com até algumas dezenas de metros (Foto 2). Têm cores claras (branco, creme, vermelho-claro, marron-claro), mas quando alterados tornam-se acentuadamente vermelhos. Os arenitos feldspáticos parecem predominar para o topo.

Siltitos e folhelhos aparecem na base, ora dominando localmente em relação a termos mais grosseiros, ora constituindo intercalações restritas. Uma intercalação de folhelho pirobetuminoso é conhecida em Varjão, contendo restos fósseis variados, dentre os quais de uma



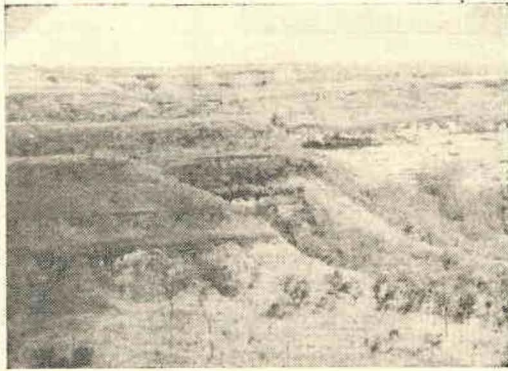


Foto 2 — Chapadão com bordas escarpadas, mostrando estrutura tabular (Grupo Areado). Serra Grande a norte de Varjão, altura do km 73 da Rod. Patos de Minas-Pirapora.

espécie de peixe, *Dastilbe moraesii*, sp. nv., que Santos (1955) descreveu.

O chamado Conglomerado do Abaeté, descrito por Lisboa (1906) nada mais é que uma fácies basal do Grupo Areado. Foi ele tomado como indicio de extensão da glaciação carbonífera para nordeste, mas parece ter origem fluvial, como sugeriu Freyberg (1932).

O pacote de rochas têm espessura variável de 0 a 10 m no flanco ocidental da Serra da Mata da Corda. Na região de São Gonçalo do Abaeté atinge 200 m, dado pelo desnível entre o alto das Serras Grande e das Almas e a base do Grupo.

Em todo ele observamos estratificação e laminação cruzada. No topo aparece estratificação análoga à do Arenito Botucatu descrita por Almeida (1954) e Pflug (1961), mas de resto, têm-se estratos frontais tabulares, extensos de até alguns metros e inclinados de

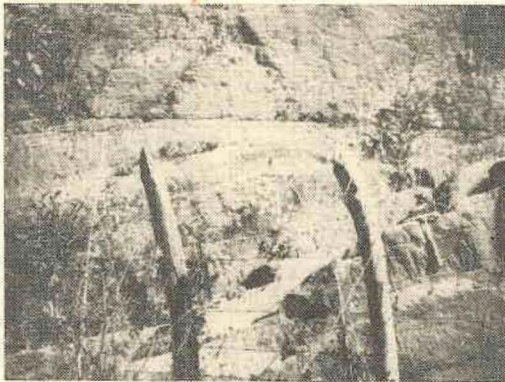


Foto 3 — Estratificação cruzada em arenitos feldspáticos do topo do Grupo Areado. Vale do Ribeirão da Mata, Fazenda Experimental, Mun. de Patos de Minas.

20° ou mais, como se vê na Foto 3. Rochas de granulação fina exibem estrutura maciça ou laminação plano-paralela. Só no km 105 da Rodovia Patos-Pirapora observa-se corrugação das camadas. Essa deformação se deu em faixa com largura de algumas dezenas de metros e se prolonga para SSE e NNW, constituindo um lineamento conspicuo atribuível a falhamento que interessou também a ardósias do Grupo Bambuí.

Dentre as estruturas orgânicas, além dos fósseis de Varjão, restos de vegetais silicificados têm sido encontrados e classificados como dicotiledôneas ou coníferas (*Dadoxylon*?).

O ambiente de deposição parece ter sido fluvial. Fases de águas calmas, traduzidas pelas lentes e camadas de siltitos e folhelhos, parecem ter dominado no início. Um aumento da granulação, da quantidade de feldspatos e de grãos foscas para o topo parecem sugerir aridez crescente, culminando até com ambiente subaéreo.

A idade cretácea do Grupo é indicada pelos peixes fósseis (Santos, 1955). Sendo ele coberto pela Formação Patos e pela Formação Uberaba, é seguramente mais antigo que a Formação Bauru, pelo que não procede a correlação com esta unidade. Uma correlação com o Grupo São Bento pode ser aceita provisoriamente, tendo em vista a situação estratigráfica e a similaridade litológica com a Formação Botucatu.

Formação Patos

Em 1915, Rimann teria observado rochas ígneas cortando arenitos do Grupo Areado, na região de Patos de Minas. Tais rochas seriam quimberlíticas e estariam cobertas por lavas perowskita-picríticas com textura porfírica (Rimann, 1917). A área polarizou a atenção de vários estudiosos, mesmo depois de Guimarães (1933) ter mostrado não se tratar de rochas de natureza quimberlítica. Nos relatos e citações disponíveis, é de comum consenso que um vulcanismo afetou a extremidade setentrional da Serra da Mata da Corda, entre o Morro das Broas, Presidente Olegário e a Serra Grande. Dessa manifestação restam derrames e rochas piroclásticas e se encontram expostos raros diques de pequena extensão.

Ao conjunto de derrames com intercalações piroclásticas foi dado o nome de Formação Patos (Hasui, 1967). Tratamo-lo como formação por se tratar de uma sequência vulcânica litologicamente distinta e mapeável pois têm extensão apreciável (Figura 1). A de-

signação da unidade relaciona-se com o Município de Patos de Minas, que praticamente constitui seu domínio.

Os vulcanitos repousam sobre arenitos do Grupo Areado. Em se tratando de contato de rochas litologicamente diferentes, torna-se difícil verificar a existência de discordâncias, tal como se dá com relação aos basaltos da Formação Serra Geral e a Formação Botucatu. Ao longo da Rodovia Patos-Pirapora, observa-se o embasamento arenítico com acidentes de até alguns metros. Todavia, devido ao forte efeito intemperico, não se observou o acamamento para inferir sua relação com as lavas.

Se tais vulcanitos são cobertos pela Formação Uberaba, é problema a ser resolvido. Rimann (1917) admitiu ser a última de idade posterior aos vulcanitos e os autores mais modernos não diferenciam as duas unidades. A dificuldade reside no fato de ambas terem comportamento semelhante em face do intemperismo, gerando produtos indierenciáveis no campo. Não pudemos verificar nenhum contato superior, mas o exame da mineralogia de várias amostras do manto de alteração sugerem a presença de Formação Uberaba nos altos da Serra da Mata da Corda na região de Patos de Minas. Os vulcanitos originam argilo-minerais, preservando em boa parte seus minerais opacos euédricos ou em fragmentos angulosos. Já a Formação Uberaba contém uma assembléia muito heterogênea de minerais remanescentes, como foi descrito por Hasui (1968), incluindo grãos trabalhados talvez até em mais de um ciclo e de proveniências variadas.

A petrografia das rochas vulcânicas está por ser feita. Guimarães, em vários trabalhos (v.g., 1955), tem tratado dessas rochas, graças ao interesse econômico que encerram. Uma grande variedade de nomes petrográficos já foi registrada, ao que parece atribuível à dificuldade de estudar rochas efusivas já bastante alteradas pelo intemperismo. Natureza ultrabásica lhes foi atribuída em vista da presença de olivina e piroxênio como minerais essenciais, bem como dos acessórios magnetita, ilmenita e cromita. Análises químicas publicadas mostram teores inferiores a 45% de SiO_2 , mas referem-se a rochas semi-alteradas. Análises de elementos-traço indicam a presença de Co, Ni, Cu e Cr (Guimarães, 1955). Duas amostras inalteradas, coletadas por Dagoberto Drummond no Morro das Broas, revelaram-se constituídas de fenocristais de olivina, perowskita e ocasionais farrapos de biotita, imersos em matriz finíssima de plagioclásio, feldspa-

tóide, apatita e mineral opaco, podendo ser classificadas como olivina-basaltos. Parece-nos que se deve atribuir caráter básico ao vulcanismo, até que estudos de detalhe sejam realizados.

O material comumente observado nos afloramentos, todavia, consiste de u'a massa verde-parda a vermelha de argilo-minerais, com pigmentação por óxidos de ferro. Frequentemente, notam-se manchas ripiformes, estreitas e de alguns milímetros de comprimento com ligeira orientação ou distribuídas ao acaso, que podem ter sido plagioclásios.

Em muitos locais, a textura não é maciça, mas brechóide ou conglomerática. Os fragmentos são de naturezas variadas e foram descritas por Barbosa (1936) e Guimarães (v. g., 1964) e fazem parte de leitos, com espessura decimétrica a métrica, de brecha piroclástica e aglomerado. O número de tais leitos e a sua continuidade são de difícil observação.

A espessura do pacote de lavas com as intercalações piroclásticas alcança 180 m no vale do Ribeirão da Mata, onde foram mais estudados. Espessuras menores são observadas alhures, como 110 m no Espigão dos Magalhães, descendo-se para o Ribeirão Três Barras, ou alguns metros em cortes da Rodovia Patos-Pirapora até aproximadamente 60 Km da primeira localidade.

A idade da Formação Patos é pós-Areado e, ao que parece, anterior à Formação Uberaba. Uma datação K-Ar foi efetuada por Hasui e Cordani (1968) em olivina-basalto do Morro das Broas, obtendo-se 70 m.a., que deve ser encarada como mínima, mas não muito inferior à idade de cristalização.

Na região de Coromandel existem rochas profundamente alteradas, que parecem ser semelhantes às extrusivas de Patos de Minas, quanto à textura e constituição. Elas repousam sobre filitos do Grupo Canastra e são capeadas pela Formação Uberaba. Afloram em cortes a cerca de 5 Km de Coromandel para Abadia dos Dourados, com pequena espessura. Parecem ser de extensão muito restrita, pois os trabalhos de Boa Nova (in Relatório Anual do Diretor, Anos 1930 e 1931) no Morro das Mesas mostram estar a Formação Uberaba diretamente sobre o Grupo Canastra. A presença de uma chaminé vulcânica no Poço Verde foi sugerida por Guimarães (v.g., 1964), mas estudos geofísicos não favorecem essa hipótese (N. Ellert e Y. Hasui, dados inéditos).

Na região de Sacramento, em sondagens foram encontradas lavas classificadas como

ugandíticas ou olivina-leucitíticas (Murta, 1965), que parecem ter situação estratigráfica semelhante àquelas de Coromandel. Duas datações K-Ar efetuadas no Centro de Pesquisas Geocronológicas dão 47 e 44 m.a., respectivamente em leucita e em rocha total. É difícil a interpretação de tais resultados em vista do material analisado e da falta de elementos geológicos.

Também na Serra do Bueno, no canto sudeste do mapa geológico da Figura 1, existem olivina-basaltos, cortando ardósias do Grupo Bambuí. Uma datação K-Ar acusou 52 m.a., considerada mínima em virtude da presença de matriz vítrea alterada.

A correlação dessas ocorrências com a Formação Patos não pôde ser estabelecida, em virtude da sua natureza. O grande afastamento geográfico entre elas certamente implica em diferentes focos de vulcanismo, que podem ou não ter sido sincrônicos.

Chaminés vulcânicas

Quatro chaminés vulcânicas são conhecidas desde longa data no oeste mineiro: Tapira, Araxá, Salitre e Serra Negra, que foram objetos de vários estudos, como os de Andrade Jr. (1925), Guimarães (1925, 1955), Barbosa (1957), Alves (1960), Menescal Campos (1939), Trögger (1928), Guimarães e Sad (1966). Uma outra chaminé parece existir na região de São Gotardo (Hasui e Hassano, 1968; Ellert e Hasui, 1969). Também a ocorrência de olivina-basalto de Pântano, descoberta pela equipe da Prospec, parece relacionar-se com uma chaminé. Além dessas, merece citação aquela de Catalão, no sudeste de Goiás, estudada recentemente por Hasui, Ellert e Damasceno (1969).

Tôdas foram objeto de datação pelo método K-Ar por Amaral et al. (1967) e Hasui e Cordani (1968), tendo-se obtido valores próximos de 80 m.a. Tais resultados são sugestivos no sentido de que tal vulcanismo foi penecontemporâneo ao gerador da Formação Patos e talvez das outras ocorrências citadas anteriormente.

Formação Uberaba

A Formação Uberaba foi objeto de estudo recente (Hasui, 1968), pelo que considerações detalhadas são aqui omitidas. Trata-se de uma unidade vulcanoclástica, de origem fluvial, constituída de arenitos, conglomerados, siltitos e argilitos vulcânicos (terminologia de Fisher,

1961). Ocorre descontinuamente e apresenta grande dispersão geográfica, com espessura que chega a alcançar 140 m. Estratigraficamente, sobrepõe-se à Formação Serra Geral no Triângulo Mineiro e, em outros locais, a tôdas as formações mais antigas. No alto do Chapadão de Ferro, cobre a intrusão ultramáfica de Serra Negra, cuja idade é 82 m.a. (Amaral et al., 1967), cifra que corresponde à idade máxima da formação. Por outro lado, na região de Uberaba, é capeada pela Formação Bauru.

Formação Bauru

Milward (1935) foi o primeiro a se referir à grande extensão da Formação Bauru no Triângulo Mineiro, mas sua presença ali já era conhecida por Hussak (1906) que a citou como «sedimentos pós-Uberaba».

Constitui uma cobertura, com tôpos aplainados e orlas escarpadas. Foi profundamente entalhada pela erosão fluvial, que exumou a Formação Uberaba e os basaltos subjacentes. Dessa forma, a ocorrência ficou insulada no Triângulo Mineiro pelos rios Grande, Paranaíba e Araguari. Na margem direita do Rio Araguari existem extensos areíões, como os das zonas de Alpercatas e Indianópolis, cuja derivação não é clara, de vez que faltam afloramentos de rochas. Possivelmente são areias residuais, não se excluindo a possibilidade de aí ocorrer a Formação Bauru, coberta por aqueles sedimentos inconsistentes que mapeamos como cenozóicos no mapa da Figura 1.

A Formação Bauru repousa sobre a Formação Uberaba entre Veríssimo e Ponte Alta, em discordância sugerida: 1) pela notável mudança de litologia; 2) pelo caráter transgressivo da Formação Bauru. No restante do Triângulo, jaz sobre os basaltos da Formação Serra Geral, sendo o contato raramente observado em virtude das aluviões e eluviões cenozóicas que o ocultam.

Os componentes litológicos fundamentais da Formação são arenitos conglomeráticos, conglomerados arenosos, conglomerados e arenitos, essencialmente quartzosos e com grau de seleção de médio a baixo. Subordinadamente, aparecem calcários impuros, argilito, folhelho papiráceo e rochas silíceas (opala e calcedônea). Os termos detríticos podem apresentar cimentação carbonática ou não.

Famoso é o chamado «conglomerado casco-de-burro», que tem sido considerado basal, encontrado em todo o Triângulo Mineiro com espessura de várias dezenas de metros. Em-

bora ele compareça como basal na maior parte da área ocupada pela Formação, não montém essa posição em muitos locais, como em Peirópolis, onde se sobrepõe a quartzos-arenitos com cimento calcítico. Estes assentam diretamente sobre arenitos vulcânicos da Formação Uberaba.

Os seixos, até decimétricos e bem arredondados, são de quartzo, quartzitos, argilitos e arenitos quartzosos com aspectos variados. Parece haver um zoneamento granulométrico, com diminuição de tamalhos de seixos para oeste. O cimento é calcítico, com algum magnésio presente, e sofreu recristalização diagenética, aparecendo grãos de quartzo corroídos e substituídos parcialmente por calcita. A sílica liberada constitui veios e impregnou zonas irregulares. A quantidade de cimento em relação à de detritos é relativamente grande, a ponto de freqüentemente os grãos vizinhos não se tangenciarem e, assim, justificar a designação de calcários impuros. Para casos como este, Carozzi (1960) aventa a hipótese de terem os carbonatos derivados de fragmentos de calcário, mas evidências nesse sentido não foram constatadas.

Em muitos locais da parte média e ocidental do Triângulo, predominam fragmentos de argilito marron ou côr-de-chocolate, perfazendo até 50% da rocha. Indicam tais fragmentos fases erosivas de curta duração (diastemas), refletindo alternâncias de inundações e ressecamento.

Também se tem em leitos ocasionais, dominância de fragmentos de arenito com cimento calcítico e de calcário impuro, angulosos e de forma tabular, constituindo macrobrechas sedimentares. Por vezes, pode-se observar a disposição segundo uma superfície sub-horizontal.

Os arenitos da Formação Bauru exibem textura variável, desde fina até grosseira, chegando a conglomerática. Os grãos de quartzo se mostram na maior parte com acentuada extinção ondulante e freqüentes inclusões aciculares, sugerindo derivação em primeiro ciclo.

Folhelhos papiráceos e níveis lenticulares de rochas silicosas têm pequena expressão, bem como os de argilito.

O critério da cimentação tem sido utilizado para subdivisão da Formação no Estado de São Paulo. No Triângulo, não se tem uma sucessão de camadas cimentadas superpostas a outra sem cimento. Observa-se no campo que as camadas superiores são predominantemente cimentadas, mas tal pode ser atribuído a dissolução posterior. De modo geral pode-se dizer que há uma

dominância de camadas cimentadas com outras não cimentadas de permeio. Por tal razão e faltando horizontes-guia, preferimos adotar a unidade formação.

A estratificação e laminação observadas são plano-paralelas, horizontais a sub-horizontais. As camadas e lâminas têm espessura variando de milímetros a metro. Seções de diferentes locais não puderam ser correlacionadas, parecendo não haver continuidade lateral por grande extensão. Estratificação cruzada comparece nos arenitos solitariamente, com estratos diagonais que não ultrapassam 1 m (Foto 4). Não foram feitas medições sistemáticas para um tratamento estatístico, mas parece haver predomínio de inclinação dos estratos frontais para o quadrante sudoeste.

Estruturas de corte-e-preenchimento são observadas, como aquela que constitui o jazigo fossilífero de Peirópolis (L. I. Price, informação verbal). Diastemas parecem ser comuns, a julgar pela abundância de fragmentos de argilito, e estruturas convolutas intraestratais não estão ausentes.

Fósseis foram encontrados em Monte Alegre, Peirópolis e no Morro da Galba (Km 485 da Rodovia Uberaba-Uberlândia), que desde longa data vêm sendo coletados e estudados por L. I. Price.

A espessura máxima da Formação é da ordem de 220 m, na Serra de Ponte Alta, obtendo-se valores menores para oeste. Tais valores correspondem a desníveis entre altos de chapadões e o contato inferior, de sorte que são mínimos.

Idade neocretácea tem sido aceita unanimemente para a Formação Bauru. A atribuição ao Senoniano se deve a von Huene, que em

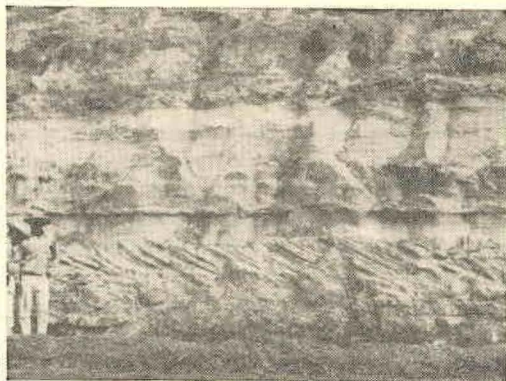


Foto 4 — Arenitos da Formação Bauru. Fósseis ocorrem nas camadas superiores do corte. Notar estratificação cruzada solitária. Morro da Galba, km 485 da Rod. Uberaba-Uberlândia.

1938 comparou os Titanosáurios da Formação Bauru com os da Patagônia. Se consideramos que os distritos alcalinos se constituíram há 80m.a. e que são anteriores à Formação Uberaba, parece-nos razoável considerar a Formação Bauru como de idade senoniana.

A Formação Bauru, constituiu em ambiente fluvial, com canais e planícies de inundação, tal como descrito por Almeida e Barbosa (1953), Freitas (1955) e Arid (1967).

A correlação da Formação Parecis e da Série Urucua com a Formação Bauru tem sido tentada com base na litologia, mas o esclarecimento só será possível mediante estudos sistemáticos que o Cretáceo continental brasileiro está ainda por receber.

CENOZOICO

Sedimentos cenozóicos inconsistentes, embora de pequena espessura, têm ampla distribuição, principalmente no Triângulo Mineiro. Cascalheiras, sedimentos de lagoas de chapadões, cangas limoníticas já em erosão e sedimentos eluviais têm pequena expressão em face dos depósitos aluviais e coluviais.

Entre os sedimentos aluviais existem aqueles associados às planícies atuais e aqueles mais elevados, em terraços. No processo sedimentar foram envolvidas notadamente a Formação Bauru e em parte a Formação Serra Geral, esta atuando no sentido de constituir níveis de base locais. As espessuras dos depósitos não ultrapassam duas dezenas de metros.

Em 1934, Lacourt trouxe do Ribeirão Motuca, na região de Iturama, fósseis que Ferreira (1934) classificou como de *Cuvieronius humboldti* (Cuvier). Outros fósseis foram citados por Alvim (1939) em Araxá e Patos de Minas, mas sem descrevê-los. Esses são os únicos elementos cronológicos de que se dispõem, não permitindo nenhuma diferenciação de unidades estratigráficas dentro desse conjunto de «sedimentos cenozóicos».

Essas aluviões são importantes pela expressão geográfica e seu estudo foi apenas iniciado. Almeida (1964b) já chamou atenção para sedimentos modernos no Planalto Ocidental de São Paulo e Björnberg e Landim (1966) criaram a Formação Rio Claro nos arredores daquela cidade. Melfi et al. (1965) reconheceram sedimentos comparáveis na região de Campinas, que foram descritos por Carvalho et al. (1967). Parece que sedimentos desse tipo são muito mais comuns e geograficamente expressivos no Triângulo Mineiro, São Paulo e Mato Grosso, do que se pensa.

Depósitos coluviais também são comuns, passando para aluviões e eluviões insensivelmente.

A delimitação dos sedimentos cenozóicos no mapa da Figura 1 foi feita necessariamente em primeira aproximação, porquanto maior rigor exigiria tempo desproporcionadamente grande em face da distribuição caprichosa, enormidade da área abrangida e transições para as rochas originais.

No Alto Paranaíba, os sedimentos aluviais são muito restritos, mas têm particular importância por serem localmente diamantíferos.

As areias e cascalheiras do Triângulo Mineiro foram tomadas por Milward (1935) como indicativos da extensão da Formação Bauru e Brajniov (1953) as distinguiu com o nome de «areias supra-basálticas», aventando a correlação com a Formação Caiuá. Esta correlação não se verifica se considerarmos a Formação Caiuá situada entre os basaltos e a Formação Bauru. As cascalheiras (Foto 5) derivam de camadas conglomeráticas da Formação Bauru e as areias revelam-se constituídas dos mesmos minerais dessa unidade, com contaminação de detritos derivados dos basaltos quando situados em níveis topográficos baixos.

GEOMORFOLOGIA

Na área mapeada, podemos distinguir três unidades geomorfológicas, com base na expressão topográfica, litologia e estruturas.

O Planalto dos Basaltos (Almeida, 1959) é o domínio das formações Bauru e Serra Geral. Da primeira, as rochas detríticas arenosas a conglomeráticas com cimento carbonático têm distribuição digitiforme nos interflúvios do Triângulo Mineiro e parte ocidental do Alto Paranaíba. As elevações, de extensão variável, têm topos aplainados, com cobertura de areiões e cascalheiras, e bordas escarpadas, constituindo as formas denominadas chapadões, mesas, piões e outros nomes locais. As encostas exibem estrutura tabular, em degraus, relacionada com a resistência diferencial oferecida pelas camadas superpostas, feição essa particularmente destacada no extremo oeste. A erosão atingiu profundamente a Formação Bauru e exumou os basaltos, que condicionam a existência de cachoeiras, saltos e corredeiras. Em conexão com a erosão das duas formações, constituíram-se as extensas planícies aluviais nos vales dos grandes rios e nos baixos cursos de seus afluentes maiores.

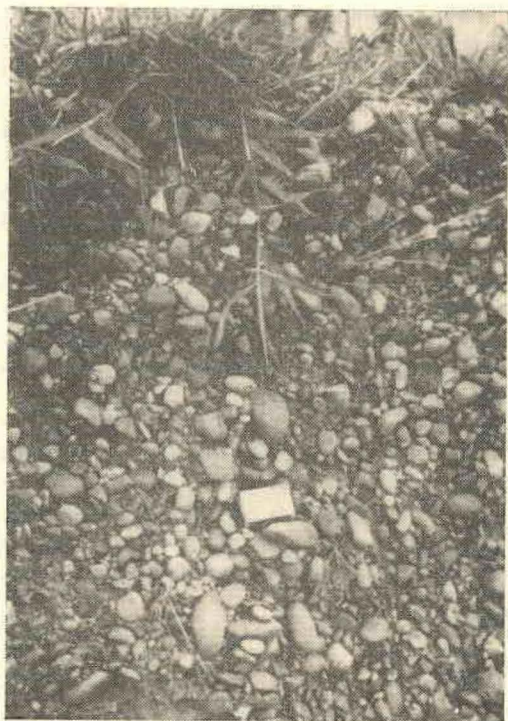


Foto 5 — Cascalheira residual sobre a Formação Bauru, Serra da Taquara, Município de Uberaba.

Na região de Veríssimo a Sacramento, entremeada entre as duas unidades estratigráficas citadas, comparece a Formação Uberaba, constituindo uma estreita faixa de terreno onde se suaviza a base da escarpa sustentada pela Formação Bauru. A erosão é aí fácil, tanto que os cursos d'água que descem da serra areno-conglomerática logo atingem os basaltos subjacentes.

O Arenito Botucatu aflora nas regiões de Tupaciguara, Uberlândia e Estrela do Sul, mas não chega a influir no modelado do relevo.

O substrato dessas unidades, marginando o Planalto dos Basaltos, é constituído por rochas dos Grupos Araxá e Canastra (Foto 6).

A Serra da Mata da Corda constitui o divisor das bacias dos Rios São Francisco e Paranaíba. Na constituição desse divisor entra o Grupo Areado, de espessura e resistência comparáveis às da Formação Bauru. Cobrem-na rochas de duas formações, de filiação vulcânica, bem menos resistentes. Apresentam-se estas niveladas a 1.000-1.200 m de altitude, em extensos chapadões com bordas abruptas e contornos festonados, cuja persistência parece dever-se às cangas limoníticas.

A estrutura tabular das rochas destaca-se em degraus, sendo notável aquela que marca

o limite do Grupo Areado e as unidades superiores, que King (1956) considera como parte da Superfície Gondwana.

O entalhamento do Grupo Areado permitiu o afloramento de metapelitos do Grupo Bambuí, de fácil erosão, nos vales dos rios Abaeté, Borrachudo, Indaiá e da Prata. Restos daquela unidade cretácea persistem em modestas espessuras, mais ou menos contínuas, nos interflúvios.

Na vertente ocidental da Serra da Mata da Corda, o Grupo Areado tem pequena expressão, não lhe cabendo influência considerável no modelado do relevo. O aspecto escarpado se relaciona com a rapidez de exumação e erosão das ardósias do Grupo Bambuí.

A Depressão Periférica Goiana (Almeida, 1959) se estende para o Alto Paranaíba e aí constitui o domínio dos Grupos Araxá, Canastra e, menos expressivamente, Bambuí. Brajninkov (1949), já usara a expressão Corredor do Quebra-Anzol para designar a faixa pré-cambriana entre o Planalto dos Basaltos e a Serra da Mata da Corda. O relevo do Corredor é, de

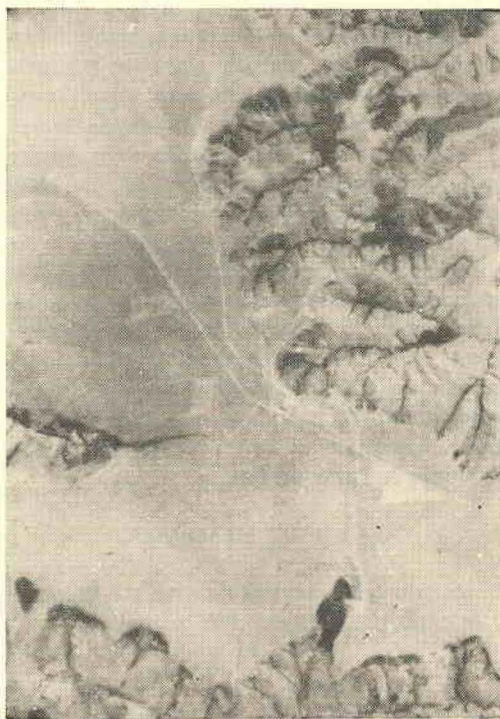


Foto 6 — Vista aérea do chapadão de Alpercatas. Basaltos (Form. Serra Geral) afloram no canto SW e quartzitos e filitos (Grupo Canastra) no canto NE. A cobertura é constituída provavelmente pela Formação Bauru, da qual derivariam as areias superficiais. Escala aproximada de 1 : 120.000.

modo geral, acidentado. Na área do Grupo Araxá, as formas são relativamente suaves, abauladas, sustentadas que são por rochas gnáissicas. Já o Grupo Canastra ora constitui um relevo maduro, com formas muito amplas, suaves e baixas, em zonas filíticas, ora constitui serranias de topo nivelado, sustentadas por quartzitos (Serra do Salitre, Serra dos Óculos, Chapada do Rio Preto). O Grupo Bambuí constitui ali relevo ainda juvenil, com formas irregulares e movimentadas.

A Formação Uberaba aparece no Corredor, mas suas rochas não chegam a influir no aspecto geral, dada sua minúscula expressão.

Aspecto importante, com relação à geomorfologia da área, é dado pelas superfícies de erosão, que foram já descritas por Brajnikov (1953), Barbosa (1955), King (1956) e Almeida (1959). A que mais se patenteia é aquela designada de Pratinha (Almeida, op. cit.), que nivela os altos das serranias e chapadões mais elevados 1.000-1.200 m). Em Almeida Campos, o chapadão é sustentado pela Formação Bauru, pelo que se sugere idade para o fim do esculpimento da superfície no máximo igual é do fim da sedimentação dessa unidade.

Encontrando-se a Superfície Pratinha a altitudes similares, pode-se presumir que pelo menos a metade oriental da área estudada sofreu ascensão epeirogenética de mesma ordem no Cenozóico. Em tempos cretácicos parece que o Corredor do Quebra-Anzol foi um bloco essencialmente ascensional, separando a Bacia do Paraná daquela em que se constituiu o Grupo Areado. Nesse sentido convergem dois fatos: o Grupo Areado se adelgaça para oeste e sudoeste, enquanto a Formação Botucatu decresce em espessura para leste e nordeste; 2) o Corredor do Quebra-Anzol foi palco do vulcanismo através de chaminés, o qual segundo se admite, associa-se a zonas de tensão crustal, periféricas à Bacia do Paraná.

RECURSOS MINERAIS

Os principais recursos da área são diamante, calcário, fosfato, pirocloro e argilas.

O diamante ocorre na Formação Uberaba e, ao que parece, no Conglomerado do Abaeté, dos quais foi remobilizado para os sedimentos modernos (aluviões, grupiarias e monchões). Sua matriz primária não é conhecida. As áreas principais de ocorrência são os rios que descem do divisor Paranaíba/Quebra-Anzol e da Serra da Mata da Corda, dali procedendo os maiores diamantes brasileiros.

Os calcários da Formação Bauru são explorados em Ponte Alta. Tendo ampla distribuição geográfica, constituem apreciável reserva em potencial. Os do Grupo Bambuí têm, na área, pequena expressão.

Fosfato (apatita) e pirocloro tório-urânico ocorrem em Araxá, tendo sido estudados por Guimarães (1957). Alves (1960) cita concentrações de pirocloro também em Tapira. Na chaminé de Serra Negra ocorre magnesita, mas outros recursos não foram detectados ainda, tal como na de Salitre.

As argilas de interesse econômico associam-se:

- à Formação Bauru, sob forma de horizontes restritos,
- à Formação Patos, com teores de até 7-8% de K_2O e até 4% de P_2O_5 (Guimarães, 1955),
- à Formação Uberaba, tendo sido objeto de estudos da Divisão de Fomento à Produção Mineral (Relatórios da Diretoria, Anos 1963 e 1964). Na região de Sacramento, em parte parecem derivar de basaltas.

Além desses recursos, numerosas ocorrências de materiais diversos são conhecidos, como de galena que aparece em calcários do Grupo Bambuí em Chumbo, Tiros e Funchal; ferro que ocorre em cangas limoníticas, em raros itabiritos do Grupo Canastra e na magnetita (distritos alcalinos, principalmente) a platina, que foi detectada na Formação Uberaba, em Coromandel (Relatório Anual do Diretor, Anos 1930 e 1931). Um resumo dos recursos minerais da área foi apresentado por Leonardos (1956).

BIBLIOGRAFIA

- ALMEIDA, F. F. M. de (1954) — Botucatu, um deserto triássico da América do Sul — Div. Geol. Min. — Notas preliminares e Est., nº 86, 21 p.
- ALMEIDA, F. F. M. de (1959) — Traços gerais da geomorfologia do Centro-Oeste brasileiro — In Planalto Centro Ocidental e Pantanal Mato-grossense. Guia de excursão nº 1, XVIII Congr. Inter Geogr. (1956), p. 7-65 — Cons. Nac. Geogr. — Rio de Janeiro.
- ALMEIDA, F. F. M. de (1964) (a) — Grupo S. Bento — Bol. do Inst. Geogr. e Geol. do Est. de São Paulo, nº 41, p. 85-100.

- ALMEIDA, F. F. M. de (1964) (b) — Fundamentos geológicos do relevo paulista — Bol. Inst. Geogr. e Geol. do Est. de São Paulo, n° 41, 167-263.
- ALMEIDA, F. F. M. de (1967) — Evolução tectônica do Centro Oeste brasileiro no Proterozóico Superior. Acad. Bras. Ciências.
- ALMEIDA, F. F. M. de — BARBOSA, O. (1953) — Geologia das Quadriculas de Piracicaba e Rio Claro, Estado de São Paulo — Div. Geol. Min., Bol. 143, 96 p.
- ALVES, B. P. (1960) — Distrito nióbio-titanífero de Tapira — Div. Fom. Prod. Min. — Bol. 108, 48 p.
- ALVIM, G. de F. (1939) — Jazigos brasileiros de mamíferos fósseis. Div. Geol. Min. — Notas Preliminares. Est. 18, p. 8-16.
- AMARAL, G. — BUSHEE, J. — CORDANI, U. G. — KAWASHITA, K. — REYNOLDS, J. H. (1967) — Potassium-argons of alkaline rocks from Southern Brazil. — Geoch. Cosm. Acta, v. 31, págs. 117-142.
- AMARAL, G. — CORDANI, U. G. — KAWASHITA, K. — REYNOLDS, J. H. (1966) — Potassium-argon dates of basaltic rocks from Southern Brazil. — Geoch. Cosm. Acta, v. 30, págs. 159-189.
- AMARAL, G. e KAWASHITA, K. (1967) — Determinação da idade do Grupo Bambuí pelo método Rb-Sr. Anais XXI Congr. Bras. Geol. (Curitiba), págs. 214-217.
- ANDRADE JR., I. F. de (1925) — Contribuição à geologia econômica — Reconhecimento geológico nos arredores de Araxá e outros pontos de ocorrência de águas minerais. — Serv. Geol. e Min., Bol. 9, págs. 65-77.
- ARID, F. M. (1967) — A Formação Bauru na região norte-ocidental do Estado de São Paulo, 98 p. Tese de Doutorado, Fac. Fil. Ciênc. Letr. — São José do Rio Preto.
- BARBOSA, O. (1934) — Resumo da Geologia do Estado de Minas Gerais — Depto dos Serv. Geogr. e Geol. Bol. 3, 40 p. — Belo Horizonte.
- BARBOSA, O. (1936) — Notícia sobre estudos geológicos-econômicos em Patos — Esc. de Minas de Ouro Preto, Rev. 1 (5 e 6): págs. 165-169.
- BARBOSA, O. (1955) — Guia de Excursão para o IX Congresso Brasileiro de Geologia (Araxá), Soc. Bras. Geol. Noticiário 3 — São Paulo.
- BARBOSA, O. e GUIMARÃES, D. (1934) — Mapa geológico do Estado de Minas Gerais, 1: 1.000.000 — Anexo ao Bol. Depto dos Serv. Geogr. n° 3 — Belo Horizonte.
- BJÖRNBERG, A. J. S. e LANDIM, P. M. B. (1966) — Contribuição ao estudo da Formação Rio Claro (Neo-cenozóico). — Bol. Soc. Bras. Geol. 15 (4): 43-67.
- BRAJNÍKOV, B. (1949) — Observations géologiques dans l'Ouest de l'Etat de Minas Gerais (Brésil) — Soc. Geol. de France, Bull. 19 (4, 5, 6): 467-470.
- BRAJNÍKOV, B. (1953) — A geologia, a fisiografia e a hidrografia da Bacia do Paranaíba. — Div. Águas — Departamento. Nac. Prod. Min. — Bol. Pluviométrico 2, págs. 65-102.
- CAMPOS, A. C. R. e FARJALLAT, J. E. S. (1966) — Sobre a extensão da Formação Botucatu na região meridional de Mato Grosso. — Bol. Soc. Bras. Geol. 15 (4): 93-105.
- CAMPOS, J. M. (1939) — O Chapadão do Ferro e suas possibilidades econômicas. — Min. Met. 3 (17): 314-316.
- CAROZZI, H. V. (1960) — Microscopic sedimentary petrography John Wiley e Sons Inc.
- CARVALHO, A. — MELFI, A. J. — BITTENCOURT, I. — QUEIROZ NETO, J. P. e NAKASHIMA, P. (1967) — Sedimentos neo-cenozóicos na área de Campinas, Estado de São Paulo. Anais XXI Cong. Bras. Geol. (Curitiba), 58-70.
- CORDANI, U. G. e VANDOROS, P. (1967) — Basaltic rocks of the Paraná Basin. In Problems in Brazilian Gondwana Geology, 207-231. I Intern. Symp. on the Gondwana Stratigraphy and Palaeontology.
- COSTA, M. T. e BRANCO, J. J. R. (1961) — Roteiro para a Excursão ao Belo Horizonte — Brasília. Contribuição ao XIV Congr. Bras. Geol. — Inst. Pesq. Rad., Publ. 5 — Belo Horizonte.
- DU TOIT, A. (1952) — Comparação geológica entre a América do Sul e África do Sul. Trad. L. S. Caster e J. C. Mendes — Div. Geol. Min.
- ELLERT, N. e HASUI, Y. (1969) — Magnetometria aplicada à região de São Gotardo, MG. Bol. Soc. Bras. Geol., (no prelo).
- FERREIRA, J. C. G. (1934) — Os restos fósseis de Frutal. — Esc. Minas Ouro Preto, An. 25, p. 57-64.
- FISHER, R. V. (1961) — Proposed classification of volcanoclastic sediments and rocks. Geol. Soc. Am., Bull. 72 (9), 1.409-1.414.
- FRANGIPANI, A. (1961-1962) — Mapa da superfície superior do basalto subjacente aos arenitos cretáceos do Estado de São Paulo. Rev. do Inst. Geogr. e Geol. do Estado de São Paulo. Anos XVIII e XIX, n° único, págs. 67-72.
- FREITAS, R. O. de (1955) — Sedimentação, estratigrafia e tectônica da Série Bauru (Estado de São Paulo). Fac. Fil. Ciênc. Letr. Bol. 194. Geol. 14, 185 p.
- FREYBERG, B. von (1932) — Ergebnisse geologischer forschungen in Minas Gerais (Brasilien). Trad. J. M. Campos para o Simpósio das Formações Eopaleozóicas do Brasil, XIX Congr. Bras. Geol. (1965) — Rio de Janeiro.
- GUIMARÃES, D. (1925) — Rochas relacionadas com as fontes minerais de Araxá e outras. Serv. Geol. e Min., Bol. 9, págs. 79-98.
- GUIMARÃES, D. (1933) — Província magmática do Brasil meridional. Serv. Geol. Min. Mon. 1.
- GUIMARÃES, D. (1955) — Contribuição ao estudo dos tufos vulcânicos da Mata da Corda. — Inst. de Técn. Ind. Bol. 18, 27 p.
- GUIMARÃES, D. (1961) — Contribuição ao estudo das rochas alcalinas do Brasil. Inst. de Técn. Ind., Bol. 28, 29 p. — Belo Horizonte.
- GUIMARÃES, D. (1964) — Geologia do Brasil — Div. do Fom. à Prod. Min., Mem. 1, 674 p.
- GUIMARÃES, D. e SAD, J. H. G. (1966) — Observações geológicas e petrográficas em Salitre e Serra Negra, Patrocínio, MG — Boletim do Inst. de Geol. 1 (3 e 4): 169-180. Esc. Fed. de Minas de Ouro Preto.
- HASUI, Y. (1967) — Geologia das formações cretáceas do oeste de Minas Gerais. Tese de doutoramento, Departamento de Eng. de Minas, Esc. Polit. Univ. São Paulo.
- HASUI, Y. (1968) — A Formação Uberaba — Anais XXII Congr. Bras. Geol. — Belo Horizonte.

- HASUI, Y. e ALMEIDA, F. F. M. de (1969) — Geocronologia do Centro-Oeste brasileiro. Anais XXIII Congr. Bras. Geol. — Salvador.
- HASUI, Y. e CORDANI, U. G. (1968) — Idades potássio-argônio de rochas eruptivas mesozóicas do oeste mineiro e sul de Goiás — Anais XXIII Congr. Bras. Geol. (Belo Horizonte). No prelo.
- HASUI, Y. — ELLERT N. e DAMASCENO, E. C. (1969) — Nota sobre a instrução de Catalão, GO. — Anais Acad. Bras. Ciênc. (No prelo).
- HASUI, Y. e HASSANO, S. (1968) — Indício de um novo foco de rochas alcalinas em São Gotardo, Estado de Minas Gerais. — Anais Acad. Bras. Ciênc. 41 (2): 149-154.
- HUSSAK, E. (1906) — Über die Diamantlager im Westen des Staates Minas Gerais und der angrenzenden Staaten São Paulo und Goyaz, Brasilien. Zeitschrift für Praktische Geologie, Jg 14, págs. 318-333.
- KING, C. L. (1956) — A geomorfologia do Brasil Oriental. Rev. Bras. Geogr. XVIII (2), 147-256 — São Paulo.
- LACOURT, F. (1934) — Contribuição à geologia do Triângulo Mineiro (preliminares). Esc. Minas de Ouro Preto — Anais nº 25, págs. 29-34.
- LISBÔA, M. A. R. (1906) — Ocorrência de seixos facetados no Planalto Central do Brasil — Escola de Minas de Ouro Preto — An. nº 8, 23-74.
- MELFI, A. S. — BITTENCOURT, I. e QUEIRÓS NETO, J. P. (1966) — Observações sobre a sedimentação pós-cretácea na região de Campinas, São Paulo, XX Congr. Bras. Geol., Publ. nº 1, 83-85 — Rio de Janeiro.
- MILWARD, G. B. — Contribuição para a Geologia de Goiás. — Esc. Prof. Salesianas, 98 p. — São Paulo.
- MURTA, R. L. L. (1965) — Nota preliminar sobre a leucita de Sacramento, MG., Anais Acad. Bras. Ciênc. — 37 (3 e 4): 463-470.
- 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. Esc. Minas Ouro Preto, Ann. 1, págs. 39-105.
- PFLÜG, R. (1961) — Deslislamento sinsedimentário em arenitos com estratificação cruzada da Série Urucuaia, em Canceiros, MG. — Eng. Min. Met. XXXIII (197): 242.
- RELATÓRIO ANUAL DO DIRETOR (1931) — Ano 1930 — Div. Geol. e Min., p. 29-31.
- RELATÓRIO ANUAL DO DIRETOR (1932) — Ano 1931 — Div. Geol. e Min., p. 73-75.
- RELATÓRIO DA DIRETORIA (1963) — 1964 — DFPM, Bol. 119.
- RELATÓRIO DA DIRETORIA (1964) — 1965 — DFPM, Bol. 122.
- RIMANN, E. (1917) — A Kimberlita no Brasil. Esc. de Minas de Ouro Preto, An. nº 15, p. 27-32.
- SANTOS, R. S. (1955) — Descrição dos peixes fósseis. In Ocorrência de folhelho fossilífero cretácio no Município de Presidente Olegário, Minas Gerais. — Div. Geol. Min., Bol. 155, p. 17-27.
- SCORZA, E. P. (1955) — Situação e geologia. In Ocorrência de folhelho fossilífero cretácio no Município de Presidente Olegário, Minas Gerais. — Div. Geol. Min., Bol. 155, p. 7-14.
- TRÖGGER (1928) — Alkaligesteine aus der Serra do Salitre im Westlichen Minas Gerais, Brasilien. Cbt. f. Min. Geol. u. Palaeon., Abt. A. Jg. 1.928, 202-204.