

NÃO CIRCULA

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

**SISTEMATIZAÇÃO CRÍTICA DA OBRA**

**ARMANDO MÁRCIO COIMBRA**

**C**oncurso para obtenção de título de Livre-Docente junto ao Departamento de Paleontologia e Estratigrafia do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo na Área do Conhecimento - Sedimentologia

DEDALUS - Acervo - IGC



30900008117

São Paulo

1991



### *Agradecimentos*

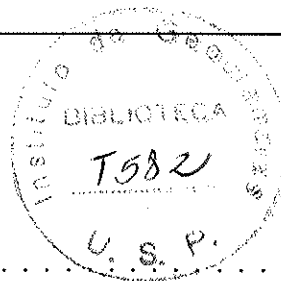
Aos professores Dr. Setembrino Petri e Dr. Moacyr Vianna Coutinho pela orientação ao longo de minha formação científica.

Aos amigos Ana Maria Góes, Luiz Alberto Fernandes, Cláudio Riccomini, Benjamim Bley Brito Neves, Moisés Gonzalez Tessler, Mário Sérgio de Melo, Jorge Hachiro, Rita Parisi Conde, Cátia Cristina Nakandakare e Vitor César Nishimoto pela diagramação e revisão criteriosa do texto e confecção dos desenhos, além do valioso auxílio prestado nas diversas etapas do trabalho.

A todas essas pessoas o autor consigna o seu profundo reconhecimento.



# ÍNDICE



1. ANÁLISE DA OBRA . . . . .	5
1.1 - CONSIDERAÇÕES INICIAIS . . . . .	5
1.2 - TRABALHO EM EQUIPE . . . . .	6
1.3 - UNIDADES TECTÔNICAS ESTUDADAS . . . . .	7
1.4 - CONTINUIDADE DOS TRABALHOS EM EQUIPE . . . . .	8
2. BACIA DO PARNAÍBA: DISCUSSÃO SOBRE SUA NOMENCLATURA . . . . .	10
2.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS . . . . .	10
2.2. EVOLUÇÃO DOS CONHECIMENTOS . . . . .	11
2.2.1. Fase Pioneira e de Reconhecimento . . . . .	11
2.2.2. Fase PETROBRÁS (1950 - 1970) . . . . .	11
2.2.3. Fase DNPM/CPRM (década de 70) . . . . .	12
2.2.4. Estágio Atual do Conhecimento (década de 80) . . . . .	12
2.3. LIVROS PUBLICADOS . . . . .	13
2.4. TERMO PARNAÍBA . . . . .	14
2.5. CONSIDERAÇÕES FINAIS . . . . .	14
3. CONTRIBUIÇÃO EÓLICA NA SEDIMENTAÇÃO DA FORMAÇÃO PEDRA DE FOGO . . . . .	15
3.1. - Considerações iniciais . . . . .	15
3.2. - Evolução dos conhecimentos . . . . .	15
3.3. - Posição estratigráfica do Arenito Cacunda . . . . .	16
3.4. - Considerações finais . . . . .	17
4. TIPOLOGIA DAS OCORRÊNCIAS BRASILEIRAS DE PLYGORSKITA E SEPIOLITA . . . . .	18
4.1 - CONSIDERAÇÕES INICIAIS . . . . .	18
4.2 - O GRUPO DAS HORMITAS . . . . .	18
4.3 - GÊNESE DAS HORMITAS . . . . .	19
4.4 - OCORRÊNCIAS BRASILEIRAS DE PLYGORSKITA E SEPIOLITA . . . . .	21
4.4.1 - Palygorskita de Origem Hidrotermal (Grupo 1) . . . . .	22

Grupo 2)	4.4.2 - Sepiolita Preenchendo Fraturas de Rochas Magnesianas	.23
	4.4.3 - Palygorskita em <i>Sabkha</i> Litorâneo (Grupo 3)	.23
	4.4.3.1 - Palygorskita em planície de maré (Subgrupo 3.1)	.23
	4.4.3.2 - Palygorskita em ambiente evaporítico (Subgrupo 3.2)	.24
	4.4.4 - Palygorskita e Sepiolita em <i>Sabkha</i> Continental (Grupo 4)	.25
	4.4.4.1 - Palygorskita em calcretes ( <i>bajada</i> ) - Subgrupo 4.1	.25
	4.4.4.2 - Paragênese sepiolita-palygorskita em ambiente de <i>playa-lake</i> - Subgrupo 4.2	.26
	4.5 - CONSIDERAÇÕES FINAIS	.27
5. - ANTÉCLISE DE RONDONÓPOLIS		.28
5.1. - CONSIDERAÇÕES INICIAIS		.28
5.2. - ANTÉCLISE DE RONDONÓPOLIS		.28
5.3. - BACIAS CONTINENTAIS CRETÁCEAS DO CENTRO-SUL DA PLATAFORMA SUL-AMERICANA		.29
5.3.1. - Bacia dos Parecís		.29
5.3.2. - Bacia do Cambambe		.29
5.3.3. - Bacia de Poxoréu		.30
5.3.4. - Bacia de Itiquira		.31
5.3.5. - Bacia Bauru		.31
5.4. - LITOESTRATIGRAFIA DAS BACIAS CRETÁCEAS		.32
5.4.1. - Cretáceo Superior		.32
5.4.1.1. - Formação Parecís (Bacia dos Parecís)		.32
5.4.1.2. - Formação Ribeirão Boiadeiro (bacias do Cambambe e Poxoréu)		.33
5.4.1.3. - Formação Cambambe (bacias do Cambambe e Poxoréu)		.33
5.4.1.4. - Formação Itiquira (Bacia de Itiquira)		.34
5.4.1.5. - Grupo Bauru (Bacia Bauru)		.34
5.4.2. - Terciário		.35
5.4.2.1. - Formação Cachoeirinha (Bacia de Poxoréu)		.35

5.5. - Considerações Finais . . . . .	.35
BIBLIOGRAFIA . . . . .	.43

## ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 1 - Quadro da Produção Científica . . . . .	7
TABELA 2 - Unidades Tectônicas Estudadas . . . . .	8
TABELA 3 - Nomenclatura da Bacia do Parnaíba . . . . .	10
TABELA 4 - Seção-tipo da Formação Ribeirão Boiadeiro . . . . .	.37

## ÍNDICE DAS FIGURAS

FIGURA 1 - Unidades cretáceas da porção centro-sul da Plataforma Sul-Americana e estruturas tectônicas associadas . . . . .	.39
FIGURA 2 - Mapa de localização da Antéclise de Rondonópolis e bacias cretáceas associadas . . . . .	.40
FIGURA 3 - Perfil geotectônico com principais estruturas da Antéclise de Rondonópolis e bacias cretáceas associadas . . . . .	.41
FIGURA 4 - Evolução do conhecimento estratigráfico do Grupo Bauru . . . . .	.42

# 1 - ANÁLISE DA OBRA\*

## 1.1 - CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Nossa carreira científica iniciou-se em 1970, há vinte anos, ainda como estudante de graduação em Geologia do Instituto de Geociências e Astronomia da Universidade de São Paulo. Sob a orientação dos professores Drs. Setembrino Petri, Vicente José Fúlfaro e Kenitiro Suguio estagiamos junto ao Departamento de Paleontologia e Estratigrafia nos anos 1970 e 1971, quando fomos contemplados com Bolsas de Iniciação Científica I e II da FAPESP. Durante o período das bolsas desenvolvemos pesquisas sedimentológicas (granulometria e análise de minerais pesados) nas praias do litoral paulista, pesquisas estas que resultaram em dois resumos apresentados e publicados nos congressos brasileiros de geologia de Belém (1972) e Aracajú (1973) intitulados "Praias do litoral paulista" e "Minerais pesados das areias de praia do litoral paulista", respectivamente (FÚLFARO & COIMBRA, 1972 e 1973).

Nosso primeiro trabalho publicado (SUGUIO *et al.*, 1971) sob a orientação do Autor Senior Kenitiro Suguio, teve como objetivo a caracterização sedimentológica dos sedimentos aflorantes na escavação (porto de areia) da atual Raia Olímpica da Cidade Universitária, denominados na época de "Aluviões Antigos do Rio Tietê", sedimentos estes que foram também por nós estudados em 1983 e formalmente caracterizados como Formação Itaquaquetuba (COIMBRA *et al.*, 1983).

Após a conclusão do Curso de Geologia em 1971, iniciamos, sob a orientação do Prof. Dr. Setembrino Petri, a nossa pós-graduação visando a obtenção do Título de Mestre. Na mesma época fomos contratados como Auxiliar de Ensino junto ao Departamento de Paleontologia e Estratigrafia do IGc-USP.

Sob a orientação dos Profs. Drs. Kenitiro Suguio e José Moacyr Vianna Coutinho desenvolvemos trabalhos de pesquisa sobre minerais pesados visando traçar áreas-fonte de sedimentos. Entre estes trabalhos destacamos os de SUGUIO *et al.* (1972), FÚLFARO & COIMBRA (1973), COUTINHO & COIMBRA (1974), SUGUIO *et al.* (1974), SUGUIO *et al.* (1975), SUGUIO & COIMBRA (1976) e COIMBRA *et al.* (1976).

A partir da base científica, adquirida por ocasião do desenvolvimento dos trabalhos acima citados, e contando com a orientação do Prof. Dr. Setembrino Petri, defendemos nossa Dissertação de Mestrado em 1976, intitulada "Arenitos da Formação Bauru: Estudo de áreas-fonte". Cabe ressaltar que, na época, esta unidade estratigráfica tinha o *status* de formação, foi na década de oitenta que a mesma foi alçada à categoria de grupo. Na Dissertação de Mestrado destacam-se o cunho metodológico para estudo de minerais pesados, a primeira tentativa de subdivisão tripartite da Unidade Bauru baseada em fácies mineralógicas e ainda a inclusão dos Arenitos Tufáceos Uberaba como unidade do episódio sedimentar Bauru.

Posteriormente, em conjunto com os Profs. Drs. Setembrino Petri e Max Brandt Neto, na época nosso colega de pós-graduação e orientação, apresentamos diversos trabalhos sobre a Unidade Bauru, onde se destacam os de COIMBRA *et al.* (1977), BRANDT NETO *et al.* (1978a e 1978b), SOARES *et al.* (1979), BRANDT NETO *et al.* (1980), COIMBRA *et al.* (1980), COIMBRA *et al.* (1981) e COUTINHO *et al.* (1982).

\* Vide Capítulo V - Produção Científica e Didática no Memorial de Atividades



Como Professor Assistente (MS-2), junto ao Departamento de Paleontologia e Estratigrafia do IGc-USP, iniciamos em 1977 pesquisas sobre o Permo-Triássico da Bacia do Parnaíba, uma bacia com vários nomes (assunto que será objeto de discussão em capítulo posterior), visando a obtenção do Título de Doutor em Ciências. Nessa época, iniciamos os estudos sobre estruturas sedimentares visando a reconstrução de paleoambientes geradores, destacamos os trabalhos de PETRI & COIMBRA (1982) e COIMBRA *et al.* (1983). Merece destaque ainda nossa participação na Comissão Especial de Nomenclatura Estratigráfica da Sociedade Brasileira de Geologia (SBG), que sob a coordenação do Prof. Dr. Setembrino Petri elaborou o Código e o Guia Brasileiro de Nomenclatura Estratigráfica, conforme publicado em PETRI *et al.* (1982, 1986a e 1986b).

Defendemos nossa Tese de Doutorado em 1983 intitulada "Estudos Sedimentológicos e Geoquímicos do Permo-Triássico da Bacia do Maranhão". Nesse trabalho descobrimos várias ocorrências de vegetais fósseis silicificados no topo da Formação Pedra de Fogo, material este que foi posteriormente objeto de estudo da pesquisadora Dra. Diana Mussa, que resultaram nos seguintes trabalhos com a nossa participação: COIMBRA & MUSSA (1984), MUSSA & COIMBRA (1985, 1986 e 1987).

Na Tese de Doutorado destacamos o caráter metodológico em relação a granulometria, minerais pesados, análise geoquímica e isotópica de calcários e ainda a utilização de estratificações cruzadas no estabelecimento de paleocorrentes deposicionais. Foi descrito e caracterizado o Alinhamento do Alto Parnaíba, posteriormente apresentado em CASTELO BRANCO & COIMBRA (1984).

Após o doutorado, como Professor Assistente Doutor (MS-3) iniciamos nossa atividade de orientador no Programa de Geologia Sedimentar do Curso de Pós-Graduação do IGc-USP. As atividades de pesquisa estão sendo desenvolvidas conjuntamente com os pós-graduandos, em número de oito sendo cinco para Mestrado e três para Doutorado. A linha de pesquisa, iniciada em 1971 e presente em SUGUIO *et al.* 1971, que trata da sedimentologia e estratigrafia das bacias do Sistema de *Rifts* da Serra do Mar (segundo ALMEIDA, 1976) ou *Rift* Continental do Sudeste (segundo RICCOMINI, 1989), foi intensificada com destaque em trabalhos sobre a Formação Pariquêra-Açu (MELO *et al.* 1989a, 1989b, 1990a, 1990b e 1991). Os estudos sobre o Grupo Bauru são ainda objeto de publicações (LEITE *et al.*, 1984; SOUZA *et al.*, 1984; BRANDT NETO *et al.*, 1985a, 1985b e 1987 e FITTIPALDI *et al.*, 1989).

## 1.2 - TRABALHO EM EQUIPE

Nossa carreira científica pode ser separada em 3 fases (Tabela 1):

- 1ª Fase: 1970 a 1976 - que vai da iniciação ao Mestrado.
- 2ª Fase: 1977 a 1983 - que vai do Mestrado ao Doutorado.
- 3ª Fase: após 1984 (pós-Doutorado).

Do total de 85 trabalhos apresentados, que reúnem teses, trabalhos completos, resumos, breves comunicações e relatos, podemos destacar que apenas nas teses de Mestrado e Doutorado (COIMBRA, 1976 e 1983), estamos como único autor. Tem sido característica marcante em nossa vida científica o trabalho em equipe. Pela produção científica apresentada no Memorial de Atividades, verificamos que para os 85 trabalhos efetuados estão assinalados 85 diferentes colaboradores.

Na 1ª Fase destacamos o Prof. Dr. Kenitiro Suguio, que nos iniciou nos trabalhos de Sedimentologia, principalmente aqueles ligados à análise granulométrica

de sedimentos e ao estudo de minerais pesados.

Durante a 2ª Fase destacam-se os Profs. Drs. Setembrino Petri, José Moacyr Vianna Coutinho e Max Brandt Neto, sendo que o primeiro, como orientador, é o responsável pela nossa formação em Estratigrafia e no desenvolvimento de um apurado método de raciocínio geológico. O segundo, Prof. Coutinho (petrógrafo), foi nosso mestre na identificação de minerais em grãos e na análise petrográfica de rochas sedimentares. Por último destaca-se o Prof. Brandt Neto nosso colega de pós-graduação e companheiro inseparável nas pesquisas sobre o Grupo Bauru.

Para a 3ª Fase, a mais recente, além dos Professores Doutores acima mencionados, merecem distinção o colega de departamento Prof. Dr. Cláudio Riccomini e os nossos orientandos Mário Sérgio de Melo e Luiz Alberto Fernandes. Sobressai-se ainda a produção conjunta com a Dra. Diana Mussa no estudo dos vegetais fósseis da Bacia do Parnaíba. O ponto de maior importância na 3ª Fase (pós-Doutorado) é o aparecimento de trabalhos publicados em associação com nossos orientandos (MELO *et al.* 1985 e 1986; LIMA *et al.* 1989a e 1989b; MELO *et al.*, 1989a, 1989b, 1989c; FITTIPALDI *et al.*, 1989 e MELO *et al.*, 1990a, 1990b e 1991).

Destacamos também nossa produção didática realizada neste período, fruto da experiência adquirida ao longo destes anos de pesquisa, e com a colaboração dos nossos orientandos Profa. Ana Maria Góes e Luiz Alberto Fernandes e colegas do IGc-USP: Profs. Drs. José Moacyr Vianna Coutinho, Cláudio Riccomini e Jorge Kazuo Yamamoto (COUTINHO & COIMBRA, 1988; COIMBRA & GIANNINI, 1989; COIMBRA, 1990; COIMBRA & RICCOMINI, 1991; COIMBRA & GÓES, 1991 e COIMBRA *et al.* 1991a e 1991b).

Tabela 1 - Quadro da Produção Científica

TRABALHO	1ª FASE	2ª FASE	3ª FASE	TOTAL
1.	7	3	5	15
2.			1	1
4.1.	12	19	30	61
4.2	13	17	33	63
4.3	4	16	19	39
8.1	1			1
8.2		1		1

### 1.3 - UNIDADES TECTÔNICAS ESTUDADAS (Tabela 3)

Em torno de 80% dos trabalhos publicados são referentes a quatro unidades tectônicas: Sistema de *Rifts* da Serra do Mar, Bacia do Paraná, Bacia Bauru e Bacia do Parnaíba. Na 1ª Fase da carreira as três primeiras unidades foram as estudadas,



enquanto que na Bacia do Parnaíba os trabalhos só foram iniciados na 2ª Fase.

A Bacia do Paraná destaca-se na 2ª e 3ª fases. O Sistema de *Rifts* da Serra do Mar, objeto de estudo desde a 1ª Fase, tem tido um aumento crescente no número de publicações ao longo dos anos, sendo atualmente a unidade na qual dedicamos maior atenção em nossas pesquisas, principalmente em conjunto com nossos pós-graduandos.

Outras áreas que atingem 20% da nossa produção científica são referentes ao estudo de sedimentação atual (FÚLFARO & COIMBRA, 1972 e 1973; BARCELOS *et al.*, 1976; COIMBRA *et al.*, 1980; MODENESI *et al.*, 1983 e BOGGIANI *et al.*, 1985); estudos sobre a tectônica do pré-cambriano (CARNEIRO *et al.*, 1974 e HASUI *et al.*, 1975); estudo de ocorrências de minerais raros (COIMBRA *et al.*, 1989 e ATÊNCIO *et al.*, 1991) e de nomenclatura estratigráfica (PETRI *et al.*, 1982; 1986a e 1986b).

Tabela 2 - Unidades tectônicas estudadas.

	Bacia do Paraná	Bacia Bauru	S.R. Serra do Mar	Bacia do Parnaíba	Outros
1ª Fase	4	3	4	-	9
2ª Fase	9	10	3	3	4
3ª Fase	13	6	20	6	6

#### 1.4 - CONTINUIDADE DOS TRABALHOS EM EQUIPE (ANEXO A-1)

Em continuidade ao trabalho desenvolvido em equipe, com destaque para os orientandos, serão publicados e/ou apresentados os seguintes trabalhos:

**- Revista do IG (trabalhos no prelo)**

- 1.4.1 - MORAES, M.C.; GABAS, S.G.; MELO, M.S. de; FERNANDES, L.A.; COIMBRA, A.M. - Sedimentologia dos depósitos da Formação Pariquera-Açu e unidades relacionadas. 25 p. e 21 figs.
- 1.4.2 - LIMA, M.R.; MELO, M.S. de; COIMBRA, A.M. - Palinologia de sedimentos da bacia de São Paulo, Terciário do Estado de São Paulo, Brasil. 27 p., 3 estampas e 2 figs.

**-Anais da Academia Brasileira de Ciências (trabalho encaminhado)**

- 1.4.3 - COIMBRA, A.M.; FERNANDES, L.A.; MORAES, M.C.; MELO, M.S. de; - Métodos de estudo de litologias e paleocorrentes de cascalhos em terraços do Baixo Ribeira do Iguape (SP). 11 p., 8 figs e 2 tabelas.

**-2º Simpósio de Geologia do Sudeste - SBG/NSP e NRJ (trabalhos a serem apresentados)**

**em novembro de 1991)**

- 1.4.4 - BOGGIANI, P.C.; COIMBRA, A.M.; FAIRCHILD, T.R. - Proveniências dos clastos silicosos das cascalheiras dos rios Paraná e Araguaia. 9 p. e 2 figs.
- 1.4.5 - HACHIRO, J.; COIMBRA, A.M. - Sucessões sedimentares e ciclos transgressivo-regressivos da Formação Irati no Estado de São Paulo. 9 p.
- 1.4.6 - HACHIRO, J.; COIMBRA, A.M. - Sistemas deposicionais da Formação Irati no Estado de São Paulo. 8 p.

## 2 - BACIA DO PARNAÍBA: DISCUSSÃO SOBRE SUA NOMENCLATURA

### 2.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Temos nos reportado à Bacia do Parnaíba, alvo de estudos em nossos trabalhos há mais de uma década, impropriamente, com nomenclaturas distintas: Bacia ou Sinéclise do Maranhão, Bacia ou Sinéclise do Parnaíba, Bacia Maranhão-Piauí e Bacia do Meio Norte (Tabela 3).

TABELA 3 - Nomenclatura da Bacia do Parnaíba.

AUTORES	DESIGNAÇÕES UTILIZADAS
SÁ <i>et al.</i> (1979)	Sinéclise do Parnaíba
SÁ <i>et al.</i> (1980)	Bacia ou Sinéclise do Maranhão
SUNDARAN <i>et al.</i> (1981)	Bacia do Parnaíba
ATÊNCIO <i>et al.</i> (1982)	Bacia do Maranhão
COIMBRA (1983)	Bacia do Maranhão
COIMBRA & MUSSA (1984)	Bacia Maranhão-Piauí ou Meio-Norte
CASTELO BRANCO & COIMBRA (1984)	Bacia do Parnaíba
COIMBRA & RICCOMINI (1984)	Bacia do Maranhão
MUSSA & COIMBRA (1985)	sem designação
MUSSA & COIMBRA (1986)	Bacia do Maranhão
MUSSA & COIMBRA (1987)	Bacia do Parnaíba

Como toda bibliografia sobre o assunto mostra a mesma profusão de denominações, julgamos oportuno uma análise histórica sobre a nomenclatura para a devida uniformização, adotando-se a prioridade de designação.

A recomendação da prioridade, bem definida para unidades litoestratigráficas (e.g. PETRI *et al.*, 1986), pode ser também aplicada para nomenclatura de unidades tectônicas. A designação com precedência na data de publicação, desde que atenda as normas convencionais, e na ausência de motivo superior que a desabone, deve ser seguida, evitando-se o uso de sinônimos.

## 2.2. EVOLUÇÃO DOS CONHECIMENTOS

### 2.2.1. Fase Pioneira e de Reconhecimento

Deve-se a DERBY (1884) a primeira citação sobre sedimentos da bacia, quando a denominou de Bacia do Parnaíba, considerando-a quase exclusivamente ocupada por uma grande formação de "grès".

SMALL (1913 , 1914) e LISBOA (1914) contribuíram para o reconhecimento, descrição e nomenclatura das unidades sedimentares da bacia, sem preocupação com a denominação da unidade tectônica.

PAIVA & MIRANDA (1937) utilizaram a denominação Bacia de Sedimentação do Meio-Norte (região do Maranhão e Piauí correspondente a província botânica Zona dos Cocais).

OLIVEIRA & LEONARDOS (1943) adotaram a denominação de Bacia do Parnaíba, provavelmente em decorrência da proposta de DERBY (1884), mas sem a devida citação no texto.

PLUMMER (1946) utilizou inadequadamente o termo "geossinclíneo" Piauí-Maranhão para a referida bacia. CAMPBELL *et al.* (1949), apesar de relatarem que a Bacia do Maranhão é um "geossinclíneo" pouco profundo, optam pela nomenclatura tectônica de bacia.

ALBUQUERQUE & DEQUECH (1946) reapplicaram o termo Bacia de Sedimentação do Meio Norte e BLANKENNAGEL (1952 *apud* LUZ & MENDONÇA, 1959), utilizou a designação Bacia do Maranhão.

CAMPBELL (1948 , 1949) e CAMPBELL *et al.* (1949), em excelentes trabalhos para o Conselho Nacional do Petróleo sobre a identidade tectônica da bacia, mas desrespeitando a prioridade Parnaíba de DERBY (1884), criaram a denominação Bacia do Maranhão, considerando que este estado detém a maior área e espessura da bacia. Quanto a este aspecto, considerando a espessura total dos sedimentos, o depocentro da bacia situa-se no Estado do Maranhão. Verifica-se nos mapas de isópacas da seqüência siluro-devoniana-mississipiense (MESNER & WOOLDRIDGE, 1964), correspondente aos grupos Serra Grande e Canindé (NEVES *et al.*, 1990), que nesta época o depocentro da bacia situava-se no Estado do Piauí, próximo à Teresina. Mas para a seqüência permopensilvaniana e triássica (MESNER & WOOLDRIDGE, 1964), e para os grupos Balsas e Mearim (NEVES *et al.*, 1990), as isópacas mostram-se mais espessas para o Estado do Maranhão.

### 2.2.2. Fase PETROBRÁS (1950 - 1970)

Nos trabalhos de mapeamento de detalhe, quase sempre restritos a relatórios internos da PETROBRÁS, visando detectar estruturas petrolíferas, a bacia continua sendo chamada de Maranhão (LUZ, 1958 *apud* LUZ & MENDONÇA, 1959; MOORE, 1961 *apud* AGUIAR, 1971; MULLER, 1964 *apud* AGUIAR, 1971; REZENDE, 1964; AGUIAR, 1964; MOLNAR & URDINEA, 1966 *apud* AGUIAR, 1971; OJEDA & PERILLO, 1967; NORTHFLEET & MELO, 1967; MELO, 1968 e AGUIAR, 1969). Destaca-se o trabalho de MESNER & WOOLDRIDGE (1964) sobre a síntese geológica da bacia onde adotam a designação de Bacia do Maranhão.

O coroamento dessa fase se dá com a publicação da revisão estratigráfica da bacia (AGUIAR, 1971), que utiliza a denominação de Bacia do Maranhão. O trabalho de RODRIGUES (1967) é o único a utilizar como termo principal Parnaíba.

Os trabalhos publicados de KEGEL (1953, 1955, 1956, 1957 e 1966), provavelmente, em respeito à proposta de DERBY (1884) e de HARRINGTON (1962), GUIMARAES (1964), BIGARELLA *et al.* (1965), LOCZY (1968) e ALMEIDA (1969) utilizam o termo Parnaíba.

BEURLEN (1964) usou a denominação Parnaíba-Maranhão, enquanto que BRITO & SANTOS (1965) usaram Baía de Maranhão.

FUZIKAWA (1968), em estudos de prospecção uranífera, refere-se à baía como Piauí-Maranhão.

### 2.2.3. Fase DNPM/CPRM (década de 70)

Nesta fase os trabalhos são feitos a nível institucional por convênios DNPM/CPRM, que utilizam denominação única de Baía do Parnaíba. São os relativos à pesquisa de carvão (CRUZ *et al.*, 1972 *apud* CRUZ *et al.*, 1973; e LEITE *et al.*, 1975) e os relativos à integração geológica-metalogenética da baía (LIMA & LEITE, 1978); e ainda CALDASSO, (1978) e CALDASSO & HAMA (1978). Como exceções OLIVEIRA (1976) se refere à baía como do Meio-Norte, Parnaíba ou Maranhão, enquanto que LIMA & NAHASS (1978) utilizam o termo Anfíclise do Parnaíba ou Baía Sedimentar do Meio Norte.

As publicações do RADAM utilizam os termos Baía de Sedimentação Piauí-Maranhão (NUNES *et al.*, 1973a e 1973b) e Sinéclise do Maranhão-Piauí (ISSLER *et al.*, 1974 e SILVA *et al.*, 1974).

A maioria dos trabalhos da PETROBRÁS, nesta fase, utiliza a denominação da Baía do Maranhão, como por exemplo em: REZENDE (1971), CUNHA & CARNEIRO (1972), SAMPAIO e NORTHFLEET (1973), CAROZZI *et al.*, (1975) e QUADROS *et al.* (1980 *apud* NEVES *et al.*, 1990); com exceção de DAEMON (1974, 1976) que utiliza o termo Baía do Parnaíba.

Nesta fase, temos os relatórios de SÁ *et al.* (1979 e 1980) que aplicam no primeiro o termo Sinéclise do Parnaíba e para o segundo a denominação de Baía ou Sinéclise do Maranhão.

A maior parte dos autores (BIGARELLA, 1973; ANDRADE & DAEMON, 1974; SOARES *et al.* 1974 e BRITO, 1979a e 1979b) utiliza a denominação de Parnaíba, exceto FARIA JR. & SCHNITZER (1980) e FARIA JR. & TRUCKENBRODT (1980a e 1980b) que usam o termo Maranhão. Enquanto que SUGUIO & FÚLFARO (1977) relatam esses dois nomes como sinônimos.

Cabe destacar os trabalhos publicados de MABESONE (1977) que usa a denominação de Baía do Piauí-Maranhão, TROUW *et al.* (1976) que utilizam a designação de Sinéclise do Maranhão-Piauí; enquanto que FORTES (1978) retoma a proposta de PAIVA & MIRANDA (1937), modificada, com melhor definição geográfica, para Meio-Norte do Brasil. Já nos livros publicados (discutidos adiante), os autores utilizam os nomes Parnaíba e Maranhão como sinônimos (MENDES & PETRI, 1971; BRITO, 1979), enquanto que BEURLEN (1964) utiliza a denominação de Baía de Parnaíba-Maranhão.

### 2.2.4. Estágio Atual do Conhecimento (década de 80)

É digno de nota a preocupação demonstrada por NASCIMENTO *et al.* (RADAM, 1981) no que se refere a busca da origem da denominação da baía em foco. Descobrem esses autores que já no século passado (1884) no livro de "Geographia

Physica do Brasil" de WAPPAEUS, num capítulo escrito por DERBY, consta a referência ao termo Bacia do Parnaíba. Apesar dos autores posteriores usarem com maior frequência o nome Parnaíba para se referir a bacia, não citam DERBY (1884).

A retomada pela PETROBRÁS das pesquisas petrolíferas na bacia em pauta produziu vários documentos (relatórios internos, trabalhos publicados e teses), agora utilizando a denominação de Bacia do Parnaíba, talvez por influência de RODRIGUES (1967) e DELLA FÁVERA (1984). É possível que adoção do nome Parnaíba em substituição ao de Maranhão tenha sido causada, não pela recuperação da proposta de DERBY, mas para evitar confusão com a bacia costeira Pará-Maranhão. Destacam-se: QUADROS (1982); CAPUTO (1983 *apud* CAPUTO, 1984); CAPUTO & LIMA (1984); FREITAS *et al.* (1984 *apud* NEVES *et al.* 1990); DELLA FÁVERA (1984), CAMPOS (1985 *apud* NEVES *et al.* 1990); CUNHA (1986); ZEMBRUSCKI & CAMPOS (1987 *apud* NEVES *et al.* 1990); ARANHA & GÓES (1988 *apud* NEVES *et al.* 1990); GUIRRO & GARCIA (1988 *apud* NEVES *et al.* 1990); SANTOS *et al.* (1988 *apud* NEVES *et al.* 1990); GÓES *et al.* (1989); DELLA FÁVERA (1990); LIMA (1990 *apud* NEVES *et al.* 1990) e FORTES (1990).

Em continuidade, trabalhos desenvolvidos pelas Universidades, CPRM, DNPM e outras empresas, o termo Bacia do Parnaíba é usualmente aplicado. São os seguintes: ROCHA CAMPOS (1981); SUNDARAM *et al.* (1981); BRITO (1981); LIMA (1982); LIMA & BARTORELLI (1982); MABESOONE (1984a e 1984b); BEZERRA & CAVALCANTI (1986) e COLLARES & CAVALCANTI (1990). São exceção, pois ainda usam a designação de Bacia do Maranhão, FARIA JR. (1984), OLIVEIRA *et al.* (1984) e OLIVEIRA & SCHWAB (1984). FARIA JR. (1984) justifica a escolha do nome da seguinte forma: "Também denominada de Bacia do Parnaíba (KEGEL, 1951). Entretanto deve ter prioridade o termo Bacia do Maranhão (CAMPBELL, 1949, p.777)". Vale ressaltar que tal análise teve caráter perfunctório, pois em primeiro lugar KEGEL, em 1951 empregou a designação Bacia Piauí-Maranhão, adotando o termo Bacia do Parnaíba dois anos mais tarde (KEGEL, 1953); em segundo lugar, a prioridade, no que se refere a designação, é de DERBY (1884).

BRITO NEVES (1983) utilizou os termos Bacia do Parnaíba ou Maranhão-Piauí como sinônimos. PINTO & SAD (1986) utilizam como designação principal o termo Parnaíba, mas colocam os outros nomes como sinônimos (ou do Meio-Norte ou do Maranhão).

### 2.3. LIVROS PUBLICADOS

Dos livros sobre Geologia do Brasil (OLIVEIRA & LEONARDOS, 1943; GUIMARÃES, 1964; BEURLLEN, 1964; MENDES & PETRI, 1971; BRITO, 1979; PETRI & FÚLFARO, 1983 e SCHOBHENHAUS *et al.* 1984a), apenas OLIVEIRA & LEONARDOS (1943) e GUIMARÃES (1964) aplicam nome único de Parnaíba, os demais optam por este como termo principal, mas transcrevem, como abaixo exposto, os demais nomes. Acreditamos que esta forma é incorreta, pois as outras denominações são inadequadas e não sinônimos.

As descrições são as seguintes:

OLIVEIRA & LEONARDOS (1943, p.334): "no Brasil se encontram formações carboníferas nas seguintes bacias: Bacia do Parnaíba...".

GUIMARÃES (1964, p.234): "...KEGEL fez uma revisão da Bacia do Parnaíba...".

BEURLLEN (1964, p.220): "Finalmente durante o Devoniano, formou-se



no bloco brasileiro mais uma bacia sedimentar, na qual ocorre uma seqüência típica de formações devonianas. É a bacia de Parnaíba-Maranhão, que se estendia principalmente pelos estados do Piauí e Maranhão".

MENDES & PETRI (1971, p.51): "A Bacia Intracratônica do Parnaíba, também chamada Maranhão ou do Meio-Norte,...".

BRITO (1979, p.43): "As três bacias sedimentares da região são: a grande Bacia Paleozóica do Maranhão ou Parnaíba,...".

PETRI & FÚLFARO (1983, p.16): "A Bacia Sedimentar do Parnaíba, também chamada Maranhão,...".

SANTOS *et al.* (1984 *in* SCHOBENHAUS *et al.*, 1984a, p.159): "A Bacia do Parnaíba também conhecida como Bacia do Maranhão...".

## 2.4. TERMO PARNAÍBA

A designação Bacia do Parnaíba foi proposta por DERBY (1884), em consideração ao rio homônimo que divide os estados do Maranhão e Piauí, onde se encontra a maior parte dos sedimentos da bacia. A utilização desse termo segue o critério usado para a denominação das demais bacias intracratônicas brasileiras que se associam a amplas bacias hidrográficas, das quais recebem sua designação, como as bacias do Paraná e do Amazonas. A bacia em epígrafe difere apenas por não comportar rede hidrográfica única, apresentando de leste para oeste, as seguintes bacias hidrográficas, : Parnaíba, Itapecuru, Mearim-Pindaré e Gurupi. Sem dúvida, a maior e mais notável drenagem é a do Parnaíba que está próxima às máximas espessuras da bacia, principalmente em relação à primeira seqüência definida por MESNER & WOOLDRIDGE (1964).

Cabe destacar que a maioria dos autores que usam a designação Parnaíba, não fazem menção a proposta de DERBY (1884), com exceção de NASCIMENTO *et al.* (1981). O termo Parnaíba passa de fato a ser utilizado, de forma sistemática e organizada, a partir dos trabalhos de OLIVEIRA & LEONARDOS (1943) e de KEGEL da década de 50, porém estes autores não recuperaram o porquê da prioridade da denominação. A nosso ver, os autores que adotam o termo Parnaíba, o fazem por influência de KEGEL e não de DERBY.

## 2.5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base na exposição anterior, apresentamos as seguintes recomendações:

- que a notação tectônica usada seja bacia. O uso dos termos sinéclise e anficlise não é incorreto, mas designam apenas estágios evolutivos da bacia;
- que a denominação Bacia do Parnaíba seja adotada como única, conforme proposto por DERBY (1884), por sua prioridade e adequada definição;
- que sejam abandonadas as denominações impróprias (Maranhão, Meio-Norte, Maranhão-Piauí, Piauí-Maranhão e Parnaíba-Maranhão).

### 3. - CONTRIBUIÇÃO EÓLICA NA SEDIMENTAÇÃO DA FORMAÇÃO PEDRA DE FOGO

#### 3.1. - CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Nos últimos anos vários autores têm reportado sobre a contribuição eólica no Permiano da Bacia do Parnaíba. Uma fácies arenosa (Arenito Cacunda), tida como eólica-litorânea, foi definida e situada nas proximidades do contato entre as formações Pedra de Fogo e Motuca. Existem divergências sobre a sua posição estratigráfica: se pertence a uma ou a outra formação. Com base nos trabalhos que realizamos na bacia e, à luz do conhecimento bibliográfico existente, apresentamos, a seguir, uma reflexão sobre o assunto.

#### 3.2. - EVOLUÇÃO DOS CONHECIMENTOS

A primeira notícia sobre contribuição eólica para a Formação Pedra de Fogo é citada em MESNER & WOOLDRIDGE (1964), que advogam para algumas das camadas inferiores a origem marinha, embora reconheçam que a maior parte da unidade é continental e de mar remanescente, com ciclos evaporíticos frequentes e deposição eólica e fluvial.

LIMA & LEITE (1978), a partir da observação de arenitos com estratificação cruzada, com grãos arredondados e brilhantes e por vezes foscos, inferiram deposição fluvial com alguma contribuição eólica.

SÁ *et al.* (1979) definiram na região de Araguaína (TO) Carolina (MA) uma fácies arenosa superior na Formação Pedra de Fogo, a qual denominaram de Arenito Cacunda. Segundo estes autores esses arenitos teriam se formado em praias e dunas litorâneas, atestado pela existência de *Psaronius*, *in situ*, em pé, soterrados em vida. O local-tipo dos arenitos eólicos da Formação Pedra de Fogo (Arenito Cacunda) corresponde ao afloramento situado a cerca de 35 km a sudoeste de Carolina nas proximidades da estrada que liga Araguaína (TO) a Carolina (MA), próximo às margens do Ribeirão Cacunda, na localidade conhecida como Venda do Zé-Biela. Cabe destacar que COIMBRA & MUSSA (1984) estudaram os vegetais fósseis desta mesma localidade, e identificaram outras unidades sistemáticas, cujas frequências de aparecimento se equiparam em importância às das psaroniáceas.

Caracterização do Arenito Cacunda: segundo SÁ *et al.*, (1979) são arenitos esbranquiçados, friáveis, de granulação fina a média, com pouca matriz, pouco micáceos, com grãos subarredondados a subangulosos, seleção variando de moderada a boa, exibindo estratificação cruzada de pequeno a médio porte. No topo é abundante a ocorrência de madeira silicificada onde são observados troncos de até 5 m de comprimento e 0,4 m de diâmetro. Ocorre ainda intercalação de arenito de granulação fina com abundante matriz argilosa.

O Arenito Cacunda apresenta espessura irregular, podendo atingir até 15 m ao longo da estrada Araguaína-Filadélfia, no ramal que a liga ao Grotão das Arraias.

DELLA FÁVERA & ULIANA (1979), em relatório interno da PETROBRÁS sobre fácies e ambientes deposicionais da Bacia do Parnaíba, advogam que campos de dunas eólicas ocorrem nas formações Piauí, Pedra de Fogo, Motuca, Sambaíba, Pastos Bons e Corda. Atestam ainda que, na realidade, a fácies correspondente ao campo de

dunas passa lateralmente às fácies de ambientes associados ao deserto. Ressaltam, entretanto, que não se deve afirmar que uma determinada formação seja exclusivamente eólica, pois ela pode abranger outras fácies.

DELLA FÁVERA (1980) apresenta modelo de sedimentação para o Permo-Triássico da Bacia do Parnaíba (formações Motuca, Sambaíba e Pastos Bons) com depósitos desérticos e peridesérticos, onde interagem campos de dunas eólicas, *wadis*, lagos de deserto (*chotts*) e *sabkhas* continentais.

SÁ *et al.* (1980) descrevem a presença do Arenito Cacunda na região de Carolina (MA) e Riachão (MA), no topo da Formação Pedra de Fogo, atingindo espessuras de até 2 m. Trata-se de arenitos brancos, de cor creme ou ligeiramente rósea, com granulação fina a média, bem selecionados com grãos arredondados. Geralmente exibem estratificação cruzada de pequeno a médio porte. Fato marcante é a presença de numerosos fragmentos vegetais silicificados, em particular troncos de *Psaronius*, atingindo em certos casos vários metros de comprimento, associados a outras espécies vegetais não determinadas.

COIMBRA (1983) destaca para o topo da Formação Pedra de Fogo o aparecimento de arenitos (Arenito Cacunda) bem selecionados, oriundos de dunas litorâneas que recobriram as fácies de planície de maré com a regressão do mar permiano.

FARIA JR. (1984) propôs um modelo de paleodeserto para o Permo-Triássico da Bacia do Parnaíba (formações Motuca, Sambaíba e Pastos Bons). O modelo apresentado é análogo ao de DELLA FÁVERA & ULIANA (1979) e DELLA FÁVERA (1980). FARIA JR. (1984) utiliza dados de laboratório (análises granulométricas, estudos de minerais pesados, irradiação dos grãos de quartzo e determinação dos argilominerais) como fundamentos da proposta do paleodeserto permo-triássico. Cabe salientar que a maioria dos dados ou não são conclusivos ou são contraditórios, como por exemplo da aplicação do método de SAHU (1964), em que grupos de amostras pertencentes à Formação Sambaíba (dunas eólicas) caem em campos definidos como marinho raso e praia, ou ainda um grupo de amostras de arenitos da Formação Pastos Bons situado no limite entre turbidito e fluvial, é estranhamente interpretado como de leques aluviais.

O arenito Custódio da Formação Pedra de Fogo, que segundo NORTHFLEET & MELO, (1967) trata-se de um banco de arenito amarelo, mal selecionado, maciço, localmente calcífero, foi interpretado como deltáico por FARIA JR. (1984). DELLA FÁVERA (1990) descreve sedimentos eólicos do Arenito Custódio na seção-tipo da Formação Pedra de Fogo, localizada no Riacho Pedra de Fogo - Município de Pastos Bons (MA).

### 3.3. - POSIÇÃO ESTRATIGRÁFICA DO ARENITO CACUNDA

PINTO & SAD (1986), em mapeamento realizado na região de Araguaína (TO) - Filadélfia (TO), embora sem apresentarem maiores considerações sobre o ambiente deposicional, posicionaram os arenitos com restos vegetais silicificados da Serra do Ciríaco, definidos por SÁ *et al.* (1979) como Fácies Arenosa Superior da Formação Pedra de Fogo - Arenito Cacunda, como pertencentes à base da Formação Motuca. Segundo PINTO & SAD (1986 p. 350 e 351), "Optou-se por colocar tais rochas na base da Formação Motuca com base principalmente em características sedimentológicas. O topo da Formação Pedra de Fogo mostra rochas carbonáticas, em depósitos aparentemente cíclicos (arenitos, siltitos e folhelhos calcíferos alternados com leitos de marga e sílex), com estratificação plano-paralela em escala de afloramento, ao passo que os arenitos mencionados acima mostram estratificação cruzada de porte médio, não são carbonáticos, estão silicificados na base e portam restos de madeira petrificada".

Acreditamos que os argumentos apresentados por PINTO & SAD (1986) não são convincentes para situar estratigraficamente o Arenito Cacunda. Muito pelo contrário, na proposta inicial de PLUMMER (1946), a Formação Pedra de Fogo é caracterizada pela presença de camadas ricas em *chert* e fósseis vegetais silicificados. A designação Formação Motuca refere-se aos folhelhos de cor vermelho-tijolo, com lentes delgadas de calcários e anidrita (PLUMMER, 1946).

Cabe destacar que o contato entre as formações Pedra de Fogo e Motuca é geralmente gradativo, caracterizando-se pela passagem de folhelhos e siltitos avermelhados e esverdeados, com níveis de silixito, para folhelhos, arenitos e siltitos vermelho-tijolo da Formação Motuca. Segundo o perfil litoestratigráfico apresentado por PINTO & SAD (1986) os arenitos com estratificação cruzada de médio porte (Arenito Cacunda) se situam entre siltitos róseos e verdes, por vezes silicificados, litologias por nós consideradas como típicas da Formação Pedra de Fogo e não entre siltitos vermelho-tijolo característicos da Formação Motuca.

### 3.4. - CONSIDERAÇÕES FINAIS

A identificação de fácies eólicas na Formação Pedra de Fogo foi realizada simultaneamente por SÁ *et al.* (1979), DELLA FÁVERA & ULIANA (1979) e posteriormente reafirmada em SÁ *et al.* (1980) e DELLA FÁVERA (1980). Enquanto SÁ *et al.* (1979 e 1980) trabalharam na borda oeste da bacia, os demais autores concentraram seus estudos na borda leste.

A identificação de uma fácies arenosa no topo da Formação Pedra de Fogo (Arenito Cacunda) e sua interpretação como proveniente de dunas eólicas num quadro de *sabkha* litorâneo, é de grande importância para o reconhecimento da evolução permiana da Bacia Parnaíba.

O nome Arenito Cacunda deve ser mantido em função de sua identidade litológica e ainda por ser portador de importante conteúdo fóssilífero em vegetais silicificados, que marcam idade permiana inferior para este (COIMBRA & MUSSA, 1984).

A íntima associação do Arenito Cacunda com fácies de planície de maré (*sabkha*) justifica sua correta colocação no topo da Formação Pedra de Fogo. Seu conteúdo fóssilífero em vegetais fósseis silicificados, incluindo *Psaronius*, confirma a proposta acima por concordar com a proposição inicial para a Formação Pedra de Fogo, unidade litoestratigráfica onde os fósseis silicificados são elementos importantes de sua composição.

Acreditamos que trabalhos futuros de mapeamento em escalas de maior detalhe na Bacia do Parnaíba poderão levar o Arenito Cacunda ao "status" litoestratigráfico de membro.

## 4. - TIPOLOGIA DAS OCORRÊNCIAS BRASILEIRAS DE Palygorskita e Sepiolita

### 4.1 - CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Nos últimos 40 anos várias ocorrências de argilominerais fibrosos (grupo das hormitas) têm sido descritas no Brasil. As ocorrências estão presentes em contextos geológicos distintos, permitindo diferentes interpretações genéticas. As tentativas de definição da tipologia das ocorrências restringem-se aos trabalhos de COIMBRA (1983) e BOGGIANI *et al.* (1985). Pretende-se neste trabalho ampliar as propostas existentes, visando englobar novas ocorrências e ainda discorrer mais detalhadamente sobre a paragénese destes minerais.

### 4.2 - O GRUPO DAS HORMITAS

Os argilominerais pertencentes ao grupo das hormitas (palygorskita e sepiolita), também chamados argilominerais fibrosos, são silicatos de magnésio hidratados, com substituições isomórficas parciais do magnésio por alumínio e/ou ferro, numa estrutura cristalina semelhante à dos anfibólitos (SOUZA SANTOS & SOUZA SANTOS, 1984). Ocorre gradação no quimismo entre estes dois minerais, havendo, na sepiolita maior substituição de  $Al^{3+}$  por  $Mg^{2+}$  na camada octaédrica. Nas palygorskitas o alumínio está quase sempre presente em quantidades acima de 15%. Por esta razão, VELDE (1985) prefere denominar estes minerais como silicatos magnésio-aluminosos.

Em 1862 SAVCHENKOV estudou um mineral silicoso hidratado fibroso dos Montes Urais (Rússia), na "Série Palygorsk", próximo ao Rio Popovka, para o qual deu o nome de palygorskita (GOULART & FRAZÃO, 1977 e SOUZA SANTOS & SOUZA SANTOS, 1984). O termo attapulguita foi usado por DE LAPPARENT (1935, *apud* BRADLEY, 1940) para um mineral com as mesmas características, proveniente da "terra-füller" de Attapulgis (Georgia, E.U.A.), mas que ele, entretanto, acreditou possuir estrutura diferente da palygorskita. HUTGGINS *et al.* (1962), com o auxílio do microscópio eletrônico, verificaram que attapulguita e palygorskita eram, na realidade, o mesmo mineral, ambos com estrutura fibrosa, diferenciando-se apenas no tamanho das fibras, curtas para a attapulguita, finas e flexíveis para a palygorskita.

Segundo SOUZA SANTOS & SOUZA SANTOS (1984) o Comitê de Nomenclatura da Associação Internacional para o Estudo de Argilas (AIPEA) deu prioridade ao nome palygorskita, devendo, em consequência, ser abandonado o termo attapulguita.

Segundo BRADLEY (1940) a estrutura da palygorskita é constituída por camadas de duas unidades tetraédricas silicosas, ligadas por uma unidade octaédrica central, alumino-magnésiana, por meio de oxigênios comuns. Estas camadas crescem em apenas uma direção, formando filetes segundo o eixo  $c$ . Os filetes estão ligados entre si pelas arestas longitudinais, o que resulta numa estrutura cristalina relativamente porosa. Magnésio e alumínio são os elementos dominantes nas posições octaédricas, podendo existir pequena substituição por ferro. A variedade de fibras curtas (attapulguita) contém mais ferro que a variedade de fibras longas (palygorskita) (WEAVER & POLLARD, 1973).

Segundo TEODOROVICH (1961) a palygorskita é um mineral de

silicato de magnésio normalmente com a fórmula estrutural  $MgAl^2(Si_4O_{10})(OH)_2 \cdot 4H_2O$ , ou com a fórmula empírica  $MgO \cdot Al_2O_3 \cdot 4SiO_2 \cdot 5H_2O$ .

Segundo este autor, a razão Al/Mg não é fixa. A variedade rica em  $Al_2O_3$ , com razão Al/Mg maior ou igual a 1, é a palygorskita (alfa quando Al maior que Mg, e beta quando Al/Mg = 1). Existem, entretanto, termos pobres em  $Al_2O_3$  que se aproximam da composição da sepiolita, denominados pilolitas (alfa quando Mg/Al = 2 e beta quando Mg/Al = 3). Acredita ainda TEODOROVICH (1961) que a palygorskita seja a variedade mais comum.

FAHEY *et al.* (1960) e ECHLE (1974 e 1980) descreveram sepiolitas sódicas (loughlinita), enquanto que CAILLÈRE & HÉRIN (1972) identificaram sepiolitas aluminosas, níquelíferas e férricas (xilolita, segundo PREISINGER, 1959).

FERSMAN (1913, *apud* SOUZA SANTOS & SOUZA SANTOS, 1984) designou a sepiolita fibrosa como "alfa ou (para)-sepiolita" e os tipos terrosos e compactos ("meerschaum") como "beta-sepiolita".

Segundo SOUZA SANTOS & SOUZA SANTOS (1984) com microscopia eletrônica é possível prever se o argilomineral é palygorskita (fibras rígidas, não muito longas, às vezes em feixes) ou sepiolita (o tipo alfa ocorre como ripas longas e flexíveis; o tipo beta não pode ser identificado com precisão porque sua morfologia não é específica). No caso de ocorrer mistura de palygorskita e sepiolita, torna-se muito difícil a identificação da espécie mineralógica.

### 4.3 - GÊNESE DAS HORMITAS

A maioria das ocorrências de palygorskita e sepiolita citadas na literatura está associada a sedimentos depositados em condições de aridez, responsáveis por altas concentrações de Mg e Si e pH alcalino. Ocorrências naturais destes minerais, apesar de freqüentes e variadas, foram pouco estudadas. As hormitas possuem gênese variada, normalmente se associam a esmectitas, podendo se originar nas seguintes condições: (1) singeneticamente em ambientes evaporíticos; (2) em lagos caracterizados por franca sedimentação química básica, testemunhada pela presença de carbonatos, particularmente dolomitos, e freqüência de processos de silicificação; (3) por pedogênese em clima semi-árido, associadas a calcários tipo caliche; (4) pelo intemperismo submarino de rochas máficas e ultramáficas em águas profundas; e (5) pela precipitação a partir de soluções hidrotermais. Velos e alterações hidrotermais de rochas básicas e ainda ocorrências em águas profundas mostram ser quase que exclusivamente formados por palygorskita.

Segundo WOLLAST *et al.* (1968), soluções com  $Mg^{2+}$  e  $SiO_2$ , derivadas do intemperismo, acumulam-se em lagos e aumentam a salinidade e o pH das águas quando a evaporação excede a precipitação pluvial. Se a sílica não é retirada do ambiente através de processos bioquímicos (por exemplo, pela ação de diatomáceas), a sepiolita poderá precipitar diretamente, fato este constatado experimentalmente. Por outro lado, se a sílica for removida, poderá haver precipitação de magnésio em outra fase mineralógica, como por exemplo hidromagnesita ou brucita. Porém em águas intersticiais alcalinas de sedimentos lacustres, enriquecidas em  $Mg^{2+}$  e pobres em sílica, pode haver dissolução de diatomáceas ou de outros materiais silicosos, com a formação de sepiolita como mineral diagenético (FLEISCHER, 1972).

PARRY & REEVES (1968) descrevem a formação de sepiolita a partir de montmorillonita em sedimentos lacustres do Texas (E.U.A.), quando a salinidade dos lagos torna-se extremamente alta, em regiões de clima semi-árido.



Em processos pedogenéticos, em climas semi-áridos, com formação de caliche, o argilomineral fibroso normalmente presente é a palygorskita. A sepiolita pode estar presente quando há deposição química em *playa-lake* com pouco aporte de material terrígeno e/ou sob condições mais áridas, com maior disponibilidade de sílica. WEAVER & BECK (1977) sugeriram que sepiolita se forma por precipitação direta sob condições mais alcalinas do que a palygorskita (onde a Si e Mg são altos e Al baixo), usualmente na ausência de esmectita. Sepiolita foi descrita em calcretes nos estados de Nevada, E.U.A. (POST, 1978), Novo México, E.U.A. (VANDEN HEUVEL, 1966), Califórnia, Arizona e Nevada, E.U.A. (HAY & WIGGINS, 1980).

Todos os autores concordam que as sepiolitas e palygorskitas presentes em caliches sejam autígenicas, não detríticas. Entretanto, alguns autores (YAALON & WIEDER, 1976) consideram como produtos de alteração de montmorillonitas detríticas e/ou interstratificados montmorillonita-illita (normalmente presentes em caliches), enquanto outros admitem gênese por neoformação por precipitação química (SINGER & NORRISH, 1974 e SINGER, 1979) durante ou depois da precipitação de calcita (WATTS, 1980).

YAALON & WIEDER (1976) estudando solos carbonáticos de regiões semi-áridas de Israel, assim como ESWARAN & BARZANJI (1974, *apud* YAALON & WIEDER, 1976) em estudos sobre aluviões e solos coluviais do Iraque, concluíram que a alta concentração e pureza de palygorskita nestes solos, associadas à presença de morfologia complexa no arranjo das fibras, descarta a possibilidade de gênese detrítica com transporte e deposição, confirmando a autigênese (*in situ*) deste mineral por processo pedogenético, associada ainda a cristalização de gipsita.

WATTS (1980), em estudos sobre calcretes quaternários do deserto de Kalahari (sudeste da África), concluiu que a palygorskita pode se formar por reação de  $Mg^{2+}$  com montmorillonita ou pode ser precipitada de soluções em associação com neoformação de sepiolita e dolomita.

O modo de formação de palygorskita por substituição iônica de esmectita tem sido considerado improvável por envolver dificuldades cinéticas, devido a diferenças significativas nas estruturas cristalinas dos dois minerais (SINGER, 1979). Além disso, HASSOUBA & SHAW (1980) descreveram palygorskita sem esmectita precursora em caliches quaternários da planície costeira do noroeste do Egito. É possível a gênese da palygorskita a partir de soluções provenientes da dissolução de esmectitas. Segundo VELDE (1985) não há evidências que estruturas preexistentes de caulinita ou illita sejam ionicamente substituídas para formarem palygorskita, por apresentarem estruturas cristalinas completamente diferentes.

Considerando como improvável a transformação de esmectita para a palygorskita a reação inversa não deve também ocorrer, conforme acreditam PAQUET & MILLOT (1972) e BIGHAM *et al.* (1980) para intemperismo sob condições úmidas. Admite-se, simplesmente, a eliminação de palygorskita por alteração, sem a sua transformação para esmectitas. Como palygorskita e sepiolita são formadas de soluções aquosas alcalinas, a baixa atividade de Mg e Si comum em soluções intempéricas serão desfavoráveis a sua preservação (VELDE, 1985).

É comum a ocorrência de sepiolita associada a margas e dolomitos de ambientes evaporíticos, com componente detrítico quase inexistentes. Nestes locais somente Mg e Si estão disponíveis na solução, que tem baixo teor de  $Al^{3+}$  (a presença deste elemento favoreceria a precipitação de palygorskita e/ou esmectita).

ÇAĞATAY (1990) descreve a presença de palygorskita em rochas do Paleoceno-Mesoceno da Arábia Saudita, contemporâneas das ocorrências similares de bacias do Terciário do oeste da África. Segundo este autor a palygorskita foi formada por

precipitação química direta (autigênese), principalmente após a dolomitização de sedimentos depositados em ambientes costeiros mixohialinos sob condições áridas e semi-áridas. A ausência de sepiolita estaria ligada a alta razão Al/Mg.

À medida que se afasta do continente, a caulinita detrítica é substituída pelo par montmorillonita-palygorskita, de origem química. A seqüência sedimentar completa é formada por caulinita, montmorillonita-caulinita, montmorillonita, montmorillonita-palygorskita, palygorskita e palygorskita-sepiolita. Essa seqüência corresponde a uma transgressão, enquanto que a seqüência inversa corresponde à regressão. Os minerais mais aluminosos são os mais litorâneos e os mais magnesianos são os mais afastados do litoral (ELOUARD, 1959; SLANSKY, 1959; MILLOT *et al.*, 1960 *apud* MILLOT, 1964).

HATHAWAY & SACHS (1965) identificaram sepiolita em amostras dragadas da Cadeia Meso-Atlântica. Apesar da presença de serpentina, potencialmente geradora de sepiolita por alteração, consideraram a sepiolita como produto da reação do  $Mg^{2+}$  (em solução) com  $SiO_2$  liberado durante a alteração de cinzas vulcânicas. Posteriormente, BONATTI & JOENSUU (1968) também identificaram palygorskita e sepiolita em amostras da Cadeia Meso-Atlântica, como produtos de alteração hidrotermal tendo como material precursor a esmectita.

VELDE (1985) considera que como o material detrítico não é uma característica especial, e nem sempre há evidências particulares de atividades hidrotermais de alta temperatura, que é provável então que a origem das camadas palygorskíticas em sedimentos de águas profundas esteja ligada a alteração submarina de basalto em condições de baixa temperatura.

Vários autores têm demonstrado que a palygorskita pode ter origem hidrotermal. A dúvida existente refere-se ao processo genético: se por precipitação direta de soluções ou por substituição de minerais preexistentes.

Palygorskita em veios aparenta estar na maioria das vezes associada com carbonato, em rochas hospedeiras básicas e ultrabásicas (VELDE, 1985). Este mineral se forma quando o material se cristaliza sob baixas temperaturas e existe quantidade suficiente de sílica em solução.

FURBISH & SANDO (1976) registraram a ocorrência de palygorskita associada com aragonita (o Mg em solução teria favorecido a precipitação de aragonita em prejuízo de calcita) como preenchimento de fraturas em corpo de dunito intrudido por pegmatito félsico. Advogam estes autores origem para palygorskita por precipitação direta de soluções hidrotermais, onde o Al, Ca e  $SiO_2$  se derivariam de soluções do pegmatito, enquanto que o Mg seria liberado na serpentinização de olivina do dunito.

Em depósito constituído exclusivamente de sepiolita e outros silicatos de  $Mg^{2+}$ , em região de falha transformante do Oceano Índico, BONATI *et al.* (1983) não observaram indícios de origem direta a partir da água do mar nem da reação desta água com a crosta basáltica. Neste caso, é provável que a interação das rochas ultramáficas com a água do mar circulante na crosta, particularmente em zonas de falhas, resulte em soluções ricas em  $Mg^{2+}$  e  $SiO_2$  que, sob baixas temperaturas (inferiores a  $100^{\circ}C$ ) permitiriam a precipitação de sepiolita.

#### 4.4 - OCORRÊNCIAS BRASILEIRAS DE PLYGORSKITA E SEPIOLITA

As ocorrências brasileiras de palygorskita e sepiolita podem ser classificadas nos seguintes grupos:

- Grupo 1: paragênese palygorskita-esmectita  
associada a hidrotermalismo em rochas básicas (vulcânicas e hipoabissais);
- Grupo 2: paragênese sepiolita  
associada a preenchimento de fraturas em rochas magnesianas (dolomitos,  
magnesita e rochas ultrabásicas);
- Grupo 3: associada a deposição em *sabkha* litorâneo:
- Subgrupo 3.1: paragênese palygorskita-esmectita  
em planície de maré;
  - Subgrupo 3.2: paragênese palygorskita-esmectita  
em mares residuais (ambiente evaporítico) sem  
recorrência marinha;
- Grupo 4: associadas a deposição em *sabkha* continental:
- Subgrupo 4.1: paragênese palygorskita-sepiolita  
deposição em *playa-lake*;
  - Subgrupo 4.2: paragênese palygorskita-esmectita  
deposição em *bajada*, associada a calcretes.

#### 4.4.1 - Palygorskita de Origem Hidrotermal (Grupo 1)

Deve-se a PICHLER (1952) a primeira descrição de palygorskita no Brasil, que registrou "atapulgita" em Santos (SP), presente em "amígdalas de diabásio".

Interessante ocorrência de palygorskita foi descrita por GOULART & FRAZÃO (1977) na usina hidrelétrica de Água Vermelha, em Fernandópolis (SP). Esta preenche grandes cavidades de um derrame de basalto vesicular da Formação Serra Geral (Juro-Cretáceo da Bacia do Paraná). Os autores sugerem origem hidrotermal para este argilomineral, face à ausência de indícios de intemperismo no basalto e à associação freqüente com zeólitas, calcedônia, esmectita, calcita e com montmorillonita ferrífera (nontronita).

MARQUES *et al.* (1987) descreveram, no local da implantação da barragem de Porto Primavera (SP/MS) a ocorrência de litologia anômala aos basaltos da Formação Serra Geral, que denominaram de "basalto pouco denso". Este ocorre sob a forma de bolsões e é composto quase que totalmente pelos argilominerais esmectita e palygorskita, que perfazem de 75 a 95% da rocha, com pequeno percentual de calcita. Os autores indicam para o basalto "pouco denso" uma origem por processo intempérico de alteração. Para a mesma rocha, classificada petrograficamente como basalto amigdaloidal brechado e hidrotermalizado, TRESSOLDI *et al.* (1986) baseando-se na mineralogia peculiar, nas estruturas e nas relações de campo, sugerem para este origem hidrotermal. De fato a forma de ocorrência em bolsões, sem continuidade lateral, associada a instabilidade química da palygorskita, quando submetida ao intemperismo, são os argumentos que suportam a hipótese de origem hidrotermal para a paragênese palygorskita-esmectita presente nos basaltos "pouco densos".

Acredita-se que soluções hidrotermais ligadas a rochas básicas não sejam suficientemente ricas em sílica para formarem sepiolita, o que associado ainda a presença de algum alumínio leva a geração da paragênese palygorskita-esmectita.

#### 4.4.2 - Sepiolita Preenchendo Fraturas de Rochas Magnesianas (Grupo 2)

Este tipo de ocorrência não tem sido reportado na literatura internacional. A primeira citação no Brasil deve-se a BOGGIANI *et al.* (1985) que descreveram sepiolita em fratura de espessura centimétrica em camada de dolomito intercalada com folhelhos e silixitos da Formação Irati (Permiano da Bacia do Paraná) na pedreira da SUCAL, situada na localidade de Perolândia, próxima a Mineiros (GO). Segundo estes autores o magnésio teria sido liberado por dissolução e/ou dedolomitização da camada carbonática. Na presença de soluções enriquecidas em sílica ocorreria a precipitação de silicato de magnésio fibroso (sepiolita) em fraturas, portanto de origem epigenética, posterior à consolidação e fraturamento da rocha.

HIRUMA (1990), admitiu origem por lixiviação e posterior concentração de Mg na rocha para a sepiolita presente em fraturas no mármore dolomítico (Proterozóico) da Pedreira do Mato Grande, Caçapava do Sul (RS).

SOUZA SANTOS & SOUZA SANTOS (1984) citam ocorrências de sepiolita em "veios" em rochas ultrabásicas (São Gabriel, GO), em serpentinitos níquelíferos (São José do Tocantins, GO) e associadas a magnesita (Brumado, BA). Estas ocorrências são aqui colocadas, preliminarmente, como pertencentes a este grupo, associadas a fraturas e não em veios, haja visto que na gênese hidrotermal o mineral fibroso normalmente presente é palygorskita e não sepiolita.

#### 4.4.3 - Palygorskita em *Sabkha* Litorâneo (Grupo 3)

##### 4.4.3.1 - Palygorskita em planície de maré (Subgrupo 3.1)

Os sedimentos da Formação Piauí (Carbonífero Superior da Bacia do Parnaíba) indicam ambiente oxidante, clima semi-árido a desértico e os calcários fossilíferos restritos mostram breves incursões marinhas. Segundo BEZERRA & CAVALCANTE (1986) na região de Nova Guadalupe (PI) o argilomineral predominante na Formação Piauí é a palygorskita, neoformada em ambiente marinho alcalino, possivelmente como prolongamento dos processos sedimentares da Formação Piauí. Ocorrem ainda associados os argilominerais caulinita, esmectita, illita e clorita.

Na Formação Piauí as paragêneses presentes são palygorskita-esmectita e esmectita-clorita. Os argilominerais illita e caulinita provavelmente são de origem detrítica.

Nota-se portanto a presença de Mg nas soluções responsáveis pela neoformação dos minerais, indicado pela associação com dolomitos. Acredita-se que as diferenciações nas paragêneses estejam ligadas a maior disponibilidade de sílica por ocasião da neoformação de palygorskita.

Na Formação Pedra de Fogo (Permiano da Bacia do Parnaíba) estão presentes siltitos, dolomitos, margas, sílex e arenitos de origem marinha epicontinental, onde predomina deposição em planície de maré sob condições de salinidade alta (*sabkha* litorâneo), ocorrendo, ocasionalmente, pequenas intercalações de evaporitos (COIMBRA, 1983).

LIMA & LEITE (1978) citam a ocorrência de illita e caulinita na Formação Pedra de Fogo.

Para FARIA JR. (1979), a esmectita é o mais abundante dos argilominerais na Formação Pedra de Fogo e está presente em toda seqüência estratigráfica. Secundariamente aparecem ainda illita, caulinita, interestratificados



illita-montmorillonita e clorita-montmorillonita (corrensita).

SÁ *et al.* (1980) identificaram nos sedimentos da Formação Pedra de Fogo na borda oeste da bacia os argilominerais illita, caulinita, montmorillonita e traços de "attapulguita" (palygorskita).

Segundo COIMBRA (1983) na Formação Pedra de Fogo foram identificados os seguintes argilominerais: illita, caulinita, montmorillonita, clorita e traços de palygorskita. Além dos grupos de argilominerais simples, ocorrem, em algumas amostras, o argilomineral interestratificado ou de camada mista denominado corrensita (clorita-montmorillonita). Atribui-se origem detrítica para as illitas e caulinitas degradadas, sendo os demais argilominerais produto de autigênese.

DELLA FÁVERA (1990) descreve provável presença de palygorskita associada à brecha carbonática no topo da Formação Pedra de Fogo, em sua seção-tipo, localizada no riacho homônimo, no município de Pastos Bons (MA).

Segundo MILLOT (1970), a corrensita forma-se preferencialmente sob condições hipersalinas, em associação com fácies carbonáticas e evaporíticas, pela fixação do  $Mg^{2+}$  nos retículos cristalinos dos minerais degradados.

Ambientes ricos em magnésio seriam favoráveis à formação de corrensita ou de clorita recristalizada, cuja presença indicaria, portanto, águas salinas durante a sedimentação.

Segundo COIMBRA (1983) a ocorrência de processos de dolomitização e silicificação em rochas carbonáticas da Formação Pedra de Fogo mostra a existência de Mg e sílica durante a gênese destes sedimentos. Com a presença destes elementos em solução, dever-se-ia esperar a formação de palygorskita, um argilomineral raro nesta formação.

Verifica-se entre os argilominerais neoformados da Formação Pedra de Fogo a predominância da paragênese esmectita, secundada pelas paragêneses esmectita-clorita, esmectita-corrensita e palygorskita-esmectita. Considerando que o Mg esteve sempre presente nas soluções, as paragêneses encontradas estariam ligadas às variações de disponibilidade de sílica e principalmente a alta atividade do Al.

#### 4.4.3.2 - Palygorskita em ambiente evaporítico (Subgrupo 3.2)

Na Formação Motuca (Permiano da Bacia do Parnaíba) estão presentes a caulinita, illita, esmectita e palygorskita (LIMA & LEITE, 1978; SÁ *et al.*, 1980 e COIMBRA, 1983).

Segundo SÁ *et al.* (1980), numerosos indícios de palygorskita foram cadastrados na área de Carolina-Riachão (MA). Este argilomineral ocorre essencialmente na parte inferior, química, da Formação Motuca, sob forma de leitos milimétricos concordantes com a estratificação dos siltitos e rochas carbonáticas. A palygorskita pode também preencher pequenas fraturas, em posição discordante com a acamamento geral.

COIMBRA (1983) destaca ocorrências de palygorskita em Oiteiro (Riachão), Alto Bonito (Riachão) e Araguaína. Afirma que a associação palygorskita-esmectita situa-se na porção oeste da Bacia do Parnaíba, associada à presença de calcários, gipsita e sílex e mostra deposição química (argilas neoformadas) sob condições alcalinas e alta salinidade presentes na base da Formação Motuca.

Segundo SÁ *et al.* (1980), como material precursor para a formação de

palygorskita da Formação Motuca, não podem ser totalmente descartados os produtos vulcânicos, tendo em consideração a influência vulcânica na sedimentação durante o Permo-Triássico, como já admitiu DELLA FÁVERA (1980). Acredita-se que esta possível atividade poderia ter ação indireta, acarretando alta disponibilidade de sílica no meio deposicional, mas dificilmente atuaria diretamente na gênese da palygorskita. Vale lembrar que evidências de vulcanismo estão presentes na Formação Pedra de Fogo, onde existem traços de palygorskita, enquanto que na Formação Motuca, onde este mineral é mais freqüente, não se registrou, até o momento, nenhum indício de atividade vulcânica (COIMBRA, 1983).

Acredita-se que a palygorskita da Formação Motuca tenha duas origens: (1) associada a deposição em ambiente alcalino, com alta salinidade e disponibilidade de sílica e magnésio; neste caso, o fato dos calcários da Formação Motuca associados à palygorskita serem puros, sem nenhuma evidência de dolomitização, sugere que o Mg existente no meio deposicional tenha sido totalmente retido pela sílica para a formação de palygorskita (gênese singenética); (2) associada à transformação da lama micrítica, de caráter dolomítico, em formas pseudoesparíticas de calcita, liberando Mg para reagir com a sílica e formar a palygorskita (gênese sindiagenética) presente em fraturas (COIMBRA, 1983).

Esmectita e palygorskita da Formação Motuca são consideradas como neoformadas em ambiente alcalino rico em Mg e Si, enquanto que para caulinita e illita admite-se gênese detrítica. Postula-se que a presença de Al nas soluções tenha favorecido as paragêneses esmectita e palygorskita-esmectita presentes na Formação Motuca, em prejuízo da neoformação de sepiolita.

#### 4.4.4 - Palygorskita e Sepiolita em *Sabkha* Continental (Grupo 4)

##### 4.4.4.1 - Palygorskita em calcretes (*bajada*) - Subgrupo 4.1

Segundo SUGUIO *et al.* (1980) estão presentes na Formação Caatinga (Cenozóico - Estado da Bahia) os seguintes argilominerais: esmectita, illita e traços de palygorskita. Segundo estes autores a predominância de esmectita e de traços de palygorskita é sugestiva de clima árido durante a sedimentação do Calcário Caatinga, considerado então como depósito de caliche.

Provavelmente os argilominerais esmectita e palygorskita são neoformados, enquanto que illita teria origem detrítica. Acredita-se que as soluções deveriam apresentar baixa disponibilidade em sílica, favorecendo a formação da paragênese esmectita para a Formação Caatinga, sendo que a palygorskita está presente apenas como traços.

Vários autores têm identificado a presença de esmectita e palygorskita em arenitos e rochas carbonáticas do Grupo Bauru (Cretáceo Superior - Bacia Bauru) (PAIVA NETO & NASCIMENTO, 1957; SUGUIO, 1973; SOUZA SANTOS, 1975; LEPSCH *et al.*, 1977; SUGUIO & BARCELOS, 1978; SUGUIO, 1980; BRANDT NETO, 1984; SOUZA SANTOS & SOUZA SANTOS, 1984 e BRANDT NETO *et al.*, 1985).

Na região de Monte Alto (SP) BRANDT NETO (1984) e BRANDT NETO *et al.* (1985) descreveram a ocorrência de palygorskita em arenitos da Formação Adamantina (Grupo Bauru), associada à esmectita em nódulos e níveis mais carbonáticos (calcretes).

BARCELOS & SUGUIO (1987) propuseram nova divisão para a Formação Marília, do Grupo Bauru, compreendendo os membros Ponte Alta, Serra da Galga e Echaporá. Segundo estes autores o Membro Echaporá é constituído por arenitos

TONZ T582



finos a grossos, conglomeráticos, com calcretes nodulares; enquanto que o Membro Ponte Alta apresenta arenitos mal selecionados, localmente conglomeráticos, com intensa cimentação carbonática, níveis de calcretes e lentes de calcários impuros.

Vários autores descreveram a presença de palygorskita em arenitos e nódulos carbonáticos (calcretes) do Membro Echaporã da Formação Marília, em localidades do Estado de São Paulo: rodovia Assis-Marília a 18km de Marília (PAIVA NETO & NASCIMENTO, 1957 e SOUZA SANTOS & SOUZA SANTOS, 1984); Rubião Júnior (SOUZA SANTOS & SOUZA SANTOS, 1984); Piratininga (SOUZA SANTOS & SOUZA SANTOS, 1984); Echaporã (LEPSCH *et al.*, 1977 e SOUZA SANTOS & SOUZA SANTOS, 1984); Agudos (SUGUIO & BARCELOS, 1978); Rodovia Bauru-Herculândia SP-333 (SUGUIO & BARCELOS, 1978); e Monte Alto (BRANDT NETO, 1984 e BRANDT NETO *et al.*, 1985).

Nota-se nestas descrições a ausência de sepiolita e associação freqüente da palygorskita com esmectita mais raramente com clorita. Verifica-se então para o Membro Echaporã da Formação Marília a predominância da paragênese palygorskita-esmectita entre os argilominerais neoformados, demonstrando presença de Si e Mg nas soluções percolantes dos paleosolos (calcretes), sob condições semi-áridas, onde a alta reatividade do Al não permitiu a geração de sepiolita, deslocando a reação para neoformação de palygorskita e esmectita. Para illita e caulinita, acompanhantes da palygorskita nestes arenitos, admite-se gênese detrítica.

Segundo BRANDT NETO *et al.* (1985) admite-se que sob condições de semi-aridez climática, a água percolante do lençol freático suba por evaporação, e quando atinge a superfície, devido a baixa umidade relativa do ar, ocorra deposição química. O cálcio formaria calcários, e o magnésio e a sílica existentes neste processo poderiam favorecer a formação da palygorskita. O excesso de sílica leva a deposição de opala ou calcedônia (sílex) como terceiro componente na cimentação dos arenitos Bauru.

#### 4.4.4.2 - Paragênese sepiolita-palygorskita em ambiente de *playa-lake* - Subgrupo 4.2

SUGUIO (1973) e SUGUIO & BARCELOS (1978) descrevem para o Grupo Bauru no Triângulo Mineiro diferentes associações de argilominerais neoformados. Na região de Uberaba a palygorskita é acompanhada de sepiolita e secundariamente esmectita.; na região de Ponte Alta palygorskita, clorita e esmectita são os argilominerais presentes; na de Frutal a palygorskita é mineral principal podendo associar-se com clorita e esmectita.

Segundo SOUZA SANTOS & SOUZA SANTOS (1984) para o Triângulo Mineiro, nas regiões de Ponte Alta (Pedreira da Cia. de Cimento Ponte Alta), Peirópolis (antiga E.F. Mogiana) e Serra de Uberaba (Morro da Siriema, Sítio dos Bragas) palygorskita e sepiolita ocorrem em concentrações elevadas, geralmente em camadas, associadas a calcários e sílex, onde é importante assinalar a presença paralela de sepiolita isolada ou em mistura com palygorskita localmente impurificada com esmectita.

Estes silicatos autígenos (produtos de neoformação) ou de curto transporte, seriam formados em lagos efêmeros com franca sedimentação química, de caráter básico (alcalino), testemunhada pela presença de calcários e freqüência de fenômenos de silicificação (SUGUIO, 1973 e SUGUIO & BARCELOS, 1978).

SUGUIO & BARCELOS (1983), em estudos sobre calcretes do Membro Ponte Alta da Formação Marília, indicam que estes estão lateral e verticalmente associados com calcários depositados em *playa-lake*.

SILVA & DELMONTE (1987) advogam que as indicações

litoestratigráficas e paleoambientais parecem indicar a presença de um grande complexo *playa-lake* durante a sedimentação do Membro Ponte Alta da Formação Marília, na região do Triângulo Mineiro.

Diferindo do Membro Echaporá, o Membro Ponte Alta (Formação Marília, Grupo Bauru, Triângulo Mineiro) apresenta a paragênese sepiolita-palygorskita, neoformadas por precipitação química a partir de soluções alcalinas em ambientes de *playa-lake*.

Os argilominerais neoformados presentes no Membro Ponte Alta, mostram as paragêneses sepiolita-palygorskita, palygorskita-clorita e palygorskita-esmectita, demonstrando condições deposicionais com soluções mais alcalinas para a neoformação de sepiolita. O gradual aporte detrítico, aumentando os teores de Al nas soluções, leva conseqüentemente a formação de palygorskita, clorita e esmectita. Os argilominerais palygorskita, clorita e esmectita se associam também a calcretes em *bajada* formados por evapotranspiração, enquanto que a sepiolita seria exclusiva de deposição química em lagos salinos. Illita e caulinita também presentes no Membro Ponte Alta são, provavelmente, de origem detrítica e/ou intempérica, respectivamente.

#### 4.5 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

A síntese apresentada poderá ser aprimorada com a obtenção de dados a partir dos seguintes trabalhos sistemáticos:

- a) análises químicas e mineralógicas das esmectitas para definir se os termos são mais cálcicos, sódicos ou magnesianos;
- b) melhor controle litoestratigráfico das ocorrências associadas a sedimentos;
- c) aplicação de microscopia eletrônica para melhor identificação de forma, acarretando definição de origem autigênica ou detrítica para os argilominerais.

Os estudos acima deverão direcionar a pesquisa de sepiolita-palygorskita, minerais estes tão importantes na indústria e ainda sem jazimento importante conhecido no Brasil.

## 5. - ANTÉCLISE DE RONDONÓPOLIS

### 5.1. - CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O desenvolvimento do tema visa reconstruir a evolução geológica das bacias cretáceas continentais da porção centro/sul da Plataforma Sul-Americana através do conhecimento existente sobre as principais feições tectônicas, procurando integrar a análise do substrato das bacias, a sedimentação e a evolução tectônica. Estudos futuros envolvendo aplicação do conceito de fácies e sistemas deposicionais deverão levar ao mapeamento e à revisão estratigráfica das unidades encontradas nas bacias cretáceas em epígrafe.

Com o fim das atividades relacionadas com o vulcanismo Serra Geral, a partir do final do Cretáceo Inferior, a Plataforma Sul-Americana passou a ter um caráter ascensional generalizado. Na porção centro-sul da Plataforma Sul-Americana, algumas áreas apresentaram, entretanto, um comportamento diferenciado, negativo em relação ao todo, acumulando sedimentos de origem continental em depocentros individualizados por compartimentação tectônica, como reflexo da Orogenia Andina sobre a plataforma, gerando, conseqüentemente, várias bacias cretáceas limitadas por feições tectônicas positivas sobre estruturas brasílicas (Antéclise de Rondonópolis), freqüentemente associadas com magmatismo alcalino e ocorrências de quimberlitos.

### 5.2. - ANTÉCLISE DE RONDONÓPOLIS

A Fig. 1 mostra as principais estruturas tectônicas da região centro-sul da Plataforma Sul-Americana, conforme compilado dos trabalhos de NORTHFLEET *et al.* (1969), ALMEIDA (1983), CORDANI *et al.* (1984), SCHOBENHAUS *et al.* (1984b), SANTOS *et al.* (1984), ZALÁN *et al.* (1986), SIQUEIRA (1988) e FERNANDES (1990).

A análise das estruturas tectônicas, aliada ao conhecimento estratigráfico, permitiu propor a existência de uma antéclise controladora da sedimentação no Cretáceo Superior. A antéclise, aqui denominada de Rondonópolis, situa-se no domínio de terrenos brasílicos, enquanto que as principais bacias cretáceas alojam-se sobre áreas cratônicas (Fig. 2). As coberturas cretáceas situadas sobre a antéclise foram denominadas de bacias do Cambambe, Poxoréu e Itiquira, de noroeste para sudeste, respectivamente.

A Antéclise de Rondonópolis encerra elementos estruturais importantes, relacionados ao denominado "Lineamento Transbrasílico" (SCHOBENHAUS *et al.*, 1975 *apud* CORDANI *et al.*, 1984). Entretanto, desaconselha-se esta designação uma vez que o referido lineamento não corresponde a uma simples feição tectônica linear. Prefere-se o termo Zona de Falhas Transbrasílico, conforme denominação de ZALÁN *et al.* (1986).

A redefinição aqui apresentada mostra que as estruturas do Ciclo Brasílico comandaram toda a história evolutiva da Antéclise de Rondonópolis, até mesmo limitando-a.

Merece destaque o fato da parte norte da Antéclise de Rondonópolis situar-se sobre o Geossinclíneo Paraguai-Metassedimentos Epizonais-Supracrustais (vide CORDANI *et al.*, 1984) contendo as bacias do Cambambe e Poxoréu com caimento para

norte, enquanto que a parte sul da antéclise situa-se sobre Terrenos Mesozonais (vide CORDANI *et al.*, 1984) comportando a Bacia de Itiquira, com provável caimento para sul.

Verifica-se que as grandes bacias continentais cretáceas (Bauru e Parecis) situam-se sobre área cratônica, enquanto que as menores (Cambambe, Poxoréu e Itiquira) são embutidas tectonicamente sobre a Antéclise de Rondonópolis, controlada por soerguimento do substrato brasileiro no Cretáceo Superior. Nota-se ainda que no Cenozóico a Antéclise deve ter apresentado subsidência da sua parte nordeste, condicionando a deposição da Formação Cachoeirinha no Terciário, enquanto que no Quaternário a Bacia do Pantanal situa-se sobre a sua porção a sudoeste, caracterizando portanto um comportamento tectônico diferenciado.

Considera-se como cronocorrelatas as distintas unidades cretáceas das bacias em pauta, ou seja, Formação Parecis (Bacia do Parecis), Formação Ribeirão Boladouro (bacias do Cambambe e Poxoréu), Formação Cambambe (bacias do Cambambe e Poxoréu), Formação Itiquira (Bacia de Itiquira) e Grupo Bauru (Bacia Bauru). Destaca-se a Formação Cachoeirinha, de idade provável do Terciário, como posterior à principal atividade tectônica da Antéclise de Rondonópolis (no Cretáceo Superior).

### 5.3. - BACIAS CONTINENTAIS CRETÁCEAS DO CENTRO-SUL DA PLATAFORMA SUL-AMERICANA

#### 5.3.1. - Bacia dos Parecis

SANTOS *et al.* (1984) identificaram uma nova bacia com sedimentos paleozóicos e mesozóicos, para a qual aplicaram a denominação de Bacia de Parecis - Alto Xingu.

Entretanto, adota-se aqui o termo Bacia dos Parecis, pois a identidade tectônica da bacia só foi obtida no Cretáceo Superior, com a sedimentação da Formação Parecis sobre área cratônica (Figs. 2 e 3). Os sedimentos paleo-mesozóicos descritos, que constituiriam o substrato da bacia, pertencem certamente à Bacia do Paraná, fragmentada com o soerguimento da Antéclise de Rondonópolis.

As paleocorrentes da Formação Parecis, deduzidas de estratificações cruzadas, são dirigidas para norte-noroeste e norte-nordeste. As espessuras também aumentam para o norte, sugerindo ligação com a Bacia do Amazonas, rompida posteriormente por falhamentos, de modo que a formação desaparece abruptamente ao norte do paralelo 11°S (PETRI & FÚLFARO, 1981).

SIQUEIRA (1988) menciona a existência do Arco da Serra Formosa, separando dois depocentros adjacentes superimpostos à bacia, um situado a oeste, desenvolvido no Cretáceo e outro a leste, do Terciário.

PETRI & FÚLFARO (1981) apresentaram modelo de evolução tectônica mesozóico-cenozóica da região da Chapada dos Parecis em que advogam que a Província Serrana, durante o Cretáceo, poderia ter sido ainda mais elevada, e teria sido área-fonte tanto para a Formação Parecis, como para os sedimentos cretáceos da parte noroeste da Bacia do Paraná, pertencentes ou correlacionados ao Grupo Bauru.

#### 5.3.2. - Bacia do Cambambe

A Bacia do Cambambe, identificada neste trabalho (Figs. 2 e 3),

situa-se sobre a Antéclise de Rondonópolis e tem como limite sul o Arco de São Vicente, que a separa da Bacia de Poxoréu. Seu centro deposicional localiza-se a norte-nordeste, como definido pelas variações faciológicas e aumento de espessura das unidades sedimentares. Corresponde a uma sedimentação de leques aluviais em clima semi-árido (*sabkha* continental) associados a uma atividade tectônica atuante durante a sedimentação relacionada a um sistema de falhas NE-SW, com blocos altos a sul atuando como áreas-fonte para os sedimentos. As porções proximais dos leques (Fácies Quilombinho da Formação Ribeirão Boiadeiro), segundo WESKA (1987), teriam sido depositadas em *grabens* limitados por falhas NE-SW.

Para WESKA (1987) e WESKA *et al.* (1988) a distribuição espacial dos sedimentos cretáceos da Chapada dos Guimarães permite a proposição de um modelo deposicional de leques aluviais depositados sob condições semi-áridas a áridas como: fácies proximal (Quilombinho), intermediária (Cachoeira do Bom Jardim) e distal (Cambambe). Esta distribuição, quando associada ao tamanho dos clastos, sugere um aporte de sudoeste para nordeste. A observação de tendências de predomínio e desaparecimento de determinados tipos litológicos em clastos, bem como ciclicidade e espessamento das camadas, indicam o centro da bacia como localizado em direção ao quadrante nordeste.

Acredita-se na continuidade física das bacias do Cambambe e Poxoréu durante o Cretáceo Superior, e que estas se individualizaram pela reativação das falhas NE-SW associadas ao Arco de São Vicente entre o fim do Cretáceo Superior e início do Terciário, isto é, pós-deposição da Formação Cambambe e pré-deposição da Formação Cachoeirinha.

### 5.3.3. - Bacia de Poxoréu

A Bacia de Poxoréu, também identificada neste trabalho, tem como limites ao norte o Arco de São Vicente e ao sul a Falha de Poxoréu, situando-se, portanto, sobre a Antéclise de Rondonópolis (Figs. 2 e 3).

A Falha de Poxoréu (limite norte do Sistema de Falhas do Centro-Leste de Mato Grosso) apresenta, segundo NORTHFLEET *et al.* (1969), 160km de extensão e mais ou menos 300m de rejeito vertical.

Na região de Poxoréu o sistema de falhas mais importante tem direção NE a NE-E, cortado pelo subordinado E-W a NW-W, com idades entre o Cretáceo Superior (Unidade B = Formação Cambambe) e o Terciário (Unidade C = Formação Cachoeirinha) (OLIVEIRA & MUHLMANN, 1965)

OLIVEIRA (1964, *apud* OLIVEIRA & MUHLMANN, 1965) aventou a hipótese da possível ligação entre os falhamentos do centro-leste matogrossense, que seriam do tipo normal, com a Orogenia Andina, ligada a esforços essencialmente compressivos.

Segundo WESKA (1987), nos arenitos da Formação Botucatu na Chapada dos Guimarães "estão impressos falhamentos EW, NW e NE. Os dois primeiros são distensivos, e o último, além de distensivo, é direcional, evidenciado por zonas de cisalhas associadas a intensa silicificação e brechação".

PETRI & FÚLFARO (1981), descrevem arenitos da Formação Parecis silicificados ao longo das zonas de fraturas e brechas, ocorrendo ainda milonitos ao longo das falhas.

Segundo MILANI *et al.* (1990) por sua relativa proximidade ao cinturão

orogênico andino, a Calha Central da Bacia do Paraná é um sítio no qual podem ter acontecido manifestações tectônicas em função dos esforços compressoriais gerados na margem convergente oeste do continente sul-americano, a partir do Paleozóico. Como exemplos destas manifestações, dados sísmicos da Bacia do Pantanal mostram falhas reversas terciárias; na região de Dourados (MS), flanco noroeste da Calha Central, são interpretáveis feições sugestivas de encurtamento horizontal da seção, como provável produto dos mesmos esforços compressivos oriundos de oeste.

As informações acima aliadas à análise da distribuição dos sedimentos nas bacias do Cambambe e Poxoréu, que são nitidamente romboédricas e com grande espessura de preenchimento (cerca de 300m), permitem estabelecer a hipótese de movimentos direcionais sin-deposicionais no sistema de falhas NE-SW. Tal hipótese leva a classificar as bacias como sendo do tipo *pull-apart*, geradas num sistema transcorrente sinistral.

#### 5.3.4. - Bacia de Itiquira

Outra bacia descrita neste trabalho é a de Itiquira (Figs. 2 e 3), situada sobre o Sistema de Falhas do Centro-Leste de Mato Grosso na Antéclise de Rondonópolis. Tem como limite sul a Falha de Correntes, enquanto que a ocorrência de sedimentos cretáceos, isolada a nordeste da Bacia de Itiquira, apresenta-se limitada ao sul pela Falha de Diamantino.

Segundo NORTHFLEET *et al.* (1969), a Falha de Diamantino apresenta 100km de extensão e aproximadamente 300m de rejeito, enquanto que a Falha de Correntes com 60km de extensão apresenta rejeito menor. As falhas apresentam blocos alongados segundo NE-SW escalonados para NW e influíram na sedimentação cretácea, mas não perturbaram a cobertura terciária.

A Bacia de Itiquira é atualmente separada da Bacia Bauru pela continuidade, para sudoeste, do Arco de Bom Jardim de Goiás (ou "Lineamento Transbrasiliano" ou "Zona de Falhas Transbrasiliano"), com possível continuidade física entre as duas bacias no Cretáceo Superior.

#### 5.3.5. - Bacia Bauru

Segundo FERNANDES (1990), "o conjunto litológico do Grupo Bauru pode ser individualizado numa seqüência conforme conceito de SLOSS (1963), originalmente depositada numa depressão com características próprias: a Bacia Bauru".

O depocentro da Bacia Bauru situa-se no Pontal do Paranapanema, coincidindo com as maiores espessuras de lavas da Formação Serra Geral. Entretanto, a geração da bacia não está simplesmente ligada à subsidência pelo peso da lava, haja visto que outras regiões, como a de Torres (RS) - Araranguá (SC), ao longo do Sinclinal de Torres também área com espessamento de lavas, não geraram bacias.

A geração da Bacia Bauru estaria ligada à compartimentação tectônica do substrato pré-cambriano, situando-se sobre um núcleo cratônico (definido por CORDANI *et al.*, 1984) bordejado por faixas móveis do Ciclo Brasileiro (vide Fig. 3).

## 5.4. - LITOESTRATIGRAFIA DAS BACIAS CRETÁCEAS

### 5.4.1. - Cretáceo Superior

#### 5.4.1.1. - Formação Parecis (Bacia dos Parecis)

A definição original da Unidade Parecis deve-se a OLIVEIRA (1915, *apud* SANTOS *et al.*, 1984) que relata que "o planalto dos Parecis é constituído de arenito vermelho ou amarelo, com escasso cimento feldspático, encerrando sempre numerosas concreções silicosas, entre as quais predominam as pederneiras". Concluiu que esta unidade depositou-se posteriormente ao basalto que forma a Serra de Tapirapuã, o que o levou a deduzir que seria mais recente que o Arenito Botucatu, ao qual se associam as rochas vulcânicas. Além disso, pareceu-lhe distinta do Bauru pela ausência de cimento calcífero e presença de silex, características incomuns na rocha do Bauru. Na Serra Norte, encontrou restos de madeira silicificada, tendo atribuído ao Cretáceo Superior a idade mais provável para a formação.

VIEIRA (1965, *apud* SANTOS *et al.*, 1984), já empregando o termo litoestratigráfico Formação Parecis, descreveu-a como um arenito vermelho, branco quando alterado, de granulação fina a muito fina, mais feldspático e caulinizado na base.

Segundo PETRI & FÚLFARO (1981) a Formação Parecis apresenta arenitos muito finos a finos, com cimento argiloso, contendo subordinadamente leitos maciços de siltitos arenosos e diversos níveis de conglomerados, em geral associados com estruturas de escavação e preenchimento irregularmente distribuídas. São comuns co-seqüências de estratificações cruzadas, planares e acanaladas, de pequeno porte.

Nas descrições de SANTOS *et al.* (1984), para a Formação Parecis o litotipo predominante é um arenito maciço, de coloração esbranquiçada, róseo-avermelhada, arroxeadada ou amarelada, granulação fina a média, às vezes grossa, bem selecionada, grãos arredondados e com superfície fosca. São feldspáticos e o cimento, em geral, é constituído ora de óxidos de ferro, ora sílica, ou ainda acha-se caulinizado. Exibem níveis conglomeráticos locais e lentes de argilitos e/ou siltitos de cores arroxeadas. Eventualmente, nos estratos basais da unidade, ocorre um conglomerado de matriz abundante, bem estratificado, intercalado com níveis de arenitos brancos ou rosados, friáveis, moderadamente selecionados, com grãos arredondados, de boa esfericidade, e sendo fracamente feldspáticos. Nos horizontes inferiores é um conglomerado polimítico que passa a ortoquartzítico para o topo. Nas zonas afetadas por falhas, mostram intensa silicificação.

Os autores são unânimes em considerar a Formação Parecis como de origem continental fluvial (ALMEIDA, 1964; FIGUEIREDO *et al.*, 1974 *apud* SANTOS *et al.*, 1984; PINTO FILHO *et al.*, 1977 *apud* SANTOS *et al.*, 1984; e PETRI & FÚLFARO, 1981 e 1983). Destacam-se os trabalhos de PADILHA (1974 *apud* SANTOS *et al.*, 1984) e FIGUEIREDO *et al.* (1974 *apud* SANTOS *et al.*, 1984), que identificaram uma fácies eólica na base da formação, sendo que os autores posteriores (PINTO FILHO *et al.*, 1977 *apud* SANTOS *et al.*, 1984 e SANTOS *et al.*, 1984) posicionaram-na na Formação Botucatu.

A Formação Parecis apresenta contato basal discordante sobre os Basaltos Tapirapuã, Arenito Botucatu, sedimentos permianos e rochas do embasamento (Complexo Rio Branco). Sua espessura referida na literatura é variável de 80m (PINTO FILHO *et al.*, 1977), a 200m (SANTOS *et al.*, 1978), ou no máximo da ordem de 120m (PETRI & FÚLFARO, 1981).

#### 5.4.1.2. - Formação Ribeirão Boiadeiro (bacias do Cambambe e Poxoréu)

Propõe-se neste trabalho a definição da Formação Ribeirão Boiadeiro ocorrendo nas bacias de Poxoréu e do Cambambe.

Para a Bacia do Cambambe a Formação Ribeirão Boiadeiro engloba as fácies Quilombinho e Cachoeira do Bom Jardim (definidas por WESKA, 1987). São assim descritas:

- a) **Fácies Cachoeira do Bom Jardim** - constituída por conglomerados lenticulares com seixos e calhaus de rochas vulcânicas básicas e ácidas, quartzo e arenitos; presença de matriz areno-argilosa; são maciços ou com gradação inversa, sendo raras as cruzadas acanaladas; intercalam-se, principalmente para o topo, bancos de arenitos finos maciços com cimentação carbonática (calcretes) e/ou silicosa (silcretes); destacam-se pequenas intercalações de argilas vermelhas com gretas de contração; alguns clastos apresentam forma de ventifactos; na Cachoeira do Bom Jardim atinge espessura de 95m, com 90m na Fazenda do Paranaense e 150m no Morro do Cambambe;
- b) **Fácies Quilombinho** - constituída por conglomerados com seixos e calhaus com predomínio de rochas básicas e matriz areno-argilosa; presença de intercalações de lamitos e lamitos conglomeráticos, e ainda arenitos argilosos lenticulares; na Fazenda do Paranaense-Quilombinho apresenta espessura de 18m e na Cachoeira do Bom Jardim a espessura é de 8m.

A Formação Ribeirão Boiadeiro, do Cretáceo Superior, é resultante de deposição fluvial (*braided*, com arenitos e argilitos mais comuns no topo da unidade) com corpos aquosos associados (*playa-lake*, com calcretes freqüentes na base da formação) em clima semi-árido (*sabkha* continental). Corresponde à Unidade A (Bacia de Poxoréu) de OLIVEIRA & MUHLMANN (1965), tendo como seção-tipo a seção nº 10 (Tabela 4) destes autores, descrita nas encostas do vale do Ribeirão Boiadeiro, 22 km a NE de Mutum (MT), onde apresenta espessura de 120 metros. Exibe contato inferior discordante sobre os Basaltos Serra Geral e Arenito Botucatu.

BAUER & LARGHER (1958, *apud* OLIVEIRA & MUHLMANN, 1965) identificaram na Fazenda Roncador, a nordeste da Chapada dos Guimarães, uma seqüência constituída de arenitos argilosos vermelho-tijolo, contendo finas intercalações de calcário e de conglomerados polimíticos, subjacente a uma seção de arenitos grossos, vermelho-tijolo, maciços, designada de "Bauru equivalent", correspondendo, portanto, à Formação Ribeirão Boiadeiro.

#### 5.4.1.3. - Formação Cambambe (bacias do Cambambe e Poxoréu)

A Formação Cambambe, aqui proposta, ocorre nas bacias do Cambambe e Poxoréu. Na Bacia do Cambambe corresponde à Fácies Cambambe, definida por WESKA (1987), enquanto que na Bacia de Poxoréu corresponde à Unidade B de OLIVEIRA & MUHLMANN (1965), denominada por GONÇALVES & SCHNEIDER (1970) como Membro Borolo, em menção a uma tribo indígena local. Considera-se o termo Borolo como inadequado por não se tratar de acidente geográfico (conforme preconizado pelo Código Brasileiro de Nomenclatura Estratigráfica - PETRI *et al.*, 1986a), preferindo-se a denominação Cambambe por esta ser um acidente geográfico perfeitamente reconhecido, onde DERBY (1890) primeiramente descreveu fósseis (dinossauros e quelônios), considerando-os como do Cretáceo, interpretados posteriormente como do Cretáceo Superior por ROXO (1937).

A formação tem sua seção-tipo, onde atinge 200m de espessura, no



Morro do Cambambe (nome de origem bakairi, *kubangue* = morro da festividade), que se destaca na área como morro testemunho com altitude de 740m.

A unidade Cambambe, na bacia homônima, é constituída (segundo WESKA, 1987 e WESKA *et al.*, 1988) por quartzo-arenitos, subarcóseos e arenitos líticos com granulação fina a média, bem selecionados, podendo apresentar grânulos e pequenos seixos de quartzo e cimentação silicosa (silcretes) ou localmente carbonática (calcretes). Intercalam-se conglomerados com matriz arenosa fina a média com seixos de quartzo e arenitos, sendo raros os de rocha vulcânica ácida ou básica (riólitos e basaltos). Alguns clastos apresentam forma de ventifactos. Ocorrem, ainda, intercalações de brechas intraformacionais com clastos de argila.

Segundo OLIVEIRA & MUHLMANN (1965), a Unidade B (Bacia de Poxoréu - Formação Cambambe), de origem fluvial (*braided*) em clima semi-árido e idade cretácea superior, apresenta arenitos, localmente silicificados, avermelhados, vermelho-arroxeados, róseos, ou cinza-arroxeados, em geral médios, apresentando parte conglomerática, sendo normalmente maciços. A unidade inclui ainda conglomerados com matriz arenosa, com clastos de até 40cm de quartzo, arenitos silicificados ou metamorizados e basalto.

Na Bacia de Poxoréu, segundo OLIVEIRA & MUHLMANN (1965), o contato inferior da Unidade B (Formação Cambambe) é concordante com a Unidade A (Formação Ribeirão Boiadeiro) e com discordância erosiva sobre os Basaltos Serra Geral e Formação Botucatu. A Unidade B (Formação Cambambe) apresentou espessuras de 50 e 70m em duas seções incompletas, não devendo ultrapassar 100m. Na Bacia do Cambambe o contato basal, quando se dá com a Formação Ribeirão Boiadeiro (Fácies Cachoeira do Bom Jardim), é concordante gradacional, e torna-se discordante com as formações Botucatu e Serra Geral.

#### 5.4.1.4. - Formação Itiquira (Bacia de Itiquira)

A unidade Itiquira, aqui redefinida com o *status* de formação, corresponde à Fácies Itiquira, primeiramente descrita por SOUZA JR. *et al.* (1983, *apud* SOUZA JR., 1984) nos arredores da cidade e do rio homônimo no Estado de Mato Grosso. É caracterizada por um conjunto de litotipos, como paraconglomerados e arenitos médios a grossos, maciços, mal selecionados, silicificados, apresentando colorações róseo-avermelhadas. A espessura desta unidade foi medida nos arredores de Itiquira (MT) em 120m.

A Formação Itiquira está presente na bacia homônima e em ocorrência situada a nordeste nos arredores de Diamantino (MT), não devendo ser estendida para a Bacia Bauru como pertencente à Formação Marília, conforme proposto por SOUZA JR. (1984).

#### 5.4.1.5. - Grupo Bauru (Bacia Bauru)

Para o Grupo Bauru a Fig. 4 (FERNANDES, 1990) mostra a evolução do conhecimento estratigráfico, e a coluna apresentada por BARCELOS & SUGUIO (1987) é aqui adotada por sintetizar de forma conveniente o conhecimento existente sobre esta unidade, destacando-se a subdivisão da Formação Marília nos Membros Echaporã, Ponte Alta e Serra da Galga. São ainda objeto de polêmica a posição estratigráfica da Unidade Itaqueri (formação, membro ou litofácies) e as rochas vulcânicas da Unidade Iporá (grupo ou formação) e ainda os analcimitos, rochas de filiação alcalina, descritos por COIMBRA *et al.* (1981) e COUTINHO *et al.* (1982) como lavas intercaladas em sedimentos Bauru, o que levou BRANDT NETO (1984) a incorporar estas rochas na Unidade Iporá com *status*

de formação, posicionando-a como parte integrante da seqüência intermediária do Grupo Bauru. Por outro lado, MANZINI (1990) considerou como intrusivas pós-Bauru todas as ocorrências alcalinas da região de Jaboticabal-Monte Alto (SP) e vizinhanças.

O Grupo Bauru, com espessura máxima estimada em 320m (MEZZALIRA *et al.*, 1981), é composto, segundo FERNANDES (1990) da base para o topo, pelas formações: Caiuá (arenitos finos a médios com estratificações cruzadas formando sets de altura métrica a até cerca de 10m); Santo Anastácio (arenitos finos a médios predominantemente maciços a estratificados subhorizontalmente); Adamantina (arenitos finos, siltitos e argilitos, em bancos maciços ou com estratificações plano-paralelas e cruzadas acanaladas ou tangenciais na base, marcas onduladas, laminação cruzada, brechas intraformacionais e pelotas de argila, estruturas de corte e preenchimento); e Marília (arenitos finos a grossos e conglomerados em bancos, com cimentação carbonática e caliches). Contemporâneos à porção superior da Formação Adamantina, tem-se os arenitos tufáceos da Formação Uberaba.

## 5.4.2. - Terciário

### 5.4.2.1. - Formação Cachoeirinha (Bacia de Poxoréu)

SCHNEIDER *et al.* (1974) formalizaram o termo Cachoeirinha para denominar, como formação, a seqüência suprabasáltica de origem fluvial sob condições climáticas oxidantes, constituída de sedimentos areno-argilosos vermelhos que ocorrem na região centro-leste de Mato Grosso, com contato inferior discordante e espessamento para nordeste. Deve-se a OLIVEIRA & MUHLMANN (1965) a individualização desta seqüência, a qual denominaram, informalmente, de "Unidade C". A designação Cachoeirinha foi utilizada por GONÇALVES & SCHNEIDER (1970) que indicaram como típicas as exposições nas imediações da localidade Cachoeirinha, situada 30km a norte de Poxoréu (MT), onde apresenta 80m de espessura.

Segundo SCHNEIDER *et al.* (1974), a unidade constitui-se de sedimentos maciços, areno-argilosos, vermelhos, pouco consolidados. Nos locais onde se encontra melhor desenvolvida ocorrem ainda arenitos amarelados, médios a grossos, muito argilosos, mal selecionados, com grãos angulosos e subarredondados, e presença de níveis de conglomerados e argilitos cinza-esverdeados com grãos de areia esparsos.

Dada a ausência de registro fóssil, OLIVEIRA & MUHLMANN (1965) situaram a Unidade C (Formação Cachoeirinha) entre o Cretáceo Superior e o Terciário, com base na sua posição estratigráfica, enquanto que SCHNEIDER *et al.* (1974) atribuíram-lhe, tentativamente, idade terciária.

## 5.5. - Considerações Finais

A Antéclise de Rondonópolis é uma feição tectônica de direção ENE de marcada atividade no Mesozóico. No Cretáceo Superior, como resultado dos esforços compressivos na borda oeste da Placa Sul-Americana, falhamentos ENE, longitudinais à feição, foram reativados com características transtracionais (transcorrência sinistral), ensejando a deposição de significativa espessura de sedimentos continentais em bacias romboidais, tipo *pull-apart*, em arranjo *lazy-Z* (bacias do Cambambe, Poxoréu e Itiquira). Entre o Cretáceo Superior e o Terciário, com o predomínio de esforços compressivos vindos de leste (Cadeia Meso-Atlântica) sobre os Andinos, a região sofre transpressão (transcorrência dextral), com soerguimento e erosão, possível separação entre as bacias anteriormente ligadas (bacias do Cambambe e Poxoréu e bacias de Itiquira e Bauru), e

geração da discordância pré-Formação Cachoeirinha.

Evolução tectono-sedimentar da Antéclise de Rondonópolis:

- Cretáceo Superior: transcorrência sinistral, com formação de bacias *pull-apart* controladas por falhas NE (ENE) e NW. Esta fase estaria ligada ao predomínio da subducção da Placa Sul-Americana sob a Placa de Nazca em relação à abertura da Cadeia Meso-Atlântica.
- Cretáceo Superior-Terciário: compressão NW-SE com geração de encurtamento. Transcorrência dextral gerando altos, com a separação das bacias do Cambembe e Poxoréu e bacias de Itiquira e Bauru. Discordância pré-Formação Cachoeirinha. Esta fase estaria ligada a maior abertura na Cadeia Meso-Atlântica gerando empurrão.

Estudos estruturais de maior detalhe, em combinação com o quadro litoestratigráfico relativamente adequado ora disponível, abrirão, sem dúvida, novo campo de estudos sobre a tectônica transcorrente desta região intraplaca.

## **TABELA 4: Seção-Tipo da Formação Ribeirão Boiadeiro**

Descrição segundo OLIVEIRA & MUHLMANN (1965) - Seção nº 10, situada 22km a nordeste de Mutum - MT (do topo = 98m para a base = 0m):

- **80 a 98m**

Intercalações de:

  - a) calcário branco, cristalino fino, duro, com raros grãos de areia e seixos de arenito marrom-claro, argiloso, bem arredondado;
  - b) arenito marrom-claro, muito calcífero, argiloso, fino, bem arredondado, cortado por veios de calcita cristalina;
  - c) argillito vermelho-tijolo, arenoso, calcífero, "blocky".
- **79 a 80m**

Conglomerado constituído de pequenos seixos de arenito calcífero e argillito arenoso, envoltos em matriz calcífera branca. Ocorrem ocasionais seixos de quartzo e quartzito.
- **71 a 79m**

Intercalações de:

  - a) argillito vermelho-tijolo, arenoso, "blocky", calcífero;
  - b) arenito marrom-claro com manchas brancas, fino a médio, regularmente selecionado, argiloso, calcífero.
- **70 a 71m**

Calcário branco, cristalino, fino, apresentando grãos arredondados de areia (tipo Botucatu).
- **46 a 71m**

Mesmas intercalações descritas imediatamente abaixo, apenas com maior percentagem do arenito vermelho-tijolo (c).
- **45,2 a 46m**

Calcário branco, cristalino fino, com raros grãos bem arredondados de areia e pequenos seixos de arenito calcífero, marrom-claro. O calcário é duro e forma leitões proeminentes.
- **30,4 a 45,2m**

Intercalações de:

- a) calcário branco a róseo, cristalino fino, pouco arenoso, com manchas marrom-claras constituídas de arenito argiloso, bem arredondado, fino a médio, moderadamente selecionado;
- b) arenito marrom-claro com manchas brancas, argiloso, calcífero, bem arredondado, duro;
- c) delgadas camadas de arenito vermelho-tijolo, muito argiloso, friável, bem arredondado, fino a médio, moderadamente selecionado, calcífero.

● **30 a 30,4m**

Calcário róseo a esbranquiçado, microcristalino, com alguns cristais finos, pouco arenoso (grãos bem arredondados tipo Botucatu).

● **15 a 30m**

Intercalações de:

- a) calcário róseo a branco, pouco arenoso (grãos bem arredondados), cristalino fino;
- b) arenito calcífero, marrom-claro, friável.

● **10 a 15m**

Arenito calcífero a calcário arenoso, marrom-claro, com zonas brancas (de calcário puro), pouco argiloso, grãos arredondados. Ocorrem veios e alguns geodos de calcita cristalina.

● **4,6 a 10m**

Arenito calcífero a calcário arenoso, com veios e manchas brancas, pouco argiloso. Grãos finos a médios, bem arredondados (tipo Botucatu), estratificação pouco distinta.

● **1,8 a 4,6m**

Encoberto.

● **0,4 a 1,8m**

Calcário creme a branco, cristalino fino, com raros grãos de areia (tipo Botucatu). Raros grânulos de basalto.

● **0 a 0,4m**

Conglomerado constituído principalmente de clastos mal arredondados a angulosos de basalto de até 20cm. A matriz constitui-se de arenito calcífero, róseo esbranquiçado; localmente constitui-se de calcário arenoso, róseo, e de argilito arenoso avermelhado.

● **0m**

Assenta-se sobre basalto com granulação fina a afanítica. Amigdaloidal. Amígdalas preenchidas com material argiloso, branco. Raras vezes com zeólitas.

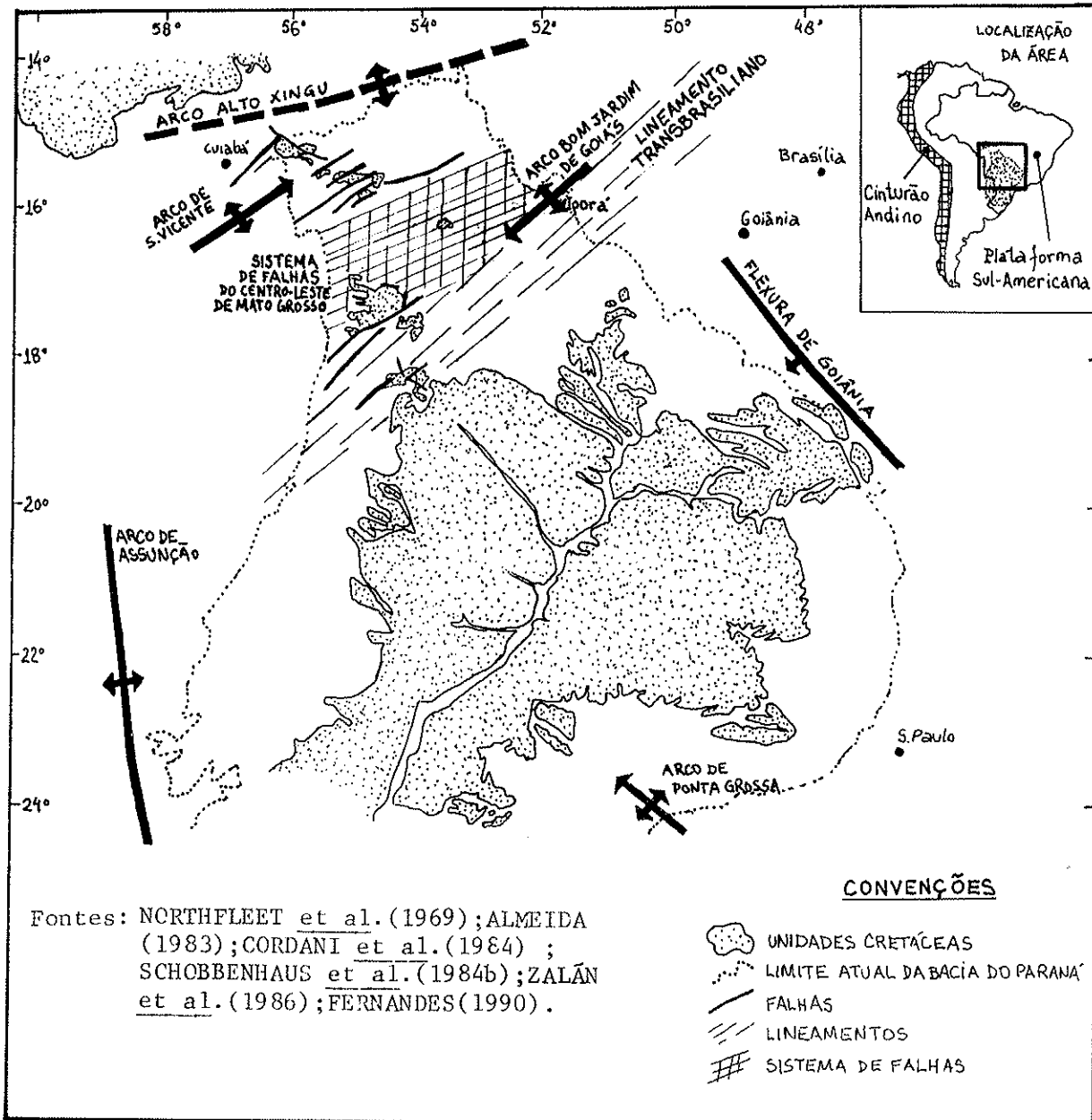


Figura 1: Unidades cretáceas da porção centro-sul da Plataforma Sul-Americana e estruturas tectônicas associadas.

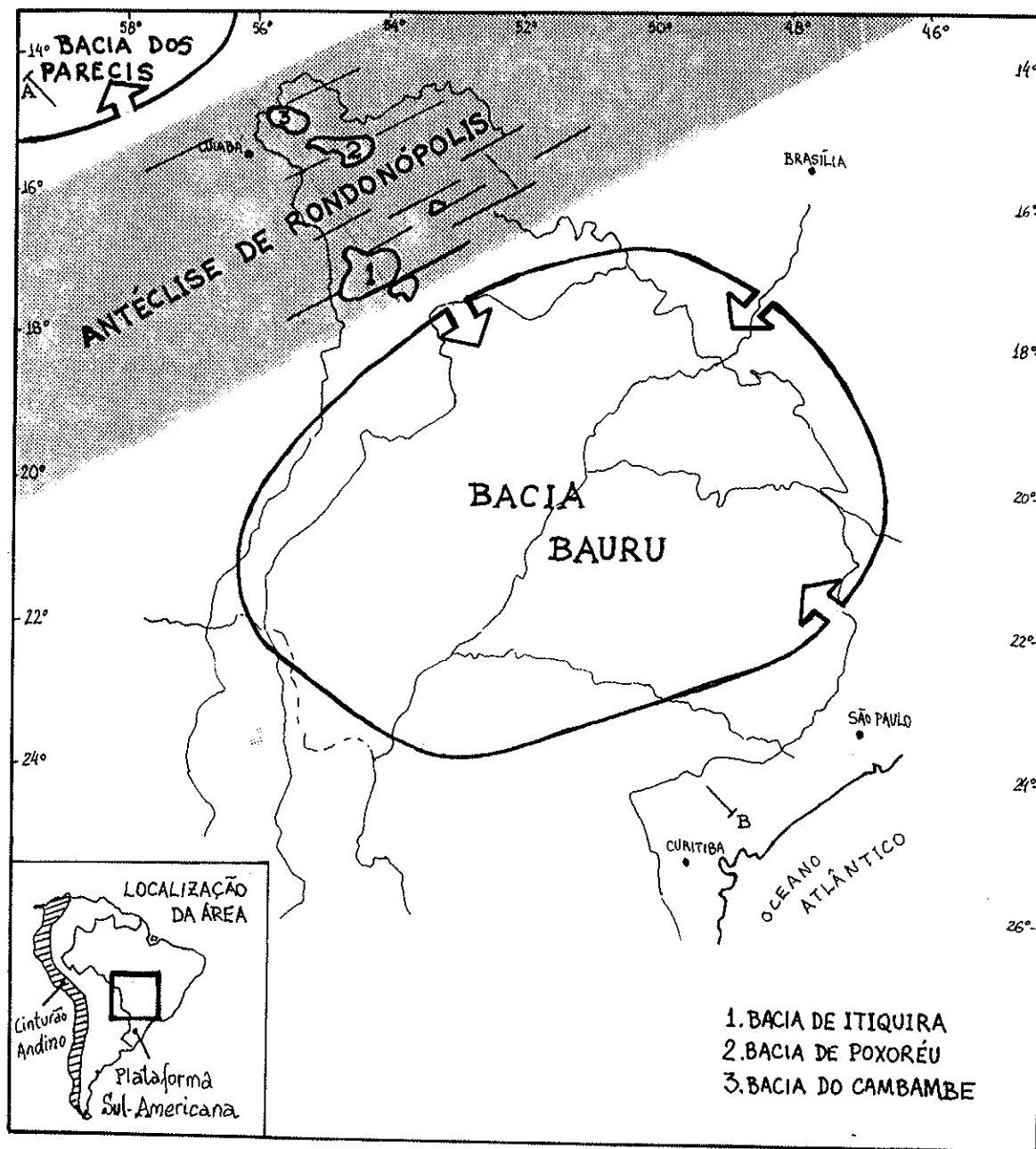


Figura 2: Mapa de localização da Antéclise de Rondonópolis e bacias cretáceas associadas.

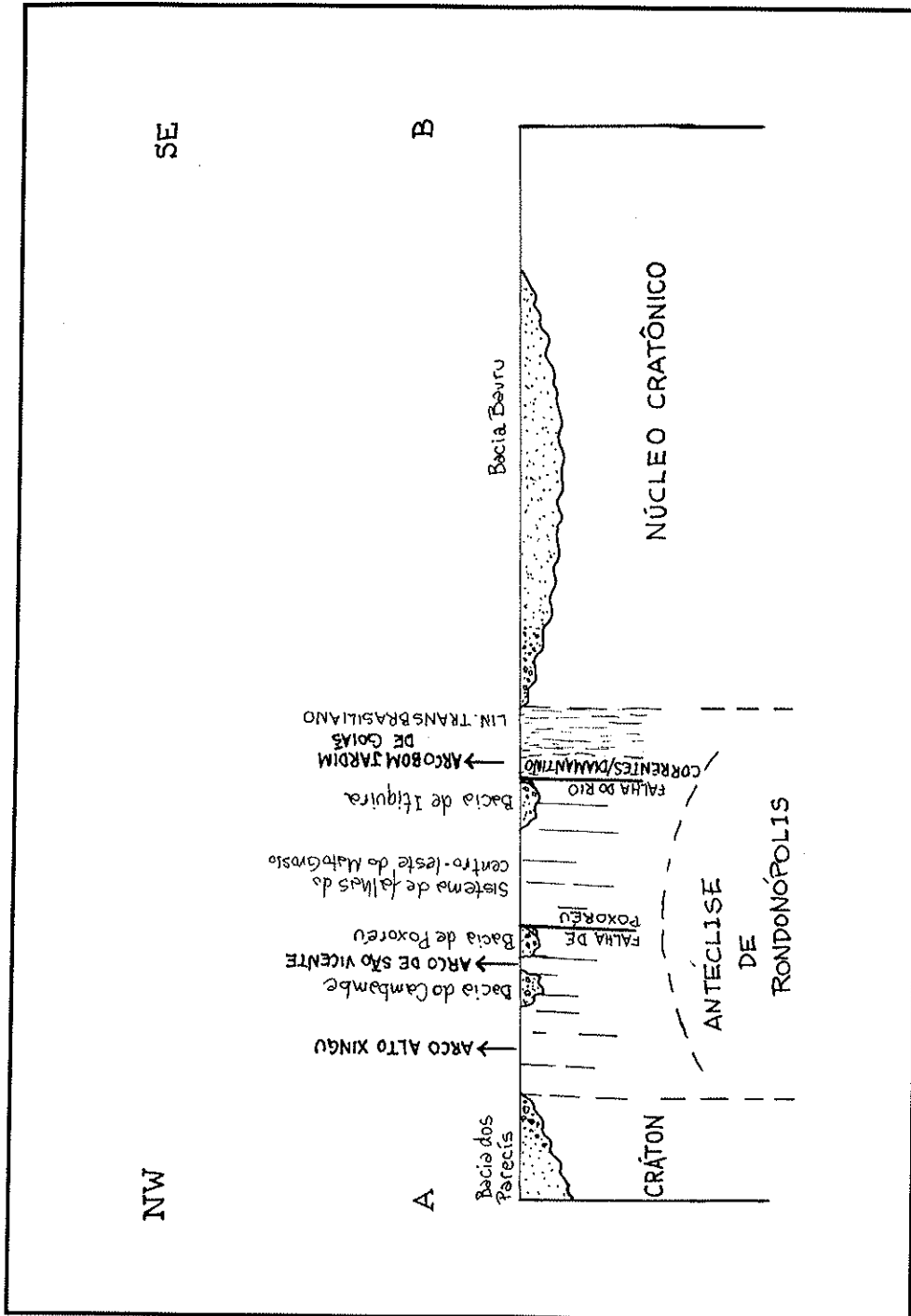


Figura 3: Perfil geotectônico com principais estruturas da Anteclise de Rondonópolis e bacias cretáceas associadas.



EVOLUÇÃO CONCEITUAL DO GRUPO BAURU, MODIFICADO DE BRANDT NETO (1977) e SUGUIO (1980).	SUBDIVISÃO ESTRATIGRÁFICA										AUTOR E REGIÃO	
	SÉRIE DE BAURU										DONZANA DE CAMPO (1905) - NW SÃO PAULO	
	SÉRIE BAURU										ALMEIDA & BARBOSA (1953)	
	FORMAÇÃO ITAQUERI					FORMAÇÃO MARLIA					PIRACICABA/RIO CLARO (SP)	
	SÉRIE BAURU										FREITAS (1988) - SÃO PAULO	
	GRUPO BAURU										FREITAS (1984) - SÃO PAULO	
	FORMAÇÃO BAURU										ARID (1967) - NW PAULISTA	
	FORMAÇÃO UBERABA					FORMAÇÃO BAURU					NASH (1968) - TRIÂNGULO MINEIRO	
	FORMAÇÃO BAURU										BARBOSA et al (1970)	
	FÁCIES UBERABA					FÁCIES PONTE ALTA			FÁCIES BAURU		TRIÂNGULO MINEIRO	
	FORMAÇÃO BAURU										SUGUIO (1973) - REGIONAL	
	FORMAÇÃO BAURU										MEZZALANA (1974) - SÃO PAULO	
	FORMAÇÃO BAURU										SOARES & LANDIM (1979)	
	MEMBRO INFERIOR					MEMBRO SUPERIOR					LANDIM & SOARES (1976)	
	F.A.R. FINOS			F.A.R. ARSL		F.A.R. SILTICOS			FÁCIES ARENITOS TUFACEOS		FÁCIES CALCO - CONGLOMERÁTICA	
	FORMAÇÃO BAURU										REGIONAL	
	FÁCIES A					FÁCIES B			FÁCIES C		COIMBRA (1976)	
	FORMAÇÃO										REGIONAL	
	FÁCIES ARAÇATUBA					FÁCIES SÃO JOSÉ DO RIO PRETO			FÁCIES MARLIA		SUGUIO et al (1977)	
	FORMAÇÃO BAURU										ESTADO DE SÃO PAULO	
	FORMAÇÃO BAURU										BRANDT NETO (1977)	
	LIT. AR. VERMELHOS/LIT. SILTICA			LIT. C/ESTR. DE PALEOCANAS/LIT. AR. MACIOS				LIT. AR. NODULARES			BAIXO THETÊ	
	FORMAÇÃO BAURU										SOARES et al (1979)	
	PORÇÃO INFERIOR			PORÇÃO MÉDIA			PORÇÃO SUPERIOR				SÃO PAULO	
	F. SANTO ANASTÁCIO/F. UBERABA			FÁCIES TACIBA			FÁCIES MARLIA					
	GRUPO BAURU										STEIN et al (1979)	
	UNIDADE INFERIOR			UNIDADE SUPERIOR							SÃO PAULO	
	FÁCIES B1			FÁCIES B2			FÁCIES B3					
	GRUPO BAURU										SOARES et al (1980)	
	FORMAÇÃO CAIUA			FORMAÇÃO STO ANASTACIO			FORMAÇÃO ADAMANTINA		FORMAÇÃO MARLIA			SÃO PAULO
						F. UBERABA/F. TACIBA		LITOFÁCIES ITAQUERI				
GRUPO BAURU										ALMEIDA et al (1980)		
FORMAÇÃO CAIUA			FORMAÇÃO STO ANASTACIO			FORMAÇÃO ADAMANTINA		FORMAÇÃO MARLIA			OESTE PAULISTA E ZONAS LÍMTROPES DO MATO GROSSO DO SUL E PARANÁ	
						KcI KcII KcIII KcIV KcV						
GRUPO BAURU										SUGUIO (1981)		
FORMAÇÃO CUIUA			FORMAÇÃO STO ANASTÁCIO			FORMAÇÃO S. J. DO R. PRETO		FORMAÇÃO MARLIA			SÃO PAULO	
						FORMAÇÃO ARAÇATUBA		FORMAÇÃO UBERABA				
GRUPO BAURU										BARCELOS; LANDIM; SUGUIO (1981)		
FORMAÇÃO UBERABA					FORMAÇÃO MARLIA					TRIÂNGULO MINEIRO		
						FÁCIES PONTE ALTA		FÁCIES SERRA DA GALGA				
Grupo Bauru										BRANDT NETO, 1984		
Fm. Caiuã		Fm. S. Anastácio		Fm. Uberaba		Fm. Iporã		Fm. Adamantina		Fm. Marília		
								Un. BMI Un. BM2		Fácies P. Alta Fácies Serra da Galga		
Fm. Caiuã										JABUR & SANTOS, 1984		
Fácies Porto Rico		Fácies Mamborê								1984 Paraná		
Grupo Bauru										BARCELOS & SUGUIO, 1987		
Fm. Caiuã		Fm. S. Anastácio		Fm. Uberaba		Fm. Adamantina		Fm. Marília		regional		
						Mb. Araçatuba Mb. S. J. Rio Preto		Mb. Echaporã Mb. Ponte Alta Mb. S. da Galga				

Figura 4: Evolução do conhecimento estratigráfico do Grupo Bauru (modificado de SOUZA JR., 1984; apud FERNANDES, 1990).

## BIBLIOGRAFIA

- AGUIAR, G.A. - 1964 - Semi-detálhe da região sudoeste de Balsas. Relatório interno nº 218, PETROBRÁS, 41p.
- AGUIAR, G.A. - 1969 - Bacia do Maranhão: geologia e possibilidade de petróleo. Relatório interno nº 371, PETROBRÁS, 31p.
- AGUIAR, G.A. - 1971 - Revisão geológica da Bacia Paleozóica do Maranhão. *In*: CONGR. BRAS. GEOL., 25, São Paulo. *Anais...*, São Paulo, Soc.Bras.Geol., v.3, p.113-122.
- ALBUQUERQUE, O.R. & DEQUECH, V. - 1946 - Contribuição para a Geologia do meio-norte, especialmente Piauí e Maranhão. *In*: CONGR.PANAM.ENG.MIN.GEOL., 2, Petrópolis. *Anais...* Petrópolis, v.3, p.70-110.
- ALMEIDA, F.F.M. de - 1964 - Geologia do centro-oeste matogrossense. *Bol.Div.Geol.Min.* 215, 137p.
- ALMEIDA, F.F.M. de - 1969 - Diferenciação tectônica da plataforma brasileira. *In*: CONGR.BRAS.GEOL., 23, Salvador. *Anais...*, Salvador, Soc.Bras.Geol., p.29-46.
- ALMEIDA, F.F.M. de - 1976 - The system of continental rifts bordering the Santos Basin, Brazil. *An.Acad.bras.Ciê.*, 48(suplemento):15-26.
- ALMEIDA, F.F.M. de - 1983 - Relações tectônicas de rochas mesozóicas da região meridional da Plataforma Sul-Americana. *Rev.Bras.Geoc.*, 13(3):139-158.
- ANDRADE, S.M. & DAEMON, R.F. - 1974 - Litoestratigrafia e bioestratigrafia do flanco sudoeste da Bacia do Parnaíba (Devoniano e Carbonífero). *In*: CONGR.BRAS.GEOL., 28, Porto Alegre. *Anais...*, Porto Alegre, Soc.Bras.Geol., v.2, p.129-137.
- ATÊNCIO, D.; COIMBRA, A.M. & BRANDT NETO, M. - 1982 - Mineralogia de ocorrências brasileiras de sulfatos secundários. *In*: CONGR.BRAS.GEOL., 31, Salvador. *Anais...*, Salvador, Soc.Bras.Geol., v.2, p.660-669.
- BARCELOS, J.H. & SUGUIO, K. - 1987 - Correlação e extensão de unidades litoestratigráficas do Grupo Bauru definidas em território paulista, nos estados de Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso do Sul e Paraná. *In*: SIMP. REG.GEOL., 6, Rio Claro, 1987. Atas... Rio Claro, Soc.Bras.Geol./Núcleo SP, v.1, p.313-321.
- BEURLIN, K. - 1964 - *Introdução à Estratigrafia geral e comparada*. 1ª ed., Expansão Gráfica, Recife, 440p.
- BEZERRA, A.T. & CAVALCANTI, V.M.M. - 1986 - Depósito de atapulgita de Nova Guadalupe-PI. *In*: CONGR.BRAS.GEOL., 34, Goiânia. *Anais...*, Goiânia, Soc.Bras.Geol., v.5, p.2270-2281.
- BIGARELLA, J.J. - 1973 - Geology of the Amazon and Parnaíba basins. *In*: NAIRN, A.E.M. & STEHLI, F.G. (Eds.), *The ocean basins and margins*, N.York, Plenum Publ., 1(2):25-86.
- BIGARELLA, J.J.; MABESOONE, J.M.; LINS, C.J. & MOTA, F. - 1965 - Palaeogeographical features of the Serra Grande e Pimenteiras formations (Parnaíba Basin, Brazil).

*Palaeogeogr. Palaeoclim. Paleoecol.*, 1:259-296.

- BIGHAN, J.M.; JAYNES, W.F. & AILEN, B.L. - 1980 - Pedogenic degradation of sepiolite and palygorskite on the Texas High Plains. *Soil Sci. Amer. Journ.*, 44:159-169.
- BONATTI, E. & JOENESU, O. - 1968 - Palygorskite from Atlantic deep sea sediments. *Amer.Min.*, 53:925-983.
- BONATTI, E.; CRAIG SIMMONS, E.; BREGER, D.; HAMLIN, P.R. & LAWRENCE, J. - 1983 - Ultramafic rock/seawater interaction in the oceanic crust : Mg-silicate (sepiolite) deposit from the Indian Ocean floor. *Earth and Planetary Science Letters*, 62:229-238.
- BRADLEY, W.F. - 1940 - The structural scheme of atapulgite. *Amer.Min.*, 25(6):405-410.
- BRANCO, P.de M. - 1982 - *Dicionário de Mineralogia*. Ed. da Universidade, 2ª ed., Porto Alegre, 264p.
- BRANDT NETO, M. - 1984 - *O Grupo Bauru na região centro-norte do Estado de São Paulo*. Tese de doutoramento. Inst.Geoc., USP, São Paulo, 2v.(inédita).
- BRITO, I.M. - 1979a - Estratigrafia da Bacia do Parnaíba: a sequência sedimentar inferior. *An. Acad. bras. Ciênc.*, Rio de Janeiro, 51(4):695-727.
- BRITO, I.M. - 1979b - *As bacias sedimentares e formações pós-paleozóicas do Brasil*. Editora Interciências, Rio de Janeiro, 180p.
- BRITO, I.M. - 1981 - Estratigrafia da Bacia do Parnaíba II: as sequências sedimentares superiores. *An. Acad. Bras. Ciênc.*, 53(3):529-549.
- BRITO, I.M. & SANTOS, A.S. - 1965 - Contribuição ao conhecimento dos microfósseis silurianos e devonianos da Bacia do Maranhão. *Notas Preliminares, Dep.Nac.Prod.Min., Div. Geol. Min.*, 129, 29p.
- BRITO NEVES, B.B. - 1983 - *O mapa geológico do nordeste oriental do Brasil, escala 1:1.000.000*. Tese de Livre Docência, Inst.Geoc., USP, São Paulo, 177p. (inédita).
- ÇAĞATAY, M.N. - 1990 - Palygorskite in the eocene rocks of Dammam Dome, Saud Arabia. *Clays and Clay Minerals*, 38(3):299-307.
- CAILLÈRE, S. & HÈNIN, S. - 1972 - Sepiolite. In: BROWN, G. (Ed.). *The X-ray identification and crystal structure of clay minerals*. 2º ed., Mineralogical Society, London, p.325-342.
- CALDASSO, A.L.S. de - 1978 - A sedimentação mesozóica e seu relacionamento com a evolução geomorfológica na Bacia do Parnaíba. In: CONGR.BRAS.GEOL., 30, Recife. *Anais...*, Recife, Soc.Bras.Geol., v.2, p.784-792.
- CALDASSO, A.L.S. de & HAMA, M. - 1978 - Posicionamento estratigráfico das rochas básicas da Bacia do Parnaíba. In: CONGR.BRAS.GEOL., 30, Recife. *Anais...*, Recife, Soc.Bras.Geol., v.2, p.567-581.
- CAMPBELL, D.F. - 1948 - Estados do Maranhão e Piauí. In: Brasil. Cons. Nac. Petróleo. Relatório 1948, Rio de Janeiro, CNP, 1949, p.68-74.
- CAMPBELL, D.F. - 1949 - Bacia do Maranhão. In: Brasil. Cons. Nac. Petróleo. Relatório 1949, Rio de Janeiro, CNP, 1950, p. 81-83.

- CAMPBELL, D.F.; ALMEIDA, L.A.; SILVA, S.O. - 1949 - Relatório preliminar sobre a geologia da Bacia do Maranhão. *Bol. Cons. Nac. Petróleo*, 1, 160p.
- CAPUTO, M.V. - 1984 - Glaciação neo-devoniana no continente Gondwana Ocidental. *In: CONGR.BRAS.GEOL.*, 33, Rio de Janeiro. *Anais...*, Rio de Janeiro, Soc.Bras.Geol., v.2, p.725-739.
- CAPUTO, M.V. & LIMA, E.C. - 1984 - Estratigrafia, idade e correlação do Grupo Serra Grande - Bacia do Parnaíba. *In: CONGR.BRAS.GEOL.*, 33, Rio de Janeiro. *Anais...*, Rio de Janeiro, Soc.Bras.Geol., v.2, p.740-753.
- CAROZZI, A.V.; FALKENHEIN, F.U.; CARNEIRO, R.G.; ESTEVES, F.R.; CONTREIRAS, C.J.A. - 1975 - Análise ambiental e evolução tectônico-sedimentar da seção siluro-eocarbonífera da Bacia do Maranhão. *PETROBRÁS Ciênc.Técni.Petr.-Seq. Expl.*, n.7, 48p.
- CASTELO BRANCO, R.M.G. & COIMBRA, A.M. - 1984 - Contribuição ao conhecimento tecto-magmático da borda sul da Bacia do Parnaíba. *In: CONGR.BRAS.GEOL.*, 33, Rio de Janeiro. *Boletim de Resumos...*, Rio de Janeiro, Soc.Bras.Geol., v.2, p.94.
- COIMBRA, A.M. - 1983 - *Estudo sedimentológico e geoquímico do Permo-Triássico da Bacia do Maranhão*. Tese de doutoramento, Inst.Geoc., USP, São Paulo, 2v.(Inédita).
- COIMBRA, A.M. - 1990 - A Bacia do Paraná no Estado de São Paulo. Roteiro de excursão. Inst.Geoc., USP, São Paulo, 44p.
- COIMBRA, A.M. & GIANNINI, P.C.F. - 1989 - Estruturas e fácies sedimentares na Bacia do Paraná - regiões de Vila Velha - Ponta Grossa - Castro - Tibaji (PR) e de Piraju - Fartura - Taguaí (SP). Roteiro de aula de campo. Inst.Geoc., UFPR, Curitiba, 44p.
- COIMBRA, A.M. & GÓES, A.M. - 1991 - Questionários e provas da disciplina Sedimentologia I - Apontamentos de Sedimentologia. Inst.Geoc., USP, São Paulo, 29p.(1ª versão).
- COIMBRA, A.M.; GÓES, A.M.; FERNANDES, L.A. - 1991 - Descrição de lâminas de rochas siliciclásticas e carbonáticas - Apontamentos de Sedimentologia. Inst.Geoc., USP, São Paulo, 21p. (1ª versão).
- COIMBRA, A.M.; GÓES, A.M.; YAMAMOTO, J.K. - 1991 - Análise granulométrica de sedimentos - Apontamentos de Sedimentologia. Inst.Geoc., USP, São Paulo, 25p.(1ª versão).
- COIMBRA, A.M. & MUSSA, D. - 1984 - Associação lignitaoflorística na Formação Pedra do Fogo (Arenito Cacunda), Bacia do Maranhão, Brasil. *In: CONGR.BRAS.GEOL.*,33, Rio de Janeiro. *Anais...*, Rio de Janeiro, Soc.Bras.Geol., v.2, p.591-605.
- COIMBRA, A.M. & RICCOMINI, C. - 1984 - The Permian- Triassic transition in brasilian intracratonic basins. *In: INTERN.GEOL.CONGR.*, 27, Moscow. *Abstracts...*, Moscow, Int.Un.Geol.Sci., v.1, p.32-33.
- COIMBRA, A.M. & RICCOMINI, C. (Coords).- 1991 - Relatório de avaliação do seminário de campo sobre a geologia da Bacia do Recôncavo. Inst.Geoc., USP, São Paulo, 106p.
- COLLARES, J.Q.S. & CAVALCANTI, V.M.M. - 1990 - Litofácies e sistemas deposicionais da Formação Itapecuru na porção centro-leste do Estado do Maranhão. *In: CONGR.BRAS.GEOL.*, 36, Natal. *Anais...*, Natal, Soc.Bras.Geol., v.1, p.150-156.
- CORDANI, U.G.; BRITO NEVES, B.B.; FUCK, R.A.; PORTO, R.; THOMAZ FILHO, A. & CUNHA,

- F.M.B. da - 1984 - Estudo preliminar de integração do Pré-Cambriano com os eventos tectônicos das bacias sedimentares brasileiras. *PETROBRÁS. Ciên.Técni.Petr.-Seq.Expl.*, nº 15, 70p.
- COUTINHO, J.M.V. & COIMBRA, A.M. - 1988 - Tabela de Identificação óptica de minerais transparentes em sedimentos (para uso em montagem de grãos entre 0,062 a 0,250 mm). *Inst.Geoc., USP, São Paulo*, 10p.
- CRUZ, W.B.; ABOARRAGE, A.M.; SANTOS, M.E.C.M. - 1973 - Projeto Carvão da Bacia do Parnaíba. Relatório de progresso das etapas II e III, conv. Dep.Nac.Prod.Min.-Comp.Pesq.Rec.Min., 2v.
- CUNHA, F.M.B. - 1986 - *Evolução paleozóica da Bacia do Parnaíba e seu arcabouço tectônico*. Dissertação de Mestrado, *Inst.Geoc., UFRJ, Rio de Janeiro*, 107p. (Inédita).
- CUNHA, F.M.B. & CARNEIRO, R.G. - 1972 - Interpretação fotogeológica do centro-oeste da Bacia do Maranhão. *In: CONGR.BRAS.GEOL.*, 26, Belém. *Anais...*, Belém, Soc.Bras.Geol., v.3, p.65-79.
- DAEMON, R.F. - 1974 - Palinomorfos-guias do Devoniano Superior e Carbonífero Inferior das bacias do Amazonas e Parnaíba. *An. Acad. bras. Ciênc.*, 48(3-4):549-587.
- DAEMON, R.F. - 1976 - Correlação bioestratigráfica entre os sedimentos do Siluriano, Devoniano e Carbonífero Inferior das bacias do Amazonas, Parnaíba e Paraná. *In: CONGR.BRAS.GEOL.*, 29, Belo Horizonte. *Anais...*, Belo Horizonte, Soc.Bras.Geol., v.2, p.189-194.
- DELLA FÁVERA, J.C. - 1980 - Reconhecimento de novas fácies e ambientes deposicionais da Bacia do Parnaíba. *In: CONGR.BRAS.GEOL.*, 31, Camboriú. *Boletim de Resumos...*, Camboriú, Soc.Bras.Geol, p.357.
- DELLA FÁVERA, J.C. - 1982 - Devonian storm-and-tide-dominated shelf deposits, Parnaíba Basin, Brasil. *Bull.Am.Assoc.Petrol.Geol.*, 66(5):562.
- DELLA FÁVERA, J.C. - 1984 - Eventos de sedimentação episódica nas bacias brasileiras: uma contribuição para atestar o caráter pontuado do registro sedimentar. *In: CONGR.BRAS.GEOL.*, 33, Rio de Janeiro. *Anais...*, Rio de Janeiro, Soc.Bras.Geol., v.1, p.489-501.
- DELLA FÁVERA, J.C. - 1990 - *Tempestitos da Bacia do Parnaíba*. Tese de Doutorado, *Inst.Geoc., UFRS, Porto Alegre*, 2v. (Inédita).
- DELLA FÁVERA, J.C. & ULIANA, M.A. - 1979 - Bacia do Maranhão: possibilidade de treinamento em fácies e ambientes. Documentário realizado após campanha de campo de 4 a 16/11/79. Petrobrás, 1v.
- DERBY, O.A. - 1884 - Estructura geológica e mineraes. *In: WASPPAEUS, J.E., A geographia física do Brasil*, R.J., G. Lenzinger 1884, p. 43-59.
- DERBY, O.A. - 1890 - Notas sobre a geologia e paleontologia de Matto Grosso. *Archivos do Museu Nacional*, 9:59-88.
- ECHLE, W. - 1980 - The transformations sepiolite=loughlinite: experiments and field observations tuffaceous neogene clays (Turkey). *N.Jb.Min.Abh.*, 133:303-321.
- FAHEY, J.J.; ROSS, M. & AXELROD, J.M. - 1960 - Loughlinite, 2 new hydrous sodium magnesium silicate. *Amer.Min.*, 45:270-281.

- FARIA JR., L.E.C. - 1979 - *Estudo sedimentológico da Formação Pedra de Fogo - Permiano da Bacia do Maranhão*. Dissertação de mestrado, C.Geoc.,UFPA, 57p. (inédita).
- FARIA JR., L.E.C. - 1984 - O Permo-Triássico na Bacia do Maranhão: um modelo de paleodeserto. *In: CONGR.BRAS.GEOL.*, 33, Rio de Janeiro. *Anais...*, Rio de Janeiro, Soc.Bras.Geol., v.2, p.777-791.
- FARIA JR., L.E.C. & SCHNITZER, W.A. - 1980 - A irradiação de grãos de quartzo - um novo método de análise sedimentológica aplicada aos arenitos permo-carboníferos da Bacia do Maranhão. *In: CONGR.BRAS.GEOL.*, 31, Camboriú. *Anais...*, Camboriú, Soc.Bras.Geol., v.2, p.2004-2009.
- FARIA JR., L.E.C. & TRUCKENBRODT, W. - 1980a - Estratigrafia e petrografia da Formação Pedra do Fogo, Permiano da Bacia do Maranhão. *In: CONGR.BRAS.GEOL.*, 31, Camboriú. *Anais...*, Camboriú, Soc.Bras.Geol., v.2, p.740-754.
- FARIA JR., L.E.C. & TRUCKENBRODT, W. - 1980b - Estromatólitos na Formação Pedra do Fogo, Permiano da Bacia do Maranhão. *In: CONGR.BRAS.GEOL.*, 31, Camboriú. *Anais...*, Camboriú, Soc.Bras.Geol., v.5, p.3056-3067.
- FERNANDES, G. & DELLA PIAZZA, H. - 1978 - Potencial oleogenético da Formação Codó. *Bol. Técn. Petrobrás*, 21(1):3-16.
- FERNANDES, L.A. - 1990 - *O Grupo Bauru no Estado do Paraná*. Exame de qualificação para mestrado. Inst.Geoc., USP, São Paulo, 67p.
- FLEICHER, P. - 1972 - Sepiolite associated with miocenic diatomite Cruz Basin, California. *Amer.Min.*, 57:903-913.
- FORTES, F.P. - 1978 - Geologia estrutural e tectônica da Bacia Sedimentar do Meio Norte. *In: CONGR.BRAS.GEOL.*, 30, Recife. *Anais...*, Recife, Soc.Bras.Geol., v.1, p.321-336.
- FORTES, F.P. - 1990 - Ambiente antigo de sedimentação dos arenitos do Parque Nacional de Sete Cidades, Piripiri, PI. *In: CONGR.BRAS.GEOL.*, 36, Natal. *Anais...*, Natal, Soc.Bras.Geol., v.1, p.136-149.
- FUJIKAWA, K. - 1968 - Trabalhos de prospecção de urânio na Bacia do Plauí-Maranhão. *In: CONGR.BRAS.GEOL.*, 22, Belo Horizonte. *Anais...*, Belo Horizonte, Soc.Bras.Geol., p.89-92.
- FURBISH, W.J. & SANDO, T.W. - 1976 - Palygorskite by direct precipitation from a hydrothermal solution. *Clay Minerals*, 11(2):147-152.
- GÓES, A.M. de O.; SOUZA, J.M.P.; TEIXEIRA, L.B. - 1989 - Estágio exploratório e perspectivas petrolíferas da Bacia do Parnaíba. *In: Semin.Interpr.Expl.*, 1, Petrobrás (SINTEX) DEPEX, Rio de Janeiro, p. 25-34.
- GONÇALVES, A. & SCHNEIDER, R.L. -1970 - Geologia do centro-oeste do Mato Grosso. Relatório interno nº 394, DESUL-PETROBRÁS, 43p.
- GOULART, E.P. & FRAZÃO, E.B. - 1977 - Nota sobre a ocorrência de paligorskita em basalto da região da Usina de Água Vermelha, São Paulo e Minas Gerais. *In: SIMP.GEOL.REG.*, 1, São Paulo, 1977. *Atas...* São Paulo. Soc.Bras.Geol./Núcleo SP, p.404-423.

- GUIMARÃES, D. - 1964 - *Geologia do Brasil*. Dep.Prod.Min., Div.Fom.Prod.Min., *Memória 1*, 674p.
- HARRINGTON, H.J. - 1962 - Paleogeographic development of South America. *Bull.Am.Assoc.Petrol.Geol.*, 46(10):1773-1813.
- HASSOUBA, H. & SHAW, W.F. - 1980 - The occurrence of palygorskite in quaternary sediments of the coastal plain of N.W. Egypt. *Clay Minerals*, 15:77-84.
- HATHAWAY, J.C. & SACHS, P.L. - 1965 - Sepiolite and clinoptilolite from the mid-Atlantic ridge. *Amer.Min.*, 50:852-867.
- HAY, R.L. & WIGGINS, B. - 1980 - Pellets, ooids, sepiolite and silica in three calcretes of the South Western United States. *Sedimentology*, 27:559-576.
- HIRUMA, S.T. - 1990 - Aspectos paleoambientais dos mármore dolomíticos de Caçapava do Sul, RS. Relatório da disciplina Geotectônica. Inst.Geoc., USP, São Paulo, 14p.(Inédito).
- HUGGINS, C.W.; DENNY, M.V. & SHELL, H.R. - 1962 - Properties of palygorskite and abestiform mineral. *U.S.Bur.Mines, Rept.Invest.*, 6071:8.
- ISSLER, R.S.; ANDRADE, A.R.F.; MONTALVÃO, R.M.G.; GUIMARÃES, G.; SILVA, G.G.; LIMA, M.I.C. - 1974 - Projeto Radam Brasil, levantamento dos recursos naturais, Folha SA.22-Belém, v.5, 1/7 a 1/60 (Geologia).
- KEGEL, W. - 1951 - Sobre alguns trilobitas carboníferos do Piauí e Amazonas. Dep.Nac.Prod.Min., Div. Geol.Min. Rio de Janeiro, *Boletim 135*, 38p.
- KEGEL, W. - 1953 - Contribuição para o estudo do Devoniano da Bacia do Parnaíba. Dep.Nac.Prod.Min., Div.Geol.Min., Rio de Janeiro, *Boletim 141*, 48p.
- KEGEL, W. - 1955 - Dobramentos na Bacia do Parnaíba. *An. Acad. bras. Ciênc.*, 27(3):289-292.
- KEGEL, W. - 1956 - As inconformidades na Bacia do Parnaíba e zonas adjacentes. Dep.Nac.Prod.Min., Div.Geol.Min., Rio de Janeiro, *Boletim 160*, 60p.
- KEGEL, W. - 1957 - Das Parnaíba Becken. *Geologische Rundschav*, 45(3):552.
- KEGEL, W. - 1966 - Rastros do Devoniano da Bacia do Parnaíba. Dep.Nac.Prod.Min., Div.Geol.Min., Rio de Janeiro, *Boletim 233*, 32p.
- LEITE, J.F.; ABOARRAGE, A.M.; DAEMON, R.F. - 1975 - Projeto carvão da Bacia do Parnaíba. Relatório final das etapas II e III, conv. Dep.Nac.Prod.Min.-Comp.Pesq.Rec.Min., 5v.
- LEPSCH, I.F.; MONIZ, A.C. & ROTA, C.L. -1977 - Evolução mineral de solos derivados da Formação Bauru em Echaporã, SP. *Rev.Bras.Ciênc.Solo*, 1:38-43.
- LIMA, E. de A.M. & LEITE, J.F. - 1978 - Projeto estudo global dos recursos minerais da Bacia Sedimentar do Parnaíba - integração geológica-metalogenética. Relatório final da etapa III, conv. Dep.Nac.Prod.Min.-Comp.Pesq.Rec.Min., 437p.
- LIMA, E. de A.M. & NAHASS, S. - 1978 - Novos conceitos sobre a estratigrafia e evolução paleoambiental da Bacia do Meio-Norte. In: CONGR.BRAS.GEOL., 30, Recife. *Boletim n.2: Roteiro das excursões...*, Recife, Soc.Bras.Geol., p.59-68.
- LIMA, M.R. - 1982 - Palinologia da Formação Codó na região Codó, Maranhão.



*Bol.Inst.Geoc.USP*, 13:116-128.

- LIMA, M.R. & BARTORELLI, A. - 1980 - Análise palinológica do sedimento da região de Marabá, Estado do Pará. *Bol.Inst.Geoc.USP*, 11:155-160.
- LIMA, M.R. & SUNDARAM, D. - 1982 - Reavaliação dos dados palinológicos do Neopaleozóico brasileiro. *Bol.Inst.Geoc.USP*, 13:81-99.
- LISBOA, M.A.R. - 1914 - The Permian geology of the northern Brasil. *Am. Journ.Sci.*, 177(221):425-442.
- LOCZY, L. de - 1968 - Geotectonic evolution of the Amazon, Parnaíba and Paraná basins. *An. Acad. bras. Ciênc.* 40(supl.):231-323.
- LUZ, A.A. de & MENDONÇA, V.R. - 1959 - Estudo especial da Bacia do Maranhão. Relatório interno s/nº, PETROBRÁS, 89p.
- MABESOONE, J.M. - 1977 - Paleozoic-Mesozoic of the Piauí-Maranhão syncline (Brazil): geological history of a sedimentary basin. *Sedim.Geol.*, 19:7-38.
- MABESOONE, J.M. - 1978 - Origem do conglomerado da Formação Serra Grande e unidades equivalentes (Siluriano Superior, Devoniano Inferior, NE do Brasil). In: CONGR.BRAS.GEOL., 30, Recife. *Anais...*, Recife, Soc.Bras.Geol., v.2, p.799-808.
- MABESOONE, J.M. - 1984a - Episódios tectônicos, seqüências deposicionais e sua integração, com exemplos do nordeste brasileiro. In: CONGR.BRAS.GEOL., 33, Rio de Janeiro. *Anais...*, Rio de Janeiro, Soc.Bras.Geol., v.2, p.918-933.
- MABESOONE, J.M. - 1984b - Os siltitos do Fanerozóico nordestino e suas origens. In: CONGR.BRAS.GEOL., 33, Rio de Janeiro. *Anais...*, Rio de Janeiro, Soc.Bras.Geol., v.2, p.934-943.
- MANZINI, F.F - 1990 - *O Cretáceo da região de Monte Alto*. Dissertação de mestrado. Inst.Geoc.Ciênc.Ex., UNESP, Rio Claro, 91p. (Inédita).
- MELO, U. - 1968 - Revisão da geologia do alto vale do Rio Gurgueia, margem sudeste da Bacia do Maranhão. Relatório Interno s/nº Petrobrás, 12p.
- MENDES, J.C. & PETRI, S. - 1971 - *Geologia do Brasil*. Enciclopédia Brasileira, Instituto Nacional do Livro, Rio de Janeiro, 207p.
- MESNER, J.C.& WOOLDRIDGE, L.C. - 1964 - Maranhão Paleozoic Basin and Cretaceous coastal basins North Brazil. *Bull.Am.Assoc.Petrol.Geol.*, 48(9):1476-1512.
- MEZZALIRA, S.; AZEVEDO, A.A.B.; TOMINAGA, L.K.; PRESSINOTTI, M.M.N.; MASSOLI, M. - 1981 - Léxico Estratigráfico do Estado de São Paulo. *Bol.Inst.Geol.*, São Paulo, 5:161
- MILANI, E.J.; KINOSHITA, E.M.; ARAÚJO, L.M. & CUNHA, P.R.C. - 1990 - Bacia do Paraná : possibilidades petrolíferas da calha central. *Bol.Geoc.PETROBRÁS*, 4(1):21-34.
- MILLOT, G. - 1964 - *Géologie des argiles*. Masson et Cie.Editeurs, Paris, 499p.
- MILLOT, G. - 1970 - *Geology of clays*. Springer, 429p.
- MUSSA, D. & COIMBRA, A.M. - 1985 - Associação lignitaflorestística da Formação Pedra do Fogo,

região de Carolina, Maranhão: nova contribuição. *In: REUN.PALIN.PALEOB.*, 5, São Paulo, 1985. *Circular Informativa da ALPP...*, São Paulo, Inst.Geoc., USP, 7(1):20.

- MUSSA, D. & COIMBRA, A.M. - 1986 - Formas pteridofíticas e pteridospérmicas da Formação Pedra do Fogo, Permiano da Bacia do Maranhão, Brasil. *An.Acad.bras.Ciênc.*, 58(4):608.
- MUSSA, D. & COIMBRA, A.M. - 1987 - Novas perspectivas de comparação entre taofloras permianas (de lenhos) das bacias do Parnaíba e Paraná. *In: Congr. Bras. Paleont.*, 10, Rio de Janeiro. *Anais...*, Rio de Janeiro, Soc. Bras. Paleont., p.901-924.
- NASCIMENTO, D.A.; GAUA, A.; PIRES, J. de L.; TEIXEIRA, W. - 1981 - Projeto Radam Brasil, levantamento de recursos naturais, Folha SA.24-Fortaleza, v.21, p.23-112. (Geologia).
- NEVES, C.A.O.; SILVA, A.B.; GÓES, A.M.O.; LIMA, M.P. - 1990 - Projeto de exploração: Bacia do Parnaíba. PETROBRÁS/DEPEX/DENOR-DINTER, 24p.
- NORTHFLEET, A.A. & MELO, M. - 1967 - Geologia da região norte de Balsas, Maranhão. Relatório interno nº 268, Petrobrás, 66p.
- NORTHFLEET, A.A.; MEDEIROS, R.A. & MUHLMANN, H. - 1969 - Reavaliação dos dados geológicos da Bacia do Paraná. *Bol.Téc.PETROBRÁS*, 12(3):291-346.
- NUNES, A.B.; BARROS FILHO, C.N.; LIMA, R.F.F. - 1973a - Projeto Radam Brasil, levantamento dos recursos naturais, parte das Folhas SC.23-Rio São Francisco e SC.24-Aracajú, v.1., p.1/5 a 1/32 (Geologia).
- NUNES, A.B.; LIMA, R.F.F.; BARROS FILHO, C.N. - 1973b - Projeto Radam Brasil, levantamento dos recursos naturais, Folha SB.23-Teresina e parte da Folha SB.24-Jaguaribe, v.2, p. 1/7 a 1/33 (Geologia).
- OJEDA, H.A. & PERILLO, J.A. - 1967 - Bacia do Maranhão: geologia do sudeste de Carolina. Relatório interno nº 270, Petrobrás, 53p.
- OLIVEIRA, A.I. & LEONARDOS, O.H. - 1943 - *Geologia do Brasil*. 2ª ed., Série Didática n.2, Ministério da Agricultura, Rio de Janeiro, 813p.
- OLIVEIRA, J.C. de - 1976 - Projeto fosfato de São Miguel do Tapuío. Relatório final, conv. Dep..Nac.Prod.Min. / Comp.Pesq.Rec.Min., 175p.
- OLIVEIRA, C.M.; PINHEIRO, J.A.D.; FARIA JR., L.E.C.; SIQUEIRA, N.V.M. - 1984 - Considerações sobre a mineralogia, a geoquímica e o ambiente de deposição da Formação Longá, Devoniano da Bacia do Maranhão. *In: CONGR.BRAS.GEOL.*, 33, Rio de Janeiro. *Anais...*, Rio de Janeiro, Soc.Bras.Geol., v.10, p.4607-4620.
- OLIVEIRA, C.M. & SCHWAB, R.G. - 1984 - A geoquímica e o ambiente de deposição das partes média e superior da Formação Pedra do Fogo, Bacia do Maranhão. *In: CONGR.BRAS.GEOL.*, 33, Rio de Janeiro. *Anais...*, Rio de Janeiro, Soc.Bras.Geol., v.10, p.4594-4605.
- OLIVEIRA, M.A.M. de & MUHLMANN, H. - 1965 - Geologia de semi-detalhe da região de Mutum, Jaciara, São Vicente e Chapada dos Guimarães. Relatório interno nº 300, DEBSP-PETROBRÁS, 63p.
- PAIVA NETTO, J.E. & NASCIMENTO, A.C. - 1957 - Minerais de argila do arenito Bauru (Cretáceo) do Estado de São Paulo. *Bol.Soc.Bras.Geol*, 6(2):21-35.

- PAIVA, G. & MIRANDA, J. - 1937 - Carvão mineral do Piauí. Dep.Nac.Prod.Min., Div.Fom.Prod.Min., *Boletim* 20, 16p.
- PAQUET, H. & MILLOT, G. - 1972 - Geochemical evolution of clay minerals in the weathered products of soils of mediterranean climate. PROC.INT.CLAY CONF., Madrid, 199-206.
- PARRY, W.T. & REEVES, C.C. - 1968 - Sepiolite from pluvial Mound Lake, Lynn and Terry Counties, Texas. *Amer.Min.*, 53:984-993.
- PETRI, S. & FÚLFARO, V.J. - 1976 - Observações sobre o Siluriano do Brasil e sua bioestratigrafia. In: CONGR.BRAS.GEOL., 29, Belo Horizonte. *Anais...*, Belo Horizonte, Soc.Bras.Geol., v. 2, p.75-88.
- PETRI, S. & FÚLFARO, V.J. - 1981 - Geologia da Chapada dos Parecis, Mato Grosso, Brasil. *Rev.Bras.Geoc.*, 11(4):274-272.
- PETRI, S. & FÚLFARO, V.J. - 1983 - *Geologia do Brasil (Fanerozóico)*. T.A.Queiroz Editor, EDUSP, São Paulo, 631p.
- PETRI, S.; COIMBRA, A.M.; AMARAL, G.; OJEDA Y OJEDA, H.; FÚLFARO, V.J. & PONÇANO, W.L. - 1986 - Código brasileiro de nomenclatura estratigráfica. *Rev.Bras.Geoc.*, 16(4):372-376.
- PICHLER, E. - 1952 - Notas sobre uma ocorrência de atapulgita em Santos. *Ciência e Cultura*, IV(3/4):10.
- PINTO, C.P. & SAD, J.H.G. - 1986 - Reavaliação estratigráfica da Formação Pedra de Fogo, borda sudoeste da Bacia do Parnaíba. In: CONGR.BRAS.GEOL., 34, Goiânia. *Anais...*, Goiânia, Soc.Bras.Geol., v. 1, p.346-356.
- PLUMMER, F.B. - 1948 - Bacia do Parnaíba. Relatório Cons. Nac. Petr. para o ano de 1946, Rio de Janeiro, p.87-134.
- POST, J.L. - 1978 - Sepiolite deposits of the Las Vegas, Nevada area. *Clays and Clay Minerals*, 26:58-64.
- PREISINGER, A. - 1959 - X-ray study the structure of sepiolite. *Clays and Clay Minerals*, 6:61-67.
- QUADROS, L.P. - 1982 - Distribuição bioestratigráfica de Chitinozoa e Acrítarchae na Bacia do Parnaíba. *PETROBRÁS Ciênc.Tec.Petr.-Sec.Expl.*, n.12, 76p.
- REZENDE, W.M. - 1964 - Bacia do Maranhão: estudo dos processos de intrusões e extrusões de magmas básicos. Relatório interno s/nº, Petrobrás, 29p.
- REZENDE, W.M. - 1971 - O mecanismo de intrusões de diabásio nas bacias paleozóicas do Amazonas e Maranhão. In: CONGR.BRAS.GEOL., 25, São Paulo. *Anais...*, São Paulo, Soc.Bras.Geol., v.3, p.123-137.
- RIBEIRO, C.C. & DARDENE, M.A. - 1978 - O minério de ferro da Formação Pimenteiras na borda sul da Bacia do Maranhão. In: CONGR.BRAS.GEOL., 30, Recife. *Anais...*, Recife, Soc.Bras.Geol., v. 4, p.1583-1595.
- RICCOMINI, C. - 1989 - *O Rift Continental do sudeste do Brasil*. Tese de doutoramento. Inst.Geoc., USP, São Paulo, 256p. (inédita)

- ROCHA CAMPOS, A.C. - 1981 - Middle-late Devonian Cabeças Formation, Parnaíba Basin, Brazil. *In: HAMBREY, M.J. & HARLAND, W.B. (Eds.), Earth's pre-Pleistocene glacial record.* Cambridge University Press, p.892-895.
- RODRIGUES, R. - 1967 - Estudo sedimentológico e estratigráfico dos depósitos silurianos e devonianos da Bacia do Parnaíba. Relatório interno s/n<sup>o</sup>, Petrobrás, 63p.
- ROXO, M.G.O. - 1937 - Notas geológicas sobre a Chapada do Mato Grosso. *Notas preliminares e estudos do serviço geológico e mineralógico*, Minist.Agric., 15:4-7.
- SÁ, J.H. da S.; LEMOS, R.L.; KOTSCHOUBEY, B; VILLAS, R.N.N; SUCASAS Jr., P.; BARRIGA, V.; COSTA, M.L. da; COIMBRA, A. - 1979 - Projeto Araguaína. Relatório final, conv. Dep.Nac.Prod.Min./UFPA, 88p.
- SÁ, J.H.da S; BEMERGUY, R.L.; TRUCKENBRODT, W.; KOTSCHOUBEY, B.; SANTOS, M.D.; MACAMBIRA, J.B.; GAMA Jr., T.; MAIA, F.L.; COIMBRA, A.M. - 1980 - Projeto Carolina. Relatório final, conv.Dep.Nac.Prod.Min./UFPA, 103p.
- SAHU, B.K. - 1964 - Depositional mechanics from the size analysis of sediments. *Journ.Sedim.Petrol.*, 34(1):73-83.
- SAMPAIO, A.V. & NORTHFLEET, A. - 1973 - Estratigrafia e correlação das bacias sedimentares brasileiras. *In: CONGR.BRAS.GEOL.*, 27, Aracaju. *Anais...*, Aracaju, Soc.Bras.Geol., v.3, p.189-206.
- SANTOS, E.L. dos; BECKEL, J.; MACEDO, P.M. de; GONZALES FILHO, F. & CHABAN, N. - 1978 - Divisão litoestratigráfica do Eo-Cambriano-Pré-Cambriano do Escudo Sul-Rio-Grandense. *In: CONGR.BRAS.GEOL.*, 30, 1978, Recife, *Anais...*, Recife, Soc.Bras.Geol., v.2, p.670-679.
- SANTOS, E.L. dos; SILVA, L.C. da; ORLANDI FILHO, V.; COUTINHO, M.G. da N.; ROISENBERG, A.; RAMANHO, R. & HARTMANN, L.A. - 1984 - Os escudos Sul-Rio-Grandense e Catarinense e a Bacia do Paraná. *In: SCHOBENHAUS, C.; CAMPOS, D. de A.; DERZE, G.R. & ASMUS, H.E. (Coords.) 1984 - Geologia do Brasil. Texto explicativo do mapa geológico e da área oceânica adjacente incluindo depósitos minerais. Escala 1:2.500.000.* Dep.Nac.Prod.Min., cap.VIII, p.331-365.
- SCHNEIDER, R.L.; MÜHLMANN, H.; TOMMAZI, E.; MEDEIROS, R.A.; DAEMON, R.F. & NOGUEIRA, A.A. - 1974 - Revisão estratigráfica da Bacia do Paraná. *In: CONGR.BRAS.GEOL.*, 28, 1974, Porto Alegre. *Anais...*, Porto Alegre, Soc.Bras.Geol., v.1, p.41-65.
- SCHOBENHAUS, C.; CAMPOS, D.A.; DERZE, G.R.; ASMUS, H.E. (Coords.) - 1984a - *Geologia do Brasil: texto explicativo do mapa geológico do Brasil e da área oceânica adjacente incluindo depósitos minerais, escala 1:2.500.000.* Dep.Nac.Prod.Min., Brasília, 131p.
- SCHOBENHAUS, C.; CAMPOS, D.A.; DERZE, G.R.; ASMUS, H.E. (Coords.) - 1984b - *Mapa geológico do Brasil e da área oceânica adjacente incluindo depósitos minerais, escala 1:2.500.000.* Dep.Nac.Prod.Min., Brasília.
- SILVA, G.G.; LIMA, M.I.C.; ANDRADE, A.R.F.; ISSLER, R.S.; GUIMARÃES, G. - 1974 - Projeto Radam Brasil, levantamento dos recursos naturais, Folha SB.22-Araguaia e parte da Folha SC.22-Tocantins, v.4, p.1/11 a 1/143(Geologia).
- SILVA, R.B. & DELMONTE, E. - 1987 - Mineralizações de trona na Bacia do Paraná: uma possibilidade. *Brasil Mineral - Engenharia e Arte*, ed. espec., jan. 1987, 5:24-34.

- SINGER, A. & NORRISH, K. - 1974 - Pedogenic palygorskite occurrence in Australia. *Amer.Min.*, 59:508-517.
- SINGER, A. - 1979 - Palygorskite in sediments : detrital, diagenetic or neoformed. A critical review. *Geologische Rundschau*, 68:996-1008.
- SIQUEIRA, L.P. de - 1988 - Bacia dos Parecis. In: Seminário sobre a Origem e Evolução das Bacias Sedimentares. SEDES-PETROBRÁS, item 9, p.1 a 20.
- SMALL, H. - 1913 - Geologia e supprimento d'água subterrânea no Ceará e parte do Piauí. Insp. Obras Contra Secas, Série I, D-Geol., Publ. n° 25, Rio de Janeiro, 80p.
- SMALL, H. - 1914 - Geologia e supprimento d'água subterrânea no Piauí e parte do Ceará. Edição facssimilar da Insp. Obras contra Secas, Série I, D-Geol., Publ.n° 32, Escola Sup. Agr. de Mossoró, Coord. de Est. Prob. Bras., 1979, Mossoró, 168p.
- SOARES, P.C.; LANDIM, P.M.B.; FÚLFARO, V.J. - 1974 - Avaliação preliminar da evolução geotectônica das bacias intracratônicas brasileiras. In: CONGR.BRAS.GEOL., 28, Porto Alegre. *Anais...*, Porto Alegre, Soc.Bras.Geol., v. 4, p.61-83.
- SOUZA JR., J.J. de - 1984 - O Grupo Bauru na porção setentrional da Bacia Sedimentar do Paraná. In: CONGR.BRAS.GEOL., 32, 1984, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro, Soc.Bras.Geol., v.2, p.944-953.
- SOUZA SANTOS, P. de - 1975 - *Tecnologia de argila aplicada às argilas brasileiras*. Ed.Edgard Blücher Ltda, São Paulo, 2v., 802p.
- SOUZA SANTOS, P. de & SOUZA SANTOS, H. - 1984 - Ocorrências brasileiras de argilas contendo argilominerais do grupo das hormitas (palygorskita-atapulgita-sepiolita). *Cerâmica*, 30(179):319-336.
- SUGUIO, K. - 1973 - *Formação Bauru - Calcários e sedimentos detríticos associados*. Tese de Livre Docência, Inst.Geoc., USP, São Paulo, 2 v.(inédita).
- SUGUIO, K. - 1980 - Fatores paleoambientais e paleoclimáticos e subdivisão estratigráfica do Grupo Bauru. In: MESA REDONDA: A FORMAÇÃO BAURU NO ESTADO DE SÃO PAULO E REGIÕES ADJACENTES, São Paulo, 1980. *COLET. DE TRAB. E DEBATES...*São Paulo. Soc.Bras.Geol./Núcleo SP. Publ.esp. n.7, p.15-26.
- SUGUIO, K. & BARCELOS, J.H. - 1978 - Nota sobre a ocorrência de atapulgita em sedimentos do Grupo Bauru (Cretáceo Superior) da Bacia do Paraná. In: CONGR.BRAS.GEOL., 30 Recife, 1978. *Anais...* Recife. Soc.Bras.Geol., v.3, p.1170-1182.
- SUGUIO, K. & BARCELOS, J.H. - 1983 - Calcretes of the Bauru Group (Cretaceous), Brazil: petrology and geological significance. *Bol.Inst.Geoc.*, 14:31-54.
- SUGUIO, K. ; BARCELOS, J.H. & MATSUI, E. - 1980 - Significado paleoecológico e paleoambiental das rochas calcárias da Formação Caatinga (BA) e do Grupo Bauru (MG/SP). In: CONGR.BRAS.GEOL., 31, Camboriú, 1980. *Anais...* Camboriú. Soc.Bras.Geol., v.1, p.607-617.
- SUGUIO, K. & FÚLFARO, V.J. - 1977 - Geologia da margem ocidental da Bacia do Parnaíba (Estado do Pará). *Bol.Inst.Geoc.USP*, 8:31-54.
- SUNDARAM, D.; CARVALHO, R.G.; COIMBRA, A.M. - 1981 - Lower Carboniferous palynomorphs from Poti Formation, Parnaíba Basin, Brazil. *Bol.Inst.Geoc.USP*, 12:23-32.

- TEODOROVICH, G.I. - 1961 - *Authigenic minerals in sedimentary rocks*. Translation from of Russian. New York Consultants Bureau, 120p.
- TRESSOLDI, M.; GUEDES, M.G. & VAZ, L.F. - 1986 - Ocorrências de basalto de baixa densidade na Usina de Porto Primavera e aspectos de interesse ao projeto. *In: SIMPÓSIO SUL-AMERICANO DE MÊCANICA DE ROCHAS*, 2, 1986. *Anais...* Ass.Bras.Mec.Solos, vol. II, p.238-250.
- TROUW, R.A.J.; VAZ, L.F.; SLONGO, T.T.; NAKASATO, N. - 1976 - Geologia da região de Tucuruí, Baixo Tocantins, Pará. *In: CONGR.BRAS.GEOL.*, 29, Belo Horizonte. *Anais...*, Belo Horizonte, Soc.Bras.Geol., v. 2, p.137-148.
- VANDEN HEUVEL, R.C. - 1966 - The occurrence of sepiolite and attapulgite in the calcareous zone of soil near Las Cruces, N.MEX. *Clays and Clay Minerals*, 13:193-207.
- VELDE, B. - 1985 - Clay minerals - A physico-chemical explanation of their occurrence. *Developments in Sedimentology*, 40. Elsevier, Amsterdam, 427p.
- WATTS, N.L. - 1980 - Quaternary pedogenic calcretes from the Kalahari (South Africa): mineralogy, genesis and diagenesis. *Sedimentology*, 27:661-686.
- WEAVER, C.E. & BECK, K.C. - 1977 - Miocene of the S.E. United States. A model for chemical sedimentation in a perimarine environment. *Sed.Geol.*, 17(1/2):1-234.
- WEAVER, C.E. & POLLARD, L.D. - 1973 - The chemistry of clay minerals. *Developments in Sedimentology*, 15, Elsevier, Amsterdam, 213p.
- WESKA, R.K. - 1987 - "Placers" diamantíferos da região de Água Fria - Chapada dos Guimarães, MT. Dissertação de mestrado. Dep.Geoc., UNB, Brasília, 170p. (inédita).
- WESKA, R.K.; DANNI, J.C.M.; DARDENNE, M.A. & PERIN, A.L. - 1988 - Contribuição à estratigrafia do Grupo Bauru na região da Chapada dos Guimarães, MT. *In: CONGR.BRAS.GEOL.*, 35, 1988, Belém. *Anais...* Belém, Soc.Bras.Geol., v.2, p.905-916.
- WOLLAST, R.; MACKENZIE, F.T.; BRICKER, O.P. - 1968 - Experimental precipitation and genesis of sepiolite at earth-surface conditions. *Amer.Min.*, 53:1645-1662.
- YAALON, D.H. & WIEDER, M. - 1976 - Pedogenic palygorskite in some arid brown (calciorthid) soil of Israel. *Clay Minerals*, 11:73-80.
- ZALÁN, P.V.; CONCEIÇÃO, J.C.J.; WOLFF, S.; ASTOLFI, M.A.M.; VIEIRA, I.S.; APPI, V.I.; NETO, E.V.S.; CÉRQUEIRA, J.R.; ZANOTTO, D.A. & PAUMAR, M.L. - 1986 - Análise regional integrada da Bacia do Paraná. PETROBRÁS, Rio de Janeiro. Relatório interno s/nº, 69p.(inédito).