Arcabouço tectono-estratigráfico e evolução das Bacias Caiuá e Bauru no Sudeste brasileiro

Alessandro Batezelli¹

Resumo Com o término das manifestações vulcânicas eocretáceas (133 Ma) a porção Sudeste da Placa Sul-americana passou por um processo de reestruturação tectônica gerando bacias que abrigaram sequências sedimentares continentais. Os eventos tectônicos responsáveis pelo acúmulo dessas sequências podem ser divididos em duas fases principais. A primeira fase está relacionada à subsidência termal eocretácea, que foi mais expressiva nas regiões onde se situam as maiores espessuras de basaltos da Formação Serra Geral, no centro-oeste do Rio Grande do Sul, noroeste do Paraná e oeste do estado de São Paulo, responsável pela formação das bacias Jacuí e Caiuá. Já a segunda fase, na qual se originou a Bacia Bauru, deveu-se aos soerguimentos neocretáceos na região sudoeste de Minas Gerais e Sul de Goiás, resultantes das atividades magmáticas associadas à Pluma Mantélica de Trindade. As análises mostraram que a Bacia Caiuá (Eocretáceo) foi caracterizada por uma depressão cujo depocentro estaria localizado na porção mais ao sul em direção ao estado do Paraná e cujo limite norte se estendia até o Sudeste de Minas Gerais. Nessa época, o clima era árido atestado por uma sedimentação eólica. A Bacia Bauru, gerada no Neocretáceo, apresenta depocentro situado entre o oeste paulista e sudoeste mineiro, abrigando depósitos lacustres rasos (playa-lakes) e aluviais de clima árido a semi-árido, com características sedimentológicas e paleopedológicas sugestivas de condições climáticas mais úmidas. Os dados obtidos revelam a reestruturação tectônica ocorrida entre o Eo e Neocretáceo nessa porção da Placa Sul-americana, além de indicar variações do nível de base que influenciaram na evolução dos tratos de sistemas.

Palavras-chave: Bacias Cretáceas, tratos de sistemas, nível de base, evolução tectônica.

Abstract *Framework and evolution of the Caiuá and Bauru Basins in the southeast of Brazil.* With the ending of the eocretaceous volcanic manifestations (133 Ma) the Southeastern portion of the South American Plate was submitted by a process of tectonics reorganization generating basins that had sheltered continental sedimentary sequences. The responsible tectonics events for the accumulation of these sequences can be divided in two main phases. The first phase is related to the eocretaceous thermal subsidence, that was widely in the regions where if they point out the biggest thicknesses of basalts of the Serra Geral Formation, in the middle-west of the Rio Grande do Sul State, the northwest of the Paraná State and west of the São Paulo State, responsible for the formation of the basins Jacuí and Caiuá. During the second phase, in which if it originated the Bauru Basin, had it the neocretaceous uplifting in the southwestern region of Minas Gerais State and South of Goiás State, resultants of the magmatic activities associates to the Trindade Mantle Plume. The analyses had shown that the Caiuá Basin (Eocretaceous) was characterized by a depression whose depocenter would be located in the southern portion toward to the state of the Paraná and whose limit north would extend until the Southeast of Minas Gerais State. At this time, the arid climate was certified for an aeolian sedimentation. The Bauru Basin, generated in the Neocretáceo, presents depocenter situated between the west of the São Paulo State and southwestern of the Minas Gerais, sheltering flat arid – semi arid lacustrine (playa-lakes) and alluvial deposits, with suggestive characteristics of more humid climatic conditions.

Keywords: Cretaceous Basins, systems tracts, base level, tectonic evolution.

INTRODUÇÃO Muitos foram os ciclos tectônicos ao qual a Plataforma Sul-Americana foi submetida, porém, aqueles computados sob a égide de “Ativação Mesozóica” (Almeida & Carneiro 1989) e/ou Evento Sul-Atlântico (Schobbenhaus & Campos 1984), tiveram importante reflexo nas margens e no interior do continente, e que de certa forma se preservam até o presente em condições mais amenas.

Entre os eventos mesozóicos, um dos mais expressivos foi o magmatismo básico toleítico ocorrido

entre 137,4 a 128,7 Ma (Turner *et al.* 1994) e que foi responsável pela gênese de uma das maiores Províncias Magmáticas continentais do mundo (Continental Flood Basalts) (Saunders *et al.* 1992), denominada por Schobbenhaus & Brito Neves (2003) de Bacia Serra Geral.

Com o término das atividades vulcânicas eocretáceas a porção meridional da placa-sul-americana sofreu um processo de subsidência termal culminando com o desenvolvimento de muitas bacias interiores. A sedimentação no interior do continente obedeceu a no-

1 - Departamento de Geologia e Recursos Naturais (DGRN), Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas (DGRN-IG-UNICAMP), Campinas (SP), Brasil. E-mail: abatezelli@ige.unicamp.br

vos parâmetros (após o estágio de ativação) seguindo ora depocentros mais conspícuos gerados com a ativação, ora ocorrendo de forma mais ampla ultrapassando sistematicamente as antigas delimitações da Bacia do Paraná.

A partir de informações advindas de afloramentos, perfis litológicos e geofísicos na região sul, sudeste e centro-oeste do Brasil, nos estados do Paraná, São Paulo, Minas Gerais e Mato Grosso do Sul, foi possível reconstituir a evolução bacinal ocorrida na porção sudeste da Placa Sul-Americana, sobretudo nas bacias Caiuá e Bauru.

A identificação de uma superfície de descontinuidade entre as unidades Caiuá e Bauru, marcada por uma espessa e extensa camada de paleossolo (Geossolo Santo Anastácio, Fulfaro *et al.* 1999a e 1999b), sugere uma reestruturação tectônica no limite entre o Cretáceo Inferior e Superior, em que o depocentro sedimentar se deslocou para norte.

Dados faciográficos e a arquitetura deposicional permitiram identificar com detalhe a variação na taxa de sedimentação e espaço de acomodação dos sedimentos na transição Cretáceo Inferior – Cretáceo Superior, demarcando sequências continentais distintas, onde foram identificados 4 tratos de sistemas continentais.

ÁREA DE ESTUDO E MÉTODO DE ANÁLISE A área de estudo corresponde à faixa de afloramentos dos grupos Caiuá e Bauru nos estados do Paraná, São Paulo (Planalto Ocidental Paulista), Minas Gerais (Triângulo Mineiro), Goiás e Mato Grosso do Sul, situando-se entre os paralelos 23° e 18° de latitude sul e os meridianos 49° e 55° de longitude oeste (Fig. 1).

O método de estudo empregado na pesquisa baseou-se principalmente na análise da arquitetura deposicional da bacia a partir da correlação estratigráfica, fundamentada em dados de poços tubulares profundos e descrição de fácies em afloramentos.

Os trabalhos de superfície consistiram na descrição e documentação fotográfica de afloramentos e levantamento de seções colunares que serviram de base para identificação de processos sedimentares e feições paleopedogenéticas definindo limites de sequências continentais. Nessa etapa foi percorrida uma área aproximada de 200.000 km² nos estados do Paraná, São Paulo, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul e Goiás, onde foram identificadas as principais fácies que compõem a cobertura suprabasáltica do Sudeste brasileiro.

A distribuição dessas fácies, bem com suas características sedimentológicas e relações de contato, mostram que a área de deposição passou por pelo menos 2 estágios tectono-sedimentares distintos, sendo que o primeiro estágio é caracterizado pela origem de uma depressão cujo depocentro estaria localizado na porção centro-sul da antiga Bacia do Paraná (Bacia Caiuá), e o segundo estágio marcado pela gênese de uma nova bacia com depocentro na porção setentrional (Bacia Bauru).

As informações dos afloramentos também serviram de base para calibrar e aferir os dados de sub-

superfície, principalmente na identificação de marcos estratigráficos representativos na bacia.

Quanto aos trabalhos envolvendo dados de subsuperfície, foram buscadas informações referentes a perfis geofísicos, principalmente de raios gama que medem os picos de radioatividade natural emitida pelas rochas, indicando a ocorrência de fácies argilosa.

Em locais onde não havia tais informações, foram construídas seções litológicas de poços tubulares profundos, a partir das descrições de amostras de calha obtidas junto aos departamentos de água e esgoto dos estados de Minas Gerais (COPASA), São Paulo (DAAE), e empresas de perfuração de poços tubulares profundos. Tantos os dados de perfis geofísicos como as seções litológicas serviram de base para a confecção de 4 seções estratigráficas com direção norte-nordeste e 6 seções com direção leste-oeste que seccionam a bacia de norte a sul, permitindo assim a visualização do seu arcabouço tectono-estratigráfico (Fig. 1).

Antes de iniciar a correlação, os dados de subsuperfície foram calibrados a partir de seções litológicas descritas em afloramentos em vários pontos da bacia, principalmente aqueles localizados nas proximidades do poço que forneceu a informação. O aferimento e comparação entre os dados de superfície e subsuperfície permitiu identificar duas importantes superfícies que limitam um importante marco estratigráfico na bacia, que correspondem à base e ao topo da unidade lacustre, denominada no estado de São Paulo de Formação Araçatuba (Fig. 2).

A identificação do marco estratigráfico em superfície foi realizada através da descrição de afloramentos da Formação Araçatuba desde o vale do Rio do Peixe, no trecho balizado pelas cidades de Marília e Sagres (Batezelli 1998), até o norte do estado de São Paulo, na região de Jales. No Triângulo Mineiro (MG), a unidade Araçatuba é representada por uma fácies lamítica, de coloração avermelhada, identificada em afloramentos e poços nas cidades de Limeira do Oeste, Carneirinho, Gurinhatã, Prata (Batezelli 2003; Batezelli *et al.* 2006), e cujas características sedimentológicas serão descritas nos itens seguintes.

Uma vez identificada a correspondência entre as feições faciográficas de superfície e subsuperfície, foram confeccionadas as seções estratigráficas, correlacionando os perfis de raios gama e perfis litológicos. Assim se obteve a configuração do substrato da bacia na época de deposição da fase lacustre.

UNIDADES ESTRATIGRÁFICAS E AMBIENTES DEPOSICIONAIS

Grupo Caiuá Segundo Fernandes & Coimbra (2000), essa unidade é composta pelas formações Rio Paraná, Goio Erê e Santo Anastácio, aflorando no oeste dos estados do Paraná e São Paulo, e leste do Mato Grosso do Sul. Assenta-se discordantemente sobre os basaltos da Formação Serra Geral com espessuras que variam de dezenas de metros até 280 metros na região de Altônia (PR).

Suas unidades são constituídas basicamente por

Figura 1 - Mapa de localização das seções estratigráficas na área de estudo.

arenitos muito finos a finos, quartzosos, bem selecionados, de coloração marrom-avermelhada a arroxeadas, com estratificação cruzadas de médio a grande porte, com camadas frontais da ordem de 10 metros de altura, limitados por superfícies de 2.ª ordem (Miall 1996) de baixa inclinação. Apresentam alta maturidade textural e mineralógica, com grãos exibindo brilho fosco e películas de óxido de ferro. As estratificações cruzadas são formadas pela alternância de bandas de espessura milimétrica a centimétrica de boa seleção interna e caráter bimodal.

Adicionalmente ocorrem arenitos finos a médios, arroxeados, em estratos tabulares com estratificações cruzadas de médio porte, intercalados com arenitos maciços ou com estratificações plano-paralelas,

onduladas de adesão e onduladas cavalgantes. Nessa fácies é freqüente o revestimento dos grãos de quartzo por argilas autigênicas (esmeclitas), transformadas em caulinita por processos intempéricos. A cimentação por carbonato é comum, ocorrendo sob a forma de crostas e nódulos. Subordinadamente ocorre na base dessa fácies arenitos conglomeráticos sustentados por matriz arenolamítica com clastos de basalto, ágata, argila e carbonato (Fig. 3).

Em muitas áreas da bacia ocorre no topo do Grupo Caiuá um arenito fino, bem selecionado, maciço e com feições de dissolução, com espessura que varia de alguns metros até 100 metros, conhecido formalmente como Formação Santo Anastácio.

Análises de campo e sedimentológicas apre-

Figura 2 - Comparação entre seções colunares litológicas de afloramento e comportamento ge-elétrico dos perfis raio gama de poços tubulares profundos.

Figura 3 - Características litológicas do Grupo Caiuá. A - Arenitos maciços na base (A.1 - Formação Santo Anastácio) e barras arenosas intercaladas por lamitos no topo (A.2 - Litofácies Jales - Grupo Bauru). B - Arenitos maciços na base com “fantasmas” de estratificações cruzada de grande porte (B.1 - Formação Santo Anastácio) e barras arenosas intercaladas por lamitos no topo (B.2 - Litofácies Jales - Grupo Bauru). C - Detalhe das estratificações cruzadas incipientes da foto B. D - Arenito com estratificações cruzadas de grande porte (foreset maior que 3 metros) do Grupo Caiuá (BR 153 próximo ao trevo com BR-369 em Cambará - PR). E e F Arenito com estratificações cruzadas de grande porte (foreset maior que 3 metros) do Grupo Caiuá (Margem direita do Rio Paraná em Presidente Epitácio - SP). G - Detalhe de arenito com estratificações cruzadas de grande porte (foreset maior que 3 metros) do Grupo Caiuá (Entrada de Bastos - MG).

sentadas por Landim & Soares (1976) indicaram que esses arenitos maciços tinham grande semelhança com os demais termos psefíticos do Grupo Caiuá, embora apresentassem o caráter maciço. Tal estudo levou os autores a admitir que a Formação Santo Anastácio tivesse sua gênese a partir do retrabalhamento fluvial dos depósitos do Grupo Caiuá.

INTERPRETAÇÃO Segundo Fernandes (1998) e Fernandes & Coimbra (2000), as características faciológicas dessa unidade indicam que seu contexto deposicional compreende construções de dunas eólicas de grande porte (draas), complexos de dunas de cristas sinuosas, amalgamadas, de região central de Mar de Areia (Sand Sea). Nas porções periféricas desse Mar de Areia desenvolver-se-iam dunas de tamanho médio sujeitas às influências da variação do nível freático raso e possíveis enxurradas efêmeras.

Grupo Bauru Registro de sedimentação continental, o Grupo Bauru é constituído por rochas lamíticas na base (Formação Araçatuba), gradando para arenitos e conglomerados no topo (formações Adamantina

/ Uberaba e Marília), depositados em 5 ambientes geneticamente ligados, constituindo um trato de sistema lacustre / aluvial (Batezelli 2003; Batezelli *et al.* 2003; Batezelli *et al.* 2005a; Batezelli *et al.* 2005b; Batezelli *et al.* 2006; Batezelli *et al.* 2007; Batezelli & Basilici 2007). Suas fácies indicam processos sedimentares subaquosos (decantação), tracionais por correntes (fluvio-aluviais), e subaéreos (eólicos), sob condições climáticas áridas a semi-áridas.

O limite entre as sequências Bauru e Caiuá é marcado por uma superfície de discontinuidade que separa os arenitos da Formação Santo Anastácio, dos siltitos esverdeados da Formação Araçatuba, que pode ser rastreada desde Jales (SP) até Marabá Paulista (SP) (Fig. 4). Sobre essa superfície, repousa um depósito arenoso fino a médio, com geometrias tabulares e lenticulares intercalados por lamitos, com espessura máximo de 3 metros, estratificações cruzadas acanaladas de pequeno a médio porte, que pode ser reconhecido em quase toda a extensão da bacia ("Litofácies Jales"), marcando o início do novo ciclo de sedimentação (Fig. 4).

A Formação Araçatuba, unidade basal do Gru-

Figura 4 - Características litológicas do contato entre os grupos Caiuá e Bauru. A - Arenito maciço da Formação Santo Anastácio (base) em contato com arenitos finos com estratificação plano-paralelas intercalados com lamitos da Litofácies Jales (elementos Sh e St - topo) (Entrada de Sagres - SP). A' - Detalhe da foto anterior. B e B' Detalhe dos arenitos laminados da Litofácies Jales (Próximo a Cuiabá Paulista - SP).

po Bauru, é constituída por arenitos muito finos, siltosos e siltitos arenosos, de coloração cinza-esverdeada a avermelhada, geralmente maciços, por vezes apresentando estratificações plano-paralelas e sutis estratificações cruzadas acanaladas de pequeno porte (até 40 cm de comprimento) (Fig. 5).

As melhores exposições das rochas da Formação Araçatuba podem ser encontradas nos vales dos rios Tietê, Aguapeí ou Feio e Peixe, com espessura média aflorante da ordem de 30m, sendo que em subsuperfície pode chegar a 75m. A ocorrência mais setentrional dessa unidade é registrada na região de Jales (SP), onde a seção atinge 21 metros de espessura. A leste aparece nas proximidades de São Carlos (Fazenda Nossa Se-

nhora de Fátima – 11 km a norte do centro de São Carlos), em uma seção com 39 metros de altura, atualmente conhecida por abrigar uma das maiores ocorrências de microfósseis da bacia.

O contato basal da Formação Araçatuba é discordante tanto em relação aos basaltos da Formação Serra Geral, quanto aos arenitos do Grupo Caiuá (Formação Santo Anastácio). Seu contato superior e lateral se dá de forma gradacional e interdigitado, respectivamente, com os arenitos finos a médios avermelhados da Formação Adamantina (Formação Vale do Rio do Peixe de Fernandes & Coimbra 2000).

A Formação Adamantina (ou Vale do Rio do Peixe, segundo Fernandes & Coimbra 2000) é constitu-

Figura 5 - Características faciológicas da Formação Araçatuba. A - Afloramento expondo arenito muito fino com granodecrescência ascendente (ritmitos) (Rodovia SP - 300 próximo à Araçatuba - SP). B - Detalhe dos arenitos com granodecrescência ascendente. C - Lamitos avermelhados com lentes delgadas de arenito muito fino (Estrada Araçatuba-Guararapes a 12 km de Guararapes - SP). D - Lamitos beges com lentes delgadas de arenito muito fino (Entrada de Pedregulho - SP). E - Arenito muito fino lamítico de coloração esverdeada maciço, na transição entre as formações Araçatuba e Adamantina (Estação de tratamento de água na Rodovia Marília - Assis, km 10 - Marília - SP).

ida por arenitos avermelhados, lamíticos, e subordinadamente, conglomerados, com intercalações lamíticas, constituídos por grãos arredondados a sub-arredondados de quartzo e hematita, com seleção moderada. Assenta-se de forma gradacional sobre os depósitos finos da Formação Araçatuba no estado de São Paulo e sobre os basaltos da Formação Serra Geral nas demais localidades da bacia.

Os corpos arenosos apresentam geometrias lenticulares e tabulares e são intercalados por camadas centimétricas de lamito. Internamente apresentam estratificações cruzadas acanaladas e cimentação por carbonato de cálcio. Em muitos pontos apresenta-se com muitas bioturbações e estrutura maciça (Fig. 6).

Interdigitada com essa unidade, ocorre no extremo nordeste da bacia a Formação Uberaba. A Formação Uberaba é constituída por arenitos esverdeados e, subordinadamente, por lamitos, siltitos, e conglomerados. Os arenitos apresentam-se na forma de corpos lenticulares, com espessuras que variam de 20 cm a 1,5 m, podendo estar intercalados por níveis centimétricos de silito/lamito. Em alguns pontos, essas barras arenosas encontram-se amalgamadas. As estruturas sedimentares presentes são basicamente estratificações cruzadas acanaladas e tabulares de pequeno a médio porte, estratificação plano-paralela, feições acanaladas e algumas estruturas deformacionais e de injeção de argila, na forma de estruturas em chama e dobras convolutas.

Em termos texturais, os arenitos dessa formação apresentam seleção moderada a fraca, sendo frequentes intraclastos de argila e de rocha basáltica com tamanhos sub-milimétricos a centimétricos. É comum também a presença de nódulos carbonáticos ou de níveis cimentados por carbonato de cálcio (Fig. 7).

A Formação Marília, unidade de topo do Grupo Bauru é constituída basicamente por arenitos maciços e conglomerados subordinados, cimentados por CaCO_3 , o que confere ao relevo de sua área de ocorrência uma paisagem de chapadas. Do ponto de vista litoestratigráfico, essa unidade é dividida em 3 membros, sendo que dois deles estão restritos ao extremo oeste do estado de Minas Gerais, na região do Triângulo Mineiro (MG) (membros Ponte Alta e Serra da Galga), e o outro, nas demais áreas de ocorrência (Membro Echaporã).

O Membro Ponte Alta é constituído por depósitos calcários economicamente explorados na região de Ponte Alta, Uberaba e Uberlândia. Trata-se de arenitos calcíferos finos, esbranquiçados, com espessura máxima da ordem de 7 metros, que ocorrem em camadas contínuas com até 3 km de extensão em subsuperfície.

O Membro Serra da Galga é formado por conglomerados polimíticos, sustentados por clastos, brancos a amarelados na base passando para conglomerados sustentados por matriz arenosa com clastos sub-angulosos a sub-arredondados e mal selecionados. Também é frequente arenito conglomerático gradando para arenito grosso, amarelado, com estratificações cruzadas acanaladas e tabulares e plano-paralelas, com intraclastos de calcretes, nódulos carbonáticos e feições pedogenéticas. Além desses termos ocorrem argilitos e

siltitos marrom-avermelhados, subordinados aos ciclos de granodecrescência ascendente.

A Formação Marília, aflorante nas demais regiões da bacia é representada pelo Membro Echaporã (Barcelos 1984). É composta por arenitos finos a grossos, com intercalações conglomeráticas, na forma de ciclos granodecrescentes e granocrescentes, cimentados por carbonato de cálcio, com clastos de quartzo, gnaisses, quartzito, basalto, kamafulgitos, nódulos carbonáticos e intraclastos de argila. De forma geral os arenitos são maciços e ricos em marcas de raízes. (Fig. 8).

O contato basal do Membro Echaporã se dá ora de forma gradacional ou abrupta com a Formação Adamantina e Formação Serra Geral. A Formação Marília é datada de Maastrichtiano, com base em vertebrados fósseis (Santucci & Bertini 2001 e Santucci & Bertini 2002) e dados micropaleontológicos (Dias-Brito *et al.* 2001; Gobbo-Rodrigues 2001, Gobbo-Rodrigues 2002 e Gobbo-Rodrigues *et al.* 2000a, b e c). Os dados paleomagnéticos também confirmam esse intervalo de tempo para a deposição da Formação Marília (Tamrat *et al.* 2002).

INTERPRETAÇÃO Segundo Batezelli *et al.* (2005a) o Grupo Bauru é o registro de uma sedimentação aluvial dominada por rios entrelaçados de baixa sinuosidade que interagiram com depósitos playa-lakes em um estágio inicial da evolução da bacia, que colmataram o nível de base após sucessivos pulsos sedimentares vindos de norte e nordeste a partir do Soerguimento do Alto Paranaíba e da Província Alcalina de Goiás. Discussões mais aprofundadas serão apresentadas a seguir.

Arcabouço tectono-estratigráfico A partir da análise de dados de subsuperfície foram confeccionadas 10 seções estratigráficas que recortam toda a área de ocorrência das unidades do Grupo Bauru, sendo 4 seções com direção aproximada E-W e 6 com direção NE (Figs. 1, 9, 10, 11).

Para a elaboração das seções foi utilizado como marco estratigráfico o topo da Formação Araçatuba, uma vez que seu pico de radioatividade é muito evidente em toda a área da bacia. Por meio da correlação com dados de superfície, identificou-se um padrão de empilhamento, para várias seções, iniciado por um conjunto arenoso, associado aos depósitos que constituem o Grupo Caiuá.

Nota-se claramente que em todas as colunas aparece uma unidade argilosa, suprajacente aos arenitos do Grupo Caiuá e aos basaltos da Formação Serra Geral, com algumas intercalações arenosas finas. O contato basal dessa unidade argilosa se dá de forma abrupta com ambas as unidades. Essas características são as mesmas observadas e definidas para a Formação Araçatuba em superfície (Fig. 4). Sua espessura varia entre 18 e 75 metros, nos poços de Sagres e Oriente, respectivamente (Fig. 9A). A argilosidade da formação, marcada por picos bem definidos nos perfis de raios gama, pode ser constatada também nas descrições das amostras de calha desses poços. Outra constatação

Figura 6 - Características litológicas da Formação Adamantina. A - Estratificações cruzadas acanaladas (Rodovia SP-461, Próximo à Votuporanga - SP). B - Arenito esverdeado com sutis estratificações cruzadas, na transição entre as formações Araçatuba e Adamantina (Estação de tratamento de água na Rodovia Marília - Assis, km 10 - Marília - SP). C - Arenito marrom avermelhado com estratificações cruzadas acanaladas (base do afloramento) e intercalações com laminites no topo (Rodovia SP-320 - trevo de Fernandópolis - SP). D - Detalhe das estratificações cruzadas tabulares - Rodovia SP 425 - Entrada de José Bonifácio - SP). E - Arenito maciço com liquefação (Rodovia SP-461, Próximo à Votuporanga - SP). F - Detalhe da camada lamítica (Rodovia SP-320 - trevo de Fernandópolis - SP).

Figura 7 - Características litológicas da Formação Uberaba. A - Afloramento expondo macroformas de acréscimo à jusante (DA) e forma de leito arenosa (SB) (Av. Leopoldino de Oliveira em frente ao mirante - Uberaba - MG). B - Afloramento expondo macroformas de acréscimo à jusante (DA) e canais (CH) (BR-050 a 500 metros da ponte sobre o rio Uberaba em direção a Uberlândia - MG). C - Arenitos maciços intercalado com lamitos com granodecrescência ascendente (Cruzamento da Rodovia BR-050 com a Estrada de Ferro da FEPASA em Uberaba - MG). D - Arenito fino com estratificação sub-horizontal e cruzada com muito baixo ângulo de inclinação associada à fácies Aea e Am (Estrada de Ferro da FEPASA, 100 metros da ponte do Jardim Itália em direção à BR-050 em Uberaba - MG). E - Arenito com estratificação cruzada acanalada de médio porte. (Rodovia Uberaba - Nova Ponte, a 1.000 metros da Estrada de Ferro da FEPASA em Uberaba -MG). F - Arenito com estratificação cruzada tabular de pequeno porte (Avenida Leopoldino de Oliveira, próximo ao Mirante em Uberaba - MG).

Figura 8 - Características litológicas da Formação Marília. A - Afloramento expondo arenitos maciços (paleossolos) com canais e macroforma de acréscimo lateral (Rodovia Campina Verde - Comendador Gomes, 5 km de Campina Verde - MG). B - Detalhe de marcas de raiz (Estrada de não pavimentada que liga Prata a Ituiutaba, Serra da Aldeia/Serra do Calcário, a 15 km de Ituiutaba - MG). C - Afloramento de conglomerado sustentado por matriz arenosa, com clastos de basalto e quartzito (Rodovia Quirinópolis - Rio Verde, a 30 km de Quirinópolis - GO). D - Lente conglomerática sustentada por clastos de basalto e arenito médio maciço (Rodovia Itajá-Quirinópolis, 5 km de Itajá - GO). E - Detalhe dos clastos de argila nos foresets de estratificações cruzadas dos arenitos (Rodovia SP-333, a 30 km de Marília em direção a Echaporã - SP). F - Arenito com estratificação cruzada preenchendo corte em arenito maciço (paleossolo) (Estrada não pavimentada Prata - Ituiutaba, próximo à gleba de Eucaliptos da Souza Cruz/SA, à 20 km de Ituiutaba - MG). G - Afloramento expondo arenito maciço do Membro Serra da Galga da Formação Marília, com níveis cimentados por SiO₂ (silcrete) e clastos dispersos (Estrada de Ferro Uberaba - Mangabeira, a 8 km de Uberaba - MG). H - Detalhe do arenito calcífero do Membro Ponte Alta da Formação Marília (Calcário Ponte Alta, Ponte Alta - MG).

Figura 9 - Seções estratigráficas de subsuperfície. A - Seção Bauru (SP) - Presidente Venceslau (SP). B - Seção Colina (SP) - Santana da Ponte Pensa (SP). C - Seção Uberaba (MG) - Marília (SP).

importante é que o contato superior da Formação Araçatuba se dá de forma gradacional com os arenitos da Formação Adamantina, a semelhança do que ocorre em superfície.

As seções de direção leste-oeste (Figs. 9A, 9B,

10A, 11B, 11C) apresentam a perfil assimétrico com espessamento das fácies lacustres para oeste, com exceção da seção 10A cujo perfil sugere adelgaçamento para essa direção. Na seção 11D (Uberlândia - Santa Vitória) não se encontra registro das fácies lacustre, sendo que

Figura 10 - Seções estratigráficas de subsuperfície. A - Seção Lins (SP) - Três Lagoas (MS). B - Seção Canápolis (MG) - Panorama (SP). C - Seção Uberlândia (MG) - Teodoro Sampaio (SP).

os depósitos aluviais assentam-se diretamente sobre os basaltos da Formação Serra Geral.

Nas seções de direção NE-SW se observa que a geometria dos depósitos lacustres possui forma mais simétrica, com exceção da seção 12C em que há um adelgaçamento das fácies lacustres em direção ao norte. A continuidade lateral observada em ambas as seções estratigráficas (Figs. 9, 10 e 11) demonstra que a Formação Araçatuba é o registro de um evento sedimentar sub-aquoso, que marcou o início do preenchimento da Bacia Bauru. Em várias regiões da área de estudo observa-se que o Grupo Caiuá encontra-se preservado em depressões.

ORIGEM E EVOLUÇÃO TECTONO-ESTRATIGRÁFICA DAS BACIAS Muito se tem discutido nos últimos anos sobre a origem e evolução da cobertura suprabasáltica cretácea do Sudeste brasileiro, desde sua descoberta no final do século XIX. Interpretada como resultante dos processos sedimentares associados à evolução da Bacia do Paraná, os depósitos cretáceos que constituem os grupos Caiuá e Bauru passaram a ser entendidos como resultado de eventos tectono-sedimentares específicos a partir da década de 90 do século XX.

Aventada por Fulfaro & Barcelos (1992), a hipótese de que a unidade suprabasáltica cretácea seria resultante da implantação de uma bacia sedimentar que se formou sobre a porção centro-norte da antiga Bacia do Paraná foi endossado por Fernandes & Coimbra (1996) e Fernandes (1998). Para Fernandes e Coimbra (op cit.) a Bacia Bauru abrigaria os grupos Caiuá e Bauru interdigitados compondo um trato de sistema desértico onde interagiram complexos de dunas e depósitos aluviais.

Fulfaro *et al.* (1999a) sugeriram que os arenitos maciços da Formação Santo Anastácio fosse fruto da alteração pedogenética no topo dos depósitos do Grupo Caiuá, propondo o termo Geossolo Santo Anastácio. Esse espesso nível pedogenizado representaria uma discordância temporal entre os grupos Caiuá e Bauru, o que fez com que os autores sugerissem que a sequência suprabasáltica teria sido formada em duas bacias distintas: Caiuá e Bauru.

Fulfaro *et al.* (1999b) propuseram que a Bacia Caiuá (Grupo Caiuá) teria idade eocretácea, limitada a norte e nordeste pelo Lineamento de Guapiara e a leste pelo platô basáltico da Formação Serra Geral (K inf.). Ainda para Fulfaro *et al.* (1999b), o Grupo Bauru faria parte de uma bacia mais jovem, provavelmente neocre-

Figura 11 - Seções estratigráficas de subsuperfície. A - Seção Campo Florido (MG) - Paraguaçu Paulista (SP). B - Seção Ponte Alta (MG) - Carneirinho (MG). C - Seção Ponte Alta (MG) - Limeira D'Oeste (MG). D - Seção Uberlândia (MG) - Santa Vitória (MG).

tácea, porém, com seus limites não definidos.

Batezelli *et al.* (2003) endossaram as propostas de Fulfaro *et al.* (1999a e b), demonstrando que os depósitos do Grupo Caiuá afloram além do limite norte proposto por aqueles autores, chegando até o norte do Estado de São Paulo e oeste de Minas Gerais, na região do Triângulo Mineiro (MG) (Fig. 3C), bem como nas proximidades de Itarumã (GO). Nesse trabalho, os autores admitem que os limites da Bacia Bauru são essencialmente erosivos e/ou tectônicos, delineados pela Antéclise de Rondonópolis (Coimbra 1991), a noroeste; Soerguimento do Alto Paranaíba (Hasui & Haralyi 1991), a nordeste; alinhamentos do Rio Moji Guaçu (Coimbra *et al.* 1981), São Carlos-Leme e Ibitinga-Botucatu (Riccomini 1995), a leste; do Paranapanema (Fulfaro 1974), a sul e Sudeste. A oeste seu limite é difuso dada à grande área dominada por depósitos de cobertura sedimentar aluvial de idade cenozóica. Os processos erosivos responsáveis pela atual configuração dos limites da Bacia Bauru estão relacionados ao evento de reestruturação tectônica terciária, marcado em sua borda oriental pelo levantamento da Serra do Mar e Soerguimento do Alto Paranaíba.

Através de informações de superfície e subsuperfície e de análises paleomagnéticas Batezelli (2003), Batezelli *et al.* (2003) e Ernesto *et al.* (2006) referendaram e constataram a persistência em área da superfície discordante entre os grupos Caiuá e Bauru, e associaram a sedimentação que deu origem ao Grupo Bauru a um evento tectono-sedimentar pós-Caiuá, assumindo em parte as propostas de Fulfaro *et al.* (1999a e b). Entre esses dados destacam-se as idades entre 130 e 120 Ma, obtidas para os arenitos do Grupo Caiuá na região noroeste do Paraná, através de paleomagnetismo (Ernesto *et al.* 2006).

Do ponto de vista estratigráfico as características do limite entre as unidades Caiuá e Bauru encontradas no topo da Formação Santo Anastácio, são semelhantes àquelas que definem as Superfícies Regionais descritas por Talbot (1985) ou Super-superfícies de Kocurek (1988). Essas superfícies truncam de forma abrupta depósitos de dunas, draas e interdunas, encerrando diferentes conjuntos litológicos abaixo e acima, sugerindo a parada na deposição do Erg (Deserto Caiuá). Tal feição, associada aos dados paleomagnéticos indicam um hiato temporal, além de uma mudança nas condições do ambiente sedimentar a partir da reestruturação tectônica da área (controle alogênico da bacia).

Segundo McCarthy & Plint (1998) o reconhecimento de limites de sequências e as variações nas taxas de geração de espaço de acomodação podem ser inferidos a partir da identificação de mudanças nos padrões estratigráficos dos depósitos. Para o limite Caiuá / Bauru essas variações são constatadas sob a forma de truncamento erosivo de unidades da ordem de quilômetros de extensão, mudança granulométrica, mudança no padrão de empilhamento e alterações diagenéticas.

O Geossolo Santo Anastácio, marca a parada na sedimentação e a atuação de processos pedogené-

ticos. Após um período de tempo sem sedimentação, a bacia sofreu novo processo de abatimento, gerando de espaço de acomodação. Esse evento ficou marcado e representado no registro geológico da bacia através de uma superfície com grande expressão regional sobre a qual repousa os depósitos da “Litofácies Jales” (Fig. 4). A reestruturação tectônica fica evidente nas seções estratigráficas das figuras 9 a 11.

A incisão fluvial regional sobre os depósitos do Geossolo Santo Anastácio que deu origem a “Litofácies Jales” sugerem a mudança nas condições climáticas da bacia do Cretáceo Inferior para o Cretáceo Superior, de acordo com o que foi proposto por Hsü (1992).

Segundo Kocurek & Havholm (1993) a preservação da superfície discordante depende da taxa de subsidência, incorporação dos depósitos sedimentares pelo lençol freático e desenvolvimento de superfícies de estabilização sobre os depósitos (Fig. 12).

As características observadas para o topo da Formação Santo Anastácio, no limite entre os grupos Caiuá e Bauru, demonstram que a preservação da Super-superfície ocorreu devido à estabilização do paleossolo por processos paleopedogenéticos e desenvolvimento de vegetação, tornando-a resistente à erosão (Figs. 3A, 3B e 12). Associado a isso, a subsidência da bacia, posicionando os depósitos abaixo do nível de base estratigráfico também contribuíram para sua preservação (Figs. 9 a 11).

Cessada o ciclo de sedimentação Caiuá, processos pedogenéticos atuaram sobre os depósitos eólicos. A bacia passou a ter um balanço sedimentar neutro, formando uma superfície do tipo reliquiar estabilizada. Dessa forma, a superfície resultante pode ser considerada uma superfície de bypass ou erosão, segundo a concepção de Kocurek & Havholm (1993).

Provavelmente a região centro sul do estado de São Paulo foi soerguida expondo os depósitos do Grupo Caiuá aos processos pedogenéticos.

A superfície discordante entre as formações Santo Anastácio e Araçatuba (Figs. 3 e 4), além de separar conjuntos litológicos distintos, mostra que após o evento desértico que deu origem aos depósitos do Grupo Caiuá, esses depósitos estiveram expostos a processos pedogenéticos capazes de gerar a formação de um espesso manto de alteração. Após o ciclo eocretáceo a área balizada pelos rios Paranapanema e Paranaíba sofreu nova fase tectono-sedimentar marcada por alta subsidência inicial condicionada pelos soerguimentos do Alto Paranaíba, Província Alcalina do Sudoeste de Goiás, Serra do Mar, Arco de Ponta Grossa.

Nesse novo contexto, a região foi palco de um evento sedimentar marcado por depósitos arenosos de origem fluvial (“Litofácies Jales” – Figs. 3 e 4), na base. Com o aumento na taxa de subsidência, a depressão tornou-se maior e adquiriu caráter de um lago com dimensão de pelo menos 60.000 km², onde se encontram preservados as rochas da Formação Araçatuba.

Nas regiões de Bauru (SP) e Quintana (SP), Alfredo Marcondes (SP) e Pracinha (SP) (Fig. 9A), Colina (SP) e Cajobi (SP) (Fig. 9B), Araçatuba (SP) e Pená-

Figura 12 - Modelo esquemático da evolução do Geossolo Santo Anastácio baseado em processos alogênéticos (Kocurek & Hahvholm 1993, modificado). (a) Subsidiência relativa do nível freático continental por subsidiência ou elevação absoluta do nível freático. (b) Subsidiência da acumulação abaixo da linha de base de erosão. (c) Estabilização da superfície de acumulação acima da linha de base da erosão.

polis (SP) (Fig. 10A), Gurinhatã (MG) e Honorópolis (MG) (Fig. 10B), Américo de Campos (SP) e Araçatuba (SP) (Fig. 10C), Comendador Gomes (MG) e Ponte Alta (MG) (Fig. 11B), Ponte Alta (MG) e Limeira D'Oeste (MG) (Fig. 11C) e Santa Vitória (MG) e Uberlândia (MG) (Fig. 11D), fica claro que a reestruturação ocorreu após o evento deposicional Caiuá, uma vez que os depósitos lacustres da Formação Araçatuba e aluviais das formações Adamantina e Marília assentam-se discordantemente sobre os basaltos da Formação Serra Geral, enquanto que em outras localidades verifica-se o contato direto entre os grupos Caiuá e Bauru (Figs. 9, 10 e 11).

As seções leste-oeste (Figs. 9A, 9B, 10A, 11B e 11C) mostram que o eixo deposicional da bacia, durante a fase de sedimentação lacustre/playa lake tinha direção NE compreendido em uma depressão que se estendia de sul para norte entre as cidades de Alfredo Marcondes (SP) e Pracinha (SP) (Fig. 9A), Promissão (SP) e Lins (SP) (Fig. 10A), São José do Rio Preto (SP) (Fig. 9B), Iturama (MG) e Carneirinho (MG) (Fig. 11B) e Prata (MG) e Honorópolis (MG) (Fig. 11C). Essa tendência NE coincide com a direção da Sutura Crustal de Três Lagoas, e dos Lineamentos de Presidente Prudente e Ribeirão Preto, definidos por Hasui *et al.* (1989).

O mapa de contorno estrutural do topo do embasamento da Bacia Bauru (grupos São Bento e Caiuá - Fig. 13) mostra a configuração do substrato durante a fase de sedimentação lacustre da bacia. As zonas deprimidas onde se encontram as maiores espessuras das fácies lacustres, coincidem com quatro grandes estruturas do embasamento cristalino Pré-Cambriano que foram

reativadas durante a origem e evolução da Bacia Bauru (Sutura de Itumbiara e Alinhamento do Rio Grande no Triângulo Mineiro, e Alinhamentos do Rio Tietê e Guapiara no Estado de São Paulo).

Segundo Fernandes & Coimbra (1996), Riccomini (1995), Riccomini (1997), Fernandes (1998), Fernandes & Coimbra (2000) o depocentro deposicional da Bacia Bauru coincidiria com o local onde ocorrem as maiores espessuras de basalto da Formação Serra Geral, sendo que a bacia teria sido gerada a partir do abatimento térmico pós-basáltico.

Os dados aqui apresentados mostram certa concordância entre as maiores espessuras preservadas da bacia com a maior espessura da pilha de basalto, mostrando também que os depósitos lacustres são mais espessos a norte na área balizada pelas cidades de Iturama (MG) e Carneirinho (MG). Essa ocorrência de fácies lacustre ao norte, associada às idades obtidas através de microfósseis (Dias-Brito *et al.* 2001; Gobbo-Rodrigues 2001 e Gobbo-Rodrigues *et al.* 2000a, b e c) sugere que o eixo deposicional da bacia deslocou-se de sul para norte durante a fase lacustre e de norte para sul durante a fase aluvial.

A evolução de um trato de sistema de alta taxa de acomodação para um trato de sistema de baixa taxa de acomodação (high / low-accommodation system tract, conforme Martinsen *et al.* 1999) é evidenciada pelo empilhamento prográdacional do sistema aluvial sobre o sistema lacustre.

Nesse contexto, a fase inicial da Bacia Bauru seria marcada pela implantação e expansão do Paleolago Araçatuba de sul para norte (trato de sistema de

Figura 13 - Paleotopografia do substrato da Bacia Bauru durante a fase de sedimentação lacustre da Bacia Bauru (Datum estratigráfico: topo da associação de fácies lacustre - formações Araçatuba e Adamantina).

alta taxa de acomodação), seguido de uma fase de contração do sistema lacustre marcado pela progradação dos depósitos aluviais dominados por rios entrelaçados de baixa sinuosidade (trato de sistema de baixa taxa de acomodação).

CONCLUSÕES A aplicação do modelo em que se propõem uma subdivisão simplificada para sequências aluviais, baseada no reconhecimento de mudanças nos estilos fluviais e na identificação de superfícies estratigráficas regional é muito bem representada na Bacia Bauru pelas unidades lacustre e aluvial. A geração das superfícies limítrofes e os estilos deposicionais distintos de cada trato são interpretados devido às variações do nível de base estratigráfico, expresso pela relação entre espaço de acomodação (A) e suprimento (S). Os limites de sequências são gerados durante as fases de abrupta redução de espaço de acomodação, quando a razão A/S passa a ser zero (0) ou negativa, condições que provocam a ocorrência de bypass sedimentar e a formação de extensivas superfícies de erosão, conforme observado no limite Caiuá / Bauru.

Nesse sentido, o trato de baixa taxa de acomodação é representado pelos depósitos lateralmente con-

tínuos de canais fluviais amalgamados (sheets), multiépisdicos e multilaterais, do “Litofácies Jales”, gerados quando a razão A/S é positiva, mas inferior à unidade, resultando no preenchimento de todo o espaço disponível e eventual bypass sedimentar. Quando a razão A/S aumenta abruptamente, atingindo a unidade, ocorre o desenvolvimento de depósitos finos, regionalmente expressivos (superfícies de expansão) que delimitam superiormente o trato de baixa taxa de acomodação, demarcando mudanças significativas nos estilos fluviais. Na área de estudo o aumento da razão A/S foi muito elevada, provavelmente superior a 1, o que fez com que o espaço disponível fosse maior que o aporte sedimentar. Essa feição é representada pelos depósitos lacustres da Formação Araçatuba e dando início do trato de alta taxa de acomodação.

O subsequente aumento no aporte sedimentar causado pelos constantes pulsos de elevação das bordas da Bacia Bauru a norte (Província Alcalina de Goiás) e a nordeste (Soerguimento do Alto Paranaíba), associado à progressiva diminuição do espaço de acomodação fez com que depósitos fluviais meandantes e entrelaçados colmatassem o paleolago Araçatuba, originando uma nova fase de trato de baixa taxa de acomodação

(Formações Adamantina e Uberaba).

A estabilização do nível de base estratigráfico ocorreu com o aumento do espaço de acomodação subaérea culminando com a acumulação de depósitos aluviais (trato de alta taxa de acomodação) represen-

tados pela Formação Marília e resultantes da tectônica de soerguimento das bordas norte e nordeste da Bacia Bauru (Fig. 14).

Dessa forma, propõe-se que a evolução paleogeográfica do Sudeste brasileiro, durante o Cretáceo,

Figura 14 - Modelo de evolução da arquitetura deposicional e tratos de sistemas da sequência cretácea do Sudeste Brasileiro.

tenha ocorrido de acordo com as seguintes etapas:

1 - Término das manifestações vulcânicas que deram origem a Formação Serra Geral (133 Ma);

2 - Durante o Eocretáceo (133 - 120 Ma) ocorreu abatimento térmico gerando uma depressão que se estenderia da região do Triângulo Mineiro no oeste de Minas Gerais até a região da mesopotâmia argentina, passando pelo oeste paulista e noroeste do Estado do Paraná (Bacia Caiuá);

3 - Sob condições de clima árido, implantação de um sistema desértico que compreenderia dunas eólicas de grande porte (draas), complexos de dunas de cristas sinuosas, amalgamadas, de região central de Mar de Areia (Sand Sea), e dunas periféricas sujeita as influências da variação do nível freático raso e possíveis enxurradas efêmeras.

4 - Cessado o ciclo de sedimentação da Bacia Caiuá, houve uma provável inversão da bacia favorecendo a atuação de processos pedogenéticos sobre os depósitos eólicos. A bacia passou a ter um balanço sedimentar neutro, formando uma superfície do tipo reliquiar estabilizada, possivelmente causada por vegetação.

5 - Durante o neocretáceo (80 - 60 Ma) uma reestruturação tectônica da porção Sudeste brasileira gera abatimento de blocos formando uma bacia sedimentar limitada a sul pelo Lineamento do Rio Paranapanema e a norte pelo Soerguimento do Alto Paranaíba (SAP) e Província Alcalina do Sul de Goiás (PAGO).

6 - Tal depressão se implanta em parte sobre os arenitos do Grupo Caiuá, preservados em grabens, e sobre os basaltos da Formação Serra Geral, seguido de um episódio de sedimentação fluvial ("Litofácies Ja-

les");

7 - O aumento na taxa de acomodação gerado pela geração de espaço na bacia propicia a implantação de um nível de base lacustre, com pelo menos 70.000 km², na região balizada pelas cidades de Garça e Caiuá Paulista, a sul, São José do Rio Preto e Vitória Brasil, a norte. Esse lago era alimentado por rios que vinham de norte/nordeste, em cuja borda norte formavam-se depósitos de deltáicos que progradaram devido a alta taxa de sedimentação, sob a forma de lobos sigmóides;

8 - Durante a evolução da Bacia Bauru, esse lago se expandiu em direção a norte/nordeste chegando adentrar a área do Triângulo Mineiro (região de Iturama, Carneirinho, Gurinhatã, Limeira do Oeste e Prata - Minas Gerais);

9 - A presença de moldes de cristais salinos e cimentação carbonática sugerem períodos de aridez a semi-aridez, porém, mais úmido quando comparado às condições climática que imperavam durante a sedimentação do Grupo Caiuá;

10 - Progradação do sistema flúvio/aluvial advindo de norte/nordeste (Formações Adamantina e Marília), colmatando por completo os depósitos finos do paleolago. O modelo de evolução da Bacia Bauru pode ser contemplado na figura 15.

Agradecimentos O autor expressa seus agradecimentos à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo apoio e financiamento dos projetos FAPESP 99/00324-1 "Análise da sedimentação cretácea no Triângulo Mineiro e sua correlação com áreas adjacentes". FAPESP 99/00323-5: "A Bacia Bauru no Triângulo Mineiro (MG): Análise de Bacia como

Figura 15 - Modelo esquemático da origem e evolução das bacias Caiuá e Bauru.

Proposta de uma nova Estratégia Exploratória para Recursos Minerais e Hídricos”. FAPESP 04/13387-1 “Aplicação de um modelo atualístico na caracterização deposicional da porção N-NW da Bacia Bauru (Cretáceo Superior): Comparação com os Sistemas de Leques Aluviais e Playa - Lakes da Pré-Cordilheira Argentina

(Holoceno)”. Agradece também ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio ao Projeto PADCT 03-GTM-01/97-04/01-17: “Análise de bacia visando uma nova estratégia exploratória na prospecção de água subterrânea: aplicação no Planalto Ocidental Paulista”.

Referências

- Almeida F.F.M. & Carneiro C.D.R. 1989. Magmatic occurrences of post-Permian age of the South American Platform. *Boletim IG/USP Série Científica*, **20**:71-85.
- Barcelos J.H. 1984. *Reconstrução paleogeográfica da sedimentação do Grupo Bauru baseada na sua redefinição estratigráfica parcial em território Paulista e no estudo preliminar fora do Estado de São Paulo*. Tese de Livre Docência, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista. Rio Claro, SP, 190 p.
- Batezelli A. 1998. *Redefinição Litoestratigráfica da Unidade Araçatuba e da sua Extensão Regional na Bacia Bauru no Estado de São Paulo*. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, SP, 110 p.
- Batezelli A. 2003. *Análise da Sedimentação Cretácea no Triângulo Mineiro e sua Correlação com Áreas Adjacentes*. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, SP, 183 p.
- Batezelli A., Saad A.R., Etchebehere M.L. de C., Perinotto J.A. de J., Fulfaro V.J. 2003. Análise Estratigráfica Aplicada À Formação Araçatuba (Grupo Bauru – Ks) No Centro-Oeste do Estado de São Paulo. *Revista Geociências*, **22**:05-19 (número especial).
- Batezelli A., Saad A.R., Fulfaro V.J., Corsi A.C., Landim P.M.B., Perinotto J.A. de J. 2005a. Análise de Bacia Aplicada às Unidades Mesozóicas do Triângulo Mineiro (Sudeste do Brasil): Uma Estratégia na Prospecção de Recursos Hídricos Subterrâneos. *Revista Água Subterrânea – ABAS*, **19**:61-73.
- Batezelli A., Gomes N.S., Perinotto J.A. de J. 2005b. Petrografia e Evolução Diagenética dos Arenitos da Porção Norte e Nordeste da Bacia Bauru (Cretáceo Superior). *Rev. Bras. de Geoc.*, **35**(3):311-322.
- Batezelli A., Saad A.R., Perinotto J.A. de J., Fulfaro V.J. 2006. Análise Estratigráfica Aplicada à Reconstrução Paleogeográfica da Porção Norte e Nordeste da Bacia Bauru (Cretáceo Superior). *Rev. Bras. de Geol.*, **36**(2):253-268.
- Batezelli A., Saad A.R., Basilici G. 2007. Arquitetura Depositional e Evolução da Sequência Aluvial Neocretácea da Porção Setentrional da Bacia Bauru, no Sudeste Brasileiro. *Rev. Bras. de Geol.*, **37**(1):163-181.
- Batezelli A. & Basilici G. 2007. Arquitetura e mecanismos deposicionais em sistemas aluviais holocênicos de clima árido no oeste argentino e comparação com depósitos neocretáceos brasileiros. *Rev. Bras. de Geol.*, **37**(4):821-840.
- Coimbra A.M. 1991. *Sistematização Crítica da Obra*. Tese de Livre-docência, Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo, 54 p.
- Coimbra A.M., Brandt Neto M., Coutinho J.M.V. 1981. Sili-
cificação dos Arenitos da Formação Bauru no Estado de São Paulo. In: SBG (ed.) *A Formação Bauru no Estado de São Paulo e Regiões Adjacentes*. São Paulo, Coletânea de trabalhos e debates, p. 103-115.
- Dias-Brito D., Musacchio E.A., Castro J.C., Maranhão M.S.A.S., Suárez J.M., Rodrigues R. 2001. Grupo Bauru: uma unidade continental Cretácea no Brasil – concepções baseadas em dados micropaleontológicos, isotópicos e estratigráficos – *Revue Paléobiologic, Genève*, **20**:245-304.
- Ernesto M., Batezelli A., Saad A.R., Etchebehere M.L.C., Fulfaro V.J. 2006. Início da Sedimentação Suprabasáltica na Bacia do Paraná: Paleomagnetismo do Grupo Caiuá (Oeste de São Paulo e Noroeste do Paraná). In: Simpósio Sobre o Cretáceo do Brasil, 7 e Simpósio do Terciário do Brasil, 1, Serra Negra, *Boletim*, p. 48.
- Fernandes L.A. 1998. *Estratigrafia e Evolução Geológica da Parte Oriental da Bacia Bauru (Ks, Brasil)*. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 216 p.
- Fernandes L.A. & Coimbra A.M. 1996. A Bacia Bauru (Cretáceo Superior, Brasil) – *An. Acad. Bras. Ciênc.*, **68**:195-205.
- Fernandes L.A. & Coimbra A.M. 2000. Revisão Estratigráfica da Parte Oriental da Bacia Bauru (Neocretáceo). *Rev. Bras. de Geoc.*, **30**:717-728.
- Fernandes L.A., Giannini P.C.F., Góes A.M. 2003. Araçatuba Formation: palustrine deposits from the initial sedimentation phase of the Bauru Basin. *An. Acad. Bras. Ciênc.*, **75**:173-187.
- Fulfaro V.J. 1974. Tectônica do Alinhamento Estrutural do Paranapanema. *Boletim do IG* (Instituto de Geociências – USP), **5**:129-138.
- Fulfaro V.J. & Barcelos J.H. 1992 A tectônica pós-deposicional e a reconstrução paleogeográfica: o exemplo no Grupo Bauru. In: Simpósio Sobre Bacias Cretáceas Brasileiras, 2, Rio Claro, *Boletim*, p. 132-133.
- Fulfaro V.J., Etchebehere M.L.D.C., Perinotto J.A.J., Saad A.R. 1999a. Santo Anastácio: Um Geossolo Cretácico na Bacia Caiuá. In: Simpósio Sobre o Cretáceo do Brasil, 5 e Simpósio sobre el Cretácico de América del Sur, 1, Serra Negra, *Boletim*, p. 125-130.
- Fulfaro V.J., Etchebehere M.L.D.C., Perinotto J.A.J., Saad A.R. 1999b. Bacia Caiuá: Uma nova Bacia Cretácea na Bacia do Paraná. In: Simpósio Sobre o Cretáceo do Brasil, 5 e Simposio sobre el Cretácico de América del Sur, 1, Serra Negra, *Boletim*, p. 439-442.
- Garcia A.J.V., Rosa A.A.S., Goldberg K. 2005. Paleoenvironmental and paleoclimatic control on early diagenetic processes and fossil record in Cretaceous continental

- sandstones of Brazil. *Journal of South America Earth Sciences*, **19**(2):243-258.
- Gobbo-Rodrigues S. R. 2001. *Carófitas e Ostrácodes do Grupo Bauru*. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro (SP), 137 p.
- Gobbo-Rodrigues S.R. 2002. Caulóides de Charophyta Maastriichtianos na Formação Marília (Grupo Bauru) na região de Uberaba (MG), Brasil. In: Simpósio Sobre o Cretáceo do Brasil, 6 e Simposio sobre el Cretácico de América del Sur, 2, São Pedro, *Boletim*, p. 395-400.
- Gobbo-Rodrigues S. R., Petri S., Coimbra J.C., Bertini R.J. 2000a. Alathacythere (?) Roncana Bertels 1968 (L 4766 Grekof, 1960) In: Simpósio Internacional de Paleoartrópoda, Ribeirão Preto (SP), *Boletim*, p. 85-86.
- Gobbo-Rodrigues S.R., Petri S., Coimbra J.C., Bertini R.J. 2000b. Note on *Ilyocypris Argentinensis* Musacchio & Simeoni (1991) In: Simpósio Internacional de Paleoartrópoda, Ribeirão Preto (SP), *Boletim*, p. 83-84.
- Gobbo-Rodrigues S. R., Petri S., Coimbra J.C., Bertini R.J. 2000c. Biostratigraphic Correlations Between Bauru, Neuquén and Congo Basins, Using Non-Marine Ostracodes In: Simpósio Internacional de Paleoartrópoda, Ribeirão Preto (SP), *Boletim*, p. 87-88.
- Hasui Y. & Haralyi N.L.E. 1991. Aspectos Lito-estruturais e Geofísicos do Soerguimento do Alto Paranaíba. *Revista Geociências*, **10**:67-77.
- Hasui Y., Haralyi N.L.E., Miotto J.A., Saad A.R., Campanha V.A., Hanza V.M., Frangipani A., Puleghini F.P. (coords.) 1989. *Compartimentação Estrutural e Evolução Tectônica do Estado de São Paulo*. São Paulo, IPT, (Relatório 27.394), 2v, 210p.
- Hsü K.J. 1992. Is Gaia Endothermic? *Geol. Mag.*, **129**:129-141.
- Kocurek G. 1988. First-order and super bounding surfaces in eolian sequences – bounding surfaces revisited. In: Kocurek G. (ed.) *Late Paleozoic and Mesozoic Eolian Deposits of the Western Interior of the United States*. (Sed. Geology Spec. Publi.). *Sed. Geol.*, **56**:193-206.
- Kocurek G. & Havholm K.G. 1993. Eolian sequence stratigraphy – A conceptual framework. In: Weimer P. & Posamentier H.W. (eds.) *Siliciclastic Sequence Stratigraphy*. Tulsa, AAPG, p. 393-409. (AAPG Memoir # 58).
- Landim P.M.B. & Soares P.C. 1976. Estratigrafia da Formação Caiuá. In: SBG, Cong. Bras. Geol., 29, Ouro Preto, *Anais*, **2**:195-206.
- Martinsen O.J., Ryseth A., Helland-Hansen W., Fleshe H., Torkildsen G., Idill S. 1999. Stratigraphic Base Level and Fluvial Architecture: Ericson Sandstone (Campanian), Rocky Springs Uplift, SW Wyoming, USA. *Sedimentology*, **46**:235-259.
- McCarthy P.J. & Plint A.J. 1998. Recognition of interfluvial sequence boundaries: integrating paleopedology and sequence stratigraphy. *Geology*, **26**:387-390.
- Miall A.D. 1996. *The Geology of Fluvial Deposits*. Berlin, Springer-Verlag, 582 p.
- Riccomini C. 1995. *Tectonismo Gerador e Deformador dos Depósitos Sedimentares Pós-Gondwânicos da Porção Centro-Oriental do Estado de São Paulo e Áreas Vizinhas*. São Paulo (SP). Tese de Livre-Docência, Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo, 100 p.
- Riccomini C. 1997. Arcabouço Estrutural e Aspectos do Tectonismo Gerador e Deformador da Bacia Bauru no Estado de São Paulo. *Rev. Bras. Geoc.*, **27**:153-162.
- Santucci R.M. & Bertini R.J. 2001. Distribuição Paleogeográfica e Biocronológica dos Titanossauros (Saurishia, Saurópoda) do Grupo Bauru, Cretáceo Superior do Sudeste Brasileiro. *Rev. Bras. Geoc.*, **31**:307-315.
- Santucci R.M. & Bertini R.J. 2002. Distribuição estratigráfica dos titanossauros do Grupo Bauru, cretáceo Superior continental do Sudeste do Brasil. In: Simpósio Sobre o Cretáceo do Brasil, 6 e Simposio sobre el Cretácico de América del Sur, 2, São Pedro, *Boletim*, p. 401-408.
- Saunders A.D., Storey M., Kent R.W., Norry M.J. 1992. Consequences of plume-lithosphere interactions. In: Storey, M., Alabaster, A., Pankhurst, R.J. (eds.). *Magmatism and the Causes of Continental Break-up*. Bath. Geological Society of London, p. 41-60. (Special Publication, 68).
- Schobbenhaus C. & Campos D.A. 1984. A evolução da Plataforma Sul-Americana no Brasil e suas principais concentrações minerais. In: Schobbenhaus C., Campos D.A., Derze G.R. Asmus H.E. (coords.) *Geologia do Brasil*. Brasília, DNPM, p. 9-53.
- Schobbenhaus C. & Brito Neves B.B. 2003. A Geologia do Brasil no Contexto da Plataforma Sul-Americana. In: Bizzi L.A., Schobbenhaus C., Vidotti R.M., Gonçalves J.H. (eds.) *Geologia, Tectônica e Recursos Minerais do Brasil*. Brasília, CPRM, p. 5-25.
- Talbot M.R. 1985. Major bounding surfaces in eolian sandstones – a climatic model. *Sedimentology*, **32**:257-265.
- Tamrat E., Ernesto M., Fulfaro V.J., Saad A.R., Batezelli A., Oliveira A.F. 2002. Magnetoestratigrafia das formações Uberaba e Marília (Grupo Bauru) no Triângulo Mineiro (MG). In: Simpósio Sobre o Cretáceo do Brasil, 6 e Simposio Sobre el Cretácico de América del Sur, 2, São Pedro, *Boletim*, p. 323-327.
- Turner S., Regelos M., Kelley S., Hawkesworth C., Mantovani M.S.M. 1994. Magmatism and continental break-up in the South Atlantic: high precision geochronology. *Earth and Planetary Science Letters*, **121**:333-348.

Manuscrito ID 15123

Submetido em 19 de agosto de 2009

Aceito em 15 de junho de 2010