

ANTEFOSSA DO ALTO PARAGUAI

F.F.M. DE ALMEIDA*

ABSTRACT

The Alto Paraguay foredeep is a molassic basin from the Brasiliano cycle which was developed at the margin of the Guaporé Craton at the end of the geosynclinal sedimentation during the inversion processes which were already taking place in the internal zones. As much as 5.000 m of detritic red beds, marine at the basis and continental on the top accumulated in it. These layers did not suffer folding on the places where they covered the cratonic foreland but, their extensions to the geosynclinal zone were intensively deformed during the last tectonic phase. The developed holomorphic folds and the overthrusts show a tectonic transport to the craton.

The Alto Paraguay foredeep is compared with other molassic basins of the Brasiliano cycle, attending to some of its particularities as the precocious character, the absence of volcanism and the intensity of folding.

RESUMO

A antefossa do Alto Paraguai é uma bacia molássica do ciclo Brasiliano que se desenvolveu à margem do Craton do Guaporé ao final da sedimentação geossinclinal, quando já se realizava a inversão nas zonas internas. Foi preenchida de até 5.000 m de camadas vermelhas, marinhas na base, mas continentais no topo. Essas camadas não sofreram dobramentos onde recobrem a borda do antepaís cratônico, mas onde se estenderam ao geossinclíneo foram intensamente deformadas durante a última fase tectônica, por dobramentos holomórficos e falhamentos inversos, com transporte tectônico em direção ao craton.

Compara-se a antefossa do Alto Paraguai com outras bacias molássicas do Ciclo Brasiliano, chamando-se atenção para suas particularidades, tais como o caráter precoce, ausência de vulcanismo e intensidade dos dobramentos.

A antefossa do Alto Paraguai é uma grande bacia molássica, definida em 1964 por Almeida, pertencente ao sistema tectônico marginal do Craton do Guaporé. Acha-se representada no Mapa Tectônico do Brasil (1971).

Durante o máximo da subsidência do geossinclíneo Paraguai-Araguaia deprimiu-se a margem cratônica do antepaís, o que causou sua inundação pelo mar ao longo de toda a grande reentrância que ela apresenta em Mato Grosso e no Paraguai Oriental. Com essa ingressão depositou-se sobre ela grande espessura de sedimentos terrígenos e carbonatados que constituem a sequência de pré-inversão geossinclinal, representada pelos grupos Araras, Corumbá e Itapucumi. Iniciada a inversão do geossinclíneo, cessou a subsidência, expondo-se a sequência carbonatada à erosão. Foi nessa ocasião que um sulco marginal surgiu na borda externa da faixa

*IG/USP

de dobramentos, arrastando em sua subsidência a borda do craton. As áreas assim deprimidas foram simultaneamente recobertas por grande espessura de sedimentos clásticos, que se depositaram em maior parte sobre a seqüência carbonatada, sem que qualquer discordância angular os separe. De tal modo se constituiu a antefossa do Alto Paraguai, estendendo-se a ambos os lados da junção entre o craton e o geossinclíneo. Foi a derradeira bacia sedimentar constituída na dependência do geossinclíneo Paraguai-Araguaia.

Embora suas formações tenham sido originalmente descritas por Evans (1894) e outros pioneiros da geologia de Mato Grosso, a natureza tectônica dessa fossa só foi definida modernamente, assim mesmo em trabalhos de reconhecimento, por Almeida (1964, 1965) em sua parte ocidental, Hennies (1966) no trecho central, e Almeida e Hennies (1969) na extremidade NE.

A antefossa estende-se ao longo de pelo menos 800 km, sendo seus depósitos reconhecidos desde vizinhanças do Rio Jauru, a sul de Cáceres, até à Serra do Roncador nas nascentes do Rio Sete de Setembro, sendo provável que prossiga ainda mais para norte. Sua maior largura, no trecho central, ultrapassa 100 km. Desenvolveu-se maiormente sobre o Grupo Araras, que recobre em concordância angular, embora dele se separem suas camadas por superfície de erosão, pois na localidade de Jacobina, a SE de Cáceres, verificamos que arenitos basais da seqüência molássica contém seixos de rochas carbonatadas de seu embasamento.

O preenchimento sedimentar da antefossa é representado pelo Grupo Alto Paraguai (Almeida, *op.cit.*). Constitue-se de uma sucessão de rochas detríticas que termina em cunha na bacia, sobre a plataforma, crescendo a 4.000 ou 5.000 m de espessura no interior do sulco molássico (no sentido de Tseysler, 1973) situado na borda geossinclinal. São desconhecidos, possivelmente nunca tendo existido, quaisquer produtos vulcânicos associados ao desenvolvimento da antefossa.

Nada indica ter existido, no trecho interno da antefossa, um sulco inicial coberto por águas profundas, só preenchido na etapa de inversão, mas a sedimentação compensou a subsidência desde o início. Começou com a deposição de siltitos, arenitos com estratificação cruzada, e raros folhelhos, seguindo-se grande espessura de arenito quartzosos (ortoquartzitos), com seixos isolados de quartzo e abundante estratificação cruzada. Esse conjunto inferior constitui o Arenito Raizama (Evans, 1894), no qual medimos 1600 m de espessura, na Serra do Tombador. Representa, possivelmente, ambiente costeiro sobretudo epinerítico, com transporte por correntes, de detritos provenientes do craton, como o sugerem sua litologia e o sentido das correntes, indicado pela estratificação cruzada. Esses arenitos parecem ter recoberto a maior parte da antefossa, mas não existem na Serra do Roncador.

O Arenito Raizama passa gradualmente à Formação Sepotuba (Oliveira, 1915), constituída quase inteiramente de folhelhos e siltitos de cor vermelha, chocolate, raramente cinza ou verde. Intercalam-se camadas subordinadas de arenitos margas e arcóseos, esses últimos na parte superior, em transição para a formação mais elevada. Parece ter-se depositado em ambiente lagunar ou marinho, de baixa energia.

A Formação Diamantino (Campos, *apud* Paes Leme, 1912), tem como rochas características, arcóseos finos, uniformes, de cor vermelha a chocolate, com intercalações menores de folhelhos, siltitos, arenitos, margas e muito raras camadas delgadas de calcário impuro. Numerosas estruturas primárias, tais como inclusões de blocos e menores fragmentos de folhelho (*clay galls*), marcas de onda ou corrente, estratificação cruzada, fraturas de ressecamento, aliadas à generalizada cor vermelha, indicam ambiente continental de deposição, possivelmente em planícies de inundação, lagos, canais fluviais, etc. Os materiais provinham maiormente do interior do geossinclíneo em inversão, pois não são raros fragmentos microscópicos de filitos e xistos, incluídos nos arcóseos. No interior do grande sinclinal da Água Fria, situado na região central interna da antefossa, Hennies (*op.cit.*) estimou espessura de 2500 m para a Formação Diamantino.

No interior da área geossinclinal as camadas da antefossa foram linearmente dobradas em longos braquianticlinais e braquissinclinais, longitudinalmente fraturados por grandes falhas inversas de grande ângulo, como a de Rosário d'Oeste, com 140 km de extensão. Também se mostram falhas transcorrentes, diagonais aos eixos de dobramento, longas de vários quilômetros cujos rejeitos direcionais apresentam centenas de metros. O conjunto das deformações, sobretudo a assimetria das dobras e mergulhos dos planos de falha comprova a compressão contra o antepaís, da borda interna da antefossa pela última fase tectogênica que afetou a faixa de dobramentos Paraguai-Araguaia, a única, de resto que também dobrou os grupos Araras e Jangada. Em contraste, a área em que a antefossa repousa sobre a borda cratônica apresenta suaves dobramentos transicionais constituídos de anticlinais isolados, sem sinclinais, e deformações induzidas, devidas a falhamentos do embasamento.

É digno de nota o fato de se mostrar perfeita concordância angular entre os grupos Araras e Alto Paraguai, por comprovar que a antefossa surgiu ainda no estágio geossinclinal

tardio, como um sulco marginal miogeossinclinal que sucedeu ao complexo terrígeno-carbonatado ao se iniciar a inversão. Em sua evolução nota-se que a sedimentação, originalmente marinha, de águas rasas, passa a continental, sem que a emersão fosse acompanhada de tectonização na antefossa. Se não há discordância angular entre as duas seqüências, a carbonatada e a molássica precoce, a discordância faciológica é, contudo, rápida e chocante, denotando a completa mudança de condições no ambiente geossinclinal, o que só pode ser atribuído a sua inversão.

No quadro das bacias molássicas com que termina o ciclo Brasileiro no País a antefossa do Alto Paraguai ocupa posição peculiar, como uma bacia marginal precoce, com o que se equipara, talvez, à representada pela Formação Três Marias, da borda oeste do craton do São Francisco, ou pelo Grupo Estância, de sua borda nordeste. Devido a isso, é flagrante o contraste que apresenta com as bacias molássicas do sul do Brasil, todas de menores dimensões, desenvolvidas como *grabens* molássicos separados por relevo montanhoso, ou sulcos molássicos intermontanos, situados na área interna do geossinclíneo. Enquanto que a antefossa do Alto Paraguai recobre concordantemente a seqüência de pré-inversão, tanto na área cratônica como na geossinclinal, desta constituindo realmente uma dependência e herdeira, as bacias molássicas do sul do País são geralmente posteriores aos principais dobramentos, sobrepondo-se discordantemente às rochas previamente tectonizadas e metamorflizadas, ou às eruptivas de estágios estruturais anteriores, do próprio ciclo Brasileiro, ou ainda recobrem maciços medianos ou blocos antigos retomados, constituídos de rochas pré-brasileiras expostas no interior da faixa de dobramentos. Devido a isso, um claro contraste entre a antefossa e as referidas bacias é a natureza das deformações, que são moderadas a intensas nestas últimas, porém devidas à movimentação de falhas, e independentes dos dobramentos geossinclinais, enquanto que a borda interna da antefossa, que avança no miogeossinclíneo, apresenta dobramentos lineares só encontrados em outras bacias molássicas precoces do ciclo Brasileiro, como Maricá e possivelmente Camarinha. Por outro lado, a calma tectônica das camadas da antefossa onde recobrem o craton não é geralmente encontrada nas bacias molássicas tardias do sul do País, contraste que aliado a inegáveis semelhanças litológicas com o Grupo Estada Nova, motivou a atribuição da Formação Sepotuba ao Permiano, na edição de 1960 do Mapa Geológico do Brasil, idade que lhe atribuiu Oliveira, em 1915.

Outra diferença notável entre os depósitos da antefossa e das demais bacias molássicas do S do Brasil é a ausência de conglomerados naquela, o que pode ser devido à posterior erosão de sua borda mais interna, onde talvez eles tenham existido, ou ainda por terem sido baixos os relevos então surgidos na faixa de dobramentos. É sabido que a presença de abundantes conglomerados constitui uma das características das bacias molássicas do sul do Brasil. Também chama atenção à assimetria da antefossa, inexistente nas bacias intramontanas do sul do País.

Não menos notável, mas explicável pela situação tectônica da antefossa como sulco molássico precoce marginal que se desenvolveu ainda no ambiente miogeossinclinal pré-orogênico, é sua natureza amagmática. As bacias molássicas do sul do Brasil, posteriores aos dobramentos, assistiram em seu desenvolvimento a intenso vulcanismo ácido a intermediário subsequente, e ao plutonismo granítico-granodiorítico intercedente. Maricá e Camarinha, como possíveis representantes de sulcos molássicos anteriores à fase final de dobramentos que os afetaram intensamente, também são destituídas do magmatismo subsequente.

As bacias intermontanas do sul do Brasil, situadas no interior das faixas de dobramentos brasileiros, denotam herança estrutural relativamente às estruturas originadas com a tectogênese geossinclinal; assim, *grabens* e outras bacias molássicas, como representadas pelos grupos ou formações Bom Jardim, Itajaí, Camaquã e outros, dispõem-se nas direções das estruturas subjacentes, influenciados que foram pelos grandes falhamentos desenvolvidos com a tectogênese geossinclinal. Em contraste, as molassas do Grupo Alto Paraguai apresentam estreita relação estrutural e concordância com as formações acumuladas tardiamente no geossinclíneo, assim como com as que preencheram, na borda da plataforma, as bacias marginais da fase de pré-inversão.

A antefossa molássica do Alto Paraguai corresponde, na África, à *Série Purprée*, molassa dobrada de idade cambriana da faixa de dobramentos Pharusiana do oeste do Ahaggar, no Saara Central (Caby, 1970), assim como às Camadas Obosum e Arenito Voltaiano superior de Ghana e Togo (Grant, 1969), preenchimento molássico da antefossa Voltaiana. Ambas essas estruturas dispõem-se na junção entre o craton do oeste Africano e a área de dobramentos Panafricanos situada a leste, numa perfeita analogia com o que se observa em Mato Grosso.

A idade cambriana das bacias molássicas do sul do Brasil acha-se razoavelmente bem determinada por várias datações radiométricas por método K/Ar, e acaba de ser confirmada para as do Rio Grande do Sul, por isócronas Rb/Sr, das rochas vulcânicas e plutônicas a elas associadas (Cordani *et alii* 1974). Menos segura é a idade da antefossa do Alto Paraguai. As suas rochas

tem sido atribuídas idades desde permiana a pré-cambriana superior. Como os grupos angularmente concordantes, Jangada, Araras e Alto Paraguai foram simultaneamente dobrados numa única e derradeira fase dos dobramentos brasileiros, pode-se estabelecer como limite superior da idade da antefossa a do granito pós-tectônico de São Vicente, datado de 503 m.a. por K/Ar (Hasui e Almeida, 1970), e de 483 ± 8 m.a. por isócrona Rb/Sr, (Almeida e Mantovani, 1975). Verificamos recentemente que ocorrem *drifts* filitizados do Grupo Jangada a uma dezena de quilômetros distantes da extremidade SW desse plutão granítico, enquanto que a notável auréola termometamórfica que o envolve, descrita por Almeida em 1954, não denota quaisquer sinais de ter sofrido deformações importantes ou metamorfismo posterior à sua constituição. Isso indica que o Grupo Jangada, e com ele as sequências mais novas no geossinclínio em Mato Grosso, são anteriores a 500 m.a., não se excluindo, portanto, que a antefossa possa ser cambriana, como as demais bacias molássicas do Brasil.

Cremos não haver, por hora, elementos que permitam correlacionar estratigraficamente as sequências sedimentares que preenchem as diversas bacias molássicas do centro e sul do Brasil. Elas podem ter-se desenvolvido em ocasiões diferentes, num intervalo de tempo cuja duração pode ter sido superior a de um período geológico. Tudo o que se pode afirmar, na falta de fósseis (explicada pelo ambiente quase sempre continental e muito antigo, de todas elas), ou de métodos mais precisos de datação, é que essas bacias são isócronas, desenvolvidas num intervalo definido do tempo tectônico Brasileiro, mas não necessariamente sincrônicas. Nem sequer se deve afirmar que a antefossa do Alto Paraguai seja mais antiga que as bacias molássicas do sul do Brasil pelo fato de ter sido afetada por dobramentos lineares. Isso é válido para a bacia de Maricá, e possivelmente para Camarinha, mas não para a antefossa, que por se situar marginalmente, e devido a polaridade tectônica, pode ter sido atingida por uma fase derradeira de dobramentos que não se teria manifestado na zona interna dos geossinclíneos brasileiros, fato comumente observado na evolução das faixas de dobramentos fanerozóicos.

* Constante de desintegração $Rb^{87} = 1,47 \times 10^{-11} \text{ anos}^{-1}$

BIBLIOGRAFIA

- ALMEIDA, F.F.M. de — 1964 — Geologia do centro-oeste mato-grossense. *Boletim da Divisão de Geologia e Mineralogia do DNPM*, Rio de Janeiro, 215: 1-37.
- — 1965 — Geologia da Serra da Bodoquena. *Boletim da Divisão de Geologia e Mineralogia do DNPM*, Rio de Janeiro, 219: 1-96.
- & — — 1969 — Reconhecimento geológico da Serra do Roncador. *Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia*, São Paulo, 18 (1): 23-30.
- & MANTOVANI, M.M. — 1975 — Geologia e geocronologia do granito de São Vicente, Mato Grosso. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, Rio de Janeiro, 47 (No prelo)
- CABY, R. — 1970 — La chaîne Pharusienne dans le nord-ouest de l'Ahaggar (Sahara Central, Algérie); sa place dans l'orogénese du pré-cambrien supérieur en Afrique. /These — Faculté des Sciences, Université de Montpellier/
- CORDANI, U.G.; HALPERN, M.; BERENHOLC, M. — 1974 — Idades radiométricas de rochas do escudo sul-rio-grandense e sua significação tectônica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 28^a, Porto Alegre — *Resumo das Comunicações*. Porto Alegre, Sociedade Brasileira de Geologia. p.696-7.
- EVANS, J.W. — 1894 — Geology of Matto Grosso, particularly the region drained by the upper Paraguay. *Quarterly Journal of the Geological Society of London*, London, 50 (2): 85-104.
- HASUI, Y. & ALMEIDA, F.F.M. de — 1970 — Geocronologia do centro-oeste brasileiro. *Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia*, São Paulo, 19 (1): 5-26.
- HENNIES, W.T. — 1966 — Geologia do centro-norte mato-grossense. 65p. /Tese — Escola Politécnica da USP, São Paulo/ /Inédito/
- GRANT, N. K. — 1969 — The late precambrian to early paleozoic PanAfrican orogeny in Ghana, Togo, Dahomey, and Nigeria. *Bulletin of the Geological Society of America*, New York, N.Y., 80 (1): 45-56.
- MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA. DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL — 1971 — Mapa tectônico do Brasil, escala: 1:500.000. Rio de Janeiro, DNPM.
- OLIVEIRA, E.P. de — 1915 — Geologia; reconhecimento geológico do Noroeste de Mato Grosso. Exp. Scient. Roosevelt-Rondon, Com. Linhas Teleg. Mato Grosso ao Amazonas. Rio de Janeiro. 82p. (Anexo 1).
- PAES LEME, A.B. — 1912 — Mineralogia e geologia. Com. Linhas Teleg. Est. de Mato Grosso ao Amazonas. Rio de Janeiro, 23p. (Anexo 5)