

# A SEQUÊNCIA GONDWÂNICA OCIDENTAL: REPÚBLICA DO PARAGUAI <sup>(1)</sup>

Por

VICENTE J. FULFARO <sup>(2)</sup> e PAULO M. B. LANDIM <sup>(3)</sup>

## ABSTRACT

The authors studied the Paraguayan Gondwana sequence mainly along the Panamerican Road and found close correlations between the paleozoic and mesozoic rocks from Paraguay (Tubarão Group, Independência Group and Misiones Formation) and rocks with the same age from the Brazilian States of Goiás, Mato Grosso and São Paulo (Aquidauana-Tubarão Group, Passa Dois Group and Botucatu Formation). Such data are in behalf of the hypothesis of a subdivision of the Paraná Basin in two portions: the first including the northern and northwestern parts (Brazilian States of Goiás, Mato Grosso and São Paulo and Paraguay) and the second including the southern part (Brazilian States of Paraná, Santa Catarina and Rio Grande do Sul and possibly Uruguay). Concerning the model of deposition for the Paraguayan sequence it is more according a basin border one.

## GENERALIDADES :

Em sendo a sequência gondwânica brasileira oriental relativamente bem conhecida, o estudo da correspondente sequência aflorando a oeste é fundamental para a interpretação da distribuição das diversas fácies que compoem as várias unidades estratigráficas da Bacia do Paraná. Nesse sentido, já conhecendo a porção ocidental em território brasileiro, ou seja, nos estados de Mato Grosso e Goiás, através da literatura e principalmente por algumas viagens por lá realizadas, faltava-nos, todavia, observações sobre a continuação desse pacote em território paraguaio. A coluna gondwânica paraguaia foi descrita mais pormenorizadamente por HARRINGTON (1950) e ECKEL ET AL. (1959), autores que desconheciam as rochas do leste brasileiro, baseando as suas relações somente nos dados existentes na literatura brasileira, aliás, bastante contraditórios. Mais recentemente PUTZER (1962), que já havia trabalhado no sudeste do Bra-

sil, reinterpretou essa mesma coluna e assinalou várias diferenças essenciais que, embora corretas, não são válidas para a área total da Bacia por motivos que explicaremos a seguir.

Alguns trabalhos mais recentes sobre a Bacia do Paraná assinalam a distribuição heterogênea de algumas fácies que compoem as suas unidades estratigráficas, notadamente nos Grupos Tubarão e Passa Dois (LANDIM, 1970; FULFARO, 1970 e 1971). A divisão da Bacia do Paraná em pelo menos duas grandes sub-bacias, pode ser feita baseando-se no comportamento e na litologia das fácies sedimentares que exibem características discordantes que permitem a subdivisão em diversos pacotes não correlacionáveis. Essas duas grandes sub-bacias poderiam ser definidas em área em uma ocupando as regiões dos Estados do Paraná, Santa Catarina, Rio Grande do Sul e talvez Uruguai, e outra, abrangendo os Estados de São Paulo, Goiás e Mato Grosso e Paraguai como verificado neste trabalho. A coluna gondwânica exposta no Paraguai Oriental sendo correlacionável à sub-bacia paulista-goiãno-matogrossense residiria aí a diferença achada por PUTZER (1962), quando correlacionou-a com a sub-bacia paranaense-catarinense-sulriograndense

Levantamos essa coluna ao longo da Rodovia Panamericana que interliga Foz de Iguaçu, junto ao Rio Paraná, à Assunción, Paraguai. A pequena diferença de cota exis-

- (1) Trabalho feito com o auxílio da F.A.P.E.S.P.
- (2) Departamento de Paleontologia e Estratigrafia do Instituto de Geociências da U.S.P.
- (3) Departamento de Geologia e Mineralogia da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Rio Claro.

tente nessa região do Paraguai faz com que não muitos afloramentos se exponham ao longo da Rodovia, com exceção das proximidades do Lago de Ypacarai, onde uma serra mostra rochas silurianas e entre Cel. Oviedo e Villarica, a serra de Ybituruzu exhibe a coluna Permiana representada pelo Grupo Independência, equivalente ao nosso Grupo Passa Dois.

#### Geologia Regional e Estratigrafia (Fig. 1)

De Assunción para a Foz de Iguaçu, devido ao mergulho geral das camadas para E, percorre-se toda a coluna estratigráfica da borda ocidental da Bacia do Paraná. Assunción está localizada sobre arenitos da Formação Misiones (equivalente ao Botucatu), assentados sobre arenitos silurianos. Localmente é representado por arenitos vermelhos grosseiros, mal arredondados de aspecto aparentemente maciço, com lentes de seqüências arenosas mais grosseiras, indicando uma deposição sub-aquosa. Essa seqüência sedimentar seria correlacionável com a fácies Pirâmboia da parte setentrional da Bacia do Paraná. Devido ao caráter do sítio urbano de Assunción e a ausência do conhecimento de dados de sondagem não podemos estimar a espessura dessa seqüência, que no entanto em alguns locais da cidade, como no cruzamento da Avenida España com a Avenida Mariscal Estigarribia, exhibe mais de 15 metros de espessura. Esses arenitos estendem-se na direção E para mais de 21 km de Assunción até a margem W do Lago de Ypacarai, onde constitui escarpas apresentando-se mais litificados.

Autores prévios ligaram a maior coerência do arenito Misiones nessa região a um processo ligado a transformações sofridas por essas rochas causadas por soluções hidrotermais resultantes de abatimentos na área de Assunción e formação de depressão de Ypacarai. De fato, é nítida a formação de uma zona mais resistente servindo como flanco W do Lago, estando os arenitos silurianos formando o seu flanco E. Todavia o arenito Misiones nessa região exhibe, uma bem marcada disjunção colunar, fato já bastante conhecido na área brasileira da Bacia (BJORNBERG ET AL., 1964 e FULFARO, 1970). A ocorrência de prismas hexagonais em arenitos indica a ação de um metamorfismo termal ligado a presença de intru-

sivas ou extrusivas básicas. De fato, há na área da cidade de Assunción alguns afloramentos pouco espessos de basaltos. A coincidência de escarpas na margem do lago pode ser devido a um tectonismo recente em idade com basculamento dos blocos nas suas margens W e E.

A região do lago de Ypacarai é constituída por rochas do Embasamento Cristalino (Pré-Cambriano) com sedimentos do Grupo Caacupé (S) sobrepostos.

Os arenitos e siltitos do Grupo Caacupé (S) foram considerados por HARRINGTON (1950) como tendo idade Devoniana e por muito tempo foram correlacionados com as Formações Furnas e Ponta Grossa (D) da Bacia do Paraná. Os arenitos basais desse Grupo são grosseiros, geralmente arcossianos, mal selecionados, frequentemente conglomeráticos, com «clay-galls» e estratificação cruzada. PUTZER (1962) atribui uma origem continental para esses depósitos e recentemente (BIGARELLA e COMTE (1969) estudaram as direções dos estratos cruzados, fornecendo uma direção geral de transporte para WNW. Essa seqüência possui fino estrato argiloso intercalado («argilito Vargas Peñ») com fósseis marinhos de idade siluriana. Na região do «cerro de Caacupé», subimos 180 metros da seção em 7,5 km. Seguindo para leste e, portanto, em direção ao topo da seqüência siluriana, nota-se uma diminuição de granulação tornando-se a litologia progressivamente mais fina, inicialmente para siltitos bem acamados até um siltito argiloso avermelhado em Itacurubi de la Sierra, aproximadamente a 50 km do Lago de Ypacarai.

Grosso modo a seqüência basal dessas rochas silurianas lembra, em afloramento, as rochas da Formação Furnas (D) da Bacia do Paraná. A litologia e estruturas associadas permitem perfeitamente tal correlação. Porém os fósseis presentes, interpretados como silurianos, na seqüência paraguaia, indicam que se tratam de dois conjuntos de rochas com idades diferentes.

Devido à topografia plana da região, não se observa, em afloramentos ao longo dessa rodovia, o contato entre as rochas do Grupo Tubarão (P-C) e do Grupo Caacupé (S), que sabemos discordantes (PUTZER, 1962). O melhor afloramento de rochas do Permiano-Carbonífero é observável a 8,2 km antes de Cel. Oviedo onde uma seqüência do

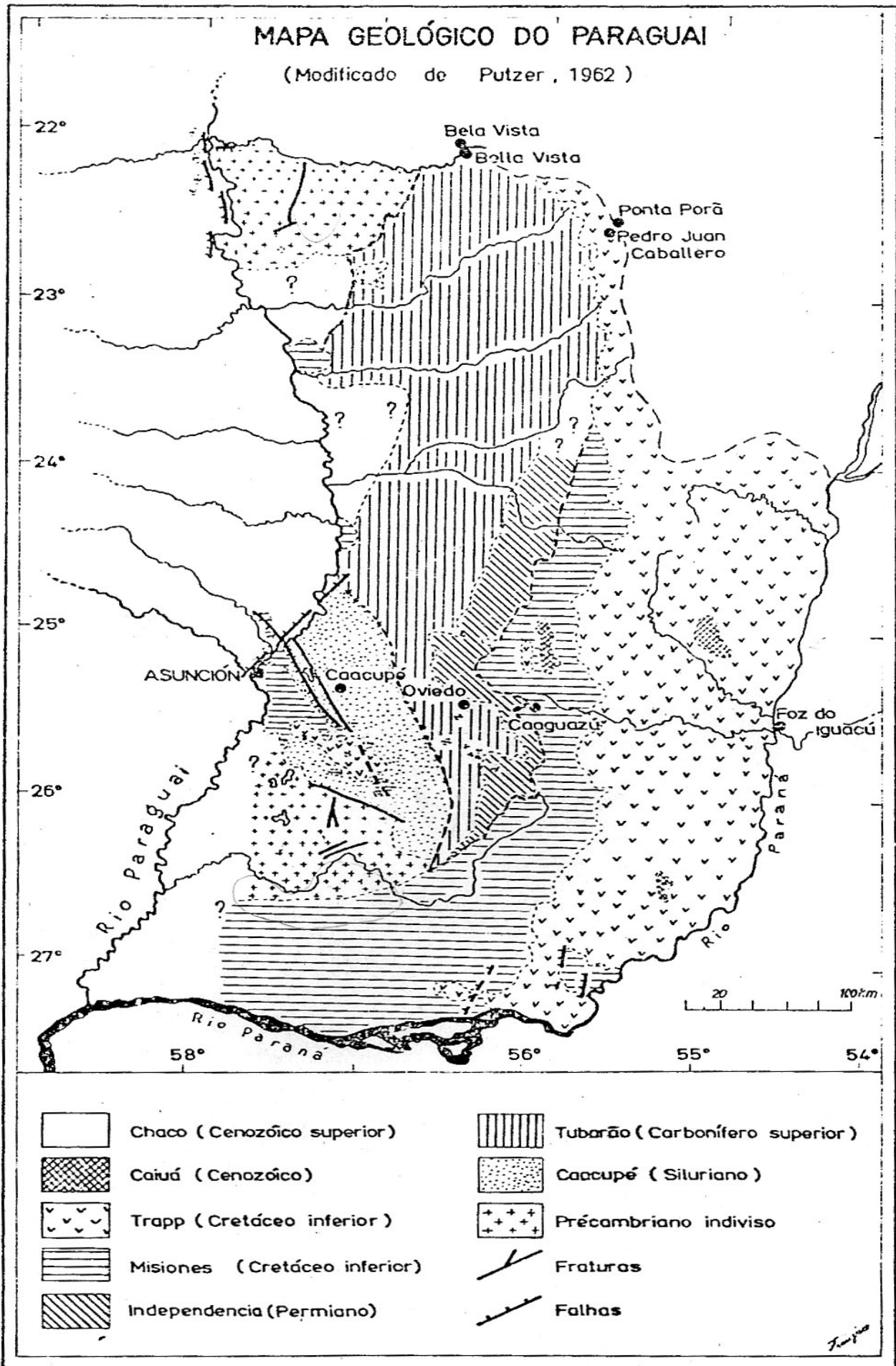


Fig. 1 — Mapa geológico do Paraguai, modificado de Putzer (1962).

siltitos e lentes de arenito apresentam-se levemente dobradas. A base é constituída por um mistito, rico em seixos, o qual passa gradualmente para uma sequência argilosa, ainda com seixos esparsos e lentes de arenito bem litificado e deformados. Uma cobertura de depósitos cenozóicos com 1 metro de espessura repousa discordantemente sobre essas rochas. A espessura total do afloramento é de 2,5 a 3 metros.

As rochas do Grupo Tubarão tanto ao longo da rodovia Panamericana como na estrada Coronel Oviedo-Villarica, mantêm uma homogeneidade não encontrada no lado leste da Bacia, acima do primeiro mistito. Para o topo, os sedimentos deste Grupo compõem-se principalmente por arenitos, as vezes argilosos, avermelhados com bandas claras causadas por intemperismo. Entre Cel. Oviedo e Villarica, no flanco W da serra de Ybituruzú, a sequência é cortada por no mínimo, um dique, de diabásio. Os afloramentos dessas rochas estendem-se até 24 km antes de Caaguazu apresentando-se os arenitos ora com seixos, ora aparentemente maciços, com níveis silicificados ou leitões bem acamados esparsos na coluna. A coloração geral é sempre avermelhada, que por alteração, dá um intenso solo vermelho. Observam-se algumas dobras em ritmitos, também avermelhados, como a 26 km antes de Caaguazu onde sedimentos ritmitos, com laminação ondulada, estratificação cruzada por migração de marcas onduladas e lenticularidade das finas lâminas de arenito, estão dobradas em uma dobra ligeiramente assimétrica com eixo orientado para SSW-NNE.

O contato entre as rochas do Grupo Tubarão e Grupo Independência, equivalente ao Grupo Passa Dois, não é observável no campo. Tem sido descrito como mantendo relações de inconformidade (PUTZER, 1962). A secção basal, ou seja, a Formação Itatí, com os seus calcários e folhelhos negros, não ocorre no Paraguai, tendo mesmo o seu fóssil característico, o réptil *Mesosaurus*, sido encontrado em arenitos finos colocados por HARRINGTON (1950) no topo do Grupo Tubarão.

A 2 km do último ponto, encontramos afloramentos com grande similaridade com o Estrada Nova indiviso paulista. São siltitos aparentemente maciços, com leitões ritmicos intercalados de arenito fino, pouco espessos (3 cm). As cores nos afloramentos vão de avermelhados a roxo-esverdeados. Sobre

essa sequência torna a aparecer os arenitos finos avermelhados da unidade estratigráfica anterior, isto é, Grupo Tubarão, cortados ocasionalmente por diques de diabásio. Para o topo da sequência, fácies lembrando certos afloramentos do Estrada Nova paulista (LANDIM, 1970) evocativos da Formação Rio de Rasto, afloram a 18 km antes de Caaguazu, Espessas camadas lenticulares de arenito, arroxeados e verdes, com 1,5 metros de espessura, intercalam-se na sequência laminada. Acima dessa sequência, voltam os siltitos e arenitos anteriores até o contato superior com os arenitos da Formação Misiones. Siltitos avermelhados são cortados por leitões, com até 3 cm, de arenitos finos, bem acamados, com abundantes marcas onduladas.

O contato entre as rochas do Grupo Independência e a Formação Misiones encontram-se a 15 km antes de Caaguazu. Os arenitos desta formação apresentam aqui a mesma litologia da área de Assunción lembrando o Framboia paulista. De Caaguazu a Foz do Iguazu o intenso intemperismo dos basaltos, a relativamente farta cobertura da vegetação e o desenvolvimento de uma pouca espessa, mas generalizada, capa de sedimentos modernos dificultam a observação de afloramentos ao longo da rodovia.

#### Tectônica: —

É nossa opinião que somente com uma precisa interpretação dos eventos tectônicos que afetaram o território paraguaio e, portanto, praticamente toda a borda ocidental da Bacia do Paraná é que será possível uma interpretação correta da sua coluna estratigráfica e sua correlação com outras áreas da Bacia. Para ilustrar esse fato, algumas considerações sobre o contato entre os sedimentos do Grupo Tubarão e Independência podem ser feitas. A litologia do topo do Grupo Tubarão pouco se diferencia da sequência mostrada pelo Grupo Independência na área, com exceção talvez de uma diminuição da granulação para o topo da sequência Permiana o que pode ser interpretado, por outro lado, como recorrência de fácies desde que a laminação rítmica também se exhibe na porção média da secção do Grupo Tubarão. Não ocorre aqui a Formação Itatí, excelente unidade geocartográfica que muito auxilia a separação entre os dois Grupos no lado leste. Em bases puramente litológicas seria difícil separarmos essa sequência sedi-



mentar em dois grupos e inferimos uma discordância regional, desde que as mudanças de fácies parecem ser graduais. Mesmo os fósseis, no caso poderiam, quando muito, indicar uma progressiva mudança de ambiente. No entanto, uma discordância é apontada por vários autores (HARRINGTON, 1950; ECKEL ET AL., 1959 e PUTZER, 1962), com base em mergulhos divergentes em certos trechos da secção. Discordâncias erosivas entre as duas sequências em áreas marginais da Bacia do Paraná nada tem de contraditório pois o progressivo preenchimento da Bacia poderia ter causado o levantamento de suas bordas e alguns desses contatos tem sido descritos (LANDIM, 1970a e 1970b, e FULFARO, 1971). No entanto, discordância angular pressupõe um mecanismo tectônico mais enérgico, que apesar da maior proximidade com a cadeia andina, lembra o padrão de blocos de falhas basculados bastante conhecido na parte oriental da Bacia do Paraná e com uma idade entre Cretáceo Superior e Terciário (FULFARO, LANDIM e ELLERT, 1967; BJORNBERG ET AL., 1971). Se um falhamento desse tipo e dessa idade fôr o responsável pelos mergulhos divergentes das camadas já citadas, então não teríamos uma discordância, e isso é muito importante no estudo da estratigrafia desse lado da Bacia.

Outras feições reforçam o intenso tectonismo que afetou a área. Os arenitos da Formação Misiones na área de Assunción revelam um considerável rejeito se tentarmos colocá-lo em sua posição original a partir da projeção do mergulho dessa formação nas proximidades de Caaguazu. Por outro lado, o seu pouco espesso capeamento de basaltos revela uma antiga posição geográfica de um alto submetido a erosão. Teríamos então, uma inversão tectônica análoga à já proposta por MENDES & FULFARO (1968), BJORNBERG, LANDIM e BÓRIO (1970) e FULFARO (1971) para a borda ocidental da Bacia. O abatimento da depressão ocupada pelo Lago de Ypacaraí expõe manchas do Embasamento Cristalino Pré-Cambriano, flanqueadas por espessas sequências de rochas mais jovens como as da Formação Misiones a W e do Grupo Caacupé a E. Evidentemente, essa hoje abatida região teria sido anteriormente um alto. A grande e total diferença entre os sedimentos da Bacia do Chaco e os da Bacia do Paraná atestam a magnífica atuação prévia do Arco de Assun-

ción como uma formidável barreira durante grande parte do Paleozóico.

No Siluriano, este arco, todavia, não foi efetivo para impedir uma invasão marinha vinda de W, do geossinclíneo andino, que ocupou a área da margem ocidental da Bacia do Paraná. Torna-se, porém, uma feição novamente positiva durante a invasão marinha Devoniana (LANGE & PETRI, 1967) e assim permanece por quase toda a evolução da Bacia pelo menos até à época da deposição dos sedimentos da Formação Misiones-Botucatu. Assim o Arco de Assunción mostra um caráter tectonicamente oscilante, ora positivo, ora negativo, como a maior parte dos altos estruturais da Bacia do Paraná (FULFARO, 1971). Seu abatimento, como a formação da serra de Ypacaraí e da serra de Ybituruzu, deve ser mais ou menos recente e o padrão de falhamento é idêntico ao já descrito para outras áreas da Bacia, ou seja, escalonado em blocos basculantes.

#### Conclusões: —

Os sedimentos que constituem o Grupo Tubarão na República do Paraguai são correlacionáveis aos sedimentos do Grupo Aquidauana do Centro-Leste do Estado de Mato Grosso, seu prolongamento natural, inclusive com a ocorrência da sequência equivalente à fácies Paxiri (BEURLEN, 1956). Por outro lado, não são correlacionáveis aos sedimentos do Grupo Aquidauana de Goiás como o próprio Aquidauana do Sul de Mato Grosso também não o é (FULFARO, 1971). Próximo ao topo desse grupo, no Paraguai, é também relacionado com alguns afloramentos da Formação Tatuí do NE do Estado de São Paulo, que lembram bastante o Aquidauana (LANDIM, 1970a). Litologicamente, portanto, o Grupo Tubarão paraguaio é idêntico aos sedimentos marginais da Bacia que ocorrem nos Estados de São Paulo e Mato Grosso.

A ausência da Formação Irati não permite o estabelecimento de um contato claro entre o Grupo precedente e o Grupo Passa Dois. Litologicamente parece haver uma gradação de um termo para o outro. Os sedimentos do Grupo Independência no Paraguai são correlacionáveis aos sedimentos expostos nos Estados de São Paulo, Goiás e Mato Grosso, os quais exibem diferenças marcantes com o Passa Dois dos estados sulinos. Daí, talvez, a confusão feita por

autores prévios (HARRINGTON, 1950; ECKEL ET ALL., 1959 e PUTZER, 1962).

Quanto ao Misiones é litologicamente idêntico à fácies aquosa da Formação Botucatu aflorando principalmente no Estado de São Paulo.

A coluna gondwânica do Paraguai oriental é, portanto, perfeitamente correlacionável à sub-bacia paulista-goiano-matogrossense, não exibindo nem uma feição, ao menos ao nível de um trabalho de reconhecimento, anormal para uma área marginal de bacia, que suporte a sua classificação como «sui generis» na Bacia do Paraná.

Agradecimentos: —

Desejamos externar nosso agradecimento ao geólogo Armando Marcio Coimbra pela companhia e algumas determinações de campo e laboratório que efetuou. A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo deu o suporte financeiro para a viagem, que agradecemos. Somos gratos também à Reitoria da Universidade de São Paulo e ao Instituto de Geociências e Astronomia da USP pelas facilidades e meios materiais fornecidos para a viagem.

### BIBLIOGRAFIA

- BEURLEN, K. (1956) — A Geologia pós algonquiana do Sul do Estado de Mato Grosso. D.N.P.M., D.G.M., Bol. 163.
- BIGARELLA, J. J. & COMTE, D. (1969) — O Grupo Caacupé e sua importância na paleogeografia do Siluriano Sul-Americano: Bol. Soc. Bras. Geol., 18 (1): 31-37.
- BJORNBERG, A. J. S., GANDOLFI, N. & PARAGUASSU, A. B. (1964) — Ocorrência de prismas hexagonais de arenito em São Carlos, SP (Formação Botucatu): Bol. Soc. Bras. Geol. 13 (1-2): 61-66.
- BJORNBERG, A. J. S., GANDOLFI, N. & PARAGUASSU, A. B. (1971) — Basculamentos, tectônicos modernos no Estado de São Paulo: Resumo em XXV Congresso Brasileiro de Geologia, Soc. Bras. Geol.: 133.
- BJORNBERG, A. J. S., LANDIM, P. M. B. & BÓ-SIO, N. (1970) — Observações sobre a deposição do sedimento Fauru na região Centro-Occidental do Estado de São Paulo: Bol. Soc. Bras. Geol. 19 (1): 79-90.
- ECKEL, E. B., MILTON, C. & SULSONA, P. T. (1959) — Geology and Mineral Resources of Paraguay — A Reconnaissance: Geol. Surv. Prof. Paper 327, 110 p.
- FULFARO, V. J. (1970) — Contribuição à geologia da região de Angatuba, Estado de São Paulo: D.N.P.M., D. G. M., Bol. 253.
- FULFARO, V. J. (1971) — A evolução tectônica e paleogeográfica da Bacia Sedimentar do Paraná pelo "Trend Surface Analysis": Bol. Esc. Eng. São Carlos, U.S.P., Geol., 14, 112 p.
- FULFARO, V. J., LANDIM, P. M. B. & ELLERT, N. (1967) — A tectônica das Serras de Santana e São Pedro (Serra eGral): An. XXI Congr. Bras. Geol.: 198-205.
- HARRINGTON, H. J. (1950) — Geologia del Paraguay Oriental: Contr. Cient. Ser. E. Geologia, Univ. Buenos Aires, tomo, 1, 82 p.
- LANDIM, P. M. B. (1970a) — Contribuição ao estudo dos mistitos do Grupo Tubarão no Estado de São Paulo: Tese de Livre-Docência apresentada à Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Rio Claro.
- LANDIM, P. M. B. (1970b) — O Grupo Passa Dois (P) na Bacia do Rio Corumbataí (SP) — D.N.P.M., D.G.M. — Bol. 252.
- LANGE, F. W. & PETRI, S. (1967) — The Devonian of the Paraná Basin: Bol. Paran. Geoc. (21-22): 5-56.
- MENDES, J. C. & FULFARO, V. J. (1968) — Nova interpretação da tectônica moderna da Bacia do Paraná: resumo em Cienc. Cult. 20 (2): 155.
- PUTZER, H. (1962) — Geologie von Paraguay: 192 p. Gebr. Borntraeger.