

A Supersequência Bauru no Paraná, revisão cartográfica e cronoestratigráfica

The Bauru Supersequence in Paraná State, cartographic and chronostratigraphic updates

Luiz Alberto Fernandes¹ , Liliâne Maia Tcacenco-Manzano¹ 

¹Universidade Federal do Paraná, Programa de Pós-Graduação em Geologia, Grupo de Pesquisa Ambientes Depositionais Continentais Mesozoico-Cenozoicos, Av. Cel. Francisco H. dos Santos, 100, CEP: 81270-460, Jardim das Américas, Curitiba, PR, BR (lufernandes@ufpr.br; lilianemaia@gmail.com)

Recebido em 2 de maio de 2022; aceito em 20 de junho de 2023.

Resumo

A Supersequência Bauru (Cenomaniano-Maastrichtiano) é representada no noroeste do Paraná, quase que exclusivamente, por duas formações do Grupo Caiuá: Rio Paraná e Goio Erê. As formações Santo Anastácio (Grupo Caiuá) e Vale do Rio do Peixe (Grupo Bauru) ali ocorrem em área relativamente menor. No estado, a supersequência corresponde a depósitos de trato de sistemas deposicionais eólicos, do antigo Deserto Caiuá. Apresenta-se aqui o traçado refinado do contato entre as formações Rio Paraná e Goio Erê, decorrente de contribuição dos autores ao novo mapa geológico do Paraná. O mapa foi elaborado pelo Serviço Geológico do Brasil (SGB-CPRM), em cooperação com a Universidade Federal do Paraná (UFPR) e o Instituto Água e Terra. O artigo traz síntese da evolução do conhecimento e da cartografia da Supersequência Bauru, incluindo atualização cronoestratigráfica. Essa última feita com base em novos dados paleontológicos de vertebrados encontrados no noroeste do Paraná, palinológicos e geocronológicos absolutos de magmatismo alcalino contemporâneo à sedimentação; e correlações com a Bacia de Santos. Ao final é apresentado um roteiro de geossítios representativos das unidades litoestratigráficas, estruturas sedimentares e sítios paleontológicos relevantes.

Palavras-chave: Caiuá; Bacia Bauru; Cretáceo Superior; Eólico; Deserto; Geossítios.

Abstract

The Bauru Supersequence (Cenomanian-Maastrichtian) is represented in northwest Paraná, almost exclusively, by two formations of the Caiuá Group: Paraná River and Goio Erê. The Santo Anastácio (Caiuá Group) and Vale do Rio do Peixe (Bauru Group) formations occur there in a relatively smaller area. In the state, the supersequence corresponds to deposits of an aeolian depositional systems tract, from the ancient Caiuá desert. The refined trace of the contact between the Rio Paraná and Goio Erê formations are presented here, resulting from the authors' contribution to the new geological map of Paraná. The map was prepared by the Geological Survey of Brazil (SGB-CPRM), in cooperation with Universidade Federal do Paraná and Instituto Água e Terra. This article summarizes the evolution of knowledge and cartography of the Bauru Supersequence, including a chronostratigraphic update. The latter, based on new paleontological data from vertebrates found in northwest Paraná, palynological, and absolute geochronological data of alkaline magmatism contemporary to sedimentation, and correlations with the Santos Basin. At the end, a roadmap of representative geosites of lithostratigraphic units, sedimentary structures, and relevant paleontological sites is presented.

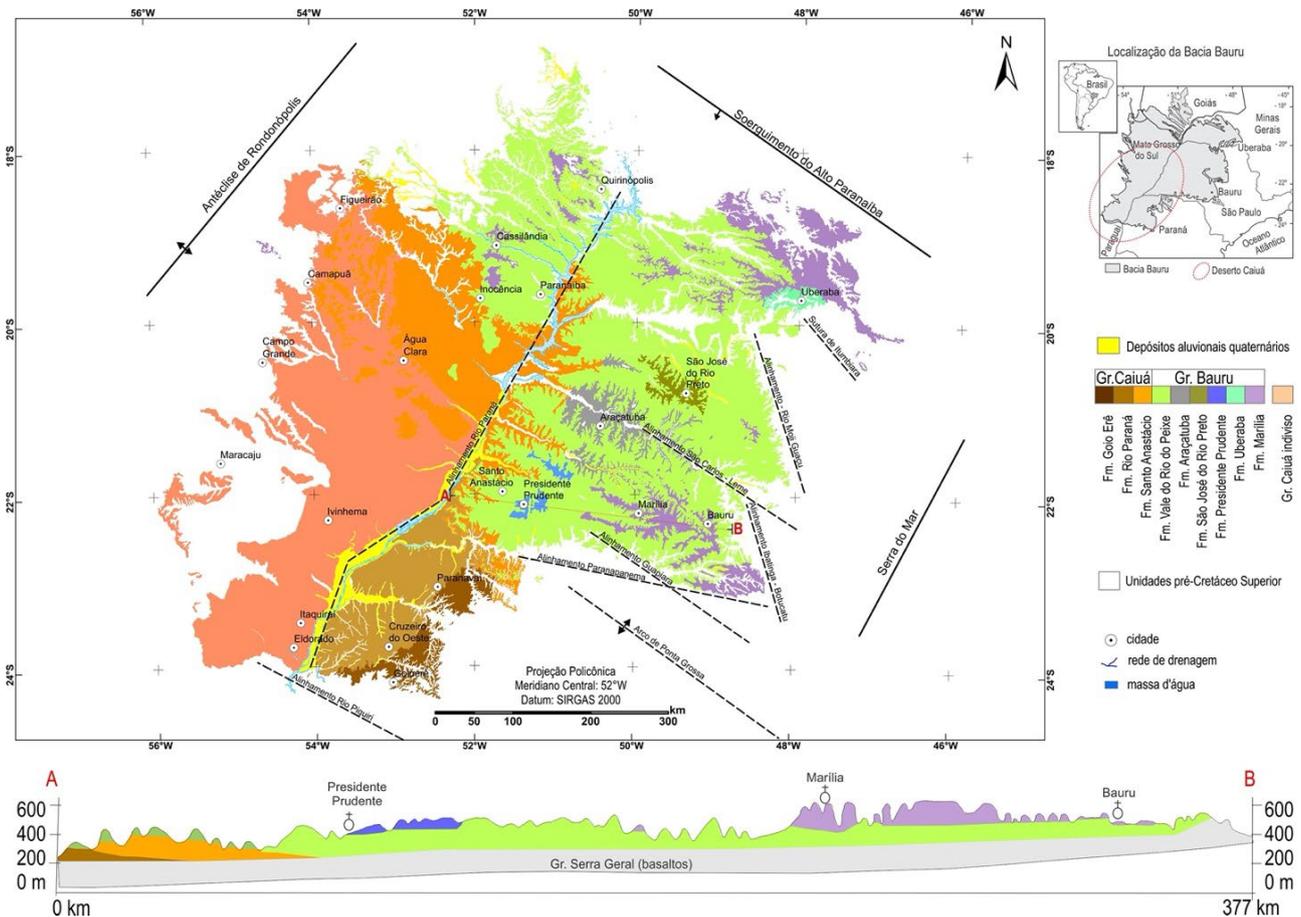
Keywords: Caiuá; Bauru Basin; Upper Cretaceous; Aeolian; Desert; Geosites.

INTRODUÇÃO

A Supersequência Bauru (SB, Milani et al., 2007; Fernandes e Magalhães-Ribeiro, 2015) é uma unidade siliciclástica essencialmente arenosa, de dimensões continentais. Ocorre em área de 370.000 km², nos estados de São Paulo, Paraná, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Mato Grosso e Goiás, assim como no nordeste do Paraguai (Figura 1).

A SB é representada no noroeste do Paraná, quase que exclusivamente, por duas formações do Grupo Caiuá: Rio Paraná e Goio Erê. As formações Santo Anastácio (Grupo Caiuá) e Vale do Rio do Peixe (Grupo Bauru) ocorrem de modo restrito na região. A supersequência corresponde a depósitos de trato de sistemas deposicionais contíguos e contemporâneos (*sensu* Brown Jr. e Fisher, 1977) de um grande deserto interior neocretáceo, denominado Caiuá por Fernandes e Coimbra (2000a). As unidades sedimentares apresentam contatos graduais em escala regional, cujo traçado apresenta-se aqui redefinido com maior detalhe,

após revisão da cartografia geológica e atualização estratigráfica dos grupos Caiuá e Bauru no Paraná (Fernandes et al., 2014) efetuadas como contribuição ao novo mapa geológico do Paraná, elaborado pelo Serviço Geológico do Brasil (SGB-CPRM), em parceria com a Universidade Federal do Paraná (UFPR) e o Instituto Água e Terra do Paraná (Bresser et al., 2021). Com tal propósito foram feitas breve revisão da evolução do conhecimento e evolução cartográfica da SB no Paraná, assim como a atualização cronoestratigráfica com base em novos dados paleontológicos de vertebrados do noroeste do estado, palinológicos, geocronológicos absolutos de magmatismo alcalino contemporâneo à sedimentação, e correlações com a Bacia de Santos. Ao final apresenta-se um roteiro de locais representativos das unidades litoestratigráficas e ocorrências fossilíferas designados, *lato sensu*, como geossítios. Os locais de maior interesse científico, memória da história geológica do estado, devem ser conservados como um bem público.



Fm.: Formação; Gr.: Grupo.

Figura 1. Mapa geológico da Bacia Bauru.

MATERIAIS E MÉTODOS

O refinamento cartográfico do contato entre as formações Rio Paraná e Goio Erê baseou-se na revisão de mapas geológicos de escala 1:500.000 e 1:1.000.000 elaborados por Fernandes (1992, 1998, 2004). O novo traçado foi publicado, em escala reduzida, por Fernandes e Magalhães-Ribeiro (2015). Os levantamentos de campo em escala de 1:250.000 e revisões foram realizados utilizando-se as principais rodovias que cruzam a área. Quando a diversidade geológica implicou controle de maior detalhe, os trabalhos de campo apoiaram-se de fotointerpretação em escala 1:60.000, como para a área situada a nordeste de Maringá, onde ocorrem três das quatro unidades da SB aflorantes no estado. Observações de exposições de rocha, relatórios técnicos e de testemunhos de sondagens de obras de barragens dos rios Paranapanema e Paraná auxiliaram na análise litofaciológica e na identificação de processos e contextos deposicionais. A caracterização textural e mineralógica, assim como a análise da evolução diagenética das unidades, apoiaram-se,

sobretudo, em petrografia microscópica de luz transmitida, microscopia eletrônica de varredura e difração de raios X.

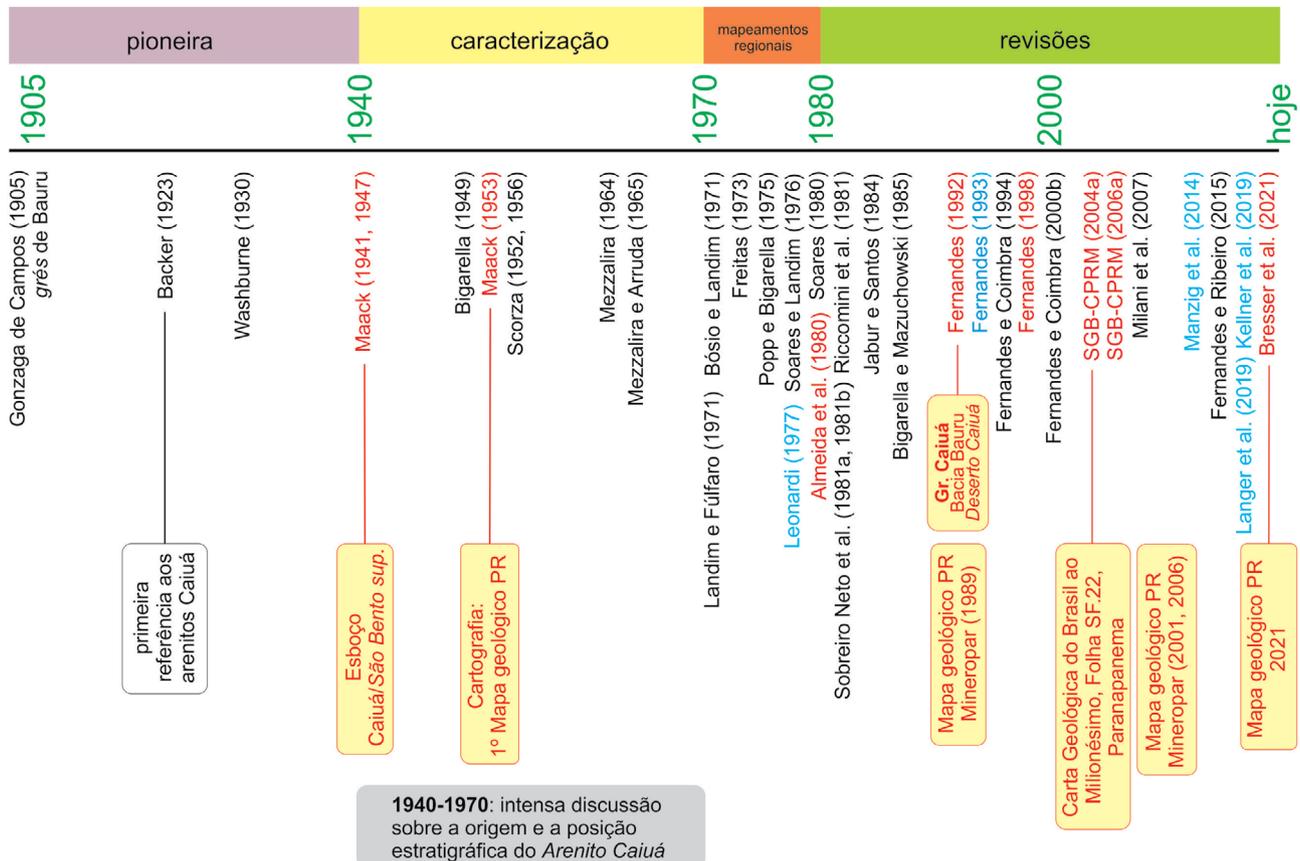
EVOLUÇÃO DO CONHECIMENTO DA SUPERSEQUÊNCIA BAURU NO PARANÁ

A evolução do conhecimento da SB, desde o seu primeiro registro no princípio do século passado, foi dividida em quatro fases:

- 1) Pioneira (1905 a início dos anos 1940);
- 2) De caracterização (anos 1950-1960);
- 3) De cartografia litoestratigráfica regional (anos 1970 a início dos anos 1980); e
- 4) Revisões (Figura 2).

Na terceira fase, estabeleceram-se as bases das propostas litoestratigráficas vigentes.

Nos estados de São Paulo e Paraná, a fase pioneira caracterizou-se por notícias de nova unidade suprabasáltica



Gr.: Grupo.

Figura 2. Principais contribuições ao conhecimento da Supersequência Bauru, relativas ao Paraná. As cores indicam o caráter dominante da contribuição: estratigráfico (preto), cartográfico (vermelho) e paleontológico (azul).

(Gonzaga de Campos, 1905; Florence, 1907; Baker, 1923), pelas primeiras descobertas paleontológicas (e.g. Ihering, 1911) e pela primeira representação das unidades Bauru e Caiuá em mapa (Florence e Pacheco, 1929). Ao mesmo tempo, Maack (1941), em incursões realizadas pelos divisores de águas Paranapanema/Ivaí e Ivaí/Piquiri, reconheceu o Arenito Caiuá (Washburne, 1930) sobreposto aos basaltos e o cartografou em extensa área do noroeste do Paraná, sob a designação de “Arenito de São Bento Superior”.

Na fase de caracterização, destacam-se estudos litológicos e sedimentológicos de caráter regional (Freitas, 1955), bem como os primeiros ensaios de subdivisão estratigráfica da unidade Bauru em São Paulo (Setzer, 1943; Almeida e Barbosa, 1953; Mezzalira e Arruda, 1965). O *Arenito Caiuá* teve sua cartografia refinada, ao mesmo tempo em que era motivo de intensa polêmica quanto ao seu ambiente deposicional e sua relação estratigráfica com a unidade Bauru.

A fase seguinte foi tipificada por mapeamentos geológicos regionais de acentuado caráter litoestratigráfico, desenvolvidos em São Paulo e Noroeste do Paraná. Nesse período, delinear-se as bases da estratigrafia do Grupo Bauru, destacando-se os trabalhos de: Suguio (1973), Coimbra (1976), Landim e Soares (1976), Suguio et al. (1977), Brandt Neto et al. (1978) e Stein et al. (1979). Soares et al. (1979) esboçaram proposta estratigráfica para o Cretáceo no estado de São Paulo, onde a unidade Bauru foi apresentada com *status* de grupo, composto de quatro formações correspondentes às unidades:

- Formação Caiuá;
- fácies Santo Anastácio;
- o conjunto Litofácies Araçatuba/Fácies Taciba/Fácies Ubirajara;
- Litofácies ou Formação Marília.

Soares et al. (1980) apresentaram a unidade Bauru como grupo, composto de quatro formações: Caiuá, Santo Anastácio, Adamantina e Marília. Com base em mapeamentos geológicos do oeste paulista e áreas limítrofes dos estados de Mato Grosso do Sul e Paraná, Almeida et al. (1980) adotaram a proposição de Soares et al. (1979) e dividiram a Formação Adamantina em cinco unidades de mapeamento. Suguio (1981) abordou aspectos paleoambientais e paleogeográficos do Grupo Bauru e o subdividiu em seis formações: Caiuá, Santo Anastácio, Araçatuba, São José do Rio Preto, Uberaba e Marília. A mesa redonda *A Formação Bauru no Estado de São Paulo e regiões adjacentes* (SBG/SP, 1981) registrou oportunamente o período de discussão e síntese das propostas surgidas na fase dos mapeamentos regionais.

No final dos anos 1970, promoveram-se, em São Paulo, projetos de mapeamento regional como subsídio para uso de águas subterrâneas, patrocinados pelo Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE) e para construção e manutenção de grandes barragens, financiados pela Companhia

Energética de São Paulo (CESP). No início dos anos 1980, ocorreram levantamentos de cartografia geológica regional na bacia, desenvolvidos essencialmente nos estados de São Paulo e Paraná, patrocinados pelo Consórcio Paulipetro. No último período, considerado de revisões, registrou-se a proposição de uma nova carta estratigráfica por Fernandes e Coimbra (2000b), baseada na aplicação de conceitos da estratigrafia de sequências. No início do século atual, o Serviço Geológico do Brasil incrementou programas de cartografia geológica no país e publicou diversas cartas atualizadas envolvendo a Bacia Bauru, como o Mapa geológico do Brasil em escala 1:2.500.000 (SGB-CPRM, 2004c) e ao milionésimo (SGB-CPRM, 2006a), assim como mapas geológicos estaduais (SGB-CPRM, 2003, 2004a, 2004b, 2006b, 2008; Bresser et al., 2021).

A última fase do conhecimento da SB compreende estudos de aplicação e/ou revisão parcial da estratigrafia estabelecida na fase de mapeamentos geológicos regionais, tais como os de Almeida et al. (1980) e de Soares et al. (1980) em mapeamentos geológicos na região do Pontal do Paranapanema e noroeste do Paraná (e.g. Almeida et al., 1981; Riccomini et al., 1981; Sobreiro Neto et al., 1981a, 1981b), assim como na parte setentrional da Bacia do Paraná (Sousa Jr., 1984); e revisões (e.g. Barcelos et al., 1981; Barcelos, 1984). Coimbra et al. (1981) e Coutinho et al. (1982) notificaram a descoberta de rochas de filiação alcalina, sincrônicas à deposição do Grupo Bauru, na porção norte do estado de São Paulo, e incorporadas no grupo por Brandt Neto (1984).

Ainda nessa fase, Fernandes (1992) dividiu a Formação Caiuá nas unidades Goio Erê e Rio Paraná, propondo-lhes *status* de formação, com conseqüente elevação da unidade Caiuá à categoria de grupo. Em decorrência, apresentou proposta de revisão estratigráfica da cobertura cretácea suprabasáltica, que passou a ser composta de dois grupos cronocorrelatos: Caiuá (formações Goio Erê e Rio Paraná) e Bauru — formações Santo Anastácio (Stein et al., 1979), Adamantina (Almeida et al., 1980; Soares et al., 1980), Uberaba (Hasui, 1968, 1969) e Marília (Barcelos e Suguio, 1987). As rochas analcímicas descritas por Coimbra et al. (1981) e Coutinho et al. (1982) foram designadas como Analcimitos Taiúva e incluídas no Grupo Bauru. Ao formalizar tal proposta, Fernandes e Coimbra (1994) deslocaram a Formação Santo Anastácio para o Grupo Caiuá, mantendo as restantes como componentes do Grupo Bauru.

A discussão de modelos de evolução tectonossedimentar da bacia, implicações estratigráficas e correlações (e.g. Coimbra, 1991; Fúlfaro e Barcelos, 1993; Fúlfaro e Perinotto, 1996; Riccomini, 1997; Weska, 2006) foi retomada mais recentemente (e.g. Batezelli e Ladeira, 2016; Menegazzo et al., 2016). No final da primeira década dos anos 2000, apresentaram-se vários estudos de calcretes e paleossolos da bacia, sobretudo da Formação Marília, com ênfase na interpretação paleoambiental e reconstruções paleoclimáticas

(e.g. Basilici et al., 2009; Dal' Bó et al., 2009; Fernandes e Branco, 2015; Mineiro et al., 2017; Delgado et al., 2021).

Arenitos Caiuá

No estado do Paraná, a SB é representada quase exclusivamente pelo Grupo Caiuá. A designação Caiuá origina-se do nome *Kaiowá*, nação indígena Tupi-Guarani, habitante do Mato Grosso do Sul, hoje remanescente na reserva de Dourados (MS). Mezzalira (1981) adotou as “barrancas da margem esquerda do rio Paraná na região do porto de Presidente Epitácio, SP”, como localidade-tipo da Formação Caiuá. Fernandes e Coimbra (1994) designaram novos estratotipos ao promoverem revisão stratigráfica para a unidade ao propor formalmente o Grupo Caiuá, composto das formações Goio Erê, Rio Paraná e Santo Anastácio.

Na primeira referência aos arenitos Caiuá (Figura 2), Baker (1923) os considerou similares a depósitos cenozoicos deltaicos do Texas e do Novo México. Entretanto, ao defini-los formalmente — após observações feitas ao longo do rio Paraná, entre Jupia (próximo de Andradina, SP) e Sete Quedas (Guaira, PR) —, Washburne (1930) apresentou diversas características indicativas de deposição em ambiente eólico. Essa concepção foi seguida em estudos posteriores (e.g. Maack, 1941, 1947; Gordon Jr., 1947; Bigarella, 1949; Scorza, 1952, 1956; Almeida et al., 1980; Soares et al., 1980). No período inicial do conhecimento da unidade houve acalorada discussão sobre o contexto deposicional, assim como sobre a posição stratigráfica dos arenitos (Fernandes, 1992). O Grupo Caiuá corresponde a extensos depósitos eólicos de *sand sea* ou *erg* acumulados nas partes oeste e sudoeste da Bacia Bauru, no antigo *Deserto Caiuá*.

De volta ao passado...

Os três parágrafos seguintes constituem um manifesto ecológico pioneiro. Eles são parte das considerações finais de um texto geológico clássico sobre os arenitos Caiuá, publicado por Maack em 1941. O Noroeste do Paraná teve ocupação intensa a partir da segunda metade do século passado, estimulada por projetos de desmatamento para ocupação agrícola intensiva (Meihsy, 1991). Essa ocupação predatória vem, ironicamente, reconstituindo as condições que reinaram há várias dezenas de milhões de anos, no “ancestral deserto Caiuá”.

Quando eu viajava nos anos de 1933/34 através das florestas do noroeste do Paraná e no vale do Ivaí, aquela região estava completamente deserta de seres humanos. Encontramos os últimos moradores no Salto da Fogueira, e depois em todo o caminho da viagem de mais ou menos 2.400 quilômetros, na extensão de 780 quilômetros nem viva alma. [...] Os animais de caça

tinham-se refugiado para aquelas paragens, recuando perante a colonização crescente do país que vinha do norte, de leste e sul, bem como do Rio Paraná com seu movimento de navios [...]

[...] a caça se mostrava tão mansa, conhecendo tão pouco o perigo do homem, que eu pude filmar e tirar fotografias de antas, veados, jacarés, capivaras e aves em poucos metros de distância, sem usar um teleobjetivo. Não custaria muito conservar este estado natural impressionante e paradisíaco [...]

As gerações futuras da mocidade brasileira hão de ser gratas ao governo do Estado por ter em tempo efetuada a salvação das últimas manadas de caça pela criação dum reservado de floresta, conservando assim para os tempos vindouros o aspecto da pátria tal como a natureza o havia feito [...]

Finalizando minhas considerações, eu desejo ainda mencionar, como grato admirador das belezas naturais do Estado do Paraná, que o povo do Estado tem o cuidado de evitar a destruição do deslumbrante aspeto natural e da vida da natureza no Estado do Paraná, mais sim fiquem conservados intatos lá, onde não estorvam o homem trabalhador. Não posso imaginar uma região mais adequada para um parque de proteção aos animais de caça no Estado do Paraná do que a zona baixa e pouco fértil na região do arenito de São Bento superior - Caiuá em ambas as margens do Rio Ivaí, a qual hoje é o último refúgio dos animais de caça. Por isto devíamos despertar na população o desejo:

Mais proteção à caça e à floresta!

A Supersequência Bauru nos mapas geológicos do Paraná

Oliveira (1925) publicou o primeiro mapa geológico do estado do Paraná, de escala 1:1.000.000, ainda sem registro da cobertura suprabasáltica. Esboços de sua extensão no noroeste do estado foram apresentados por Maack (1941, 1947; Figura 3), atribuindo-lhe idade jurássica inferior. Os arenitos foram cartografados, pela primeira vez no estado, por Maack (1953), no Mapa geológico do Paraná, de escala 1:750.000. O desenho do contorno original da cobertura suprabasáltica foi refinado em revisões e atualizações posteriores do mapa geológico do estado (Mineropar, 1986, 1989, 2001, 2006). No início dos anos 1980, parte dos arenitos suprabasálticos foram cartografados, em escala 1:100.000, em mapeamentos geológicos sistemáticos realizados no noroeste do Paraná, extremo oeste de São Paulo e Mato Grosso do Sul (e.g. IPT, 1981a, 1981b, 1981c; THEMAG Engenharia, 1982a, 1982b, 1982c). Fernandes (1992, 1998, 2004) apresentou mapas geológicos em escala 1:500.000 e 1:1.000.000 da cobertura cretácea suprabasáltica abrangendo o Paraná, composta dos grupos Bauru e Caiuá. Nos mapas geológicos

do Paraná (e.g. Mineropar, 1986, 1989, 2001, 2006), a SB foi cartografada apenas como Grupo Bauru.

O Mapa geológico do Brasil em escala 1:2.500.000 (SGB-CPRM, 2004c) e ao milionésimo (SGB-CPRM, 2006a) incorporaram a concepção estratigráfica de Fernandes e Coimbra (2000b). Em 2018, tal concepção foi adotada no Mapeamento Geológico do Grupo Serra Geral (Licht e Arioli, 2018) e teve a cartografia atualizada, segundo Fernandes e Magalhães-Ribeiro (2015), no novo *Mapa da geologia e recursos minerais do estado do Paraná*, publicado pelo SGB-CPRM (Bresser et al., 2021).

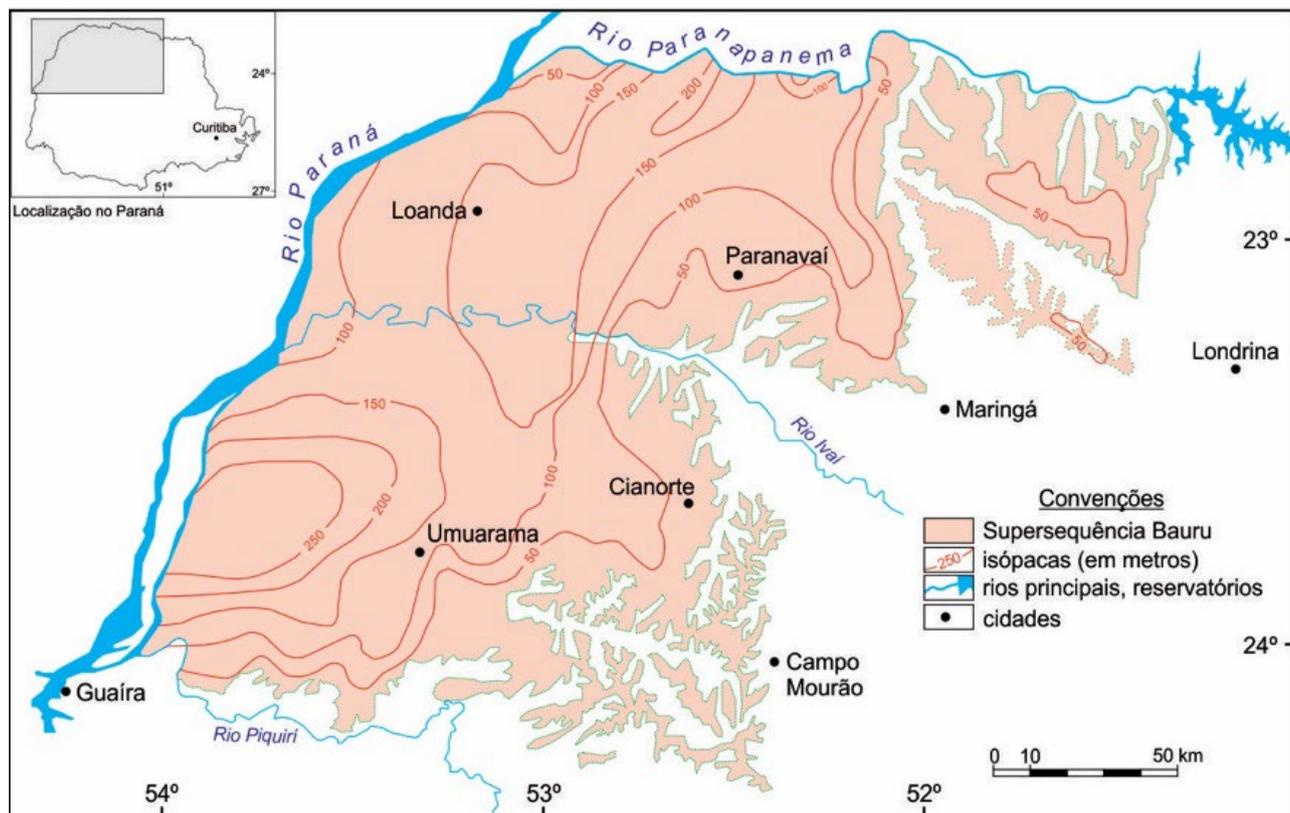
CONTEXTO GEOLÓGICO

Bacia Bauru

A Bacia Bauru desenvolveu-se na parte centro-sul da Plataforma Sul-Americana, entre o Cenomaniano e o Maastrichtiano. Como bacia do tipo intracratônico (Fernandes e Coimbra, 1996), acumulou uma supersequência composta, essencialmente, de arenitos e siltitos argilosos avermelhados.

Quanto às espessuras da supersequência, há registros de valores máximos no Paraná entre 250 e 270 m (Maack,

1941; Freitas, 1955). Bigarella e Mazuchowski (1985) relataram espessuras de 277 m em Altônia e 205 m em Terra Rica, obtidas em perfurações para águas subterrâneas. Fernandes (1992) apresentou mapa de espessuras preservadas dos arenitos suprabasálticos (Figura 4), elaborado com dados de poços tubulares dos acervos da Superintendência dos Recursos Hídricos e do Meio Ambiente (SUREHMA), da Superintendência de Saneamento Rural e Hidrogeologia da Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR), das Centrais Elétricas do Sul do Brasil S/A (Eletrosul) e do Petróleo Brasileiro S/A (Petrobras). No mapa, os arenitos têm as maiores espessuras na região noroeste do Paraná e Pontal do Paranapanema (SP). A espessura máxima medida em poços foi de 255 m, a W/SW de Umuarama. No noroeste do estado, na região de Terra Rica, há um registro de 210 m. Na mesma região, *inselbergs* de arenitos silicificados — Morro dos Três Irmãos (PR) e do Diabo (SP) — têm topo cerca de 200 m acima do nível cimeiro regional. Considerando-se a soma desses valores, ou seja, da espessura máxima em subsuperfície, com o desnível do topo dos morros testemunhos, podemos estimar uma espessura original máxima próxima de 500 m, para os arenitos da Formação Rio Paraná, e, conseqüentemente, para a SB no estado.



Fonte: modificado de Fernandes (1992).

Figura 4. Mapa de espessuras atuais da Supersequência Bauru, no Paraná.

A depressão original formou-se pela superposição de dois eventos tectônicos regionais: a compensação isostática em resposta ao acúmulo de espessa sucessão de derrames basálticos (Fernandes e Magalhães-Ribeiro, 2015) e a ação de esforços intraplaca relacionados com a Orogenia Andina (Milani et al., 1990; Coimbra, 1991; Riccomini, 1997; Menegazzo et al., 2016). A bacia teve depocentro coincidente com as maiores espessuras de basaltos do Cretáceo Inferior, associados à ruptura do continente gondwânico e à formação do oceano Atlântico. Quintas (1995) calculou um valor máximo de atenuação — relacionado ao vulcanismo basáltico —, da ordem de 1,25 para a região do depocentro. Isto implicaria decréscimo da topografia de cerca de 500 m, valor, em parte, compensado pelo aumento volumétrico resultante da fusão dos magmas (Riccomini, 1997). A plataforma Sul-Americana manteve o caráter ascensional iniciado antes da separação dos continentes até que o peso dos basaltos acumulados e esforços intraplaca determinassem inversão de tal comportamento, na busca de nova condição de equilíbrio isostático.

Modelos de evolução tectonossedimentar da bacia, suas implicações estratigráficas e correlações com outras bacias continentais cretáceas sucederam-se segundo três linhas conceituais, de acordo com Riccomini (1997). No início, foram tratados como eventos de interior de plataforma, vinculados a processos tectonossedimentares da margem continental atlântica (Almeida, 1976; Soares e Landim, 1976; Fúlfaro et al., 1982). Posteriormente, foram considerados reflexos intraplaca do movimento de deriva da placa Sul-Americana e sua interação com placas vizinhas (Coimbra, 1991; Fernandes, 1992; Fúlfaro e Barcelos, 1993). Coimbra e

Fernandes (1994), Riccomini (1995) e Fernandes e Coimbra (1996) retomaram o vínculo entre a distribuição dos sedimentos e as consequências do magmatismo basáltico, originalmente proposto por Northfleet et al. (1969); enquanto Fúlfaro e Perinotto (1996) relacionaram a gênese da bacia com os processos de ruptura do Gondwana e subsequente deriva da placa. Segundo os últimos autores, a deposição neocretácea ter-se-ia iniciado com o preenchimento de calhas interiores originadas como *grabens* evoluídos no substrato basáltico, sob controle eminentemente tectônico. Menegazzo et al. (2016) classificaram a SB como sequência estratigráfica de primeira ordem e resgataram a importância da subsidência flexural resultante do início da orogenia Andina na evolução da bacia, além da resposta à carga supracrustal, que admitiram como principal processo. Consideraram que a Bacia Bauru e, provavelmente, as bacias do Solimões e dos Parecis, são províncias *back-bulge* de antepaís, desenvolvido no oeste da América do Sul. Batezelli e Ladeira (2016) analisaram a evolução paleogeográfica das bacias Bauru, Sanfranciscana e Parecis, propondo três sequências sedimentares continentais correlatas.

A Bacia Bauru foi preenchida, em clima semiárido a desértico, por trato de sistemas deposicionais contíguos e contemporâneos, compostos de leques aluviais/leques dominados por fluxos de corrente ou leques fluviais (*fluvial fans*, *sensu* Moscardiello, 2017) e sistemas fluviais distributivos marginais — que, por sua vez, supriram extensas planícies de lençóis de areia eólicos, atravessadas por fluxos fluviais torrenciais e efêmeros, associados com lagoas temporárias (Figura 5). Nas áreas mais marginais, nas quais houve maior disponibilidade de água, habitaram répteis maiores,

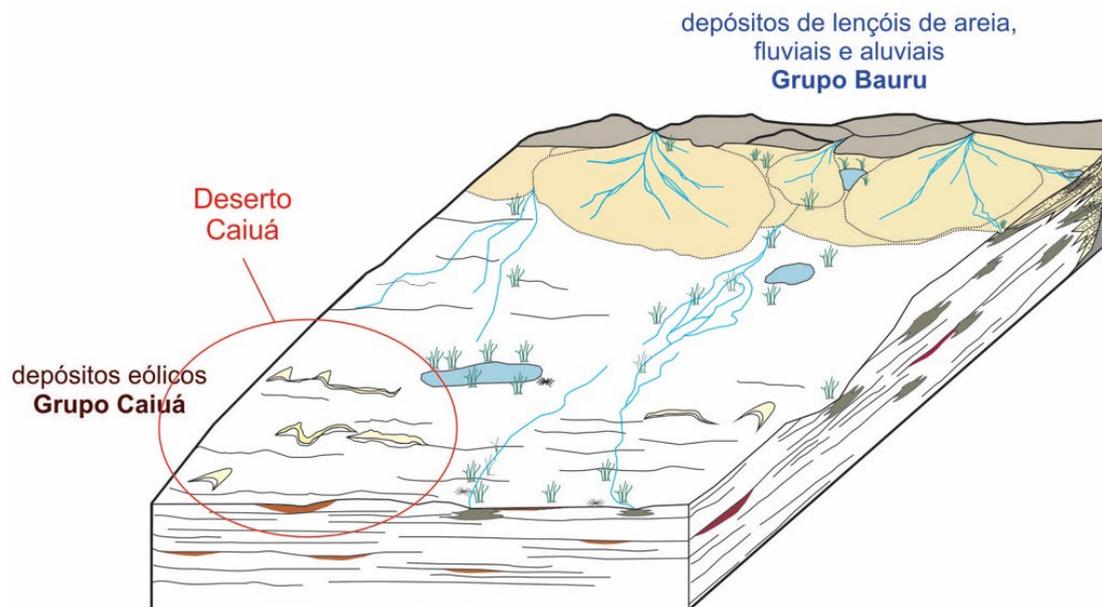
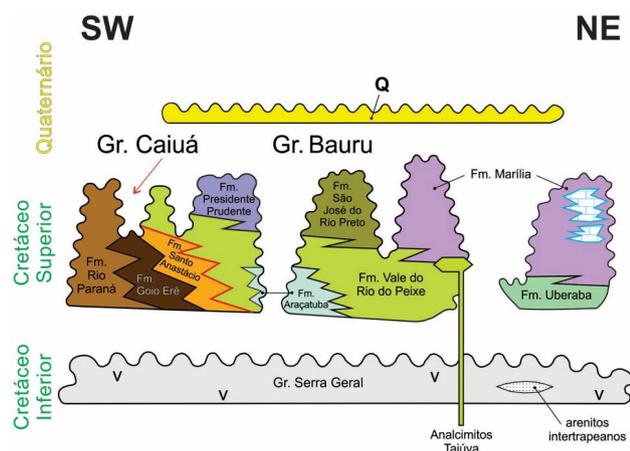


Figura 5. Contexto deposicional da Bacia Bauru.

especialmente dinossauros, e crocodilos, tartarugas e invertebrados. As condições semiáridas das bordas tornavam-se desérticas no interior da bacia (sudoeste), determinando a redução gradual de condições de vida, assim como de preservação do registro paleontológico, até quase sua ausência nos depósitos de tipo *erg* do antigo deserto interior, denominado Caiuá (Fernandes e Coimbra, 2000a). Mais recentemente, a descoberta de concentrações de fósseis (*bone beds*) de pterossauros, dinossauro e um réptil na região de Cruzeiro do Oeste, em depósitos eólicos periféricos da extensa área interna de grandes complexos de dunas, indicam ter havido condições ainda suficientes de vida nas bordas do deserto, além de fornecerem novos dados sobre a idade da SB.

A Supersequência Bauru

A concepção estratigráfica adotada na revisão cartográfica da SB no estado do Paraná foi a proposta por Fernandes e Coimbra (2000b), também adotada nos mapas geológicos do Brasil (SGB-CPRM, 2004c, 2006a), de São Paulo (SGB-CPRM, 2006b) e na carta da Bacia do Paraná (Milani et al., 2007), entre outros. Em termos litoestratigráficos, a SB é composta de dois grupos cronocorrelatos, de contatos graduais (Figura 6): Caiuá (formações Rio Paraná, Goio Erê e Santo Anastácio) e Bauru (formações Uberaba, Vale do Rio do Peixe, Araçatuba, São José do Rio Preto, Presidente Prudente e Marília, incluindo os Analcimitos Taiúva). A SB tem contato basal discordante (não conformidade), principalmente com basaltos do Grupo Serra Geral (Licht e Arioli, 2018). Em sua base é comum ocorrer estrato arenoso de espessura métrica, textural e mineralogicamente imaturo, de aspecto brechoide, com clastos angulosos de basalto, cimento e nódulos carbonáticos.



Fm.: Formação; Gr.: Grupo.

Fonte: modificada de Fernandes e Magalhães-Ribeiro (2015).

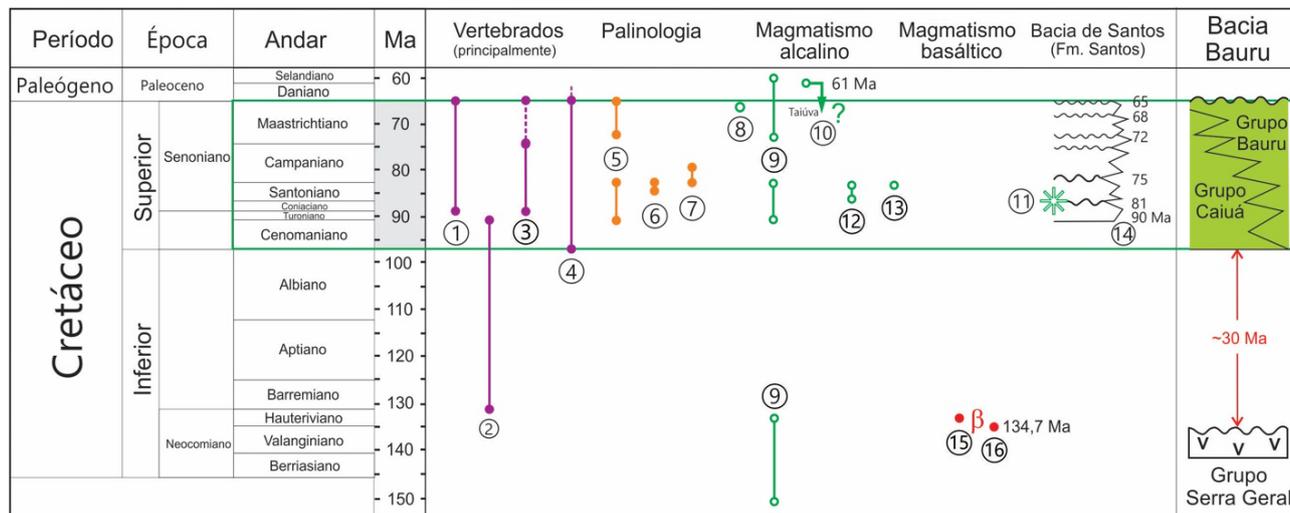
Figura 6. Carta cronoestratigráfica da parte oriental da Bacia Bauru.

Idade da Supersequência Bauru

A SB constitui uma sequência sedimentar (Fernandes e Coimbra, 1996, 2000b), supersequência (Milani et al., 2007) ou sequência de primeira ordem (Menegazzo et al., 2016). Os grupos Caiuá e Bauru são duas grandes unidades litoestratigráficas, de passagem transicional regional, que formam uma sequência de segunda ordem ou uma supersequência (Bauru). *Em uma associação de fácies, sem lacuna de tempo, a superposição vertical de fácies reflete a distribuição lateral de ambientes adjacentes* (Walther, 1894 *apud* Reading, 1986). A SB é composta de unidades penecontemporâneas, diacrônicas, acumuladas em um trato de sistemas de semiárido nas bordas, a desértico no interior, sem descontinuidades de escala bacinal. Desse modo, não faz sentido estabelecer idades para as unidades litoestratigráficas do preenchimento da bacia, como se fossem empilhadas como “camadas de bolo”. Há diacronismo na deposição das unidades ao longo da sequência.

Os dados geocronológicos indicam que a SB se depositou no Cretáceo Superior, entre o Cenomaniano e o Maastrichtiano. Esse período é delimitado pela convergência da maioria das idades paleontológicas relativas atribuídas a fósseis de vertebrados e pólenes, assim como em idades absolutas de magmatismo alcalino regional contemporâneo à sedimentação (Figura 7). Os dados paleontológicos, sobretudo de vertebrados, provêm de unidades do Grupo Bauru de São Paulo e Minas Gerais. As idades palinológicas (*e.g.* Lima et al., 1986; Dias-Brito et al., 2001; Arai e Dias-Brito, 2018; Arai e Fernandes, 2023) provenientes da supersequência em São Paulo, são todas do intervalo Turoniano-Maastrichtiano.

Quanto a vertebrados, Manzig et al. (2014), Simões et al. (2015), Kellner et al. (2019) e Langer et al. (2019) relataram recentes descobertas de restos de pterossauros, lagartos e um pequeno dinossauro abelissauroide em Cruzeiro do Oeste (PR), na Formação Rio Paraná, na transição para a Formação Goio Erê. Sem propor idades a partir do estudo dos fósseis, Kellner et al. (2019) descreveram duas novas espécies (*Keresdrakon wilsoni* e *Caiujara dobruskii*); e Langer et al. (2019) identificaram um dinossauro abelissauroide. Manzig et al. (2014) atribuíram idade entre o Barremiano (Ki) e o Cenomaniano (Ks) aos depósitos, baseados no período de existência do grupo de pterossauros tapejarídeos, em que incluíram o *Caiujara*. Consideradas as demais informações geocronológicas disponíveis, os répteis de Cruzeiro do Oeste poderiam ser membros mais jovens na evolução dos grupos identificados, cujos registros mundiais vão até o início do Cretáceo Superior. Menegazzo et al. (2016) consideraram que a ocorrência de Gueragama e pterossauros *Tapejaridae* no mesmo estrato poderia indicar idade cenomaniana para a unidade fossilífera. O endemismo da fauna já admitido para a Bacia Bauru (*e.g.* Price, 1950) é outra característica a se considerar nessa discussão.



Fm.: Formação.

Convenções: 1: Huene (1939); 2: Manzig et al. (2014); 3: Castro et al. (2018); 4: Menegazzo et al. (2016); 5: Dias-Brito et al. (2001); 6: Arai e Dias-Brito (2018); 7: Arai e Fernandes (2023); 8: Cordani e Hassui (1968); 9: Almeida e Melo (1981); 10: Coutinho et al. (1982); 11: Alves et al. (1994); 12: Siga Jr. et al. (2007); 13: Spinelli e Gomes (2008); 14: Moreira et al. (2007); 15: Renne et al. (1992); 16: Thiede e Vasconcelos (2010).

Figura 7. Geocronologia da Supersequência Bauru.

O intervalo estabelecido para a sedimentação na bacia coincide com os registros da segunda fase de eventos de magmatismo alcalino mesozoico (Almeida e Melo, 1981) associados a atividades tectônicas do Arco de Ponta Grossa, ocorridas entre 87 e 80 Ma e entre 70 e 60 Ma (e.g. Cordani e Hassui, 1968; Coutinho et al., 1982; Siga Jr. et al., 2007; Spinelli e Gomes, 2008). Os eventos também coincidem com a deposição dos grupos Bauru e Caiuá no interior da plataforma, e a intensificação do aporte sedimentar (Formação Santos) registrado na Bacia de Santos (Moreira et al., 2007), na margem continental brasileira. Segundo Ferrari et al. (1991), a aceleração do aporte sedimentar na Bacia de Santos — associada a soerguimento da borda da bacia — teve início no Neoturoniano e culminou no Eoceno.

O embasamento da Bacia Bauru é formado quase que exclusivamente por basaltos do Grupo Serra Geral, de idade $134,7 \pm 1$ Ma (Thiede e Vasconcelos, 2010). A admissão de idades mais antigas de existência dos vertebrados de Cruzeiro do Oeste, como hipótese, tornaria possível ampliar o intervalo de deposição da SB até a parte mais jovem do Cretáceo Inferior. Todavia, há que se considerar a existência de um hiato de cerca de 30 Ma entre o final das extrusões basálticas do Cretáceo Inferior — que encobriram a seção paleozóica e mesozoica inicial do Gondwana — e o início do seu soterramento (Figura 7), no interior da Bacia Bauru, por sedimentos fluviais e eólicos originários das bordas.

Tectonismo e silicificação hidrotermal

Fernandes et al. (2007) descreveram sismitos em arenitos eólicos da Formação Rio Paraná, no Pontal do Paranapanema

(SP). Ali observaram dobras convolutas métricas em estratos tabulares de até 10 m de espessura, extensão lateral de 60 m, entre depósitos frontais de dunas, não deformados. Outras feições menores de deformação penecontemporânea, confinadas entre conjuntos de estratificação cruzada não deformados, foram encontradas em cortes de rodovia próximos à Umuarama, de Iguaraçu e em paredões da margem esquerda do rio Paraná, no Paraná. Tais deformações penecontemporâneas foram atribuídas a processos de fluidização, liquefação e cisalhamento, induzidos por terremotos.

Durante o preenchimento da Bacia de Bauru houve atividades tectônicas associadas a vulcanismo alcalino nas bordas e silicificação na parte interior da bacia. No noroeste do Paraná há várias ocorrências de arenitos silicificados, sobretudo em domínios da Formação Rio Paraná. Todavia, a silicificação não está vinculada a unidades, intervalos estratigráficos ou horizontes pedogenéticos. As ocorrências mais expressivas alinham-se segundo NE — direção de zonas de falha regionais —, concentrando-se no seu cruzamento com grandes lineamentos NW do Arco de Ponta Grossa. No substrato da bacia, na mesma região de cruzamento das estruturas NE e NW, na U.H.E. de Porto Primavera (Pontal do Paranapanema, SP/MS), foram descritos bolsões de rochas denominadas de basaltos *pouco densos*, compostos de 70 – 95% de palygorskita. A identificação de fluorapatita em arenitos da Formação Rio Paraná (Fernandes et al., 2002), na mesma região, ratifica a natureza hidrotermal dos processos de silicificação nas áreas de cruzamento das grandes estruturas tectônicas regionais.

A silicificação ocorre como revestimento ou preenchimento total da porosidade original dos arenitos. Análises

microtermométricas de inclusões fluidas em cimento de quartzo de crescimento sintaxial realizadas por Martin (2017) indicaram temperaturas altas de aprisionamento, entre 321,8° e 388,8°C, e salinidade baixa, entre 1,9 e 2,9% eq. ms. NaCl, acima das diagenéticas conhecidas, e compatíveis com um agente modificador hidrotermal. Veja Tabela 1/local 5; e Figuras 8A e 8B.

Paleontologia

Até a alguns anos havia poucos registros paleontológicos nos domínios do antigo *Deserto Caiuá*, sobretudo devido às condições pouco favoráveis à existência e manutenção de vida, assim como da preservação de seus vestígios. Os registros então conhecidos eram de icnofósseis de vertebrados,

Tabela 1. Roteiro de geossítios da Bacia Bauru no Paraná, exposições representativas das unidades litoestratigráficas correspondentes à Supersequência Bauru. A, B e C são outros locais de interesse geológico, complementares. Veja Figura 13.

Local	Formação/ Grupo	Acesso	Localidade próxima	Coordenadas UTM	Motivo
1	Goio Erê/ Caiuá	BR-272, km 427,7	Goio Erê	303.700/7.324.400	Seção-tipo (holoestratótipo; Fernandes e Coimbra, 1994). Arenito fino marrom-arroxeadado. Associação de fácies constituída da alternância de estratos de espessura métrica com estratificação cruzada acanalada, de médio a pequeno porte (depósitos frontais de dunas) e camadas sub-horizontais maciças a mal estratificadas (depósitos de interdunas úmidas). Frequente cimentação e crostas carbonáticas.
2	Goio Erê/ Caiuá	BR-272, prox. km 415	Goio Erê	345.700/7.330.100	Arenitos finos marrom-arroxeados, em estratos tabulares maciços ou com estratificação plano-paralela mal definida, ora com estratificação cruzada acanalada de médio porte (0,3 – 3 m), de baixa inclinação. Frequente cimentação e crostas carbonáticas. Corte de direção N70E.
2A	Goio Erê/ Caiuá	BR-272, km 59,5	Goio Erê	301.950/7.324.250	Estratos horizontais de arenitos finos, mais imaturos que os da Fm. Rio Paraná, maciços ou com estratificação plano-paralela mal definida. Depósitos de interdunas úmidas, com lençol freático pouco profundo, que propiciou a formação de concreções e crostas carbonáticas (calcretes). Corte de direção N70E, a 7 km do trevo de Goio Erê.
3	Rio Paraná/ Caiuá	BR-180	Cruzeiro do Oeste	289.575/7.370.877	Sítio fossilífero (répteis, <i>bone beds</i> de pterossauros); quartzarenitos, secundariamente subarcoseanos, marrom-avermelhados/arroxeados, de grãos bem selecionados e arredondados, mineralogicamente supermaturos, com boa maturidade textural. Constituem depósitos de dunas eólicas de grande porte (<i>draas</i>) e de interdunas úmidas, de periferia de <i>sand sea</i> . Os fósseis — <i>Caiujara dobruskii</i> , <i>Keresdra konvilsoni</i> e <i>Vespersaurus paranaenses</i> — indicam existência de corpos d'água mais permanentes, de ambientes interdunares. Geossítio protegido pelos decretos municipais nº 203/2012 e nº 093/2019, situado em área da prefeitura, de acesso apenas a pesquisadores. Parte dos fósseis ali descobertos é exposta no Museu e Laboratório de Paleontologia de Cruzeiro do Oeste.

Continua...

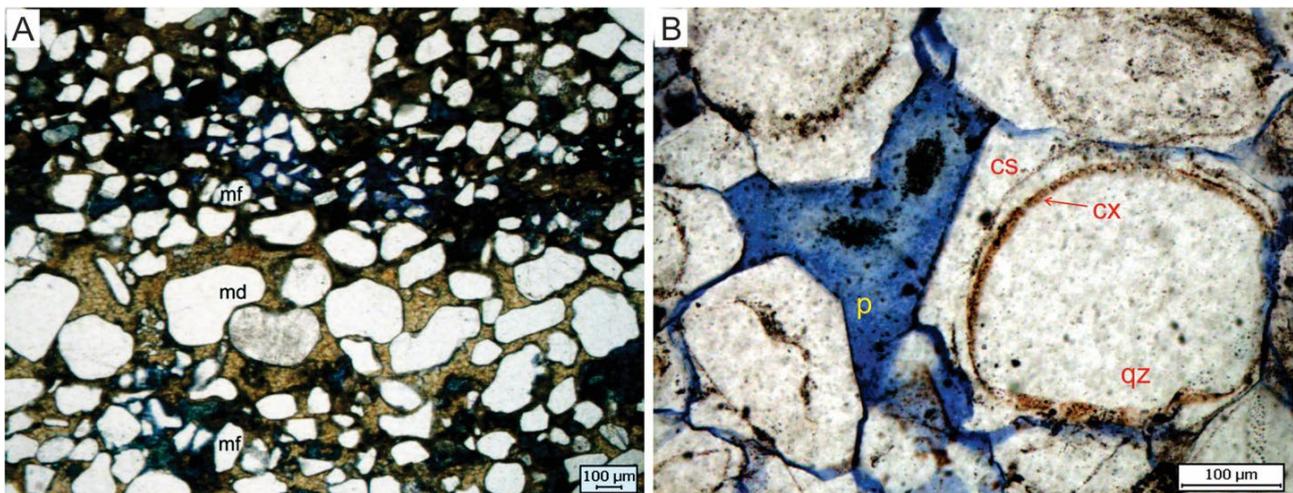
Tabela 1. Continuação.

Local	Formação/ Grupo	Acesso	Localidade próxima	Coordenadas UTM	Motivo
4	Rio Paraná/ Caiuá	BR-376, km 98,8	Paranavaí	346.324/7.453.465	Seção-tipo (paraestratótipo; Fernandes e Coimbra, 1994). Arenitos finos a médios, marrom-arroxeados, com estratificação cruzada de médio (0,3 – 3 m) a grande porte (> 3 m). Têm boa seleção, grãos arredondados, foscos, encobertos por película de óxidos/hidróxidos de ferro, que lhes confere a cor marrom-avermelhado/arroxeadado típica. Bimodalidade (boa seleção por lâmina) é característica comum. A estratificação cruzada é do tipo tabular tangencial na base, mas como o corte da rodovia é aproximadamente perpendicular ao rumo das paleocorrentes, os sets têm padrão acanalado. Isso indica que as dunas eram de cristas não retilíneas, barcanoides. Corte de direção N60W.
5	Rio Paraná/ Caiuá	PR-280, marco 20	Terra Rica, Três Morrinhos	330.649/7.479.616	Arenitos finos a médios, marrom-alaranjados, silicificados. Sustentam relevo anômalo, devido à maior resistência conferida pelo cimento. No alto do morro, observa-se feição de associação entre atividade tectônica e silicificação: uma faixa subvertical de direção NNE, de 0,7 m de espessura, de aspecto brechoide, silicificada como o arenito adjacente. Os locais de maior silicificação situam-se no cruzamento de zonas de falhas NE com o Arco de Ponta Grossa. Relaciona-se com magmatismo alcalino do Cretáceo Superior (Fernandes et al., 2012).
6	Santo Anastácio/ Caiuá	PR-317, km 81,7	Santo Inácio	420.775/7.481.750	Arenitos finos maciços, marrons, de seleção moderada, com estratificação cruzada de baixa inclinação mal definida, observável em algumas partes do afloramento.
7	Vale do Rio do Peixe/ Bauru	PR-317, km 83,6; bairro <i>Quilômetro Oito</i>	Santo Inácio	421.000/7.480.575	Primeira ocorrência de fósseis de vertebrados da Supersequência Bauru no Paraná (Fernandes, 1993). Arenitos finos-muito finos, maciços, em estratos tabulares de até 1 m de espessura, com intercalações lenticulares de arenitos médios com estratificação cruzada acanalada e de lamitos maciços de até 30 cm de espessura. Na região, ocorrem arenitos texturalmente imaturos, com intraclastos de retrabalhamento de lamitos (canibalismo). Correspondem a depósitos marginais de deserto, de lençóis de areia e fluxos fluviais esporádicos (<i>wadis</i>).
A	Rio Paraná/ Caiuá	PR-323, 7 km a leste de Umuarama	Umuarama	273.350/7.369.500	Arenito fino, marrom-avermelhado, com estratificação cruzada tabular de grande porte (sets de até 7 m de altura).
B	Rio Paraná/ Caiuá	SP-613/ SPV 28, km 11, Morro do Diabo	Teodoro Sampaio (SP)	364.750/7.509.675	Arenito fino a médio, marrom-avermelhado, bem selecionado, com grãos arredondados a sub-arredondados, com superfície fosca revestida por película de óxidos/hidróxidos de ferro, com estratificação cruzada tabular de médio a grande porte. Quando silicificado, adquire cor marrom-claro a vermelho pálido.

Continua...

Tabela 1. Continuação.

Local	Formação/ Grupo	Acesso	Localidade próxima	Coordenadas UTM	Motivo
C	Rio Paraná/ Caiuá/Gr. Serra Geral	PR-180, ~km 110	Rondon, vale rio Ivaí	319.850/7.412.400	<i>Pseudobrecha basal</i> : estrato maciço de cerca de 1 m de espessura, constituído de lamito arenoso com fragmentos angulosos de basalto de dimensões centimétricas. Ocorre sobre basaltos maciço e vesículo-amigdaloidal. Esse estrato, base da Supersequência Bauru, é sobreposto por arenitos finos a médios, com estratificação cruzada acanalada (topo) e laminação de baixo ângulo de mergulho (base). Corresponde ao acúmulo dos primeiros sedimentos siliciclásticos que vieram soterrar o substrato basáltico da bacia, em condições desérticas, quentes e secas. Ver também corte sob a ponte do Ribeirão do Rato.



mf: arenitos muito finos; md: arenitos médios; qz: grão de quartzo; cx: película de óxidos/hidróxidos de Ferro; cs: sobrecrecimento syntaxial de sílica; p: poro.
Figura 8. (A) Formação Rio Paraná, detalhe da bimodalidade (boa seleção por lâminas alternadas) característica de depósitos eólicos de *grain fall*; (B) arenito silicificado dos Três Morrinhos, notar sobrecrecimento syntaxial de sílica, película de óxidos/hidróxidos de Fe demarcando o grão detrítico original, e poro não totalmente preenchido (em azul). Fotomicrografias A e B: polarizadores descruzados.

especialmente celurosauros (Leonardi, 1977, 1989, 1994; Fernandes et al., 2009). A primeira ocorrência de ossos de vertebrados na SB no Paraná foi registrada nos arredores de Santo Inácio (Fernandes, 1993; Fernandes et al., 1994b).

Mais recentemente foram feitas, no Paraná, as primeiras descobertas de ossos de vertebrados do Grupo Caiuá, nas imediações de Cruzeiro do Oeste. São jazigos fossilíferos muito ricos, que incluem a considerada primeira *bone bed* de pterossauros do Brasil (Figura 9), ossos de lagartos e de um pequeno dinossauro abelissauroide (Manzig et al., 2014; Simões et al., 2015; Kellner et al., 2019; Langer et al., 2019). As ocorrências situam-se em região de transição entre as formações Rio Paraná e Goio Erê, do Grupo

Caiuá. As descobertas propiciaram importante avanço no conhecimento paleontológico, paleoambiental e geocronológico da SB. Veja Tabela 1/local 3.

A SUPERSEQUÊNCIA BAURU NO PARANÁ

Litoestratigrafia

No Paraná, a SB constitui o substrato do noroeste do estado, sendo representada quase que exclusivamente pelas formações Rio Paraná e Goio Erê, do Grupo Caiuá, arenitos cartografados pela primeira vez por Maack (1953). O Grupo



Fonte: Retur (2022).

Figura 9. No sítio paleontológico Cemitério dos pterossauros ocorrem conjuntamente espécies distintas de pterossauros e dinossauros, nos mesmos leitos ósseos (*bone beds*). Compartilharam o ambiente desértico, sugerindo que tais répteis voadores e dinossauros morreram em torno de um antigo oásis do Deserto Caiuá.

Bauru, representado pela Formação Vale do Rio do Peixe, ocorre de modo bastante restrito, na parte superior de colinas, a norte e noroeste de Londrina. A primeira referência ao Grupo Bauru no Paraná deve-se a Mezzalana e Arruda (1965), na sua suposta ocorrência no topo dos Três Morrinhos, na região de Terra Rica.

De modo geral, as transformações diagenéticas a que foram submetidos os depósitos sedimentares foram pouco intensas, tendo-se atingido, no máximo, estágios iniciais da mesodiagenese. Vestígios de compactação química são pouco comuns (Fernandes et al., 1994a). Na evolução diagenética da SB predominaram processos eodiagenéticos de compactação mecânica e aditivos, desenvolvidos antes do soterramento. A compactação se deu por rearranjo de grãos e empacotamento, com conseqüente redução de porosidade. Os processos aditivos foram formação de películas de óxidos/hidróxidos de ferro revestindo grãos, assim como de desenvolvimento de calcretes pedogenéticos e freáticos (Fernandes e Branco, 2015). Esses últimos, sobretudo nas partes mais marginais da bacia, ocorrem na forma de horizontes cimentados, nódulos e crostas duras de carbonato de cálcio. Nesses casos, os depósitos arenosos estiveram sujeitos a oscilações do nível freático e à intensa evapotranspiração com precipitação de sais. A cimentação carbonática eodiagenética, quando ocorreu, “protegeu” o arcabouço de compactação mecânica posterior. Nesses casos, é comum se encontrar grãos detríticos “imersos” em cimento carbonático poiquilotópico. O desenvolvimento de porosidade secundária por processos de intemperismo superficial, telodiagenéticos, é comum nas atuais exposições de rochas em superfície.

A Figura 10 apresenta o mapa geológico da SB no Paraná após refinamento do traçado do contato entre as formações Rio Paraná e Goio Erê, do Grupo Caiuá.

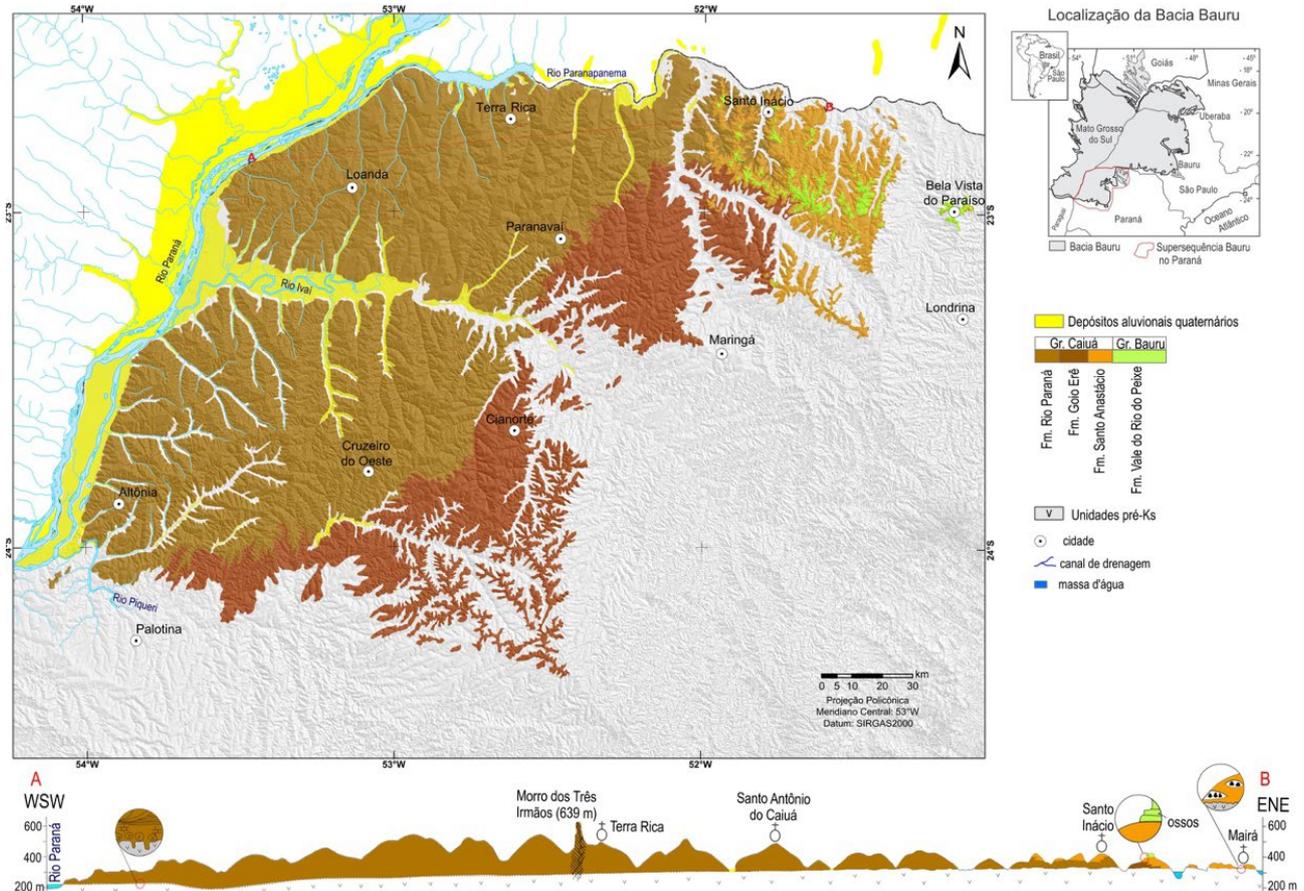
Grupo Caiuá

O Grupo Caiuá depositou-se em ambiente eólico, quente e seco. Corresponde à porção central de um grande deserto continental interior, essencialmente arenoso, desenvolvido durante o Cretáceo Superior. Por tais características, as passagens entre as unidades estratigráficas são graduais, raramente observáveis em campo, em única exposição de superfície. Um dos raros registros desse empilhamento estratigráfico foi descrito em cortes da abertura do canal fluvial de Pereira Barreto, em São Paulo (Fernandes e Magalhães-Ribeiro, 2015). Em geral, a constatação das mudanças verifica-se pelo contraste regional dos tipos e suas associações de litofácies, parâmetros texturais e mineralógicos, estruturas sedimentares peculiares de cada unidade litoestratigráfica.

Formação Rio Paraná

A Formação Rio Paraná é a unidade mais extensa do noroeste do estado. Suas melhores exposições estão na margem esquerda do rio Paraná e, eventualmente, nos vales dos afluentes dessa margem. Apresenta as maiores espessuras preservadas no NW do Paraná: 277 m em Altônia; 205 m em Terra Rica (Bigarella e Mazuchowski, 1985, Figura 4) e no Pontal do Paranapanema (SP). Raras vezes, expõem-se de modo contínuo em desníveis de até 200 m, como nas encostas dos morros dos Três Irmãos (Terra Rica, Figura 11A) e do Diabo (Teodoro Sampaio, SP), elevações mantidas devido à silicificação dos arenitos (Fernandes et al., 2012; Martin, 2017). A unidade tem seção-tipo (holoestratótipo) localizada na usina hidrelétrica Eng. Sérgio Motta, no Pontal do Paranapanema.

No Paraná há boas exposições da Formação Rio Paraná no km 98,8 da rodovia BR-376, próximo a Paranavaí (Figura 11B). Ali se observam grandes feições acanaladas — seções transversais de frentes (*foresets*) de antigas dunas barcanoides — devido à direção do corte, aproximadamente perpendicular ao rumo dos paleoventos (Figura 12). O local foi indicado como seção complementar da Formação Rio Paraná, ou seja, seu paraestratótipo. Veja Tabela 1/local 4. Outras boas exposições da unidade (hipoestratótipes) são paredões de até 15 m de altura, na margem esquerda do rio Paraná, sobretudo nas imediações de Porto São José e Porto Rico (PR). A Formação Rio Paraná repousa diretamente sobre basaltos do Grupo Serra Geral, dos quais é separada por não conformidade. Na base dos arenitos, logo acima do contato, é comum ocorrer estrato de aspecto brechoide, com espessura métrica, constituído de arenito lamoso maciço,



Fm.: Formação; Gr.: Grupo.

Figura 10. Mapa geológico da Supersequência Bauru no Paraná, setor sudoeste da Bacia Bauru. Os círculos destacam, de ENE para WSW: arenitos com conglomeráticos, depósitos de deflação eólica retrabalhados por enxurradas de deserto (*wadis*), com ventifactos, na região de Mairá (Formação Santo Anastácio, Litofácies Mairá); fragmentos de ossos retrabalhados de prováveis tetrápodes, em arenito fino a muito fino, com clastos de siltito, acima de lentes de lamitos, única ocorrência de fósseis do Grupo Bauru no Paraná, na região de Santo Inácio (Formação Vale do Rio do Peixe); estratos imaturos basais da Supersequência Bauru, de espessura métrica, com fragmentos de basalto imersos em arenito imaturo.

imaturo, com fragmentos centimétricos de basalto, nódulos de esmectita e carbonato, frequentemente cimentados por carbonato de cálcio. A unidade tem contato lateral gradual com a Formação Goio Erê.

A Formação Rio Paraná tem, como característica, notável estratificação cruzada de *sets* de até 10 m de altura, limitados por superfícies de truncamento de 2ª ordem (*sensu* Brookfield, 1977), de baixa inclinação. Algumas vezes apresentam estratos de lamitos arenosos maciços intercalados, de espessura submétrica. É constituída de quartzarenitos marrom-avermelhados a arroxeados, finos a muito finos (raramente médios a grossos). Mineralogicamente são supermaturos, com boa maturidade textural. Os arenitos são bem selecionados por lâmina/estrato, com grãos bem arredondados nas frações mais grossas, pouca matriz siltoargilosa. A maioria dos grãos exibe superfície fosca,

encoberta por película ferruginosa (Fernandes, 1992, 1998). A rocha apresenta típica laminação ou estratificação cruzada, formada pela alternância de bandas de espessura milimétrica a centimétrica, de boa seleção interna (caráter bimodal, Figura 8A), geradas por queda de grãos (*grain fall*). Em depósitos frontais de dunas (*foresets*) podem ocorrer feições de deslizamentos por gravidade, como lentes de fluxo de grãos (*grain flow*), estratificação contorcida ou tabletes de arenito rotacionados (brechas de colapso). Raras vezes observam-se feições de ressecção (*curled mudflakes*). Próximo da fronteira do Paraná, no Pontal do Paranapanema (SP), foram descritas dobras convolutas de dimensões métricas, entre porções não deformadas do arenito, atribuídas a eventos sísmicos penecontemporâneos à deposição do Grupo Caiuá (Coimbra et al., 1992; Fernandes et al., 2007).

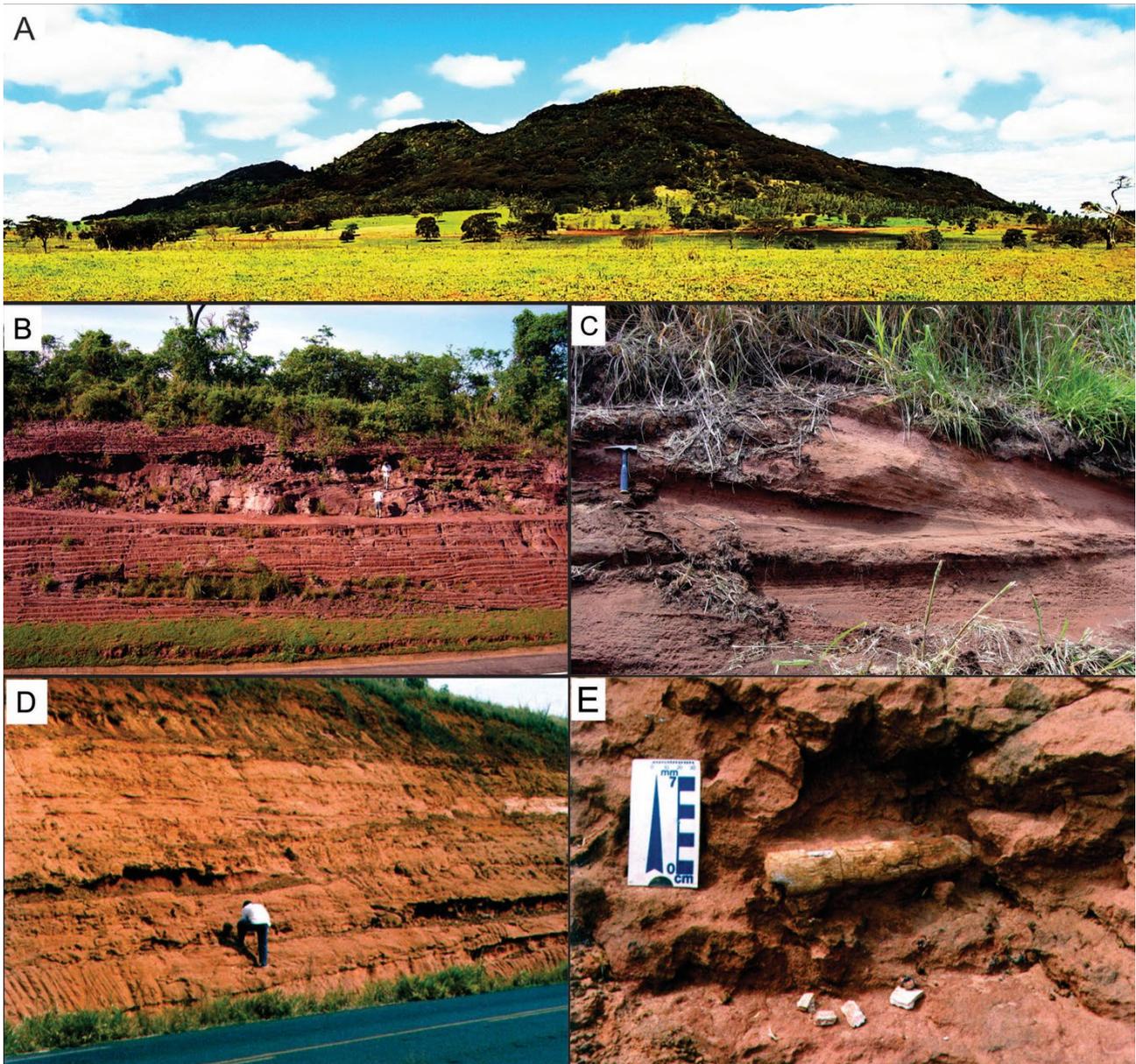
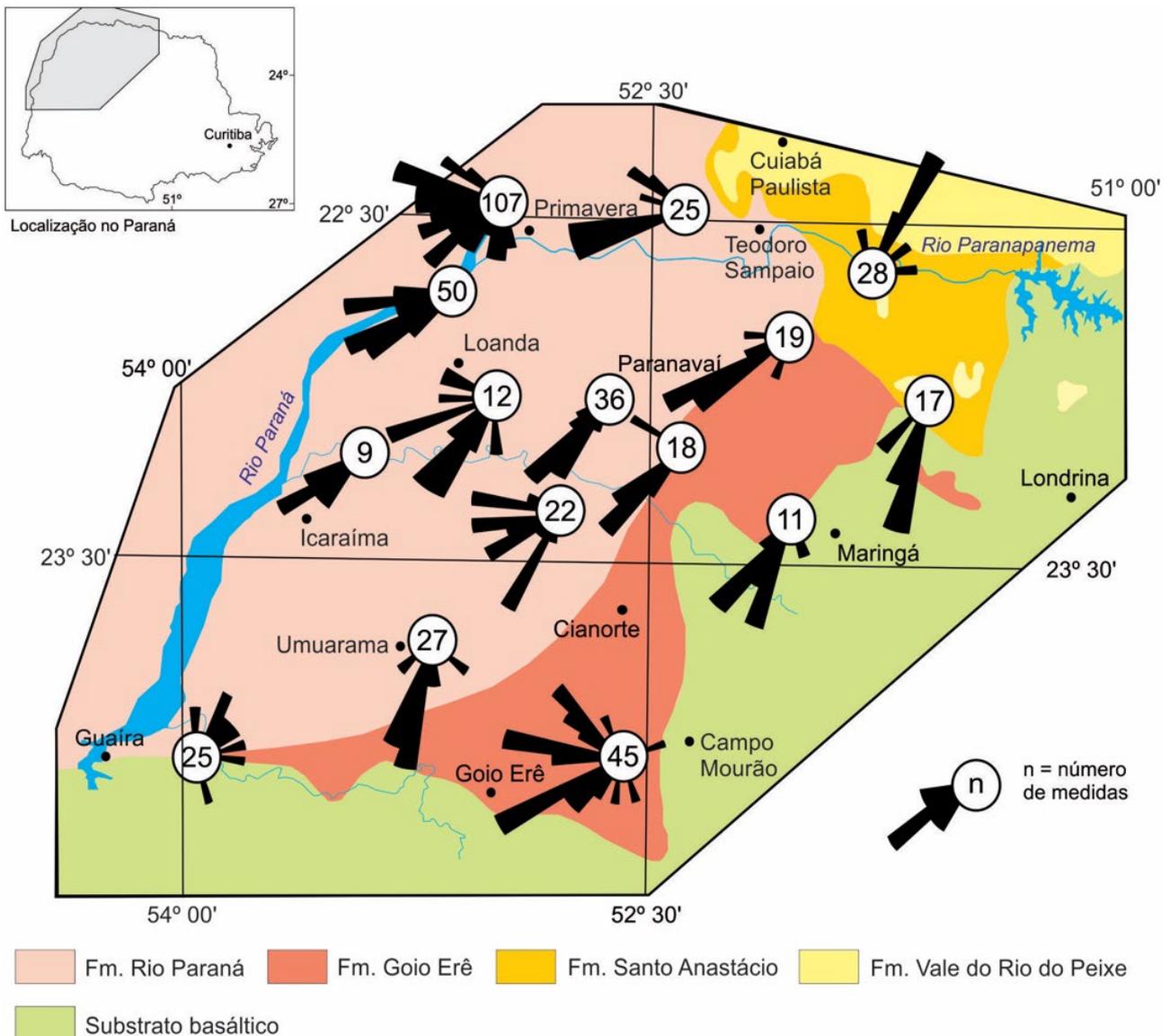


Figura 11. (A) Três Morrinhos, arenitos silicificados, município de Terra Rica; (B) Formação Rio Paraná, arenitos com estratificação cruzada de grande porte, rodovia BR-376, km 98,8; (C) Formação Goio Erê, arenitos com estratificação cruzada, alternados com estratos maciços, com cimento e crostas carbonáticas (calcretes), rodovia Campo Mourão-Goio Erê (BR-272), km 427,7; (D) Formação Vale do Rio do Peixe, estratos arenosos maciços, com intercalações de lamitos argilosos; e (E) detalhe, com fragmento de osso de tetrápode, rodovia PR-317, km 83,6.

Os arenitos com estratificação cruzada formaram-se como depósitos de frentes de construções eólicas de grande porte (*draas*), formados por complexos de dunas de cristas sinuosas, amalgamadas, da região central de *sand sea* ou *erg*. O extremo noroeste do Paraná, região do Pontal do Paranapanema (SP), onde ocorrem *sets* de estratificações cruzadas de maior porte, foi, provavelmente, a área central do antigo *Deserto Caiuá* (Fernandes e Coimbra, 2000a).

Formação Goio Erê

A Formação Goio Erê ocorre apenas no estado do Paraná, no extremo sudeste da Bacia Bauru. Suas maiores espessuras preservadas estão em torno de 50 m. A unidade tem como seção-tipo (holoestratótipo) o corte do km 427,7 da rodovia BR-272 (Figura 11C), e seção complementar, paraestratótipo, na mesma rodovia (km 59,5). Apresenta contato transicional



Fm.: Formação.

Fonte: modificado de Fernandes (1992).

Figura 12. Rumos de paleocorrentes eólicas para SW, do Deserto Caiuá, no setor sudeste da Bacia Bauru.

com a Formação Rio Paraná e contatos erosivos (não conformidade) com basaltos da Formação Serra Geral.

Essa formação é composta de camadas tabulares com estratificação cruzada, alternadas com outras de aspecto maciço, às vezes com laminação plano-paralela incipiente, ondulações de adesão, *climbing ripples* eólicos e pequenas dobras convolutas descontínuas e mal definidas. É constituída de quartzarenitos marrom-avermelhados a cinza-arroxeados, finos a muito finos (ocasionalmente médios), subarcoseanos, mineralogicamente maduros e texturalmente submaduros. Os grãos têm superfície fosca, encoberta por película de óxidos/hidróxidos de ferro (Fernandes, 1992). O revestimento de poros

por argilominerais neoformados é comum nos arenitos, pela transformação de esmectita (original) em caulinita autigênica, por processos intempéricos recentes (Fernandes et al., 1994a). Cimentação carbonática é frequente, localmente também formando nódulos e crostas duras (calcretes). Na base da unidade são comuns intercalações horizontais de arenitos maciços conglomeráticos, de até 1 m de espessura. São sustentados por matriz areno-lamítica, com clastos subangulosos centimétricos de basalto, ágata, nódulos de argila e carbonáticos. Tais depósitos ocorrem nos vales dos rios Ligeiro e Goio Erê, ribeirões Tamboara e Anhumai, a oeste-noroeste de Campo Mourão. Veja Tabela 1/locais 1, 2 e 2A.

A unidade corresponde a depósitos de dunas eólicas de cristas sinuosas, e interdunas úmidas ou aquosas, de áreas periféricas de *sand sea* ou *erg*, sujeitas a oscilações frequentes do nível freático raso.

Formação Santo Anastácio

A Formação Santo Anastácio ocorre principalmente nas calhas dos baixos vales dos afluentes do rio Paraná, em São Paulo, Paraná e Minas Gerais. Tem espessura máxima preservada de 70 a 100 m. No Paraná, expõe-se na região a norte-noroeste de Maringá (Colorado, Guaraci, Astorga). Sua seção-tipo foi definida em São Paulo, no corte da rodovia BR-158, entre Presidente Venceslau e Marabá Paulista. Apresenta passagens graduais e recorrentes para as formações Rio Paraná e Vale do Rio do Peixe. Onde repousa diretamente sobre basaltos da Formação Serra Geral, pode-se encontrar delgados estratos basais com fragmentos de basalto imersos em arenito imaturo, semelhantes aos da base das formações Rio Paraná e Goio Erê. A área de ocorrência da Formação Santo Anastácio contorna a da Formação Rio Paraná, para a qual passa gradualmente.

A unidade é composta de estratos arenosos tabulares, de típico aspecto maciço, com espessura média decimétrica (até 1 m), e raras intercalações de estratos de lamitos e argilitos. É constituída de quartzarenitos a subarcóseos quase sempre maciços, finos a muito finos, pobremente selecionados, com a fração silte subordinada, e pequena quantidade de matriz siltoargilosa. Os grãos são subangulosos a subarredondados, foscos, encobertos por uma película de óxidos/hidróxidos de ferro (Fernandes, 1992, 1998). Veja Tabela 1/ local 6.

A Formação Santo Anastácio corresponde a depósitos de lençóis de areia (*sand sheets*), essencialmente secos, acumulados em extensas e monótonas planícies desérticas, marginais dos grandes complexos de dunas do Deserto Caiuá. No norte do Paraná, na região de Centenário do Sul, Fernandes et al. (1992) descreveram uma ocorrência isolada de associação de lentes de espessura decimétrica, compostas de conglomerados intercalados com arenitos conglomeráticos com estratificação cruzada mal definida. Foram interpretados como depósitos de enxurradas de chuvas torrenciais esporádicas (*wadis*), e designados de litofácies Mairá. A presença de ventifactos entre os clastos maiores sugere serem produtos de retrabalhamento fluvial de depósitos de deflação, em periferia de deserto.

Grupo Bauru

O Grupo Caiuá, sobretudo suas unidades correspondentes a depósitos mais periféricos do grande deserto de dunas arenosas, passa gradualmente, em escala regional, para unidades do Grupo Bauru. No Paraná, a única dessas

unidades aflorante é a Formação Vale do Rio do Peixe, que ocorre nas partes superiores de colinas, no norte do estado. Na região foi registrada a primeira e única ocorrência de ossos de vertebrados nesse grupo no Paraná, em litofácies de origem aquosa, prováveis depósitos de enxurradas de desertos (*wadi*). Veja Tabela 1/local 7.

Grupo Bauru

Formação Vale do Rio do Peixe

No Paraná, a Formação Vale do Rio do Peixe ocorre no nordeste da área de exposição da SB no Paraná. Sua seção-tipo (holoestratótipo) foi descrita por Fernandes e Coimbra (2000b), na rodovia SP-457 (SW de Tupã, SP), no corte do km 87. Outro corte (fossilífero) do km 83,6 da rodovia PR-317 — localizado próximo a Santo Inácio — foi indicado como seção complementar (hipoestratótipo) para o Paraná. No nordeste da área, a norte de Londrina, a Formação Vale do Rio do Peixe repousa diretamente sobre basaltos do Grupo Serra Geral. Passa gradualmente para a Formação Santo Anastácio, encobrindo-a.

A unidade é essencialmente constituída da associação de: estratos de tabulares de arenitos, de espessura submétrica, que predominam, intercalados com, corpos lenticulares de siltitos e lamitos arenosos, de contatos não ou pouco erosivos. Os *arenitos* são muito finos a finos, marrom-claro amarelado a avermelhado, de seleção moderada a boa. Têm aspecto maciço ou apresentam estratificação cruzada tabular e acanalada, dispostos em *sets* de espessura decimétrica. Os estratos de aspecto maciço podem apresentar estruturação localizada, de processos eólicos. Neles podem ocorrer estratificação ou laminação plano-paralela mal definida, formada por:

- superfícies com marcas onduladas de amplitude e comprimento de onda centimétrico, às vezes com laminação interna de cavalgamento por translação (*climbings ripples* eólicos);
- ondulações eólicas de adesão; ou
- planos bem definidos, com lineação de partição.

Pode ocorrer também gradação normal, com *fining upward*, por aumento das quantidades de areia muito fina e silte para o topo. Eventualmente, podem apresentar intensa cimentação de nódulos carbonáticos. Os *estratos siltosos* são maciços, às vezes com intervalos com laminação incipiente. Têm cores marrom-avermelhado a amarelado, espessura média decimétrica. No topo dos estratos podem ocorrer, raramente, fendas de ressecção, ou feições tubulares de diâmetro milimétrico e comprimento centimétrico, em geral verticais, atribuídas a preenchimento de perfurações de pequenos organismos e/ou de raízes. Nos arenitos, nas porções com estratificação cruzada, é comum ocorrerem

clastos de lamitos subangulosos retrabalhados, de até 5 cm, principalmente próximo à base da estratificação, assentados em concordância com os estratos. O contato entre os corpos de lamito e arenitos sobrejacentes frequentemente se dá por superfícies irregulares, denotando deformações por sobrecarga, como estruturas em chama e pseudonódulos (Fernandes, 1992, 1998).

A cerca de 2 km ao sul de Santo Inácio, no km 80,6 da rodovia PR-317, foram encontrados dois fragmentos de ossos de seção elíptica, com 3,5 cm de diâmetro maior e 20 cm de comprimento, em estrato de arenito fino a muito fino, maciço, com clastos centimétricos de siltito, acima de lentes de lamitos siltosos (Figuras 11D e 11E, Tabela 1/local 7). Constituem a única ocorrência de fósseis do Grupo Bauru no Paraná, e a primeira descoberta de fósseis de vertebrados da SB no estado (Fernandes, 1993). Trata-se de fragmentos de ossos retrabalhados, atribuídos então a prováveis tetrápodes.

A Formação Vale do Rio do Peixe corresponde a depósitos essencialmente eólicos, acumulados em extensas áreas planas, na forma de lençóis de areia com campos de dunas baixas. Tais depósitos alternam-se com estratos siltoargilosos de loesse acumulados em corpos aquosos rasos e efêmeros. Provavelmente, esses lamitos foram fixados em depressões, aquosas em períodos de exposição do nível freático.

Esporadicamente, enxurradas de deserto (*wadis*) retrabalhavam os depósitos das planícies eólicas. Os conglomerados e arenitos conglomeráticos imaturos, ricos em ventifactos da litofácies Mairá, foram considerados depósitos de deflação retrabalhados por enxurradas. Rumo ao interior da bacia, a Formação Vale do Rio do Peixe passa gradualmente para unidades acumuladas em contexto desértico interior, com aumento da frequência e porte de fácies com estratificação cruzada, assim como das características texturais, sobretudo a melhor seleção, de sedimentos de origem eólica.

Geodiversidade e geoconservação

Inventários do patrimônio geológico visam identificar os locais de interesse científico, os geossítios, mais relevantes como representativos da história geológica de um território. Identificados, devem ser conservados como um bem público.

A SB é representada no primeiro inventário do patrimônio geológico do Paraná (Xavier, 2022) por quatro geossítios: *Arenitos cretáceos Formação Rio Paraná*, *Sítio fossilífero Cruzeiro do Oeste*, *Arenitos silicificados cretáceos Três Morrinhos*, e *Conglomerados e arenitos cretáceos Formação Vale do Rio do Peixe*. São locais de relevante interesse científico, critério fundamental para considerá-los como patrimônio geológico. Os Três Morrinhos, ou Morro

Três Irmãos — que também integram o cadastro Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil (Fernandes et al., 2012) —, têm ainda uso turístico e recreativo. Constituem elevações anômalas sustentadas por arenitos silicificados de dunas eólicas do Deserto Caiuá e que testemunham nível de superfície de aplainamento K-T (Sítio SIGEP 058).

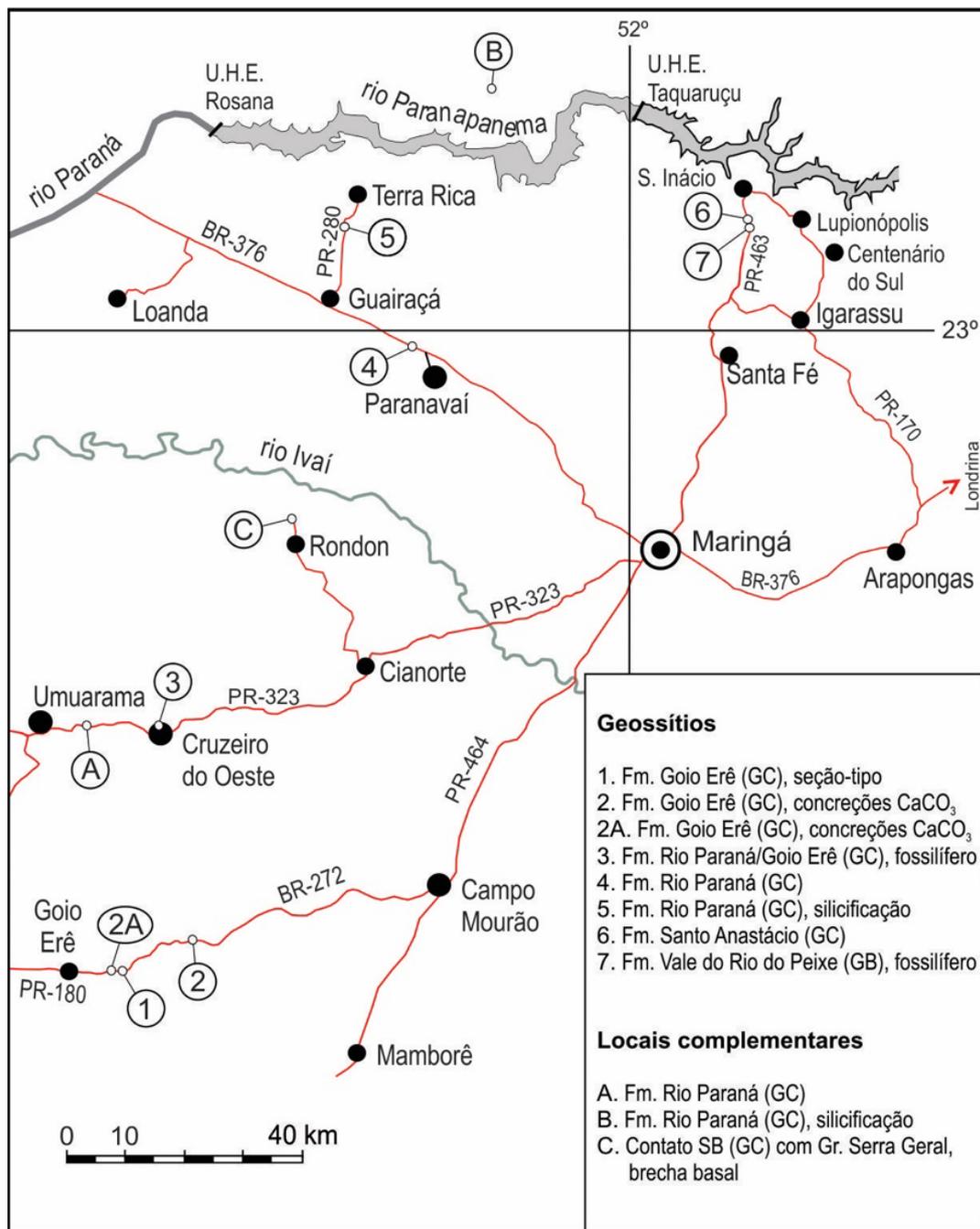
Poucos geossítios representantes da geodiversidade da SB estão protegidos por algum tipo de medida de geoconservação. Os Três Morrinhos ou Morro Três Irmãos situam-se no Parque municipal de Terra Rica, mas ali existe apenas uma portaria inativa, e o acesso ao topo por via pavimentada é livre. O Sítio fossilífero Cruzeiro do Oeste é protegido pelos decretos municipais nº 203/2012 e 093/2019. Situa-se em área da prefeitura, cercada, com acesso autorizado apenas a pesquisadores. Parte dos fósseis ali descobertos (Figura 9) é exposta no *Museu e Laboratório de Paleontologia de Cruzeiro do Oeste*.

Roteiro de geossítios da Supersequência Bauru no Paraná

A SB tem grande extensão territorial, mas as rochas estão, em geral, sob coberturas coluvionares arenosas de até dezenas de metros de espessura. Boas exposições representativas da sua geodiversidade, de maior porte e/ou interesse geológico, podem estar separadas por até centenas de quilômetros. Essas características dificultam sua apresentação, mesmo que em seus aspectos principais, em um breve roteiro. Há muitas exposições naturais, por exemplo, paredões de rocha com mais de 10 m de altura, da Formação Rio Paraná, na margem esquerda do rio Paraná. Há também aqueles criados pela ocupação antrópica, como cortes de rodovias ou de grandes barragens. O roteiro (Figura 13) apresenta afloramentos representativos das unidades litoestratigráficas componentes da SB no estado, dispostos em três regiões, executável em dois a três dias.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos avaliadores anônimos, pelas críticas e sugestões, que resultaram na melhoria do manuscrito original. São gratos a Sérgio Eduardo Jaensch, Hely Cristian Branco e Guilherme Fedalto, participantes quando alunos de graduação em Geologia da Universidade Federal do Paraná, bolsistas de Iniciação Científica CNPq/PIBIC, em projetos de revisão geológica da SB. Agradecem ao geólogo Jefferson Cassu Manzano o apoio logístico nas atividades de campo. São gratos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela Bolsa Produtividade em Pesquisa do primeiro autor (Processo 303433/2017-5), e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento



Fm.: Formação; GC: Grupo Caiuá; GB: Grupo Bauru.

Figura 13. Mapa de acesso a boas exposições, representativas das unidades litoestratigráficas, principais feições geológicas, geomorfológicas e sítios paleontológicos (geossítios). Veja Tabela 1.

001 pela bolsa de estudos de doutorado da segunda autora. Agradecem ao geólogo Oscar Salazar Jr., do Instituto Água e Terra do Paraná, o convite para participar da revisão do mapa geológico do Paraná, concluída pelo Serviço Geológico do Brasil, em convênio com a UFPR e aquele instituto.

REFERÊNCIAS

Almeida, F. F. M. (1976). The System of Continental Rifts Bordering the Santos Basin, Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 48(supl.), 15-26.

- Almeida, F. F. M., Barbosa, O. (1953). Geologia das quadrículas Piracicaba e Rio Claro, Estado de São Paulo. *Boletim DGM/DNPM*, 143, 1-96.
- Almeida, F. F. M., Melo, M. S. (1981). A Bacia do Paraná e o vulcanismo mesozóico. In: *Mapa Geológico do Estado de São Paulo*. Escala 1:500.000. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S/A, v. 1, p. 46-81.
- Almeida, M. A., Fernandes, L. A., Dantas, A. S. L., Sakate, M. T., Gimenez Filho, A., Teixeira, A. L., Bistrichi, C. A., Almeida, F. F. M. (1981). Considerações sobre a estratigrafia do Grupo Bauru na região do Pontal do Paranapanema no estado de São Paulo. *III Simpósio Regional de Geologia*, 2, 77-89. Curitiba: SBG.
- Almeida, M. A., Stein, D. P., Melo, M. S., Bistrichi, C. A., Ponçano, W. L., Hasui, Y., Almeida, F. F. M. (1980). Geologia do Oeste Paulista e áreas fronteiriças dos estados de Mato Grosso do Sul e Paraná. *XXXI Congresso Brasileiro de Geologia*, 5, 2799-2812. Camboriú: SBG.
- Alves, D. B., Caddah, L. F. G., Mizusaki, A. M. P., Martins, F. (1994). Ocorrência de camadas de cinzas vulcânicas no Cretáceo Superior das bacias de Campos, Santos e Espírito Santo. *III Simpósio sobre o Cretáceo do Brasil*, 19-203. Rio Claro: UNESP.
- Arai, M., Dias-Brito, D. (2018). The Ibaté paleolake in SE Brazil: Record of an excepcional late Santonian palynoflora with multiple significance (chronostratigraphy, paleoecology and paleophytogeography). *Cretaceous Research*, 84, 264-285. <https://doi.org/10.1016/j.cretres.2017.11.014>
- Arai, M., Fernandes, L. A. (2023). Lower Campanian palynoflora from the Araçatuba Formation (Bauru Group), Southeastern Brazil. *Cretaceous Research*, 150, 105586. <https://doi.org/10.1016/j.cretres.2023.105586>
- Baker, C. L. (1923). The lava field of the Paraná Basin, South America. *Journal of Geology*, 31(1), 69-79. <https://doi.org/10.1086/622980>
- 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 (Livro-Docência). Rio Claro: Instituto de Geociências e Ciências Exatas/UNESP.
- Barcelos, J. H., Landim, P. M. B., Suguio, K. (1981). Análise estratigráfica das seqüências cretácicas do Triângulo Mineiro (MG) e suas correlações com as do Estado de São Paulo. *III Simpósio Regional de Geologia*, 2, 90-102. Curitiba: SBG.
- Barcelos, J. H., Suguio, K. (1987). Correlação e extensão das unidades litoestratigráficas do Grupo Bauru definida em território paulista, nos estados de Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso do Sul e Paraná. *VI Simpósio Regional de Geologia*, 1, 313-321. Rio Claro: SBG.
- Basilici, G., Dal' Bó, P. F. F., Ladeira, F. S. B. (2009). Climate-induced sediment-palaeosol cycles in a Late Cretaceous dry aeolian sand sheet: Marília Formation (NW Bauru Basin, Brazil). *Sedimentology*, 56(6), 1876-1904. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3091.2009.01061.x>
- Batezelli, A., Ladeira, F. S. B. (2016). Stratigraphic framework and evolution of the Cretaceous continental sequences of the Bauru, Sanfranciscana and Parecis basins, Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, 65, 1-24. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2015.11.005>
- Bigarella, J. J. (1949). Contribuição à petrografia dos arenitos da Série São Bento. *Arquivos de Biologia e Tecnologia*, 4, 141-216.
- Bigarella, J. J., Mazuchowski, J. Z. (1985). Visão integrada da problemática da erosão. *III Simpósio Nacional de Controle da Erosão*. Maringá: ABGE/ADEA.
- Bósio, N. J., Landim, P. M. B. (1971). Um estudo sedimentológico sobre a Formação Caiuá. *Boletim Paranaense de Geociências*, 28/29, 145-157.
- Brandt Neto, M. (1984). *O Grupo Bauru na região centro-norte do Estado de São Paulo*. Tese (Doutorado). São Paulo: Instituto de Geociências, USP. <https://doi.org/10.11606/T.44.1984.tde-22072015-085122>
- Brandt Neto, M., Petri, S., Coimbra, A. M. (1978). Considerações sobre a estratigrafia e ambiente de sedimentação da Formação Bauru. *XXX Congresso Brasileiro de Geologia*, 2, 557-566. Recife: SBG.
- Bresser, M. L., Brumatti, M., Spisila, A. L. (2021). *Mapa geológico e de recursos minerais do estado do Paraná*. Escala 1:600.000. Curitiba: SGB-CPRM.
- Brookfield, M. E. (1977). The origin of bounding surfaces in ancient aeolian sandstones. *Sedimentology*, 24(3), 303-332. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3091.1977.tb00126.x>
- Brown Jr., L. F., Fisher, W. L. (1977). Seismic-stratigraphic interpretation of depositional systems: examples from brazilian rift and pull-apart basins. In: Payton, C. E. (ed.). *Seismic Stratigraphy – Applications to Hydrocarbon Exploration* (p. 213-248). Tulsa: AAPG (Memoir #26).

- Castro, M. C., Goin, F. J., Ortiz-Jaureguizar, E., Vieytes, E. C., Tsukui, K., Ramezani, J., Batezelli, A., Marsola, J. C. A., Langer, M. C. (2018). A Late Cretaceous mammal from Brazil and the first radioisotopic age for the Bauru Group. *Royal Society Open Science*, 5(5), 180482. <https://doi.org/10.1098/rsos.180482>
- Coimbra, A. M. (1976). *Arenitos da Formação Bauru: estudo de áreas fonte*. Dissertação (Mestrado). São Paulo: Instituto de Geociências, USP. <https://doi.org/10.11606/D.44.1976.tde-06082015-153011>
- Coimbra, A. M. (1991). *Sistematização crítica da obra*. Tese (Livre-Docência). São Paulo: Instituto de Geociências, USP. <https://doi.org/10.11606/T.44.2016.tde-31052016-155613>
- Coimbra, A. M., Coutinho, J. M. V., Brandt Neto, M., Rocha, G. A. (1981). Lavas fonolíticas associadas ao Grupo Bauru no Estado de São Paulo. *III Simpósio Regional de Geologia*, 1, 324-327. Curitiba: SBG.
- Coimbra, A. M., Fernandes, L. A. (1994). A paleogeografia da Bacia Bauru (Cretáceo Superior, Brasil). *VI Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía*. Actas... 85-90. Trelew: Museo Paleontología Egidio Feruglio.
- Coimbra, A. M., Fernandes, L. A., Hachiro, J. (1992). Sismitos do Grupo Caiuá (Bacia Bauru, Ks) no Pontal do Paranapanema (SP). *XXXVII Congresso Brasileiro de Geologia*, 2, 503-504. São Paulo: SBG.
- Cordani, U. G., Hasui, Y. (1968). Idades K-Ar de rochas alcalinas do Primeiro Planalto do estado do Paraná. *XXII Congresso Brasileiro de Geologia*, 149-153. Belo Horizonte: SBG.
- Coutinho, J. M. V., Coimbra, A. M., Brandt Neto, M., Rocha, G. A. (1982). Lavas alcalinas analcímicas associadas ao Grupo Bauru (Kb) no Estado de São Paulo, Brasil. *V Congreso Latinoamericano de Geologia*, 2, 185-196. Buenos Aires: Servicio Geológico Nacional.
- Dal' Bó, P. F. F., Basilici, G., Angelica, R. S., Ladeira, F. S. B. (2009). Paleoclimatic interpretations from pedogenic calcretes a Maastrichtian semi-arid eolian sand sheet palaenvironment: Marília Formation (Bauru basin, southeastern Brazil). *Cretaceous Research*, 30(3), 659-675. <https://doi.org/10.1016/j.cretres.2008.12.006>
- Delgado, L., Batezelli, A., Ladeira, F. S. B. (2021). Paleoenvironmental and paleoclimatic reconstruction of Lower to Upper Cretaceous sequences of the Bauru Basin based on paleosol geochemistry and mineralogical analyses. *Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology*, 569, 110328. <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2021.110328>
- Dias-Brito, D., Musacchio, E. A., Castro, J. C., Maranhão, M. S. A. S., Suarez, J. M., Rodrigues, R. (2001). Grupo Bauru: uma unidade continental do Cretáceo no Brasil - concepções baseadas em dados micropaleontológicos, isotópicos e estratigráficos. *Revue de Paléobiologie*, 20(1), 245-304.
- Fernandes, L. A. (1992). *A cobertura cretácea suprabasáltica no Paraná e Pontal do Paranapanema (SP): os grupos Bauru e Caiuá*. Dissertação (Mestrado). São Paulo: Instituto de Geociências, USP. <https://doi.org/10.11606/D.44.1992.tde-24092013-094556>
- Fernandes, L. A. (1993). New discovery of fossil bones in the Bauru Group (Ks), Paraná State, Brasil. *Ciência & Cultura*, 45(1), 9.
- Fernandes, L. A. (1998). *Estratigrafia e evolução geológica da parte oriental da Bacia Bauru (Ks, Brasil)*. Tese (Doutorado) São Paulo: Instituto de Geociências, USP. <https://doi.org/10.11606/T.44.1998.tde-16012014-142739>
- Fernandes, L. A. (2004). Mapa litoestratigráfico da parte oriental da Bacia Bauru (PR, SP, MG), escala 1:1.000.000. *Boletim Paranaense de Geociências*, 55, 53-66. <https://doi.org/10.5380/geo.v55i0.4283>
- Fernandes, L. A., Branco, H. C. (2015). Calcretes neocretácicos da Formação Marília, Bacia Bauru. In: Dias-Brito, D.; Tibana, P. (Eds.), *Calcários do Cretáceo do Brasil: um atlas* (p. 481-517). Rio Claro: UNESP-UNESPetro.
- Fernandes, L. A., Branco, H. C., Fedalto, G., Jaensch, S. E., Salazar Junior, O. (2014). Grupos Caiuá e Bauru no Paraná: revisão cartográfica. *XLVII Congresso Brasileiro de Geologia*. Salvador: SBG. CD-ROM.
- Fernandes, L. A., Brandt Neto, M., Coutinho, J. M. V. (2002). Fluorapatita e apatita em arenitos da Fm. Rio Paraná (Gr. Caiuá, Bacia Bauru) e hidrotermalismo neocretáceo. *XLI Congresso Brasileiro de Geologia*, 661. João Pessoa: SBG.
- Fernandes, L. A., Castro, A. B., Basilici, G. (2007). Seismites in continental sand sea deposits of the Late Cretaceous Caiuá Desert, Bauru Basin, Brazil. *Sedimentary Geology*, 199(1-2), 51-64. <https://doi.org/10.1016/j.sedgeo.2005.12.030>
- Fernandes, L. A., Coimbra, A. M. (1994). O Grupo Caiuá (Ks): revisão estratigráfica e contexto deposicional. *Revista*

- Brasileira de Geociências*, 24(3), 166-176. <https://doi.org/10.25249/0375-7536.1994164176>
- Fernandes, L. A., Coimbra, A. M. (1996). A Bacia Bauru (Cretáceo Superior, Brasil). *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 68(2), 195-205.
- Fernandes, L. A., Coimbra, A. M. (2000a). The Late Cretaceous Caiuá Desert (Bauru Basin, Brazil). *31st International Geological Congress, General Symposia*, 3.6. Rio de Janeiro: IUGS. CD-Rom. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/directbitstream/3dcf7f01-61f6-4901-b452-530d353ebdf0/3040191.pdf>. Acesso em: 28 jun. 2023.
- Fernandes, L. A., Coimbra, A. M. (2000b). Revisão estratigráfica da parte oriental da Bacia Bauru (Neocretáceo). *Revista Brasileira de Geociências*, 30(4), 723-734. <https://doi.org/10.25249/0375-7536.2000304717728>
- Fernandes, L. A., Coimbra, A. M., Brandt Neto, M., Desenzi, A. L. G. (1994a). Argilominerais do Grupo Caiuá. *Revista Brasileira de Geociências*, 24(2), 90-96. <https://doi.org/10.25249/0375-7536.19949096>
- Fernandes, L. A., Coimbra, A. M., Hachiro, J. (1992). Venlifactos da Lilofácies Mairá, Formação Santo Anastácio (Grupo Bauru, Ks). *XXXVII Congresso Brasileiro de Geologia*, v. 2, 504-506. São Paulo: SBG.
- Fernandes, L. A., Coimbra, A. M., Hachiro, J. (1994b). Contexto paleoambiental de ocorrência de ossos de vertebrado no Grupo Bauru (Ks), Estado do Paraná, Brasil. *Boletim Paranaense de Geociências*, 42, 113-119.
- Fernandes, L. A., Couto, E. V., Santos, L. J. C. (2012). Três Morrinhos, Terra Rica, PR Arenitos silicificados de dunas do Deserto Caiuá testemunham nível de superfície de aplainamento K-T. In: Winge, M.; Schobbenhaus, C.; Souza, C. R. G.; Fernandes, A. C. S.; Berbert-Born, M.; Sallun Filho, W.; Queiroz, E. T. (Eds.). *Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil*. Brasília: SGB-CPRM. Disponível em: <https://sigep.eco.br/sitio058/sitio058.pdf>. Acesso em: 23 ago. 2023.
- Fernandes, L. A., Magalhães-Ribeiro, C. M. (2015). Evolution and palaeoenvironment of the Bauru Basin (Upper Cretaceous, Brazil). *Journal of South American Earth Sciences*, 61, 71-90. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2014.11.007>
- Fernandes, L. A., Sedor, F. A., Silva, R. C., Silva, L. R., Azevedo, A. A., Siqueira, A. G. (2009). Icnofósseis da Usina de Porto Primavera, SP. Rastros de dinossauros e mamíferos em rochas do deserto neocretáceo Caiuá. In: Winge, M., Schobbenhaus, C., Souza, C. R. G., Fernandes, A. C. S., Bebert-Born, M., Queiroz, E. T. (Eds.), *Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil* (v. II, 479-488). Brasília: SGB-CPRM. Disponível em: <https://sigep.eco.br/sitio013/sitio013.pdf>. Acesso em: 23 ago. 2023.
- Ferrari, A., Silva, A., Alves, E. C. (1991). Evolução tectônica da Serra do Mar: integração de dados das bacias marginais e do continente. *II Simpósio de Geologia do Sudeste*, 465-466. Rio de Janeiro: SBG/SP-RJ.
- Florence, G. (1907). Notas geológicas sobre o Rio Tietê no trecho estudado pela turma em 1905. In: Comissão Geographica e Geológica (ed.), *Exploração do Rio Tietê*, 9-15. São Paulo: Comissão Geographica e Geológica.
- Florence, G., Pacheco, J. (1929). *Carta Geológica do Estado de São Paulo, Brasil*. Escala 1:2.000.000. São Paulo: Comissão Geographica e Geológica.
- Freitas, R. O. (1955). Sedimentação, estratigrafia e tectônica da Série Bauru. *Boletim da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da USP*, (14), 9-187. <https://doi.org/10.11606/issn.2526-3862.bffcluspgeologia.1955.122004>
- Freitas, R. O. (1973). Geologia e petrologia da Formação Caiuá no Estado de São Paulo. *Boletim do Instituto Geográfico e Geológico*, 5, 1-122.
- Fúlfaro, V. J., Barcelos, J. H. (1993). Fase rifte na Bacia Sedimentar do Paraná: a Formação Caiuá. *Geociências*, 12(1), 33-45.
- Fúlfaro, V. J., Perinotto, J. A. J. (1996). A Bacia Bauru: estado da arte. *IV Simpósio sobre o Cretáceo do Brasil*, 297-303. Rio Claro: UNESP.
- Fúlfaro, V. J., Saad, A. R., Santos, M. V., Vianna, R. B. (1982). Compartimentação e evolução tectônica da Bacia do Paraná. *Revista Brasileira de Geociências*, 12(4), 590-610.
- Gonzaga de Campos, L. F. (1905). *Reconhecimento da zona compreendida entre Bauru e Itapura. E.F. Noroeste do Brasil. São Paulo: Tipografia Ideal*.
- Gordon Jr., M. (1947). Classificação das formações gondwânicas do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. *Notas preliminares e estudos*, 38, 1-20. Rio de Janeiro: DGM/DNPM.
- Hasui, Y. (1968). A Formação Uberaba. *XXII Congresso Brasileiro de Geologia*, 167-179. Belo Horizonte: SBG.
- Hasui, Y. (1969). O Cretáceo do oeste mineiro. *Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia*, 18(1), 38-56.

- Huene, F. von. (1939). Carta de F. von Huene ao Dr. Euzébio de Oliveira. *Mineração e Metalurgia*, 4(22), 190.
- Ihering, R. (1911). Fósseis de São José do Rio Preto. *Revista do Museu Paulista*, 8, 141-146.
- IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S/A. (1981a). *Mapeamento geológico do bloco SF-22-N (ACS-42)*. São Paulo: IPT. Relatório IPT, 14.768.
- IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S/A. (1981b). *Mapeamento geológico do bloco SF-22-T (ACS-73)*. São Paulo: IPT. Relatório IPT, 14.845.
- IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S/A. (1981c). *Mapeamento geológico do bloco SF-22-U (ACS-74)*. São Paulo: IPT. Relatório IPT, 15.377.
- Jabur, I. C., Santos, M. L. (1984). Revisão estratigráfica da Formação Caiuá. *Boletim de Geografia da Universidade Estadual de Maringá*, 2(2), 91-106. <https://doi.org/10.4025/bolgeogr.v2i2.12928>
- Kellner, A. W. A., Weinschütz, L. C., Holgado, B., Bantim, R. A. M., Sayão, J. M. (2019). A new toothless pterosaur (Pterodactyloidea) from Southern Brazil with insights into the paleoecology of a Cretaceous desert. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 91(Supl. 2), e20190768. <https://doi.org/10.1590/0001-3765201920190768>
- Landim, P. M. B., Fúlfaro, J. V. (1971). Nota sobre a gênese da Formação Caiuá. *XXV Congresso Brasileiro de Geologia*, v. 2, 277-280. São Paulo: SBG.
- Landim, P. M. B., Soares, P. C. (1976). Estratigrafia da Formação Caiuá. *XXIX Congresso Brasileiro de Geologia*, v. 2, 195-206. Ouro Preto: SBG.
- Langer, M. C., Martins, N. O., Manzig, P. C., Ferreira, G. S., Marsola, J. C. A., Fortes, E., Lima, R., Sant'ana, L. C. F., Vidal, L. S., Silva Lorençato, R. H., Ezcurra, M. D. (2019). A new desert-dwelling dinosaur (Theropoda, Noasaurinae) from the Cretaceous of south Brazil. *Scientific Reports* 9, 9379. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-45306-9>
- Leonardi, G. (1977). Two new ichnofaunas, vertebrates and invertebrates, in the eolian cretaceous sandstones of the Caiuá formation in northwest Paraná. *I Simpósio de Geologia Regional*, 112-128. São Paulo: SBG/SP.
- Leonardi, G. (1989). Inventory and statistics of the South American dinosaurian ichnofauna and its paleobiological interpretation. In: Gillette, D. D., Lockley, M. G. (Eds.), *Dinosaur tracks and traces* (165-178). Cambridge: Cambridge University.
- Leonardi, G. (1994). *Annotated atlas of South America tetrapod footprints (Devonian to Holocene) with a appendix on Mexico and Central America*. Brasília: SGB-CPRM. 248 p.
- Licht, O. A. B., Arioli, E. E. (2018). *Mapeamento geológico do Grupo Serra Geral no Estado do Paraná*. Nota Explicativa. Curitiba: ITCG.
- Lima, M. R., Mezzalira, S., Dino, R., Saad, A. R. (1986). Descoberta de microflora em sedimentos do Grupo Bauru, Cretáceo do Estado de São Paulo. *Revista do Instituto Geológico*, 7(1-2), 5-9. <https://doi.org/10.33958/revig.v7i1-2.667>
- Maack, R. (1941). Algumas observações a respeito da existência e da extensão do arenito superior São Bento ou Caiuá no Estado do Paraná. *Arquivos do Museu Paranaense*, 1, 107-129.
- Maack, R. (1947). Breves notícias sobre a geologia dos estados do Paraná e Santa Catarina. *Arquivos de Biologia e Tecnologia*, 2, 67-154.
- Maack, R. (1953). *Mapa Geológico do Estado do Paraná*. Escala 1:750.000. Curitiba: Instituto de Biologia e Pesquisas Tecnológicas.
- Manzig, P. C., Kellner, A. W. A., Weinschütz, L. C., Fragoso, C. E., Vega, C. S., Guimarães, G. B., Godoy, L. C., Liccardo, A., Ricetti, J. H. Z., Moura, C. C. (2014). Discovery of a rare Pterosaur bone bed in a Cretaceous Desert with insights on ontogeny and behavior of flying reptiles. *PLoS One*, 9(8), 0100005. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0100005>
- Martin, C. M. (2017). *Gênese da silicificação de arenitos neocretáceos da Bacia Bauru por análise de inclusões fluidas em cimentos*. Trabalho de Conclusão de Curso. Curitiba: UFPR/Departamento de Geologia. Disponível em: <https://hdl.handle.net/1884/79778>. Acesso em: 28 jun. 2023.
- Meihy, J. C. S. B. (1991). *Canto de morte Kaiowá: história oral de vida*. São Paulo: Loyola.
- Menegazzo, M. C., Catuneanu, O., Chang, H. K. (2016). The South American retroarc foreland system: The development of the Bauru Basin in the back-bulge province. *Marine and Petroleum Geology*, 73, 131-156. <https://doi.org/10.1016/j.marpetgeo.2016.02.027>

- Mezzalira, S. (1964). Formação Caiuá. *Boletim do Instituto Geográfico e Geológico*, 45, 120-125.
- Mezzalira, S. (1981). Léxico estratigráfico do Estado de São Paulo. *Boletim do Instituto Geológico*, 5.
- Mezzalira, S., Arruda, M. R. (1965). Observações geológicas na região do Pontal do Paranapanema, Estado de São Paulo. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 37(1), 69-77.
- Milani, E. J., Kinoshita, E. M., Araújo, L. M., Cunha, P. R. C. (1990). Bacia do Paraná: possibilidades petrolíferas da calha central. *Boletim de Geociências da Petrobras*, 4(1), 21-34.
- Milani, E. J., Melo, J. H. G., Souza, P. A., Fernandes, L. A., França, A. B. (2007). Bacia do Paraná. *Boletim de Geociências da Petrobras*, 15(2), 265-287.
- Mineiro, A. S., Santucci, R. M., Rocha, D. M. S., Andrade, M. B., Nava, W. R. (2017). Invertebrate ichnofossils and rhizoliths associated with rhizomorphs from the Marília Formation (Echaporã Member), Bauru Group, Upper Cretaceous, Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, 80, 529-540. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2017.10.010>
- Mineropar – Minerais do Paraná S/A. (1986). *Geologia do Estado do Paraná*. Escala 1:400.000. Curitiba: Mineropar/ITCF.
- Mineropar – Minerais do Paraná S/A. (1989). *Mapa Geológico do Estado do Paraná*. Escala 1:650.000. Curitiba: DNPM/Mineropar.
- Mineropar – Minerais do Paraná S/A. (2001). *Mapa Geológico do Paraná*. Escala 1:1.000.000. Curitiba: Mineropar.
- Mineropar – Minerais do Paraná S/A. (2006). *Mapa Geológico do Paraná*. Escala 1:650.000. Curitiba: Mineropar.
- Moreira, J. L. P., Madeira, C., Gil, J. A., Machado, M. A. P. (2007). Bacia de Santos. *Boletim de Geociências da Petrobras*, 15(2), 531-549.
- Moscariello, A. (2017). Alluvial fans and fluvial fans at the margins of continental sedimentary basins: geomorphic and sedimentological distinction for geo-energy exploration and development. In: Ventra, D., Clarke, L. E. (Eds.). *Geology and Geomorphology of Alluvial and Fluvial Fans: Terrestrial and Planetary Perspectives* (p. 215-243). Londres: Geological Society. <https://doi.org/10.1144/SP440.11>
- Northfleet, A., Medeiros, R. A., Muhlmann, H. (1969). Reavaliação dos dados geológicos da Bacia do Paraná. *Boletim Técnico da Petrobras*, 12(3), 291-346.
- Oliveira, E. P. (1925). *Mapa Geológico do Estado do Paraná*. Escala 1:1.000.000. Rio de Janeiro: Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil.
- Popp, J. H., Bigarella, J. J. (1975). Formações cenozóicas do Noroeste do Paraná. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 47(Supl.), 465-472.
- Price, L. I. (1950). Os crocodilídeos da fauna da Formação Bauru do Cretáceo terrestre do Brasil Meridional. *Academia Brasileira de Ciências*, 22(4), 473-490.
- Quintas, M. C. L. (1995). *O embasamento da Bacia do Paraná: reconstrução geofísica de seu arcabouço*. Tese (Doutorado) São Paulo: Instituto Astronômico e Geofísico, USP.
- Reading, H. G. (Ed.). (1986). *Sedimentary environments and facies*. 2. ed. Oxford: Blackwell Scientific.
- Renne, P. R., Ernesto, M., Pacca, I. G., Coe, R. S., Glen, J. M., Prévot, M., Perrin, M. (1992). The age of the Paraná flood volcanism, rifting of Gondwanaland, and the Jurassic-Cretaceous boundary. *Science*, 258(5084), 975-979. <https://doi.org/10.1126/science.258.5084.975>
- Retur – Rede de Turismo Regional. *Museu de Paleontologia de Cruzeiro do Oeste*. Retur. Disponível em: <https://retur.com.br/lugar/museu-paleotologico-de-cruzeiro-do-oeste/>. Acesso em: 25 mar. 2022.
- Riccomini, C. (1995). *Tectonismo gerador e deformador dos depósitos sedimentares pós-gondvânicos da porção centro-oriental do estado de São Paulo e áreas vizinhas*. Tese (Livre-Docência). São Paulo: Instituto de Geociências, USP. <https://doi.org/10.11606/T.44.2013.tde-03062013-103524>
- Riccomini, C. (1997). Arcabouço estrutural e aspectos do tectonismo gerador e deformador da Bacia Bauru no estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Geociências*, 27(2), 153-162. <https://doi.org/10.25249/0375-7536.1997153162>
- Riccomini, C., Gimenez Filho, A., Pires Neto, A. G., Stein, D. P. Almeida, F. F. M., Dehira, L. K., Melo, M. S., Braga, T. O., Ponçano, W. L. (1981). Características da porção basal da Formação Caiuá no noroeste do Paraná. *III Simpósio Regional de Geologia*, v. 2, 34-46. Curitiba: SBG.
- SBG/SP – Sociedade Brasileira de Geologia/Núcleo de São Paulo. (1981). *Mesa-redonda: A Formação Bauru no estado de São Paulo e regiões adjacentes*. Coletânea de trabalhos e debates. São Paulo: SBG/SP.

- Scorza, E. P. (1952). Considerações sobre o arenito Caiuá. *Boletim DGM/DNPM*, 139, 1-62.
- Scorza, E. P. (1956). O Arenito Caiuá e a crítica inconsistente. *Notas preliminares e estudos*, 97, 1-14. Rio de Janeiro: DGM/DNPM.
- Setzer, J. (1943). *Os solos da nordeste*. São Paulo: Secretaria da Agricultura, Indústria e Comércio do Estado de São Paulo.
- SGB-CPRM – Serviço Geológico do Brasil (2003). *Mapa geológico do estado de Minas Gerais*. Escala 1:1.000.000. Belo Horizonte: SGB-CPRM.
- SGB-CPRM – Serviço Geológico do Brasil (2004a). *Geologia e Recursos Minerais do Estado de Mato Grosso*. Escala 1:1.000.000. Goiânia: SGB-CPRM.
- SGB-CPRM – Serviço Geológico do Brasil (2004b). *Geologia e Recursos Minerais do Estado de Mato Grosso do Sul*. Escala 1:1.000.000. Campo Grande: SGB-CPRM.
- SGB-CPRM – Serviço Geológico do Brasil (2004c). *Geologia, Tectônica e Recursos Minerais do Brasil*. Escala 1:2.500.000. Brasília: SGB-CPRM. 4 CDs.
- SGB-CPRM – Serviço Geológico do Brasil (2006a). *Mapa geológico do Brasil*. Escala 1:1.000.000. Brasília: SGB-CPRM.
- SGB-CPRM – Serviço Geológico do Brasil (2006b). *Mapa geológico do estado de São Paulo*. Escala 1:750.000. Versão 2.0. Brasília: SGB-CPRM.
- SGB-CPRM – Serviço Geológico do Brasil (2008). *Geologia do estado de Goiás e Distrito Federal*. Escala 1:500.000. Goiânia: SGB-CPRM.
- Siga Jr., O., Gomes, C. B., Sato, K., Passarelli, C. R. (2007). O maciço alcalino de Tunas, PR: novos dados geocronológicos. *Geologia USP. Série Científica*, 7(2), 71-80. <https://doi.org/10.5327/Z1519-874x2007000200005>
- Simões, T. R., Wilner, E., Caldwell, M. W., Weinschütz, L. C., Kellner, A. W. A. (2015). A stem acrodontan lizard in the Cretaceous of Brazil revises early lizard evolution in Gondwana. *Nature Communications*, 6, 8149. <https://doi.org/10.1038/ncomms9149>
- Soares, P. C., Landim, P. M. B. (1976). Comparison between the tectonic evolution of the intracratonic and marginal basins in south Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 48(supl.), 313-324.
- Soares, P. C., Landim, P. M. B., Fúlfaro, V. J., Sobreiro Neto, A. F. (1979). Ensaio de caracterização estratigráfica do cretáceo no Estado de São Paulo. *II Simpósio Regional de Geologia*, 30-31. Rio Claro: SBG/SP.
- Soares, P. C., Landim, P. M. B., Fúlfaro, V. J., Sobreiro Neto, A. F. (1980). Ensaio de caracterização do Cretáceo no Estado de São Paulo: Grupo Bauru. *Revista Brasileira de Geociências*, 10(3), 177-185. <https://doi.org/10.25249/0375-7536.1980177185>
- Sobreiro Neto, A. F., Bartorelli, A., Araújo, C. H. A., Nico Jr., E. L., Seignemartin, C. L., Couto, E. A., Suguio, K. (1981a). Fácies fanglomerática das formações Caiuá e Santo Anastácio no Norte do Paraná. *III Simpósio Regional de Geologia*, v. 2, 47-59. Curitiba: SBG.
- Sobreiro Neto, A. F., Paiva Filho, A., Araújo, C. H. A., Slongo, T. T., Seignemartin, C. L., Couto, E. A., Salamuni, R. (1981b). Estruturas sedimentares primárias de ambiente flúvio-deltaico da Formação Caiuá. *III Simpósio Regional de Geologia*, v. 2, 60-68. Curitiba: SBG.
- Sousa Jr., J. J. (1984). O Grupo Bauru na porção setentrional da Bacia Sedimentar do Paraná. *XXXIII Congresso Brasileiro de Geologia*, v. 2, 944-957. Rio de Janeiro: SBG.
- Spinelli, F. P., Gomes, C. B. (2008). A ocorrência alcalina de Cananéia, litoral sul do estado de São Paulo: 1. Geologia e Geocronologia. *Geologia USP. Série Científica*, 8(2), 53-64. <https://doi.org/10.5327/Z1519-874X2008000200004>
- Stein, D. P., Melo, M. S., Bistrichi, C. A., Almeida, M. A., Hasui, Y., Ponçano, W., Almeida, F. F. M. (1979). Geologia de parte dos vales dos rios Paraná e Paranapanema. *II Simpósio Regional de Geologia*, v. 2, 291-306. Rio Claro: SBG/SP.
- Suguio, K. (1973). *Formação Bauru: calcários e sedimentos detríticos associados*. Tese (Livre-Docência). São Paulo: Instituto de Geociências, USP. <https://doi.org/10.11606/T.44.2013.tde-07112013-152544>
- Suguio, K. (1981). Fatores paleoambientes e paleoclimáticos e subdivisão estratigráfica do Grupo Bauru. In: *A Formação Bauru no estado de São Paulo e regiões adjacentes*. Coletânea de trabalhos e debates, 15-26. São Paulo: SBG/SP.
- Suguio, K., Fúlfaro, V. J., Amaral, G., Guidorzi, L. A. (1977). Comportamentos estratigráficos e estrutural da Formação Bauru nas regiões administrativas 7 (Bauru), 8 (São José do Rio Preto) e 9 (Araçatuba) no Estado de São Paulo. *I Simpósio de Geologia Regional*, 231-247. São Paulo: SBG/SP.

THEMAG Engenharia (1982a). *Geologia da região limitada pelos paralelos 22° e 23° S e meridianos 51° e 52° W, RT227/82*. Bloco SF-22-O (ACS-43). São Paulo: THEMAG.

THEMAG Engenharia (1982b). *Geologia da região limitada pelos paralelos 23° e 24° S e meridianos 53° e 54° W, RT249/82*. Bloco SF-22-S (ACS-72). São Paulo: THEMAG.

THEMAG Engenharia (1982c). *Geologia da região limitada pelos paralelos 24° e 25° S e meridianos 52° e 53° W, RT242/82*. Bloco SF-22-B (ACS-75). São Paulo: THEMAG.

Thiede, D. S., Vasconcelos, P. M. (2010). Parana flood basalts: rapid extrusion hypothesis confirmed by new

⁴⁰Ar/³⁹Ar results. *Geology*, 38(8), 747-750. <https://doi.org/10.1130/G30919.1>

Washburne, C. W. (1930). Petroleum geology of the state of São Paulo. Brasil. *Boletim da Comissão Geographica e Geológica*, 22, 1-282.

Weska, R. K. (2006). Uma síntese do Cretáceo Superior mato-grossense. *Geociências*, 25(1), 71-81.

Xavier, F. C. B. (2022). *Inventário do patrimônio geológico do Paraná*. Tese (Doutorado). Curitiba: Universidade Federal do Paraná – UFPR. Disponível em: <https://hdl.handle.net/1884/77531>. Acesso em: 28 jun. 2023.