

Proposição Formal do Alogruppo Alto Rio Paraná (SP, PR e MS)

Alethéa Ernandes Martins Sallun^{1,2} (alethea@igeologico.sp.gov.br), Kenitiro Suguio^{2,3}, José Cândido Stevaux^{3,4}

¹Instituto Geológico - Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo
Av. Miguel Stéfano 3900, CEP 04301-903, São Paulo, SP, BRA

²Departamento de Geologia Sedimentar e Ambiental - Instituto de Geociências - USP, São Paulo, SP, BRA

³Centro de Pós-graduação, Pesquisa e Extensão - UnG, Guarulhos, SP, BRA

⁴Departamento de Geografia - UEM, Maringá, PR, BRA

Recebido em 02 de maio de 2007; aceito em 28 de junho de 2007

Palavras-chave: Quaternário, Aloestratigrafia, Alogruppo Alto Rio Paraná, Aloformação Paranavaí, Aloformação Paraná.

RESUMO

A partir da abordagem aloestratigráfica é possível individualizar as unidades estratigráficas que representam a história geológica quaternária da Bacia Hidrográfica do Alto Rio Paraná. Esses depósitos sedimentares, que ocorrem superpostos às unidades litoestratigráficas cretáceas da Bacia do Paraná, foram reunidos como Alogruppo Alto Rio Paraná, constituído pelos depósitos coluviais da Aloformação Paranavaí e depósitos aluviais da Aloformação Paraná. A Aloformação Paranavaí é composta por depósitos coluviais homogêneos, arenáceos e rudáceos, originados *in situ* ou com transporte restrito, a partir de unidades litoestratigráficas cretáceas intemperizadas, principalmente da Superseqüência Bauru. A Aloformação Paraná é formada de terraços de origem fluvial associados à paleodrenagem do Alto Rio Paraná, embutidos na Aloformação Paranavaí. Os registros da sedimentação do Alto Rio Paraná, desde no mínimo 1 Ma passados até os dias atuais, testemunhariam importantes mudanças paleoclimáticas e/ou eventos neotectônicos, que permitem sistematizar as fases evolutivas geológico-geomorfológicas cenozóicas da área de estudo.

Keywords: Quaternary, Allostratigraphy, Alto Rio Paraná Allogroup, Paranavaí Alloformation, Paraná Alloformation.

ABSTRACT

From an allostratigraphic viewpoint, it is possible to recognize stratigraphic units representative of Quaternary geological history in the Upper Rio Paraná Hydrographic Basin. These sedimentary deposits are superimposed on Cretaceous lithostratigraphic units of the Paraná Basin and have been grouped together as the Alto Rio Paraná Allogroup, made up of colluvial deposits of the Paranavaí Alloformation and alluvial deposits of the Paraná Alloformation. The Paranavaí Alloformation consists of arenaceous to rudaceous homogeneous colluvial deposits, formed in place or following limited transportation from weathered Cretaceous lithostratigraphic units, predominantly belonging to the Bauru Supersequence. The Paraná Alloformation is formed by fluvial terrace deposits developed within the Paranavaí Alloformation and associated with the Upper Rio Paraná palaeodrainage system. The sedimentary record of the Upper Rio Paraná basin bears testimony to important palaeoclimatic changes and/or neotectonic events from at least 1 Ma ago to the present day that allow characterization of Cenozoic geologic-geomorphologic evolutionary phases in the study area.

INTRODUÇÃO

Neste trabalho é proposta a formalização das unidades estratigráficas quaternárias que ocorrem sobre rochas mesozóicas da Bacia do Paraná, na Bacia Hidrográfica do Alto Rio Paraná (SP, PR e MS). Essas unidades testemunham a mais recente história geológica nas regiões centro-oeste, sul e sudeste do Brasil, estabelecidas de acordo com as definições para unidades aloestratigráficas do Código Estratigráfico Norte-Americano da Comissão de Nomenclatura Estratigráfica Norte Americana (North American Commission on Stratigraphic Nomenclature - N.A.C.S.N., 2005).

A aloestratigrafia como ferramenta de classificação estratigráfica foi introduzida pela N.A.C.S.N. em 1983, com revisão em 2005 que incorporou descrições adicionais às unidades aloestratigráficas. O Código Brasileiro de Nomenclatura Estratigráfica e o Guia de Nomenclatura Estratigráfica (Petri et al., 1986a, 1986b) não incluem uma categoria específica para unidades aloestratigráficas. Entretanto, o caráter liberal deste documento reflete-se no seu artigo A-3, onde é estabelecido que “Outras classes de unidades podem ser usadas, informalmente, de acordo com as conveniências do pesquisador”. Os princípios e os procedimentos adotados para a proposição de unidades aloestratigráficas são os mesmos utilizados para unidades litoestratigráficas (N.A.C.S.N., 2005), e nesta proposta são seguidas as regras gerais do Guia de Nomenclatura Estratigráfica vigente no Brasil (Petri et al., 1986a, 1986b), assim como foi aplicado por Moura e Mello (1991).

A Bacia Hidrográfica do Rio Paraná, em conjunto com os rios Paraguai, La Plata, Pilcomayo e Uruguai, formam a Bacia Hidrográfica do Rio da Prata (Figura 1). De acordo com as diferentes características, o Rio Paraná pode ser dividido em cinco trechos. A porção denominada “Alto Rio Paraná” compreende o trecho de Guaira à confluência dos rios Grande e Paranaíba, com 619 km de extensão em território brasileiro. Os principais limites geográficos da Bacia Hidrográfica do Alto Rio Paraná são: ao norte as bacias do Rio Grande e Paranaíba e Serra de Caiapó, a leste o maciço Litorâneo Brasileiro (Serra do Mar), ao sul a bacia do Rio Iguaçu, afluente do Médio Paraná, e a oeste a bacia do Rio Paraguai e a Serra de Maracaju.

A drenagem do Alto Rio Paraná tem padrão centrípeto subparalelo (IBGE, 1997). Todos os afluentes são rios conseqüentes ou resseqüentes, pois correm no sentido do mergulho das camadas litológicas e ocupam estruturas geológicas que compartimentam blocos estruturais (Fulfaro et al., 1982). Comparando-se as margens direita e esquerda do rio, nota-se que o homoclinal oeste é mais estreito, porque a taxa de ascensão das serras de Maracaju e Caiapó é menor que a da Serra do Mar. Conseqüentemente, os principais rios da margem esquerda são mais longos, com comprimento entre 400 e 600 km e possuem nascentes em rochas cristalinas aflorantes na Serra do Mar, em comparação aos maiores afluentes da margem direita, que não chegam a 400 km de extensão e nascem na bacia sedimentar do Paraná, nas serras de Maracaju e Caiapó (Stevaux, 2000).

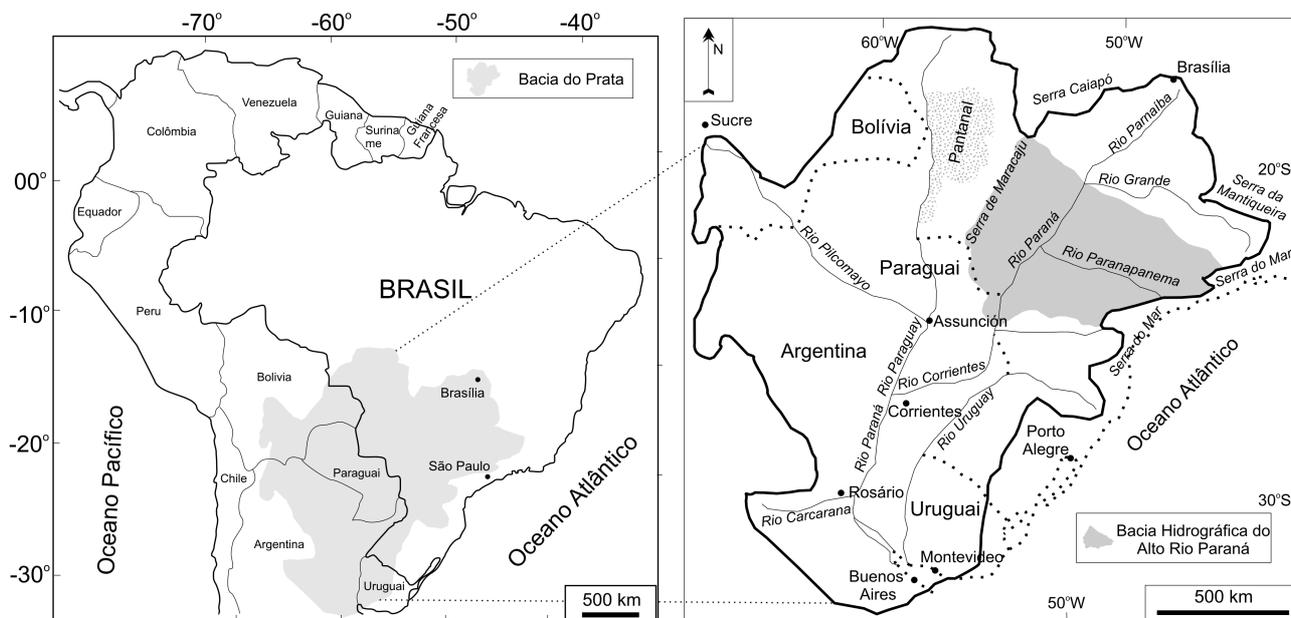


Figura 1. Situação geográfica da Bacia Hidrográfica do Rio da Prata, com a localização dos setores Alto, Médio, Baixo e Delta do Rio Paraná na América do Sul (modificado de Tucci e Clarke, 1998).

ALOESTRATIGRAFIA

A aloestratigrafia é destinada especialmente à análise estratigráfica de depósitos sedimentares cenozóicos, principalmente quaternários. As abordagens tradicionais usadas em depósitos sedimentares mais antigos apresentam sérias limitações, quando aplicadas na análise estratigráfica de depósitos quaternários. Essas restrições são devidas ao nível de detalhamento exigido, às naturezas descontínua e pouco espessa (frequentemente de alguns metros), às freqüentes similaridades e recorrências (ou repetições) de fácies, ao registro paleontológico inadequado às análises estratigráficas (frequentemente composto de restos animais viventes) e à reduzida disponibilidade de dados geocronológicos mais precisos.

Segundo N.A.C.S.N. (1983 e 2005) uma unidade aloestratigráfica é representada por um corpo sedimentar estratiforme, delimitado por descontinuidades limitantes como, por exemplo, discordâncias erosivas regionais e não diastemas, pois estes são de caráter local. Permite discernir depósitos de litologias semelhantes superpostos, contíguos ou geograficamente separados, limitados por descontinuidades; ou ainda, considerar como pertencente a uma única unidade, depósitos caracterizados por heterogeneidades litológicas ou que ocorreram em níveis topográficos diferentes e exibam idades distintas (Figura 2). As modificações introduzidas em N.A.C.S.N. (2005) deixam claro que o estabelecimento de uma unidade aloestratigráfica não deve ser feita em função da litologia.

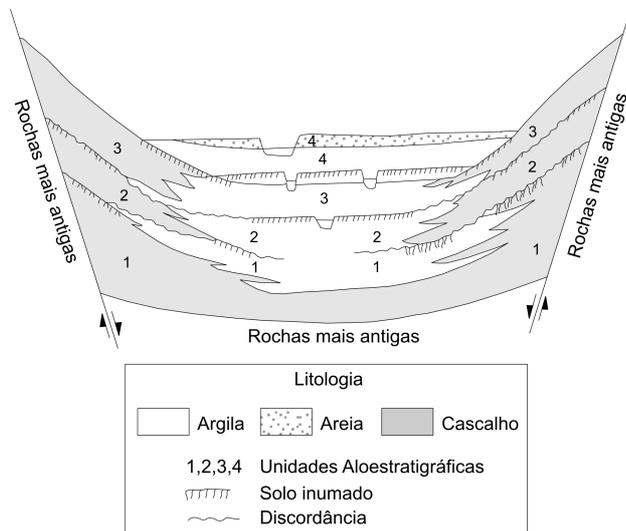


Figura 2. Exemplo de classificação aloestratigráfica de depósitos fluviais e lacustres em um gráben (modificado de N.A.C.S.N., 1983, 2005). Este esquema mostra uma possível relação entre as classificações alo e litoestratigráficas, onde quatro unidades aloestratigráficas encontram-se superpostas e delimitadas por descontinuidades lateralmente traçáveis (discordâncias e solos inumados), que abrangem três litologias principais classificáveis em uma ou duas unidades litoestratigráficas.

Como as descontinuidades representam planos de tempo (isócronas), as unidades aloestratigráficas definidas cortam aqueles planos e, portanto, são essencialmente diacrônicas. Deste modo, constituem também uma importante base para classificação cronoestratigráfica. Por outro lado, as unidades aloestratigráficas podem exibir grandes variações faciológicas temporais e espaciais constituindo, à luz do conceito de sistemas deposicionais, instrumento mais apropriado às análises paleoambientais que as formações, que são essencialmente unidades litoestratigráficas. Entretanto, analogamente às unidades litoestratigráficas, a unidade fundamental é a aloformação que, por sua vez, pode ser subdividida em alomembros ou, juntamente com outra(s) aloformação(ões), constituir um alogrupo.

Segundo Walker (1990) a aloestratigrafia integra as “novas estratigrafias” que, juntamente com a sismoestratigrafia (Vail e Mitchum Junior, 1977), a estratigrafia de seqüências (Van Wagoner et al., 1988) e a seqüência estratigráfica genética (Galloway, 1989), são aplicáveis a quaisquer seqüências sedimentares, independentemente das idades ou dos contextos geológicos. No Brasil, a relevância da abordagem aloestratigráfica na identificação e classificação de depósitos quaternários tem sido enfatizada em trabalhos de Moura e Meis (1986), Moura e Mello (1991) e Etchebere (2002).

CONTEXTO GEOLÓGICO

Na Bacia Hidrográfica do Alto Rio Paraná ocorrem rochas da Bacia do Paraná recobertas por depósitos cenozóicos. A Bacia do Paraná (Figura 3), *sensu stricto*, é uma vasta bacia intracratônica sul-americana, que abrange uma área de cerca de 1.400.000 km² estendendo-se pelo Brasil, Paraguai, Uruguai e Argentina (Zalán et al., 1990). Desenvolvida completamente sobre crosta continental e preenchida por rochas sedimentares e vulcânicas, abriga um registro estratigráfico temporalmente posicionado entre o Neo-Ordoviciano e o Neocretáceo (Zalán et al., 1990; Milani e Ramos, 1998). São reconhecidas seis unidades aloestratigráficas de segunda ordem ou superseqüências: Rio Ivaí (Caradociano - Landoveriano), Paraná (Lockoviano-Frasniano), Gondwana I (Westfaliano-Scythiano), Gondwana II (Anisiano-Norian), Gondwana III (Neojurássico-Berriasiano) e Bauru (Aptiano-Maestrichtiano) (Milani, 1997).

No Neojurássico, desertos arenosos cobriram completamente a Bacia do Paraná e regiões vizinhas, hoje representadas pela Formação Botucatu, que foram seguidos por derrames de lavas eocretáceas da Formação Serra Geral. A Subsidiência e acumulação sedimentar na Bacia do Paraná terminaram no Neocretáceo com a acomodação da Superseqüência Bauru, um delgado pacote de sedimentos continentais areno-conglomeráticos (Milani e Ramos, 1998).

que reunia as formações Caiuá, Santo Anastácio, Adamantina e Marília e incluía a Formação Araçatuba, introduzida por Barcelos e Suguio (1987) e redefinida por Batezelli et al. (1999), é a que melhor se ajusta às características litológicas observadas em subsuperfície e aos padrões geofísicos registrados pelos perfis. Os autores ainda reconheceram duas unidades, caracterizáveis através das curvas de raios gama e de resistividade das diagrfias, bem como pela descrição de amostras de calha, de ocorrência exclusiva em subsuperfície, denominadas de formações Pirapozinho e Birigui. Segundo os autores a evolução sedimentar da Superseqüência Bauru, processou-se em três fases principais de acumulação, separadas por eventos erosivos e não-deposicionais de caráter regional.

A região sul do estado do Mato Grosso do Sul, após a deposição do Grupo São Bento (formações Botucatu, Pirambóia e Serra Geral), foi submetida às intrusões alcalinas de Cerro Sarambi, Chirigué e Cerro Gauzu do Cretáceo Inferior no Paraguai, nas proximidades de Ponta Porã. Essas intrusões levantaram o embasamento cristalino do pré-cambriano até a superfície e deram origem a leques aluviais dirigidos de S-SW para N-NE, gerando espesso pacote de conglomerados (Almeida e Lima, 1959; Souza Júnior e Tarapanoff, 1986) depositados sobre os basaltos da Formação Serra Geral (Fulfaro e Perinotto, 1994b). Esses conglomerados foram denominados formalmente como Formação Ponta Porã (Fulfaro e Perinotto, 1994b), provavelmente cronocorrelatos à Formação Itaqueri, com idade entre o Neocretáceo e o Paleógeno. Segundo Fulfaro e Perinotto (1994b) os depósitos da Formação Ponta Porã foram falhados conjuntamente com depósito coluvial sotoposto, na época do levantamento da Serra de Maracaju, no Terciário Superior, penecontemporaneamente à formação da Bacia do Pantanal e à implantação das bacias hidrográficas dos rios Paraná e Paraguai, sugerindo atividade tectônica cenozóica.

Riccomini (1995) teria reconhecido evidências diretas de neotectonismo no Platô de Marília (SP), representadas por linhas-de-pedra superpostas à Formação Adamantina, que estariam seccionadas por falhas normais com rejeito decimétrico e sugeririam extensão na direção WNW. Na Bacia do Rio do Peixe (SP), tributário do Alto Rio Paraná, Etchebehere (2000) sugeriu a existência na região de tectônica transcorrente, com vetor de máxima compressão na direção NW-SE, com três áreas de soerguimento tectônico mais acentuado provavelmente correspondentes:

1. à sutura crustal de Ribeirão Preto, que teria propiciado o entalhe acelerado do Planalto Marília - Echaporã;
2. à extensão do lineamento crustal de Guapiara, representado por escassos depósitos de terraço compostos por cascalheiras;
3. à sutura crustal de Presidente Prudente, reconhecida também pela presença de cascalheiras.

Riccomini (1995, 1997) sugere a atuação de esforços tectônicos, no Estado de São Paulo, relacionados a um binário dextral de orientação geral E-W, vigentes desde a fase tardia (Neocretáceo) do vulcanismo Serra Geral. Na região oeste do estado, o campo de tensões regional teria sido sobrepujado pela subsidência devida ao grande peso de rochas basálticas, com instalação da Superseqüência Bauru (Santoniano-Maastrichtiano). Posteriormente teria ocorrido intensificação do tectonismo de caráter rúptil na bacia, sugerido pelo incremento no aporte de sedimentos rudáceos (Formação Marília) e pelo vulcanismo alcalino extrusivo, relacionados à atividade de alinhamentos tectônicos que delimitam a sua borda leste atual que, no Estado de São Paulo, é formada pelos alinhamentos estruturais do Rio Paranapanema, de Ibitinga-Botucatu, de São Carlos-Leme e do Rio Moji-Guaçu (Figura 3).

O tectonismo deformador seria subsequente à deposição da Superseqüência Bauru, com falhas e juntas resultantes de dois regimes transcorrentes, com movimentações de componentes sinistral e dextral ao longo dos alinhamentos de direção NNW e WNW, mas com movimentações opostas (Riccomini, 1997): σ_1 E-W/horizontal, σ_2 vertical e σ_3 N-S/horizontal e, σ_1 N-S/horizontal, σ_2 vertical e σ_3 E-W/horizontal. Os dois regimes transcorrentes teriam atuado na megaestruturação geológica do Estado de São Paulo, e provavelmente o último corresponderia à neotectônica regional (Riccomini, 1997).

Segundo Fulfaro e Perinotto (1994a), o arcabouço geológico do Estado de Mato Grosso do Sul seria representado por compartimentos estruturais delimitados por megalineamentos estruturais que formam um mosaico sugestivo da evolução tectono-sedimentar da margem oeste da Bacia Sedimentar do Paraná, desde o Ordoviciano-Siluriano até o Paleógeno. Os autores destacam que o Planalto Oriental no Mato Grosso do Sul, com a sua sucessão de blocos falhados e escalonados, teria sido totalmente fatiado por vários alinhamentos NW, que constituem os interflúvios dos rios subsequentes da margem direita do Alto Rio Paraná. O curso fluvial estaria condicionado à reativação da Sutura Crustal de Três Lagoas, com deslocamentos provocados pelos alinhamentos NW. Pela primeira vez os autores estendem os alinhamentos NW-SE e E-W, reconhecidos em São Paulo por diversos autores (Paulipetro, 1982; Hasui, Haralyi, Sena Costa, 1993), que cruzaria o Alto Rio Paraná e influiria na geologia e geomorfologia do Mato Grosso do Sul (Figura 3).

EVOLUÇÃO CENOZÓICA DO RELEVO

As principais superfícies de erosão pós-paleozóicas, da região sudeste e centro-oeste do Brasil, forneceram argumentos para diversos autores interpretarem a origem e evolução geomorfológica da Bacia Hidrográfica do Rio Paraná. Mas a maioria correlacionou, de forma muito vaga, os eventos

deposicionais e as superfícies erosivas possivelmente associadas, com atribuição de idades arbitrárias, baseadas em hipóteses não-comprovadas por falta de dados cronológicos.

Segundo Freitas (1951) o relevo brasileiro teria sido originado por alternância de fases de epirogênese e peneplanação, que resultaram em dois níveis distintos de superfícies (peneplanos) de erosão: nível A (inferior - Terciário) e nível B (superior - Cretáceo). O nível B corresponderia à “Superfície das Cristas Médias” (Martonne, 1943) ou “Superfície Japi” (Almeida, 1958) ou “Superfície Purunã” (Ab’Saber e Bigarella, 1961). Datações recentes indicam que a atuação dos processos erosivos de desenvolvimento da “Superfície Japi” ocorreu no Neocretáceo (Riccomini, Sant’Anna, Ferrari, 2004).

Em consequência ao soerguimento do Planalto Atlântico (Serra do Mar), no interior da Bacia Hidrográfica do Rio Paraná instalou-se intenso processo erosivo, formando diversos depósitos de unidades mapeáveis (Almeida, 1983) e embutimento dos vales na superfície primitiva, ensejando a captura em favor dos três rios principais: Paranapanema, Tietê e Grande (Almeida, 1964; Fulfaro e Bjornberg, 1994). Segundo Almeida e Lima (1959), em oposição ao caráter ascensional do escudo cristalino, a bacia sedimentar do Paraná vem demonstrando desde o Devoniano inferior uma subsidência mais ou menos acentuada, e esse caráter tectônico negativo da bacia vem se conservando no Cenozóico, mantendo o traçado geral da rede hidrográfica, em busca de um coletor axial da Bacia Hidrográfica do Rio Paraná.

No Paleoceno teria se iniciado a formação de uma vasta superfície de denudação denominada “Superfície Sul-Ame-

ricana” (King, 1956) ou “Pediaplano Pd₃” (Bigarella e Andrade, 1965). Ao ciclo erosivo da “Superfície Sul-Americana” sucederam-se novas fases de erosão marcadas por dissecação de vales que atuaram durante o Neógeno, após o soerguimento epirogênico no Paleógeno (King, 1956). Esses ciclos de erosão, denominados “Velhas” (Mioceno - Plioceno) ou “Pediaplano Pd₂” (Oligoceno - Mioceno) e “Paraguaçu” (Pleistoceno) ou “Pediaplano Pd₁” (Plioceno - Pleistoceno) (King, 1956; Bigarella e Andrade, 1965), destruíram a maior parte da “Superfície Sul-Americana” ou “Pediaplano Pd₃”. Embutidos à superfície “Pediaplano Pd₁” ocorrem dois níveis de pedimentos (P₂ e P₁) (Figura 4).

Com o soerguimento no Neógeno das serras de Maracaju (MS) e Caiapó (GO), teriam sido implantadas as bacias hidrográficas do Rio Paraná e Rio Paraguai sobre a “Superfície Sul-Americana” (King, 1956). No compartimento do Rio Paraná teria ocorrido novo estágio de aplainamento formando a “Superfície de Guaira” ou “Pediaplano Pd₂”, com posterior instalação do Rio Paraná (Barthelness, 1960; Ab’Saber, 1969; Soares e Landim, 1976) ou “Pediaplano Pd₁” (Bigarella e Andrade, 1965).

A Serra de Maracaju (MS) foi soerguida ao longo da Sutura Crustal de Coxim (Figura 3), e sua escarpa representaria blocos falhados escalonados a partir da margem do Pantanal Matogrossense. A reativação de falhas no interior do continente ocorreu em compensação à subsidência generalizada ligada ao preenchimento das bacias da margem continental brasileira (Ponte e Asmus, 1976). Os alinhamentos W-NW e NW foram importantes condicionantes na evolução da Bacia do Paraná e marcam de modo significativo a deposição fluvial

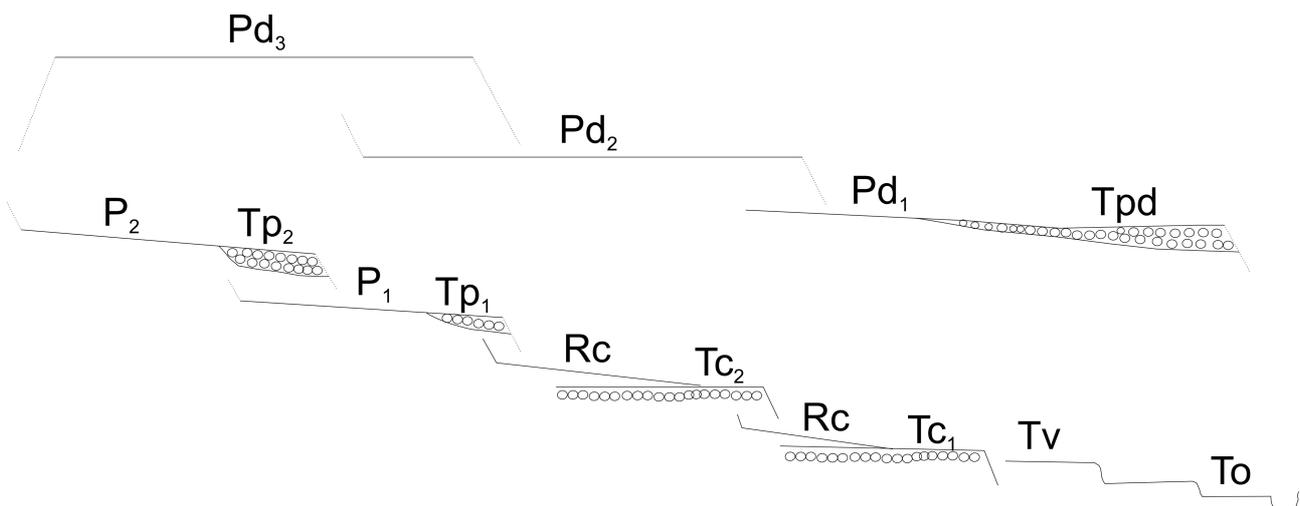


Figura 4. Esquema de relações espaciais existentes entre as diversas superfícies degradacionais e agradacionais (Pd = pediplano, P = pedimento, Tpd e Tp = terraços correspondentes respectivamente a pediplano e a pedimento, Rc = rampas colúvio-aluviais, Tc = baixo terraço de cascalho, Tv = terraço de várzea, To = planície de inundação atual) (Bigarella e Mozuchowski, 1985).

do Alto Rio Paraná, que comprova atividade cenozóica destas estruturas (Guidicini e Fernandes da Silva, 1972; Fulfaro, Angeli, Barcelos, 1983; Jabur, 1992; Souza Filho, 1993). O paralelismo da drenagem da Bacia Hidrográfica do Alto Rio Paraná sugere que seus rios estabeleceram-se sobre superfície essencialmente plana e inclinada para o eixo do rio principal (Almeida, 1964; Pires Neto, Bartorelli, Vargas, 1994).

A “Superfície dos Altos Interflúvios” (Soares e Landim, 1976; Justus, 1985) ou “Pediaplano Pd₂” (Bigarella e Andrade, 1965) corresponde aos principais divisores de águas dos afluentes mais importantes da Bacia Hidrográfica do Alto Rio Paraná, e acha-se inclinada rumo à calha principal, descendo de 700 m até cerca de 300 m nas proximidades do vale principal. Na parte mais baixa ocorrem morros-testemunho, como o do Diabo (SP), ou morros-testemunho rebaixados, como o dos Três Irmãos (PR). Segundo Maack (1968), essa paisagem foi modelada em colinas suavemente arredondadas durante o Neógeno.

A “Superfície dos Médios Interflúvios” (Soares e Landim, 1976) ou “Pediaplano Pd₁” de Bigarella e Andrade (1965) correspondem à mais extensa superfície, que constitui o divisor de águas dos principais rios. O reverso da Serra Geral é o divisor dos pequenos afluentes de tributários mais importantes do Alto Rio Paraná. Seus depósitos têm ampla ocorrência, são incoerentes e sustentam a maior parte das nascentes da bacia, como é o caso da “Formação Paranavaí” (PR) de Popp e Bigarella (1975).

O “Pediaplano Pd₀” (Justus, 1985) é correlacionado ao “Terraço Superior” (Soares e Landim, 1976; Pires Neto, Bartorelli, Vargas, 1994) ou “Terraço Alto” (Souza Filho, 1993) ou “Unidade Nova Andradina” (Souza Filho e Stevaux, 1997).

ALOGRUPA ALTO RIO PARANÁ

Os depósitos quaternários superpostos às rochas mesozóicas na Bacia Hidrográfica do Alto Rio Paraná representam a sedimentação em diversos compartimentos geomorfológicos desta bacia, e testemunham importante hiato deposicional desde o fim da Era Mesozóica, acompanhado de intenso intemperismo subsequente na história geológica das regiões centro-oeste, sul e sudeste do Brasil. Esses depósitos são ainda relativamente pouco conhecidos, e genericamente agrupados como coluviais e aluviais. Porém, esses depósitos sedimentares são correlativos de importantes fases de evolução geológica cenozóica que marcou profundamente a paisagem atual, e que apresentam características para serem reunidos como unidades aloestratigráficas.

Neste estudo propõe-se a formalização do Alogrupo Alto Rio Paraná, que reúne os depósitos quaternários associados à sedimentação na Bacia Hidrográfica do Alto Rio Paraná, constituído pelos depósitos coluviais da Aloformação Paranavaí e depósitos aluviais da Aloformação

Paraná. Para constituir um padrão representativo do Alogrupo Alto Rio Paraná, como as unidades aloestratigráficas possuem espessura considerável e ocorrem em área de topografia suave, é proposto um estratotipo-de-unidade composto, ou seja, formado por várias seções de referência, representativas da total variabilidade da Aloformação Paranavaí e Aloformação Paraná.

Aloformação Paranavaí

Fundamentação histórica

Depósitos cenozóicos arenosos de origem coluvial podem ser encontrados em diversas localidades das regiões sul, sudeste e centro-oeste do Brasil. Esses depósitos estão associados a distintos contextos geológicos, e têm recebido diferentes denominações como Formação Paranavaí (SP, PR e MS), Formação Piquerobi (SP) e Formação Cachoeirinha (MS e MT). Estratigraficamente esses depósitos coluviais situam-se principalmente sobre as rochas da Supersequência Bauru e da Formação Serra Geral da Supersequência Gondwana III, sob forma discordante, como corpos descontínuos e de formas irregulares com idade quaternária. Poucos trabalhos versaram sobre estes depósitos e os mapeamentos realizados não conduziram ao reconhecimento das correlações estratigráficas entre essas ocorrências. Receberam diferentes denominações e interpretações informais, e foram referidos como solos ou como formações superficiais em algumas regiões e, portanto, necessitam ser agrupados em uma única unidade estratigráfica, uma vez que têm um papel importante pela extrema suscetibilidade à erosão acelerada e como área de intensas atividades agrícola e pecuária.

Popp e Bigarella (1975) denominaram de Formação Paranavaí, em forma preliminar, a cobertura quaternária arenosa de origem colúvio-aluvial, que apresenta “estruturas de dissipação”, atualmente descritas como “bandas onduladas” (Suguió e Coimbra, 1976) ou “lamelas ou bandas de iluviação” (Paisani, 2001), que se estende pelo noroeste paranaense, oeste paulista e sudoeste do Mato Grosso do Sul. Esta “formação”, mencionada anteriormente por Kavaleridze (1963), encontra-se superposta a arenitos da Formação Caiuá e basaltos da Formação Serra Geral, exibindo em algumas localidades do Mato Grosso do Sul depósitos rudáceos (seixos de quartzo e basalto) de 60 cm de espessura.

Santos (1997) critica o uso do termo Formação Paranavaí como unidade litoestratigráfica, uma vez que segundo o autor esses depósitos adquirem um caráter eluvial em algumas porções, não constituindo uma unidade litoestratigráfica, mas sim pedoestratigráfica. Justus (1985) incluiu na Formação Paranavaí as carapaças e couraças ferruginosas pedogenéticas encontradas principalmente no divisor das

bacias dos rios Ivaí e Piquiri (PR). Gasparetto (1999) descreveu informalmente como “formações superficiais” depósitos de textura arenosa encontrados na região noroeste do Paraná, que seriam originados dos arenitos da Formação Caiuá por alteração *in situ*. Estas formações estariam, segundo este autor, relacionadas à superfície Pd₁ de erosão definida por Bigarella e Andrade (1965), a qual, desde o final do período Terciário, vem sendo remodelada sob condições climáticas que, durante o Quaternário, se alternaram entre períodos mais secos e mais úmidos que o clima atual.

Corrêa et al. (1976) descrevem no Planalto de Maracaju (MS) sedimentos arenosos com horizontes lateríticos, que ocorreriam sobre diversas unidades litoestratigráficas da Bacia do Paraná, correlacionando-os à “Formação Cachoeirinha”. A designação “Formação Cachoeirinha” teria sido atribuída por Gonçalves e Schneider (1970) na Chapada dos Guimarães (MT) para os depósitos anteriormente denominados como “Formação Superior” (Oliveira, 1964) e Unidade C (Oliveira e Mühlmann, 1967), em levantamentos realizados pela Petrobras. Esses depósitos teriam seção-tipo, em Cachoeirinha (MT), onde seriam representados por areias argilosas avermelhadas, quase sempre laterizadas, com presença de corpos nodulares ou concrecionários e irregulares de canga e localmente cascalhos, apresentando 80 m de espessura e idade supostamente terciária. Esses mesmos depósitos foram correlacionados a “Unidade Terciário-Quaternária Detritico-Laterítica” caracterizada informalmente por Olivatti e Ribeiro Filho (1976) na Chapada dos Parecis (MT). Oliva et al. (1979) e Schobbenhaus Filho e Oliva (1979) mapearam sedimentos arenosos e lateritos encontrados nos topos dos planaltos da borda noroeste da Bacia Sedimentar do Paraná como “Cobertura Detritico-Laterítica e/ou Arenosa”. Esses sedimentos inconsolidados, castanho-avermelhados, com leitos de seixos basais, parcialmente laterizados e preservados em superfície de aplainamento sobre o planalto, estariam ligados à “Formação Cachoeirinha”. Del’Arco et al. (1982) constataram, que nos depósitos de cobertura dos planaltos de Chapadas dos Guimarães (MT) e Maracaju (MS) ocorrem elúvios e colúvios sustentados por níveis lateríticos, que poderiam ou não estar relacionados com a “Formação Cachoeirinha”. Essa unidade, segundo os autores, é pedoestratigráfica, apresenta distribuição descontínua, devido à atuação de processos erosivos, e mostra em imagens de radar, textura lisa associada com cobertura vegetal de cerrado. Apresenta espessura de 10 a 40 m e a ela foi atribuída uma hipotética idade “terciária-quaternária”. Nos interflúvios sua presença é indicada por concreções limoníticas associadas a solo argilo-arenoso vermelho. As concreções limoníticas apresentam formas arredondadas e diâmetros médios em torno de 0,5 a 1 cm e constituem-se de agregados nodulares, formando pequenos blocos.

No extremo oeste de São Paulo, Suarez (1976, 1991) descreveu depósitos cenozóicos areno-argilosos e avermelha-

dos, levemente compactados, com “bandas onduladas” e frequentes linhas-de-pedra (*stonelines*), que foram interpretados como de provável origem fluvial, e concreções ferruginosas de natureza limonítica na base, como “Formação Piquerobi”. Segundo o autor, possuiria espessura média de 8 m e área em torno de 4.000 km² no Estado de São Paulo, ocorreria superposta em discordância erosiva sobre a Superseqüência Bauru, e seria distinta dos depósitos de encostas. Ocorreria entre as cotas de 410 a 500 m, principalmente nos municípios de Marabá Paulista, Presidente Venceslau, Presidente Epitácio, Teodoro Sampaio e Piquerobi, onde estaria a seção-tipo. Suarez (1991) ainda associou a “Formação Piquerobi” a restos da superfície neogênica definida por Ab’Saber (1969), de hipotética idade do Terciário superior. Entretanto, a “Formação Piquerobi” nunca foi datada ou proposta formalmente como uma unidade litoestratigráfica. Sallun (2003) descreveu depósitos cenozóicos que ocorrem extensivamente entre Marília e Presidente Prudente (SP), superpostos em discordância (com concentrações basais de ferricretes e/ou linhas-de-pedra) sobre rochas cretácicas da Superseqüência Bauru. Eles se distribuem irregularmente na área e foram agrupados em depósitos colúvio-eluviais e aluviais segundo critérios sedimentológicos, morfológicos e genéticos.

Seleção de nome

Optou-se por adotar o nome “Paranavaí”, sugerido informalmente para uma unidade litoestratigráfica por Popp e Bigarella (1975), ao referir-se aos depósitos colúvio-aluviais do noroeste do Paraná principalmente nas cercanias da cidade de Paranavaí. Para designar os sedimentos arenosos avermelhados, suscetíveis à erosão, e assim denominados no meio geológico, na Bacia Hidrográfica do Alto Rio Paraná, é proposta formalmente a Aloformação Paranavaí como unidade aloestratigráfica.

Descrição da unidade

A Aloformação Paranavaí é composta por depósitos arenáceos e rudáceos superpostos às unidades litoestratigráficas mesozóicas da Superseqüência Bauru e da Formação Serra Geral da Superseqüência Gondwana III, na Bacia Hidrográfica do Alto Rio Paraná. Os depósitos são principalmente arenáceos e homogêneos, com estrutura maciça e espessura exposta de 0,50 a 17 m. São constituídas por areias muito finas a grossas inconsolidadas, em sua maioria formada por grãos monocristalinos de quartzo, que exibem coloração avermelhada devida à presença de óxidos e hidróxidos de ferro, que ocorrem impregnados nos grãos e como cimento.

O limite superior da unidade é o horizonte formado por pedogênese atual. O limite inferior da unidade é representado pelo contato com as rochas mesozóicas da Bacia do Paraná,

onde podem ocorrer camadas centimétricas (2 - 30 cm) de concentrações de ferricretes e de linhas-de-pedra, compostas de grânulos e seixos arredondados de quartzo, quartzito, arenito, ágata, calcedônia e ferricrete com até 5 cm de eixo maior. Em muitas localidades exibem estruturas de origem pedogenética denominadas de “bandas onduladas” (Suguio e Coimbra, 1976) ou “lamelas ou bandas de iluviação” (Paisani, 2001), atribuíveis a processos de eluviação e iluviação, formadas por leitões sinuosos e subhorizontais, que sobressaem em perfis de solos.

Os ferricretes formam camadas onduladas, às vezes interrompidas, de 2 a 40 cm de espessura, e contém raros seixos arredondados e centimétricos de quartzo e quartzito. Esses níveis sempre ocorrem nos contatos entre os depósitos colúviais e as rochas da Bacia do Paraná, ou como fragmentos retrabalhados em meio aos depósitos colúviais. Constituem blocos de agregados contendo concreções (concêntricas) e nódulos (não-concêntricos), milimétricos a centimétricos, de formas irregulares, subarredondadas e esféricas de cor avermelhada. Os ferricretes são representados por areias fina a grossa, essencialmente quartzosas, com cimentação ferruginosa, classificadas como sedimentos clásticos ferricretizados pisolíticos e nodulares (Sallun, Suguio, Azevedo Sobrinho, 2007).

Texturalmente os depósitos colúviais da Aloformação Paranavaí mostram distribuição granulométrica homogênea com frequência muito maior de sedimentos com distribuições areia e areia argilosa (Sallun, Suguio, Azevedo Sobrinho, 2007). Sobre a Formação Marília ocorrem depósitos colúviais rudáceos, que são representativos de intenso intemperismo provavelmente formados *in situ* através de curto transporte por rastejo. São ortoconglomerados em geral oligomíticos e, sem arranjo interno, que contém desde grânulos a matacões subarredondados a arredondados, características provavelmente herdadas da rocha matriz. Os fragmentos exibem contatos pontuais e localmente côncavo-convexos, cujos diâmetros maiores podem chegar a 15 cm. Os seixos predominantes são de quartzo e quartzito, além de raros seixos de sílex e basalto. A matriz argilosa não ultrapassa 15% e, além disso, surgem intercalações de camadas arenosas com até 15 cm de espessura.

As características da Aloformação Paranavaí permitem considerá-la como unidade muito homogênea em toda área de ocorrência, e os materiais constituintes foram originados *in situ* ou com transporte restrito a partir de unidades litoestratigráficas mesozóicas intemperizadas, principalmente da Superseqüência Bauru.

A Aloformação Paranavaí foi formada no último milhão de anos, segundo idades por luminescência obtidas entre 6.200 ± 750 e 980.000 ± 100.000 anos (Tatumi et al., 2006; Sallun e Suguio, 2007), quando na Bacia Hidrográfica do Alto Rio Paraná ocorreram pulsos de erosão e sedimenta-

ção de depósitos colúviais formados por solos resultantes da pedogênese de rochas da Superseqüência Bauru e Formação Serra Geral. A espessura considerável dos depósitos colúviais sugere que a deposição tenha ocorrido em diversas etapas, sendo reconhecidas diferentes gerações de colúviação, que podem ser correlacionadas com reativações tectônicas recentes e estádios glaciais e interglaciais pleistocênicos expressos nos estágios isotópicos de delta O¹⁸. Esses eventos foram acompanhados de oscilações climáticas do Pleistoceno, que causaram mudanças de níveis de base com conseqüentes transformações do relevo.

O estratotipo-de-unidade composto da Aloformação Paranavaí ocorre na localidade-tipo na cidade de Paranavaí (PR), com seções de referência em Fátima do Sul (MS), Álvares Machado (SP) e Sagres (SP) (Figuras 5 e 6). Na proposta informal da unidade apresentada por Popp e Bigarella (1975) o depósito colúvial que ocorria na voçoroca da Rua Piauí em Paranavaí (PR) recebeu destaque especial e deu origem à denominação “Formação Paranavaí” desses autores. Porém, esta “localidade-tipo” não existe mais, como foi descrita por Popp e Bigarella (1975), pois foi aterrada e urbanizada e apenas a porção superior, cerca de 3 m de espessura, está exposta. Desta maneira, é indicado um neoestratotipo, para substituir o “estratotipo original”, numa voçoroca recuperada no bairro Carandá Bosque em Campo Grande (MS), que foi transformada em parque municipal, onde está presente a Aloformação Paranavaí.

Aloformação Paranavaí

Fundamentação histórica

As primeiras idéias sobre unidades geomorfológicas e depósitos sedimentares no Alto Rio Paraná foram apresentadas por Suguio et al. (1984) e mais tarde por Nogueira Júnior (1988) na proposta pioneira de um modelo de sedimentação, admitindo uma seqüência de eventos para a evolução desta bacia. Suguio et al. (1984) reconheceram cinco unidades geomorfológicas na margem direita do Alto Rio Paraná (MS): Terraço colúvio-aluvial, Terraço aluvial, Planície aluvial do Rio Baía, Planície aluvial - paleo-ilha, Planície aluvial do Alto Rio Paraná.

Segundo Guidicini e Fernandes da Silva (1972) e Fulfaro (1974) ocorrem três gerações de níveis conglomeráticos, além de arenitos e conglomerados limonitizados, nos depósitos aluviais do Alto Rio Paraná: “geração quartzítica” (níveis 1 e 2) essencialmente fluvial e provavelmente depositada sob regime torrencial associado a calhas de canais entrelaçados, representando barras de canal (*channel bars*); e “geração calcedônia” (nível 3) sedimentada em regime fluvial muito semelhante ao atual, como depósitos de barras de meandros. Boggiani, Coimbra e Fairchild (1985) propuseram a

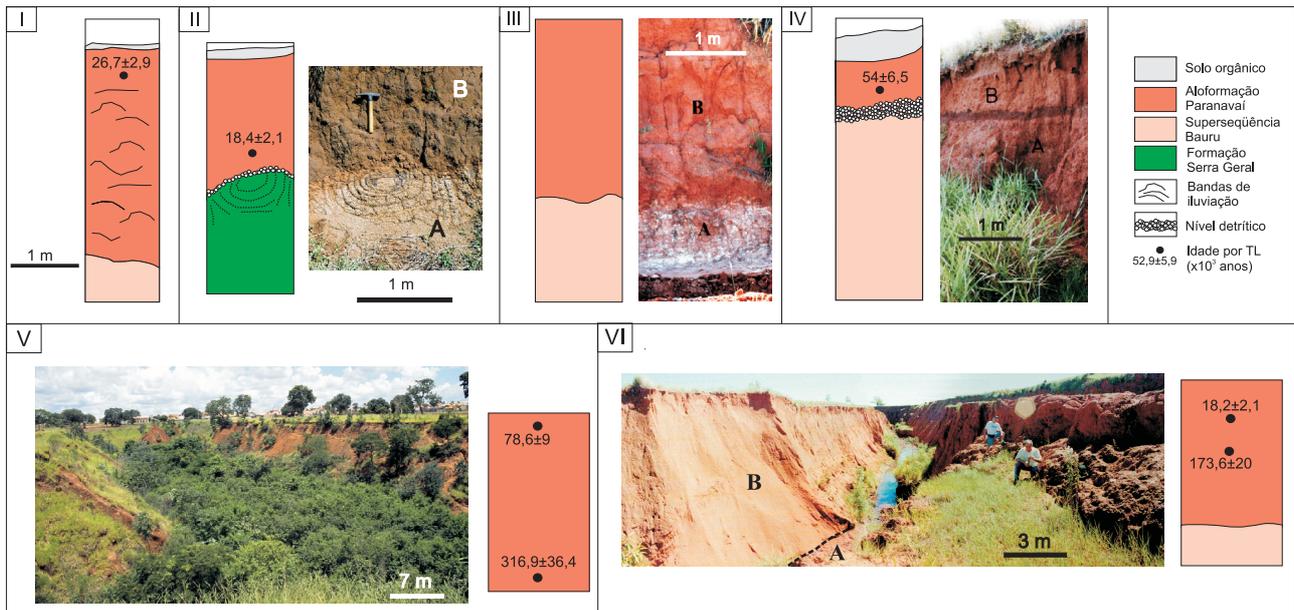


Figura 5A. Representação esquemática de estratotipo-de-unidade composta da Aloformação Paranavaí: **I.** Desenho esquemático da seção-tipo, correspondente a seqüência arenosa descrita por Popp e Bigarella (1975) na voçoroca da Rua Piauí em Paranavaí (PR - UTM 349779E/7447527N); **II.** Aloformação Paranavaí está em contato discordante, com pequenos seixos, com basalto intemperizado da Formação Serra Geral em Fátima do Sul (MS - UTM 769569E/7519879N); **III.** Contato discordante entre as rochas da Superseqüência Bauru e a Aloformação Paranavaí em Álvares Machado (SP - UTM 447554E/7558168N); **IV.** Aloformação Paranavaí em contato inferior discordante, com camada de fragmentos de ferricretes com espessura irregular com rochas da Superseqüência Bauru, e contato superior transicional para solo atual pouco espesso (com fragmentos orgânicos) em Sagres (SP - UTM 505599E/7575955N); **V.** Neoestratotipo com 17 m de espessura da Aloformação Paranavaí, preservado em parque municipal no bairro Carandá Bosque em Campo Grande (MS - UTM 753135E/7739104N); **VI.** Voçoroca que exibe contato discordante entre a Aloformação Paranavaí e rochas da Superseqüência Bauru em Terra Rica (PR - UTM 332451E/7488675N).

mudança da denominação “geração calcedônia” para “geração ágata”, já que seixos com ágata zonada, provenientes de rochas da Formação Serra Geral, são mais abundantes nos leitos que nos terraços dos rios.

Stevaux (1993) propôs as seguintes unidades a partir de estudos geomorfológicos e estratigráficos: Porto Rico (depósitos colúvio-eluviais de 280 - 400 m de altitude), Taquaruçu (colúvio-aluviais entre 280 e 245 m), Fazenda Boa Vista (depósitos aluviais de 8 a 10 m acima do nível médio atual das águas fluviais), Rio Paraná (planície aluvial atual deste rio) e Rio Paranapanema (planície aluvial atual deste rio). Os depósitos colúvies que compreendem as unidades Porto Rico e Taquaruçu, respectivamente correspondentes ao Pd₀ de Bigarella e Andrade (1965) e ao terraço colúvio-aluvial de Suguio et al. (1984), são aqui incorporados à Aloformação Paranavaí.

Segundo Souza-Filho e Stevau (1997), os depósitos inconsolidados associados ao Alto Rio Paraná constituiriam dois pacotes principais: Pacote Nova Andradina (conjunto mais antigo de sedimentos associado a estágio anterior ao Rio Paraná) e outro conjunto de depósitos asso-

ciados à calha atual do Alto Rio Paraná, e sua distribuição estaria controlada por estruturas tectônicas. Apesar desses depósitos ocorrerem entre as cidades de Três Lagoas e Guaíra, seriam controlados pelas rochas da Superseqüência Bauru e pelo nível de base controlado pelo Salto de Sete Quedas (agora inundada pelo Reservatório de Itaipu), e sua disposição ao longo da calha teria resultado dos movimentos recentes sofridos pelos blocos compartimentados pelos alinhamentos estruturais. Assim, o Alinhamento de Guapiara, que controlaria o Rio Aguapeí, delimitaria um conjunto a norte de Presidente Epitácio, denominado Compartimento Lagoa São Paulo. As falhas que alojariam as calhas do Rio Ivaí e do Rio Amambai separariam um conjunto central denominado Compartimento Rio Baía, de um outro colocado a sul denominado Compartimento Ilha Grande.

A origem desses depósitos estaria sempre condicionada a níveis de base locais, produzindo depósitos litologicamente muito similares aos das áreas-fonte e planície de inundação do Alto Rio Paraná só se desenvolveria na margem direita (Stevaux, 1994). Dessa forma o clima árido

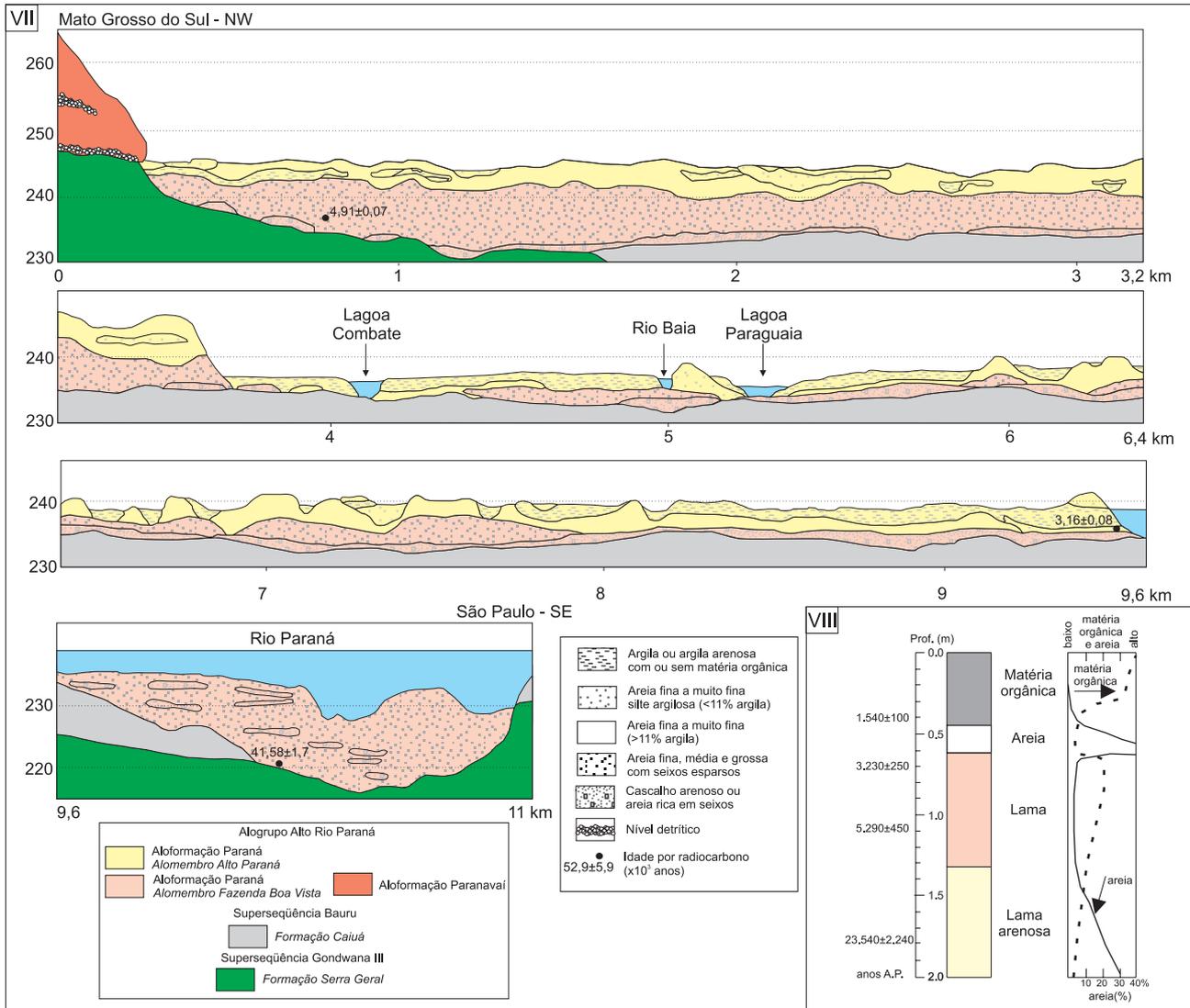


Figura 5B. Representação esquemática de estrátipo-de-unidade composto da Aloformação Paraná: **VII.** Desenho esquemático, modificado de Santos (1997), de seção-tipo ao longo do eixo da barragem da Usina Hidrelétrica Engenheiro Sérgio Motta (UHESM) (UTM 293737E/7529021N a 298673E/7514436); **VIII.** Seção de referência em lagoa da região de Taquaruçu (MS) com perfil esquemático de depósito lacustre da Aloformação Paraná que ocorre embutido na Aloformação Paranavai.

que teria prevalecido durante quase todo o Pleistoceno permitiu o desenvolvimento de espesso colúvio e de grande pacote de areia e cascalho do canal do Alto Rio Paraná.

Etchebehere e Saad (2003) teriam caracterizado, nos depósitos de terraços no vale do Rio do Peixe, cinco alomembros que constituiriam a Aloformação Rio do Peixe, de idade neopleistocênica. Essa aloformação estaria assentada sobre rochas da Superseqüência Bauru e apresentaria até 40 m de espessura, associada com outros depósitos cenozóicos, tais como, leques aluviais, colúvios, aluviões atuais e mantos regolíticos. Os alomembros apresentariam

associação de fácies compostas de corpos arenosos e arenoso-conglomeráticos maciços ou com estratificações acanaladas, bancos de cascalho, siltitos e argilitos ricos em macrorrestos vegetais, que teriam fornecido idade radiocarbono de 27 - 34 ka A.P.

Informações de paleoclima vêm sendo obtidas no Alto Rio Paraná com base em dados geológicos e geomorfológicos e a partir de palinomorfos (Stevaux, 1994; Souza Filho e Stevau, 1997). Em comparação ao clima atual teriam sido caracterizados quatro eventos importantes de mudanças paleoclimáticas:

tivamente curto, estaria bem marcado em depósitos lacustres e fluviais de sedimentos de paleocanal de padrão entrelaçado da “Unidade Rio Paraná”. A drenagem intermitente dos ribeirões Baile e Esperança teria levado à construção de leques aluviais sobre a “Unidade Fazenda Boa Vista” com o material arenoso proveniente da “Unidade Taquaraçu”. A atuação eólica teria originado campos de dunas localizadas e teria permitido a movimentação por rastejo da parte superior do solo.

4. Evento úmido mais recente: teria iniciado há 1.500 anos A.P. e continua até hoje. A construção de leques aluviais sobre a “Unidade Fazenda Boa Vista” teria sido interrompida e o Alto Rio Paraná teria iniciado o aprofundamento do seu leito. Os sedimentos desta fase são caracterizados por farta ocorrência de níveis arqueológicos de cultura ceramista (Kashimoto e Martins, 2004).

Seleção de nome

Optou-se por utilizar o nome geográfico “Paraná” para a aloformação aqui definida, devido à relação genética dos depósitos aluviais descritos com a evolução desde o início de formação, da paleodrenagem precursora do atual Alto Rio Paraná.

Embora a caracterização da Aloformação Rio do Peixe seja possível (Etchebehere, 2002), a individualização dos diferentes alomembros desta aloformação deveria vir acompanhada pela identificação de descontinuidades limitantes válidas em escala regional. Dessa forma propõe-se neste trabalho, que a Aloformação Rio do Peixe seja reclassificada como Alomembro Rio do Peixe, pertencente à Aloformação Paraná, uma vez que os seus limites são coincidentes, em parte, com a planície atual do Alto Rio Paraná.

Pelas características litológicas e genéticas é proposta a designação de alomembro para as unidades de terraços fluviais definidas por Stevaux (1993) no Alto Rio Paraná: Alomembro Fazenda Boa Vista, Alomembro Alto Paraná e Alomembro Paranapanema, além do Alomembro Rio do Peixe de Etchebehere e Saad (2003). O Alomembro Alto Paraná corresponde a “Unidade Rio Paraná” de Stevaux (1993), porém não foi denominada como “Rio Paraná” devido ao uso prévio deste nome por Fernandes (1998) para a “Formação Rio Paraná” da Superseqüência Bauru.

Descrição da unidade

Na Bacia Hidrográfica do Alto Rio Paraná ocorrem terraços de origem fluvial associados a paleodrenagem, além do seu curso atual e afluentes, embutidos na Aloformação Paranavaí. Os terraços aluviais exibem idades quaternárias, desde 240.000 ± 30.000 anos A.P. (Tatumi et al., 2006) e situam-se em diversos níveis topográficos (altos, médios e baixos) em ambas margens do Alto Rio Paraná. Os terraços são

compostos de depósitos arenáceos e rudáceos (areias com níveis cascalhosos e conglomerados limonitizados) maciços de coloração esbranquiçada a cinza escuro, na maioria formada por grãos individuais de quartzo. Os depósitos rudáceos apresentam até 6 m de espessura e são ortoconglomerados polimíticos, sem arranjo interno, que contêm grânulos a seixos, subarredondados a arredondados, propriedades provavelmente herdadas da rocha matriz, de quartzo e quartzito com eixo maior de até 20 cm e mais raramente ágata. O sedimento mostra cores avermelhada a amarelada devidas à presença de películas de óxidos e hidróxidos de ferro, com matriz de areia fina a grossa principalmente quartzosa com pouca contribuição pelítica (cerca de 10% do volume total). Ocorrem camadas maciças de areia fina argilosa preta (rica em matéria orgânica) intercalada em camadas arenosas maciças.

Stevaux (1993) identificou fácies sedimentares, características de diversos subambientes deposicionais, nos depósitos aluviais da Aloformação Paraná. Ocorrem, por exemplo, cascalhos maciços e estratificados com ou sem matriz arenosa, blocos ressedimentados, areias com estratificações cruzadas tabulares, sigmoidais e festonadas, além de areias com marcas onduladas, maciças, e/ou ricas em matéria orgânica, com laminação e estratificação plano-paralela e lama maciça. Esses sedimentos ocorrem como depósitos de canal, de lençol arenoso, de planície de inundação, de dique marginal, de bacia de inundação, de rompimento de dique marginal, de lagoas e barras arenosas de meandros.

Dentre os depósitos aluviais destacam-se algumas unidades, que podem ser reconhecidas como alomembros. O Alomembro Fazenda Boa Vista forma um terraço de depósitos aluviais, embutidos em colúvios da Aloformação Paranavaí, e situa-se 8 a 10 m acima do nível médio atual das águas fluviais. Este pacote tem na área de Porto Rico idades de 41.580 ± 1.700 e 31.140 ± 760 anos A.P. obtidas por radiocarbono na base sobre o conglomerado (Stevaux, 2000). Os alomembros Alto Paraná, Paranapanema e Rio do Peixe integram as planícies aluviais mais novas desses rios. Entre outras peculiaridades, o Alomembro Fazenda Boa Vista acha-se parcialmente recoberto por pequenos leques aluviais inativos, provavelmente contemporâneos ao Alomembro Alto Paraná. Os demais depósitos aluviais exibem distribuição mais restrita, e são considerados como pertencentes à Aloformação Paraná, mas não constituem alomembros.

Os depósitos lacustres estão relacionadas às lagoas alojadas na Aloformação Paranavaí e, à Aloformação Paraná. Na cidade de Álvares Machado (SP) ocorrem depósitos aluviais de siltitos cinza-esverdeados, incipientemente estratificados com 3,5 m de espessura (Cunha e Suarez, 1981; Suarez, 1991), que produziram fósseis articulados de *Lestodon*, *Glyptodon* e *Toxodon* (Vieira de Carvalho, 1952; Couto, 1973; Cunha e Suarez, 1981; Henriques, 1992), que pertencem a mamíferos extintos de idade pleistocênica. Stevaux et al. (2004) também

estudaram os depósitos lacustres, tanto pela maior potencialidade em informações paleoambientais, como pela continuidade com os depósitos fluviais. Esses autores teriam reconhecido as seguintes quatro fácies sedimentares, da base ao topo, que foram datadas pelo método da termoluminescência (TL) em Mato Grosso do Sul:

1. Fácies de lama arenosa maciça (40.000 a 20.000 anos A.P.): é composta de lama cinza clara a cinza oliva, com mais de 20% de areia fina com partículas arredondadas, dispersa em matriz pelítica. O sedimento é mosqueado pela presença de tubos preenchidos de argila devidos a invertebrados bentônicos perfuradores, com 0,5 a 2 mm de diâmetro. Os grãos de areia tornam-se mais escassos e a coloração passa a cinza escura rumo ao topo. Esta fácies é interpretada como representativa de ambiente lacustre, onde os grãos arenosos dispersos poderiam evidenciar atividade eólica. O paleoclima da época teria sido mais seco que o atual e corresponderia ao U.M.G. (Último Máximo Glacial) do Hemisfério Norte. O baixo teor de matéria orgânica, a tonalidade predominantemente avermelhada do sedimento, a preponderância de pólenes de plantas herbáceas e o alto teor de areia (provavelmente eólica) corroboram a idéia de paleoclima mais seco que o atual.

2. Fácies de argila orgânica (8.000 a 3.500 anos A.P.): esta fácies é caracterizada pela cor cinza muito escura a preta e maciça, com alto conteúdo de restos vegetais, palinomorfos e espículas de esponjas. Os grãos arenosos são muito escassos. Esta fácies representa também um ambiente ainda lacustre, mas com atividade orgânica mais conspicua e ação eólica mais reduzida. O paleoclima poderia ter sido tão úmido quanto o atual e talvez mais quente que hoje, correspondente à Idade Hipsitérmica (ou de Ótimo Climático). O alto conteúdo de matéria orgânica, o baixo teor de areia eólica e o incremento de palinomorfos de plantas arbóreas seriam sugestivos do predomínio de paleoclima úmido.

3. Fácies de areia maciça (3.500 a 1.500 anos A.P.): composta de areia maciça e quartzosa, fina a muito fina, de cor cinza clara, em lentes de 0,2 a 0,5 m de espessura. A ausência de lama poderia sugerir desaparecimento momentâneo da lagoa, com predomínio da sedimentação eólica com eventuais fluxos torrenciais gravitacionais. Possivelmente o paleoclima teria sido mais seco que o atual e a temperatura semelhante a do U.M.G. A diminuição do conteúdo de matéria orgânica, o predomínio de palinomorfos de elementos florísticos típicos de savana e o incremento da fração areia nos sedimentos sugeriria, o retorno de período de paleoclima mais seco.

4. Fácies orgânica atual: lama negra com abundantes restos vegetais, além de palinomorfos típicos de plantas arbóreas e espículas de esponjas. Esta fácies representaria um paleoclima semelhante ao atual, talvez tão úmido quanto durante a deposição da argila orgânica sotoposta, mas possivelmente menos quente.

Grande parte da Aloformação Paraná atualmente ocorre só em subsuperfície e, portanto, há necessidade de escavação de trincheiras e/ou execução de sondagens para o reconhecimento das unidades. O Alomembro Fazenda Boa Vista está atualmente submerso pelo lago da barragem da Usina Hidrelétrica Engenheiro Sérgio Motta (UHESM), e o Alomembro Alto Paraná está preservado principalmente nas ilhas do Alto Rio Paraná, que tende a alargar o seu canal e melhorar a exposição desta unidade (Souza Filho et al., 2001). Dessa forma, foi escolhido um estratotipo-de-unidade composto para a Aloformação Paraná na localidade-tipo da barragem da Usina Hidrelétrica Engenheiro Sérgio Motta (UHESM) descrita na época das escavações para sua construção, com seção de referência em Taquaruçu (MS) resultante de sondagens de depósitos lacustres. (Figuras 5 e 6).

CONCLUSÕES

A Bacia Hidrográfica do Rio da Prata é a segunda maior bacia hidrográfica do planeta, sendo formada por três rios principais: Paraná, Paraguai e Uruguai. A porção denominada “Alto Rio Paraná” representa o segundo maior sistema de drenagem da América do Sul. Com o objetivo de entender a história geológica do Alto Rio Paraná, foram identificados depósitos sedimentares representativos de importante fase de evolução geológica quaternária da área que marcou profundamente a paisagem atual. Os sedimentos são de origem aluvial e coluvial, e ocorrem superpostos às rochas mesozóicas de origem sedimentar e ígnea e apresentam idade pleistocênica, segundo idades entre 6.200 ± 750 e 980.000 ± 100.000 anos (Tatumi et al., 2006; Sallun e Suguio, 2007) obtidas em datação por Termoluminescência (TL) e Luminescência Opticamente Estimulada (LOE). Os depósitos quaternários representam a sedimentação em diversos compartimentos geomorfológicos desta bacia, e registram importante hiato deposicional, desde o fim da Era Mesozóica até hoje, representativo de conspicuo evento intempérico subsequente na região meridional do Brasil. Dessa forma, pelo uso da aloestratigrafia, foi possível individualizar as unidades que representam essa história geológica (Figura 7). Neste estudo é proposto formalmente o Alogrupo Alto Rio Paraná, que é constituído de depósitos coluviais da Aloformação Paranaíba e depósitos fluviais da Aloformação Paraná (Figuras 8 e 9).

O Alto Rio Paraná está ativo, no mínimo desde 1 Ma passados até os dias atuais, no afeiçoamento do relevo de formas construtivas (terraços) e destrutivas (dissecação). Os registros dessa sedimentação testemunhariam importantes mudanças paleoclimáticas e/ou eventos neotectônicos, que modificaram os níveis de base e reafeiçoaram o relevo. O reconhecimento e o estabelecimento de unidades geoló-

gicas permitem sistematizar as fases evolutivas geológico-geomorfológicas cenozóicas do Alto Rio Paraná, ainda tão pouco conhecidas, bem como fornecer subsídios para o enfrentamento de questões ligadas à suscetibilidade e à

erosão acelerada, bem como outras questões ambientais. Novos estudos detalhados devem ser realizados futuramente para se conhecer completamente a história geológica e as características das aloformações aqui descritas.

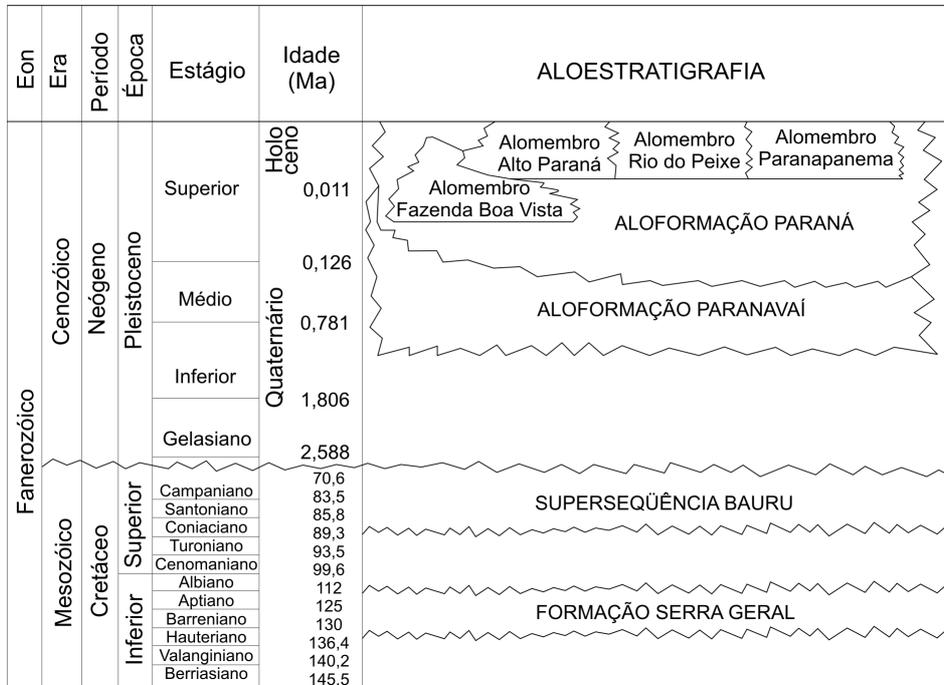


Figura 7. Proposta de classificação aloestratigráfica para os depósitos coluviais e aluviais quaternários da Bacia Hidrográfica do Alto Rio Paraná reunidos no Alogruppo Alto Rio Paraná.

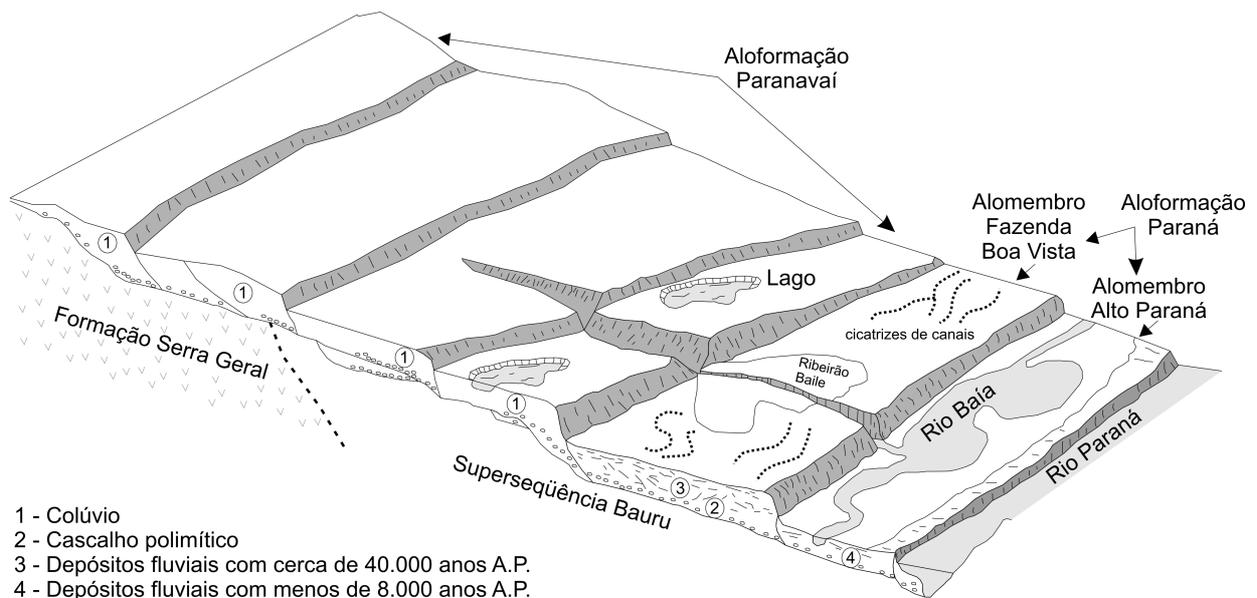


Figura 8. Bloco-diagrama esquemático, que mostra as prováveis relações laterais entre as unidades do Alogruppo Alto Rio Paraná na margem direita do Alto Rio Paraná (modificado de Stevaux et al., 2004).

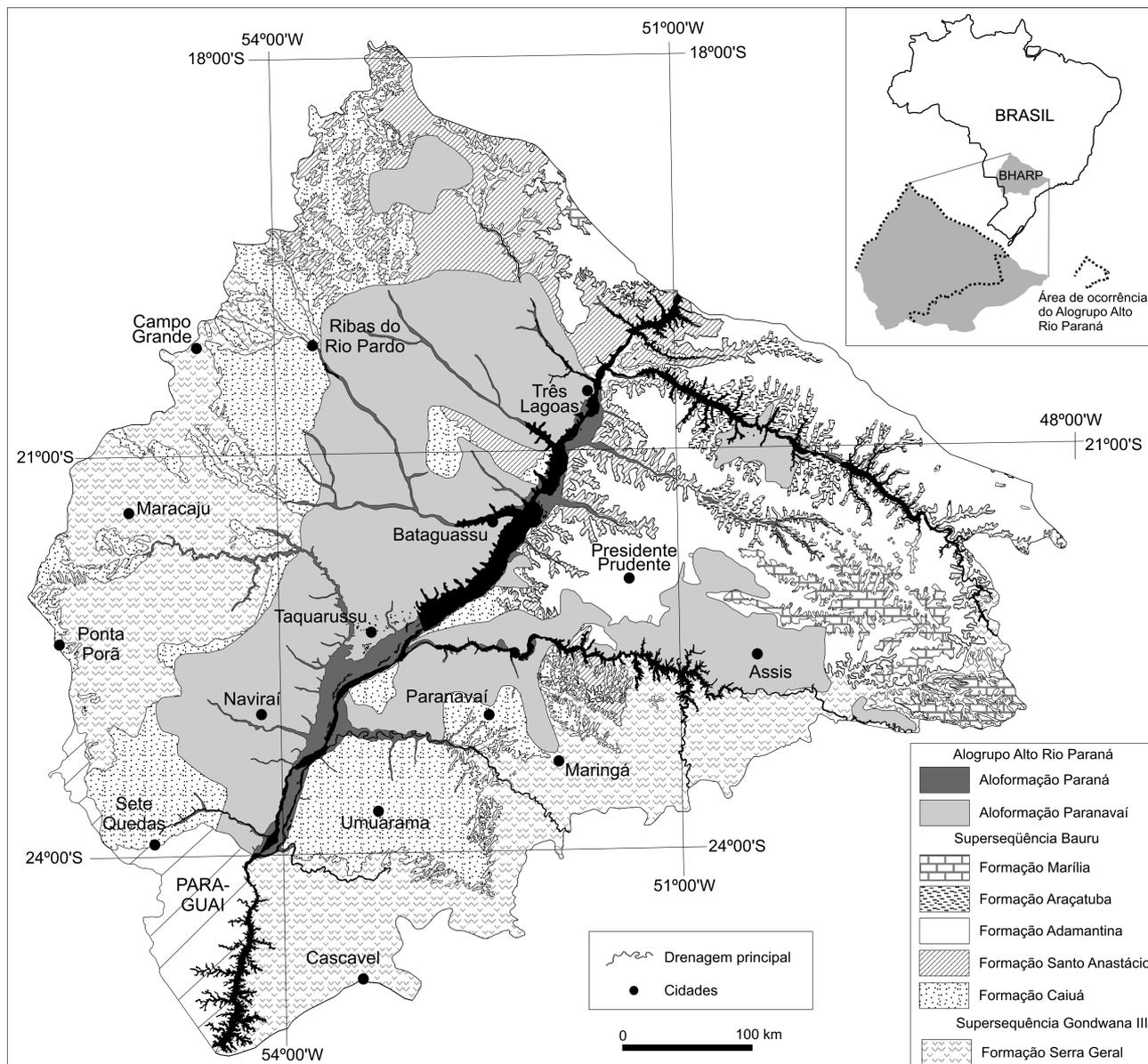


Figura 9. Mapa geológico da área de ocorrência do Alogruppo Alto Rio Paraná com localização da Bacia Hidrográfica do Alto Rio Paraná - BHARP (modificado de Batezelli, 1998; Bizzi et al., 2001; Del'Arco et al., 1982; Fernandes, 1998; Fernandes e Coimbra, 1996; MINEROPAR, 2001; Sallun, Suguio, Sallun Filho, 2007).

AGRADECIMENTOS

À FAPESP pela Bolsa de Doutorado (Processos 03/01737-5) a Alethéa Ernandes Martins Sallun e Auxílio à Pesquisa a Kenitiro Suguio (Processo 03/09681-9). Ao CNPq pela concessão de bolsas de Produtividade em Pesquisa a Kenitiro Suguio (Processo 304718/2003-3) e José Cândido Stevaux (Processo 302433/2004-0).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AB'SABER, A. N. Os baixos chapadões do oeste paulista. *Geomorfologia*, São Paulo, n. 17, p. 1-8, 1969.
- AB'SABER, A. N.; BIGARELLA, J. J. Superfícies aplainadas do primeiro planalto do Paraná. *Boletim Paranaense de Geografia*. Curitiba, vol. 4, n. 5, p. 116-125, 1961.

- ALMEIDA, F. F. M. de. O Planalto paulistano. In: AZEVEDO, A. de. *A cidade de São Paulo*. São Paulo: AGB, 1958. p. 113-167.
- ALMEIDA, F. F. M. de. Geologia do estado de São Paulo. *Revista do Instituto Geográfico e Geológico*. São Paulo, vol. 41, p. 169-263, 1964.
- ALMEIDA, F. F. M. de; LIMA, M. A. de. Planalto Centro-Ocidental e Pantanal Mato-Grossense. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE GEOGRAFIA, 18., 1959, Rio de Janeiro. *Guia de excursão*. Rio de Janeiro: CNG, 1959. 170 p.
- ALMEIDA, F. F. M. de; HASUI, H.; PONÇANO, W. L.; DANTAS, A. S. L.; CARNEIRO, C. D. R.; MELO, M. S. de; BISTRICHI, C. A. *Mapa geológico do estado de São Paulo (escala 1:500.000)*. São Paulo: IPT, 1981. 126 p. v.1 (Publicação, 1184).
- ALMEIDA, F. F. M. de. Aspectos gerais da geologia da bacia do alto Paraná. In: SIMPÓSIO SOBRE A GEOTECNIA DA BACIA DO ALTO PARANÁ, 1983, São Paulo. *Anais...* São Paulo: ABMS/ABGE/CBMR, p. 9-16.
- ARID, F. M. A Formação Bauru na região norte-ocidental do estado de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 24., 1970, Brasília. *Resumos das Conferências e Comunicações...* Brasília: SBG, 1970. p. 373-377.
- BARCELOS, J. H.; SUGUIO, K. Correlação e extensão das unidades estratigráficas do Grupo Bauru definidas em território paulista, nos estados de Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso do Sul e Paraná. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 6., 1987, Rio Claro. *Atas...* Rio Claro: SBG, 1987. p. 313-321.
- BARTHELNESS, H. Comentário geomorfológico sobre o vale do Rio Ivaí. *Boletim Paranaense de Geografia*. Curitiba, v. 1, n. 1, p. 8-17, 1960.
- BATEZELLI, A. *Redefinição litoestratigráfica da unidade Araçatuba e da sua extensão regional na Bacia Bauru no Estado de São Paulo*. 1998. 110 f. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1998.
- BATEZELLI, A.; PERINOTTO, J. A. J.; ETCHEBEHERE, M. L. C.; FULFARO, V. J.; SAAD, A. R. Redefinição litoestratigráfica da unidade Araçatuba e da sua extensão regional na Bacia Bauru, Estado de São Paulo, Brasil. In: SIMPÓSIO SOBRE O CRETÁCEO DO BRASIL, 5.; SIMPÓSIO SOBRE EL CRETÁCICO DE AMÉRICA DEL SUR, 2., 1999, Serra Negra. *Boletim...* São Paulo: UNESP, 1999. p. 195-200.
- BIGARELLA, J. J.; ANDRADE G. O. Contribution to the study of the Brazilian Quaternary. In: WRIGHT JR., H. E.; FREY, D. *International Studies on the quaternary*. New York: Geological Society of America, 1965. p. 443-451 (Special Paper, 84).
- BIGARELLA, J. J.; MOZUCHOWSKI, J. Z. Visão integrada da problemática da erosão. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE CONTROLE DE EROSAO, 3., 1985, Maringá. *Livro Guia*. Maringá: ABGE, 1985. 332 p.
- BIZZI, L. A.; SCHOBENHAUS, C.; GONÇALVES, J. H.; BAARS, F. J.; DELGADO, I. M. O.; ABRAM, M. B.; LEÃO NETO, R.; MUNIZ DE MATOS, G. M.; SCHNEIDER SANTOS, J. O. *Mapas de geologia, tectônica e recursos minerais do Brasil: sistema de informações geográficas – SIG*. Brasília: CPRM, 2001. (Escala 1:2.500.000), 4. (CD-ROM).
- BOGGIANI, P. C.; COIMBRA, A. M.; FAIRCHILD, T. R. Seixos silicosos das cascalheiras dos rios Paraná e Araguaia: nomenclatura e proveniência. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 5., 1985, São Paulo. *Boletim de Resumos...* São Paulo: SBG, 1985. p. 11.
- COIMBRA, A. M.; FERNANDES, L. A. A paleogeografia da Bacia Bauru (Cretáceo Superior, Brasil). In: CONGRESSO ARGENTINO DE PALEONTOLOGIA Y BIOESTRATIGRAFIA, 6. 1994, Trelew. *Actas...* Trelew: Museo Paleontológico Egidio Feruglio, 1994. p 85-90.
- CORRÊA, J. A.; PEIXOTO, C. A. de M.; OLIVEIRA, C. C. de; NETO, C.; JARDIM, F. G.; CORREIA FILHO, F. das C. L.; SCISLEWSKI, G.; HOENISCH, J. C. de B.; CAVALCANTI, J. C. C.; FIGUEIREDO, J. A. de; CAVALLON, L. A.; MONTEIRO, M. D.; CERQUEIRA, N. L. de S.; SLONGO, T. T.; NOGUEIRA, V. L. *Projeto Bodoquena*. Goiânia: DNPM/CPRM, 1976. 247 p. v. 1. (Relatório Final).
- COUTINHO, J. M. V.; COIMBRA, A. M.; BRANDT NETO, M.; ROCHA, G. Lavas alcalinas analcímicas associadas ao Grupo Bauru (Kb) no estado de São Paulo, Brasil. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE GEOLOGIA, 5., 1982, Buenos Aires. *Actas...* Buenos Aires: SGN, 1982. p. 185-195. v. 2.
- COUTO, C. de P. Edentados fósseis de São Paulo. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, Rio de Janeiro, v. 45, n. 2, p. 268-271, 1973.
- CUNHA, F. L. de S.; SUAREZ, J. M. Observações geológicas e paleontológicas sobre o horizonte fossilífero pleistocênico de Álvares Machado, Estado de São Paulo.

- Anais da Academia Brasileira de Ciência*, Rio de Janeiro, v. 53, n. 3, p. 634, 1981.
- DEL'ARCO, J. O.; SILVA, R. H.; TARAPANOFF, I.; FREIRE, F. A.; PEREIRA, L. G. da M.; SOUZA, S. L. de; LUZ, D. S. da; PALMEIRA, R. C. de B.; TASSINARI, C. C. G. Geologia. In: BRASIL/MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA. *Projeto RADAMBRASIL: Folha SE.21 Corumbá e parte da Folha SE.20*. Rio de Janeiro, 1982. p. 25-160.
- DIAS-BRITO, D.; MUSACCHIO, E. A.; CASTRO, J. C. de; MARANHÃO, M. S. A. S.; SUAREZ, J. M.; RODRIGUES, R. Grupo Bauru: uma unidade continental do Cretáceo no Brasil – concepções baseadas em dados micropaleontológicos, isotópicos e estratigráficos. *Revue de Paléobiologie*. v. 20, n. 1, p. 245-304, 2001.
- ETCHEBEHERE, M. L. *Terraços neoquaternários no Vale do Rio do Peixe, Planalto Ocidental Paulista*: implicações estratigráficas e tectônicas. 2000. 264 f. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2000.
- ETCHEBEHERE, M. L. C. Aloestratigrafia – revisão de conceitos e exemplos de aplicação, com ênfase nos depósitos neoquaternários de terraço da Bacia do Rio do Peixe, SP. *Revista da Universidade Guarulhos*, Guarulhos, v. 7, n. 6, p. 15-34, 2002.
- ETCHEBEHERE, M. L.; SAAD, A. R. Fácies e associações de fácies em depósitos neoquaternários de terraço na Bacia do Rio do Peixe, região ocidental paulista. *Revista Geociências*, Rio Claro, v. 22, n. 1, p. 5-16, 2003.
- FERNANDES, L. A. *A cobertura cretácica suprabasáltica no Paraná e Pontal do Paranapanema (SP)*: os Grupos Bauru e Caiuá. São Paulo. 1992. 129 f. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1992.
- FERNANDES, L. A. *Estratigrafia e evolução geológica da parte oriental da Bacia Bauru (Ks, Brasil)*. 1998. 232 f. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.
- FERNANDES, L. A.; COIMBRA, A. M. A Bacia Bauru (Cretáceo Superior, Brasil). *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 68, p. 195-205, 1996.
- FERNANDES, L. A.; COIMBRA, A. M. Revisão estratigráfica da parte oriental da Bacia Bauru (Neocretáceo). *Revista Brasileira de Geociências*, São Paulo, v. 30, n. 4, p. 723-734, 2000.
- FORTES, E.; STEVAUX, J. C.; VOLKMER, S. Neotectonics and channel evolution of the Lower Ivinhema River: a right-bank tributary of the upper Paraná River, Brazil. *Geomorphology*, Amsterdam, v. 70, n. 3-4, p. 325-338, 2005.
- FREITAS, R. O. Relevos policíclicos na tectônica do Escudo Brasileiro. *Boletim Paulista de Geografia*, São Paulo, v. 7, p. 3-19, 1951.
- FREITAS, R. O. Sedimentação, estratigrafia e tectônica da Série Bauru (Estado de São Paulo). *Boletim Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas: Geologia*. São Paulo, v. 194, n. 14, p. 1-185, 1955.
- FULFARO, V. J. *Depósitos de cascalho da bacia hidrográfica do Rio Paraná*. São Paulo: IPT/DMGA, 1974. 20 p. (Relatório Interno).
- FULFARO, V. J.; SAAD, S. R.; SANTOS, M. V.; VIANNA, R. B. Compartimentação e evolução tectônica da Bacia do Paraná. *Revista Brasileira de Geociências*, São Paulo, v. 12, n. 4, p. 590-611, 1982.
- FULFARO, V. J.; ANGELI, N.; BARCELOS J. H. Depósitos de cascalho da bacia hidrográfica do rio Paraná. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 4., 1983, São Paulo. *Boletim de resumos...* São Paulo: SBG, 1983. p. 25.
- FULFARO, V. J.; BJORNBERG, A. J. S. Geologia. In: FALCONI, F. F.; NEGRO JÚNIOR, A. *Solos do litoral de São Paulo*. Santos: Mesa Redonda ABMS/ASSECOB, 1994. p. 1-42.
- FULFARO, V. J.; PERINOTTO, J. A. J. Geomorfologia do estado do Mato Grosso do Sul e o Arcabouço Estrutural. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 38., 1994a, Camboriú. *Boletim de Resumos Expandidos...* Camboriú: SBG, 1994a. p. 197-198.
- FULFARO, V. J.; PERINOTTO, J. A. J. A tectônica fanerozóica no Mato Grosso do Sul: o “Graben” de Corguinho e a Formação Ponta Porã. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO CENTRO-OESTE, 4., 1994b, Brasília. *Anais...* Camboriú: SBG, 1994b. p. 61-63.
- FULFARO, V. J.; ETCHEBEHERE, M. L. C.; PERINOTTO, J. A. J.; SAAD, A. R. Santo Anastácio: um geossolo cretácico na Bacia Caiuá. In: SIMPÓSIO SOBRE O CRETÁCEO DO BRASIL, 5.; SIMPOSIO SOBRE EL CRETÁCICO DE AMÉRICA DEL SUR, 2., 1999, Serra Negra. *Boletim...* São Paulo: UNESP, 1999. p. 125-130.
- GALLOWAY, W. E. Genetic stratigraphic sequences in basin

- analysis. I. Architecture and genesis of flooding surface bounded depositional units. *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, Tulsa, v. 73, n. 2, p.125-142, 1989.
- GASPARETTO, N. V. L. *As formações superficiais do noroeste do Paraná e sua relação com o Arenito Caiuá*. 1999. 172 f. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.
- GONÇALVES, A.; SCHNEIDER, R. L. *Geologia do centro-leste de Mato Grosso*. Ponta Grossa: PETROBRAS-DESUL, 1970. 43 p. (Relatório Técnico Interno, 394).
- GUIDICINI, G.; FERNANDES DA SILVA, R. Sobre a ocorrência de uma extensa bacia de acumulação de sedimentos rudáceos na região de Três Lagoas, Sudeste de Mato Grosso. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 26., 1972, Belém. *Anais...* Belém: SBG, 1972. p. 155-165.
- HASUI, Y.; HARALYI, N. L. E.; SENA COSTA, J. B. Megaestruturação pré-cambriana do território brasileiro baseada em dados geofísicos e geológicos. *Geociências*, Rio Claro, v. 12, n. 1, p. 7-31, 1993.
- HENRIQUES, D. D. R. *Fósseis de Lestodon gervais, 1855 (edentata, mylodontidae) da coleção de paleovertebrados do Museu Nacional/UFRJ: estudo morfológico e comparativo*. 1992. 181 f. Dissertação (Mestrado) - Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1992.
- IBGE. *Recursos naturais e meio ambiente: uma visão do Brasil*. Rio de Janeiro: IBGE, 1997. 208 p.
- IRIONDO, M.; GARCIA, N. O. Climatic variations in the Argentine plains during the last 18,000 years. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, Amsterdam, v. 101, p. 209-220, 1993.
- JABUR, I. C. *Análise paleoambiental do quaternário superior na Bacia Hidrográfica do Alto Paraná*. 1992. 182 f. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1992.
- JUSTUS, J. O. *Subsídios para interpretação morfogenética através da utilização de imagens de radar*. 1985. 204 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal da Bahia, Salvador, 1985.
- KASHIMOTO, E. M.; MARTINS, G. R. Archaeology of the Holocene in the Upper Parana River, Mato Grosso do Sul State, Brazil. *Quaternary International*, Amsterdam, v. 114, n. 1, p. 67-86, 2004.
- KAVALERIDZE, W. C. Erosão na região noroeste do Estado do Paraná e projeto para sua eliminação. In: CONGRESSO NACIONAL DE PRESERVAÇÃO DO SOLO, 2., 1963, Belo Horizonte. *Anais...* Belo Horizonte: SVOPEP, 1963. 34 p.
- KING, L. C. A geomorfologia do Brasil oriental. *Revista Brasileira de Geografia*, Rio de Janeiro, v. 2, p. 3-48, 1956.
- MAACK, R. *Geografia física do Estado do Paraná*. Rio de Janeiro: José Olympio, 1968. 349 p.
- MARTONNE, E. de. Problemas morfológicos do Brasil Tropical Atlântico. *Revista Brasileira de Geografia*. Rio de Janeiro, v. 5, n. 4, p. 523-550, 1943.
- MILANI, E. J. *Evolução tectono-estratigráfica da Bacia do Paraná e seu relacionamento com a geodinâmica fanerozóica do Gondwana sul-ocidental*. 1997. 255 f. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1997.
- MILANI, E. J.; RAMOS, V. A. Orogenias paleozóicas do domínio sul-oriental do Gondwana e os ciclos de subsidência da Bacia do Paraná. *Revista Brasileira de Geociências*, São Paulo, v. 28, n. 4, p. 473-484, 1998.
- MINEROPAR – MINERAIS DO PARANÁ S.A. *Mapa geológico do Paraná (Escala: 1:1.000.000)*. Curitiba: Secretaria de Indústria, Comércio e do Turismo do Estado do Paraná, 2001. (CD-ROM).
- MOURA, J. R. S.; MEIS, M. R. M. Contribuição à estratigrafia do quaternário superior no médio vale do Rio Paraíba do Sul, Bananal (SP). *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, Rio de Janeiro, v. 58, n. 1, p.89-102, 1986.
- MOURA, J.R.S.; MELLO, C.L. Classificação aloestratigráfica do quaternário superior da região de Bananal (SP/RJ). *Revista Brasileira de Geociências*, São Paulo, v. 21, n. 3, p. 236-254, 1991.
- N. A. C. S. N. (North American Commission on Stratigraphic Nomenclature). North American stratigraphic code. *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, Tulsa, v. 67, p. 841-875, 1983.
- N.A.C.S.N. (North American Commission on Stratigraphic Nomenclature). North American Stratigraphic Code. *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*. Tulsa, v. 89, n. 11, p. 1547-1591, 2005.

- NOGUEIRA JÚNIOR, J. *Possibilidades de colmatção química dos filtros e drenos da barragem de Porto Primavera (SP) por compostos de ferro*. 1988. 225 f. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1988.
- OLIVA, L. A.; OLIVATTI, O.; RIBEIRO FILHO, W.; SCHOBENHAUS FILHO, C. *Carta geológica do Brasil ao milionésimo: folha Cuiabá (SD21)*. Brasília: DNPM, 1979. Escala: 1:1.000.000. (Relatório Técnico).
- OLIVATTI, O.; RIBEIRO FILHO, W. *Revisão da geologia do centro-oeste de Mato Grosso*. Goiânia: DNPM/DPRM, 1976. 51 p. (Relatório Técnico).
- OLIVEIRA, M. A. M. *Reconhecimento geológico expedito na Região do Alto Paraguai*. Ponta Grossa: PETROBRAS-DESUL, 1964. 47 p. (Relatório Técnico Interno).
- OLIVEIRA, M. A. M.; MÜHLMANN, H. *Observations on the geology of Chapada dos Guimarães, Mato Grosso*. Ponta Grossa: PETROBRAS-DESUL, 1967. 362 p. (Relatório Técnico Interno).
- PAULA e SILVA, F.; CHANG, H. K.; CAETANO-CHANG, M. R. Estratigrafia de subsuperfície do Grupo Bauru (K) no Estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Geociências*, São Paulo, v. 35, n. 1, p. 77-88, 2005.
- PAISANI, J. C. Estrutura de dissipação: uma revisão conceitual. *Pesquisas em Geociências*, Porto Alegre, v. 28, n. 2, p.133-140, 2001.
- PAROLIN, M.; VOLKMER-RIBEIRO, C.; STEVAUX, J. C. Caracterização paleoambiental a partir de espículas silicosas de esponjas em sedimentos lagunares na região de Taquaruçu –MS. In: PALEO 2003 - REUNIÃO REGIONAL DE PALEONTOLOGIA, 2003, Porto Alegre. *Paleontologia em Destaque*. Porto Alegre: SBP, p. 18. v. 44.
- PAULIPETRO. *Geologia da Bacia do Paraná: reavaliação da potencialidade e prospectividade em hidrocarbonetos*. São Paulo: CONSÓRCIO CESP/IPT, 1982. 198 p. (Relatório Técnico).
- PETRI, S.; COIMBRA, A. M.; AMARAL, G.; OJEDA, Y. H.; FULFARO, V. J.; PONÇANO, W. L. Código brasileiro de nomenclatura estratigráfica. *Revista Brasileira de Geociências*, São Paulo, v. 16, n. 4, p. 370-376, 1986a.
- PETRI, S.; COIMBRA, A. M.; AMARAL, G.; PONÇANO, W. L. Guia de nomenclatura estratigráfica. *Revista Brasileira de Geociência*, São Paulo, v. 16, n. 4, p. 376-415, 1986b.
- PIRES NETO, A. G.; BARTORELLI, A.; VARGAS, M. S. A Planície do Rio Paraná. *Boletim Paranaense de Geociências*, Curitiba, v. 42, p. 217-229, 1994.
- PONTE, F. C.; ASMUS, H. E. The Brazilian marginal basins: current state of knowledge. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, Rio de Janeiro, v. 48, p. 215-239, 1976. Suplemento.
- POPP, J. H.; BIGARELLA, J. J. Formações cenozóicas do noroeste do Paraná. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, Rio de Janeiro, v. 47, p. 465-472, 1975.
- RICCOMINI, C. *Tectonismo gerador e deformador dos depósitos pós-gondvânicos da porção centro-oriental do Estado de São Paulo e áreas vizinhas*. 1995. 100 f. Tese (Livre-Docência) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1995.
- RICCOMINI, C. Arcabouço estrutural e aspectos do tectonismo gerador e deformador da bacia Bauru no estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Geociência*, São Paulo, v. 27, n. 2, p.153-162, 1997.
- RICCOMINI, C.; SANT’ANNA, L. G.; FERRARI, A. L. Evolução geológica do Rift Continental do sudeste do Brasil. In: MANTESSO NETO, V.; BARTORELLI, A.; CARNEIRO, C. D. R.; BRITO NEVES, B. B. *Geologia do continente Sul-americano: evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida*. São Paulo: Beca, 2004. p. 383-405.
- SALLUN, A. E. M. *Depósitos cenozóicos da região entre Marília e Presidente Prudente (SP)*. 2003. 171 f. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.
- SALLUN, A. E. M.; SUGUIO, K.; AZEVEDO SOBRINHO, J. M. Sedimentologia da Aloformação Paranavaí, Bacia Hidrográfica do Alto Rio Paraná (SP, PR e MS). *Pesquisas em Geociências*, Porto Alegre, 2007 (Submetido).
- SALLUN, A. E. M.; SUGUIO, K. Datação absoluta por luminescência do Alogruppo Alto Rio Paraná (SP, MS e PR). *Revista do Instituto Geológico*, São Paulo, 2007 (no prelo).
- SALLUN, A. E. M.; SUGUIO, K.; SALLUN FILHO, W. Geoprocessamento para caracterização da Aloformação Paranavaí. *Revista Brasileira de Cartografia*, Rio de Janeiro, 2007 (Submetido).
- SANTOS, M. L. *Estratigrafia e evolução do sistema*

- siliciclástico do rio Paraná no seu curso superior: ênfase à arquitetura dos depósitos, variações longitudinal das fácies e processos sedimentares.* 1997. 250 f. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1997.
- SCHOBHENHAUS FILHO, C.; OLIVA, L. A. *Carta geológica do Brasil ao milionésimo: Folha Corumbá (SE21).* Brasília: DNPM, 1979. Escala 1:1.000.000. (Relatório Técnico).
- SILVA, J. L. L.; RIBEIRO, C. V.; LEIPNITZ, I. I. Fauna e flora fósseis do espongilito de Três Lagoas (MS). In: PALEO 2003 - REUNIÃO REGIONAL DE PALEONTOLOGIA, 2003, Porto Alegre. *Paleontologia em Destaque...* Porto Alegre: SBP, p.17-18, 2003. v. 44.
- SOARES, P. C.; LANDIM, P. M. B.; FULFARO, V. J.; SOBREIRO NETO, A. F. Ensaio de caracterização estratigráfica do Cretáceo no Estado de São Paulo: Grupo Bauru. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, Rio de Janeiro, v. 10, n. 3, p. 177-185, 1980.
- SOARES, P. C.; LANDIM, P. M. B. Depósitos cenozóicos na região Centro-Sul do Brasil. *Notas Geomorfológicas*, Campinas, v. 16, n. 31, p. 17-39, 1976.
- SOUZA FILHO, E. E. *Aspectos da geologia e estratigrafia dos depósitos sedimentares do Rio Paraná entre Porto Primavera (MS) e Guaira (PR).* 1993. 214 f. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993.
- SOUZA FILHO, E. E.; STEVAUX, J. C. Geologia e geomorfologia do complexo rio Baía, Curutuba, Ivinheima. In: VAZZOLER, A. E. A. M.; AGOSTINHO, A. A.; HAHN, N. S. *A planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos.* Maringá: EDUEM, 1997. p. 3-46.
- SOUZA FILHO, E. E.; ROCHA, P. C.; CORRÊA, G. T.; COMUNELLO, E. 2001. O ajuste fluvial e a erosão das margens do Rio Paraná em Porto Rico (Brasil). In: QUATERNARY CONGRESS OF COUNTRIES OF IBERIAN LANGUAGE, 5., 1986, Lisboa. *Actas...* Lisboa: ICQPLI, 2001. p. 37-40. v. 1.
- SOUZA JÚNIOR, J. J.; TARAPANOFF, I. Evidências preliminares sobre um pavimento rudáceo na região sul do Estado de Mato Grosso do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 34., 1986, Goiânia. *Resumos e Breves Comunicações...* Goiânia: SBG, 1986. p. 61.
- STEVAUX, J. C. *O Rio Paraná: geomorfogênese, sedimentação e evolução quaternária de seu curso superior (região de Porto Rico, PR).* 1993. 242 f. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993.
- STEVAUX, J. C. Upper Paraná River (Brazil) geomorphology and paleoclimatology. *Quaternary International*, Amsterdam, v. 21, p.143-161, 1994.
- STEVAUX, J. C. Climatic events during the Late Pleistocene and Holocene in the Upper Paraná River: correlation with NE Argentina and South-Central Brazil. *Quaternary International*, Amsterdam, v. 72, p. 73-85, 2000.
- STEVAUX, J. C.; SOUZA FILHO, E. E.; MEDEANIC, S.; YAMSKIKH, G. The Quaternary history of the Paraná river and its floodplain. In: THOMAS, S. M.; AGOSTINHO, A. A.; HAHN, N. S. *The Upper Paraná River and its floodplain: physical aspects, ecology and conservation.* Netherlands: Backhuys Publishers, 2004. p. 31-53.
- SUAREZ, J. M. Contribuição à geologia do extremo oeste do estado de São Paulo – parte 2. *Boletim Geográfico*, Rio de Janeiro, v. 34, n. 248, p. 119-155, 1976.
- SUAREZ, J. M. A localização das cidades no extremo oeste do Estado de São Paulo (Brasil) e seus problemas. In: ENCUESTRO DE GEOGRAFOS DE AMERICA LATINA, 3., 1991, Toluca. *Memória...* Toluca: UAEM, 1991. p. 323-336.
- SUGUIO, K. *Formação Bauru: calcários e sedimentos detríticos associados.* 1973. 236 f. Tese (Livre Docência) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1973.
- SUGUIO, K.; COIMBRA, A. M. 1976. Estudo sedimentológico das “bandas onduladas” de solos da Formação Bauru na área balizada pelas cidades de Osvaldo Cruz – Rancharia e Tupã, Estado de São Paulo. *Boletim do Instituto Geográfico e Geológico*, São Paulo, v. 7, p. 27-38, 1976.
- SUGUIO, K.; NOGUEIRA Jr., J.; TANIGUCHI, H.; VASCONCELLOS, M. L. Quaternário no rio Paraná em pontal do Paranapanema: proposta de um modelo de sedimentação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 33., 1984, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro: SBG, 1984. p. 10-18.
- TATUMI, S. H.; GOZZI, G.; YEE, M.; OLIVEIRA, V. I.; SALLUN, A. E. M.; SUGUIO, K. Luminescence dating of quaternary deposits in geology in Brazil. *Radiation Protection Dosimetry*, Ashford, v. 119, n. 1-4, p. 462-469, 2006.
- TUCCI, C. E. M.; CLARKE, R. T. Environmental issues in

the La Plata Basin. *Water Resources Development*, London, v. 14, n. 2, p.157-173, 1998.

VAIL, P. R.; MITCHUM JUNIOR, R. M. Seismic stratigraphy and changes of sea level. Part I: Overview. In: PAYTON C. E. Seismic stratigraphy: applications to hydrocarbon exploration. *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, Tulsa, v. 26, p. 51-52, 1977.

VAN WAGONER, J. C.; MITCHUM JUNIOR, R. M.; CAMPION, K. M.; RAHAMANIAN, V. D. *Siliciclastic sequence stratigraphy in well logs, core sand outcrops: concepts for high-resolution correlation of time and facies*. Tulsa: American Association of Petroleum Geologists, 1988. 55 p. (Methods in Exploration Series, 7).

VIEIRA DE CARVALHO, A. M. Ocorrência de *Lestodon trigonidens* na mamalofauna de Álvares Machado. *Boletim Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas*, São Paulo, v. 34, n. 7, p. 43-54, 1952.

ZALÁN, P. V.; WOLFF, S.; CONCEIÇÃO, J. C. J.; MARQUES, A.; ASTOLFI, M. A. M.; VIEIRA, S. I.; APPI, T. V.; ZANOTO, A. O. Bacia do Paraná. In: GABAGLIA, R.; MILANI, E. J. *Origem e evolução de Bacias Sedimentares*. Rio de Janeiro: PETROBRAS, 1990. p. 135-138.

WALKER, R. G. Facies modeling and sequence stratigraphy. *Journal of Sedimentary Research*, Tulsa, v. 60, p. 777-786, 1990.