

PALEOCORRENTES DA PARTE ORIENTAL DA BACIA BAURU (KS, BRASIL)*

PALEOCURRENTS OF THE EAST PART OF BAURU BASIN (UK, BRAZIL)

Luiz Alberto FERNANDES¹

Armando Márcio COIMBRA²

ABSTRACT

The Bauru Basin was formed in the Upper Cretaceous (Coniacian-Maastrichtian) on the central-southern part of the South-American Platform. This inner continental basin spreads over an area of approximately 370,000 km² and is filled by a sandy sequence with preserved maximum thickness of 300m. Its substratum is constituted by basalts of the Serra Geral Fm. (K) from which it is separated by a regional erosive surface. The area examined in this research corresponds to the eastern part of the basin (west of São Paulo, southwest of Minas Gerais, northwest of Paraná), with about 180,000 km² (between the coordinates 18°S to 25° S and 47° W to 54° W). The aeolian units show a remarkable persistence of the transport direction during the sedimentation Upper Cretaceous sequence. The general pattern of the fluvial flows is directed toward the interior of the basin. The data from the Serra da Galga Mb. are, however, clearly discordant.

Supposing that this unit represents the proximal facies of the São José do Rio Preto-Presidente Prudente system, the existence of a topographic barrier in the northwestern part of the basin can be inferred, which must have determined the direction of the fluvial flow westwards, to the interior of the basin. The great drainage system developed in the final part of the Bauru Basin evolution shows remarkable similarity with the present outline of the main regional rivers (Paranaíba and Paraná). Probably the geographic position of the present regional drainage system corresponds to the displacement of that system developed on Upper Cretaceous, as a response to the uplifting of the eastern and northeastern margins of the basin. The (neo?)tectonic changes that modified the sequence, caused partial reordering of the drainage framework pointing out the WNW directions, nowadays shown by the main tributaries of the Paraná River.

* Estudo desenvolvido com apoio da Fundação do Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (proc.: 93/4524-9).

¹ Universidade Federal do Paraná - Setor de Ciências da Terra - Depto. de Geologia. Centro Politécnico - Jardim das Américas - Caixa Postal 19 011 - 81531-990 Curitiba Paraná, FAX: (041) 266 2393. E-mail: fernande@geologia.ufpr.br.

² Universidade de São Paulo - Instituto de Geociências (*In memoriam*).

Keywords: fluvial deposits, aeolian deposits, paleocurrents, Upper Cretaceous, Bauru Basin, Brazil.

INTRODUÇÃO

A Bacia Bauru formou-se na parte centro-sul da Plataforma Sul-Americana, entre o Coniaciano e o Maastrichtiano (Ks), após a ruptura do Gondwana, em evento de compensação isostática decorrente do acúmulo de quase 2.000 m de rochas vulcânicas (Ki). Como bacia continental interior, acumulou uma sequência sedimentar essencialmente arenosa, hoje com espessura máxima de quase 300 m e cerca de 370.000 km² de área. A sequência tem por substrato principal basaltos da Fm. Serra Geral (Ki), dos quais é separada por superfície erosiva regional (não-conformidade). Seu limite superior é erosivo, demarcado pela Superfície Sul-Americana ou sua posterior dissecação.

A área investigada, de cerca de 180.000 km², é delimitada pelas coordenadas 18° S e 25° S; e 47° W e 55° W (Fernandes 1998). Em termos litoestratigráficos, a sequência neocretácea foi dividida em dois gru-

pos parcialmente cronocorrelatos: Caiuá (formações Rio Paraná, Goio Erê e Santo Anastácio) e Bauru (formações Uberaba, Vale do Peixe, Araçatuba, São José do Rio Preto, Presidente Prudente e Marília, incluindo os Analcimitos Taiúva; Fig. 1).

MÉTODOS E RESULTADOS

Apenas as estratificações cruzadas ocorrem em quantidade suficiente para tratamentos estatísticos de dados azimutais. Algumas vezes, obtiveram-se sentidos de fluxo por estruturas de laminação por cavalgamento de ondulações (*climbing*) ou imbricação de clastos. Mais raros ainda foram os dados fornecidos por eixos de escavações ou de canais, assim como de direções de lineações de partição (Quadro 1). Os padrões de sentidos de transporte, obtidos de estratos cruzados, foram analisados de acordo com sua origem: eólica ou fluvial. Considerou-se, ainda, o contexto deposicional: barras arenosas, nos sistemas de fluxos entrelaçados e barras de canal, de pontal, ou arrombamento de diques marginais, nos sistemas meandran-tes. Algumas vezes, foram medidas atitudes de estru-

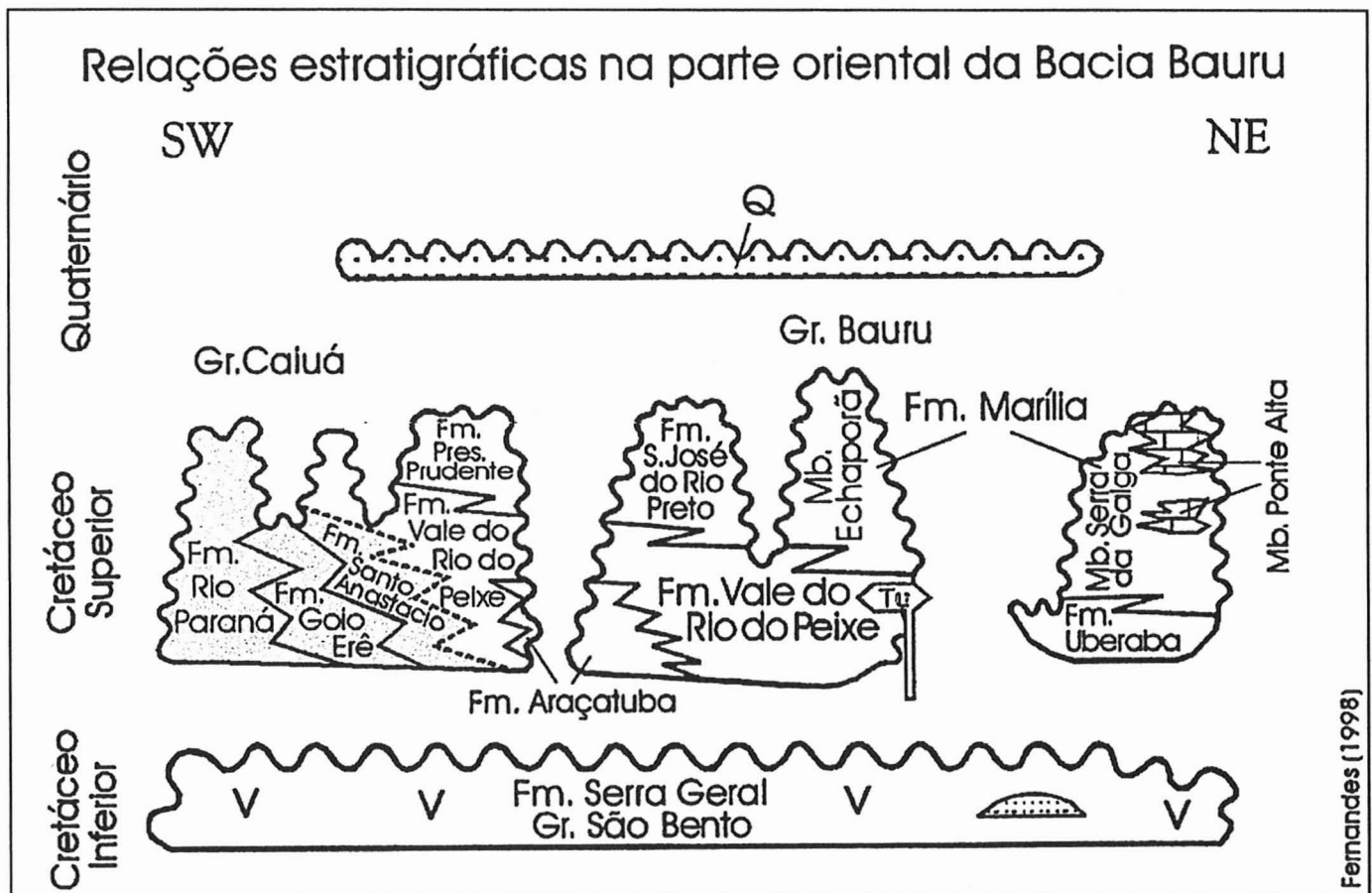


Figura 1 - Relações estratigráficas na parte oriental da Bacia Bauru (Fernandes, 1998; Fernandes & Coimbra, 1999).

Quadro 1- Principais resultados do tratamento estatístico de estruturas sedimentares de fluxo.

Unidade litoestratigráfica	Locais c/ medidas	Total de medidas	Sentido médio*	Contexto deposicional	Agente de transporte
Fm. Rio Paraná + Fm. Goio Erê	85	832	242°	dunas eólicas	vento
Fm. Santo Anastácio	4	28	283°	lençóis de areia	vento
Fm. Vale do Rio do Peixe	45	381	229°	dunas eólicas	vento
	4	11	variado	<i>wadis</i>	enxurradas
Fm. Araçatuba	4	22	quadrantes SW e NW	lobos "deltaicos" arenosos	fluxos aquosos em desaceleração
Fm. Uberaba	3	44	206°	barras arenosas	fluxos em canais entrelaçados
Mb. Serra da Galga (Fm. Marília)	4	66	313°	barras arenosas	fluxos em canais entrelaçados
Mb. Echaporã (Fm. Marília)	3	7	indefinido	leques aluviais	fluxos em lençol
Fm. S. José do Rio Preto	3	57	251°	barras arenosas	fluxos em canais entrelaçados
Fm. Presidente Prudente	4	45	Oeste	barras de canal (acresção a jusante)	rios meandantes
	1	6	quadrantes NW e SW	barras de pontal (acresção lateral)	rios meandantes
	8	83	quadrantes NW e SW	arrombamento de diques marginais	rios meandantes

* Quando houve grande dispersão optou-se por apresentar o resultado por quadrante(s).

turas de fluxos efêmeros não confinados (*wadis*) ou de lobos arenosos marginais de áreas pantanosas.

DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A sedimentação na Bacia Bauru ocorreu em duas fases principais, a primeira em condições essencialmente desérticas (trato de sistemas desértico); a segunda com maior presença de água, ainda que em clima semi-árido (trato de sistemas flúvio-eólico). Por motivos operacionais, os resultados de paleocorrentes são apresentados, a seguir, por unidades litoestratigráficas (Fig. 1).

Unidades do trato de sistemas desértico

Fm. Vale do Rio do Peixe: Corresponde a depósitos de lençóis de areia e dunas eólicas, acumulados em extensas planícies desérticas, com intercalações de depósitos de loesse e, mais raramente, de fluxos fluviais esporádicos (*wadis*). A maioria dos dados azimutais de fluxo

foi obtida em arenitos com estratificação cruzada, de dunas eólicas. Os resultados do tratamento de centenas de medidas revelaram notável semelhança, apontando correntes eólicas para SW. A manutenção do padrão indica grande estabilidade do rumo do vento durante a deposição, provavelmente em decorrência do relevo muito suave, típico de áreas desérticas arenosas. A dispersão relativamente baixa dos valores médios de rumos permitiu o agrupamento de todos os dados em um único diagrama (Fig. 2C). A pequena quantidade de locais com estruturas e a própria natureza das formas de leito relacionadas a depósitos de *wadis* não permitiram a definição de padrões regionais de fluxo (Fig. 2D).

Fms. Rio Paraná, Goio Erê e Santo Anastácio: As formações Rio Paraná e Goio Erê formam os depósitos eólicos da grande área desértica interior da Bacia Bauru. As paleocorrentes apresentam sentido dominante para SW, com dispersão relativamente baixa e notável similaridade, independente da posição geográfica na bacia (Fig. 2A). Por corresponderem a

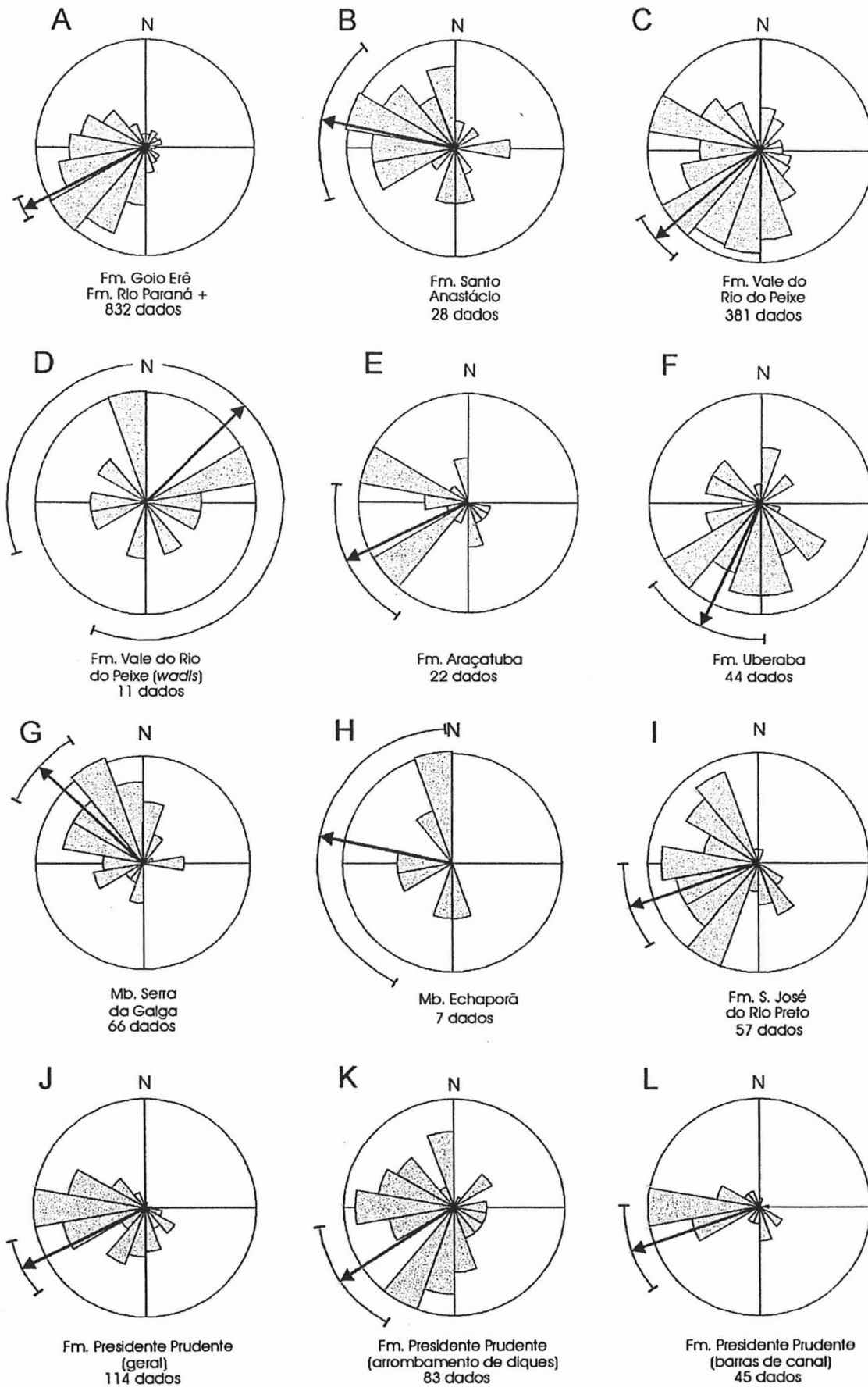


Figura 2 - Resultados de tratamento estatístico de rumos de estratos cruzados, da parte oriental da Bacia Bauru.

intervalos estratigráficos diversos, a boa definição de rumos para SW indica estabilidade do padrão de ventos durante a deposição eólica dos arenitos do Gr. Caiuá. Ainda que em menor quantidade, os dados obtidos na Fm. Santo Anastácio também indicam paleoventos de rumo oeste (Fig. 2B).

A viabilidade de reunião em diagrama único, dos dados da parte sudoeste da área (Pontal do Paranapanema e NW do Paraná), com os obtidos na região noroeste (canal de Pereira Barreto) ratifica a estabilidade do padrão das correntes eólicas na Bacia Bauru. Mais notável ainda é a coincidência entre os resultados globais das unidades eólicas da bacia (Vale do Rio do Peixe, Santo Anastácio, Rio Paraná e Goio Erê), exibida pela similaridade entre os diagramas A, B e C da Fig. 2.

Fm. Araçatuba: Na unidade, de origem paludal, são raras as estruturas sedimentares de fluxo. Em alguns locais mediram-se superfícies inclinadas de limite entre estratos arenosos, perfil sigmoidal, supostos contatos entre lobos arenosos marginais do Pantanal Araçatuba. O número de dados obtidos foi insuficiente para análises de caráter paleogeográfico. Aparentemente, exibem tendência de rumos para o interior da antiga área pantanosa, com dispersão relativamente alta (Fig. 2E).

Fm. Uberaba: Corresponde a depósitos de barras arenosas de sistema fluvial entrelaçado. Os resultados gerais encontrados na análise de paleocorrentes indicaram rumos para S-SW (Fig. 2F), com dispersão moderada, condizente entretanto com o contexto deposicional admitido.

Unidades do trato de sistemas flúvio-eólico

Mb. Serra da Galga (Fm. Marília): O Mb. Serra da Galga corresponde a depósitos de fluxos entrelaçados, medianos a distais, de leques aluviais marginais. A análise de medidas de estratificação cruzada indicou fluxos para NW (Fig. 2G). Admitindo-se a contemporaneidade desta associação com as outras fluviais - São José do Rio Preto e Presidente Prudente -, supõe-se que à época de sua deposição possivelmente havia uma barreira geográfica, próxima à atual divisa entre os estados de São Paulo e Minas Gerais. Para atingir o interior da bacia, os fluxos aquosos contornavam tal obstáculo, num trajeto com inflexão à esquerda na parte

central do Triângulo Mineiro, e traçado similar ao hoje apresentado pelos rios Paranaíba e Paraná, deslocado para leste.

Mb. Echaporã (Fm. Marília): Formada por arenitos, em geral maciços, acumulados principalmente por fluxos em lençol, com posterior cimentação carbonática. Deste modo, além de escassas, as atitudes de estruturas vetoriais medidas não foram suficientes para análise estatística. Na borda leste da bacia foram identificadas litofácies conglomeráticas, associadas a fluxos densos de leques aluviais, individualizadas operacionalmente sob a designação de litofácies Rubião Júnior. As poucas atitudes de estratificação cruzada, obtidas nos estratos conglomeráticos, indicam fluxos para o interior da bacia (NW).

Fm. São José do Rio Preto: É formada por acumulações em barras arenosas, de sistema fluvial entrelaçado. Os resultados gerais da análise de atitudes de estratificação cruzada indicaram sentido dominante de fluxos para SW (Fig. 2I), com dispersão relativamente alta, característica da deposição em canais rasos desconfiados, de regime espasmódico, admitido para a unidade.

Fm. Presidente Prudente: É constituída por depósitos de preenchimento de canais meandran-tes, por barras arenosas de acreção a jusante e lateral (pontal), e por depósitos de arrombamento de diques marginais. Os resultados de estruturas de formas de leito de canal indicaram fluxos fluviais dominantes para W-SW. Embora com tendência para SW, as estruturas de fluxo dos depósitos de arrombamento indicam rumos mais variados, devido ao comportamento aleatório das direções das correntes formadas neste contexto deposicional. Um único diagrama obtido de barras de pontal indicou crescimento para W-SW, que sugere fluxo principal de direção S-SW (Fig. 2J, K e L).

PALEOCORRENTES E PALEOGEOGRAFIA DA PARTE ORIENTAL DA BACIA BAURU

A primeira fase do preenchimento da bacia corresponde ao sepultamento progressivo do substrato basáltico, por extensa e monótona manta arenosa, formada principalmente por depósitos de lençóis de areia, as-

sociados com dunas de porte moderado, e intercalações de loesse. Nesta fase, a pequena atividade fluvial esteve restrita a fluxos de enxurradas de deserto (*wadis*). O relevo original do substrato propiciou condições endorrêicas em zona interior da bacia, onde se estabeleceu uma extensa área pantanosa, em clima semi-árido (*Pantanal Araçatuba*). Ainda nesta fase, houve a deposição da Fm. Uberaba, em sistemas fluviais entrelaçados, restritos à borda nordeste.

A reativação de estruturas tectônicas nas bordas e mudanças climáticas graduais trouxeram maior umidade às zonas marginais, promovendo o avanço de leques aluviais para o seu interior. Assinalam o início da segunda fase de sedimentação, em que se formaram sistemas fluviais de NE para SW, entre as bordas e o centro da bacia.

Durante as duas fases de sedimentação, o clima vigente - quente e seco - manteve condições desérticas no interior. A nova moldura, realçada na passagem entre as fases I e II, corresponde a importantes altos tectônicos: Antéclise de Rondonópolis (Coimbra, 1991) a noroeste, Soerguimento do Alto Paranaíba (Hasui & Haralyi, 1991) a nordeste. Dentre os efeitos da movimentação tectônica, ocorrida entre as fases I e II, talvez o mais importante tenha sido o embutimento - pós-deposicional - da Fm. Uberaba, na parte nordeste da bacia. Nesse evento, formou-se a depressão denominada de Uberaba, por Hasui e Haralyi (1991). Segundo indicam os rumos de transporte de sedimentos, as alterações promovidas no relevo resultaram na criação de uma barreira geográfica local, na zona da Sutura de Itumbiara. O Mb. Serra da Galga, que soterrou a Fm. Uberaba, apresenta paleocorrentes para NW, enquanto que as daquela unidade apontavam para SW.

Os fluxos fluviais, originados em leques aluviais da margem nordeste (Mb. Serra da Galga), alcançavam o interior da bacia em sistemas entrelaçados arenosos (Fm. São José do Rio Preto). À medida em que adentravam a bacia, a paisagem ia tornando-se cada vez mais plana, e os sedimentos transportados, cada vez mais finos. Assim, devido ao baixo gradiente da bacia, este sistema fluvial tornava-se meandrante nas porções distais, ainda arenoso (Fm. Presidente Prudente). Os arenitos e arenitos conglomeráticos dos membros Serra da Galga e Ponte Alta correspondem às fácies proximais das unidades fluviais São José do Rio Preto e Presidente Prudente. O aumento da aridez, rumo ao interior, determinava progressivo aumento da eva-

poração e escassez de água no ambiente, até o desaparecimento do sistema fluvial, nas planícies arenosas adjacentes ao deserto Caiuá.

Entre o final do Cretáceo Superior e o início do Terciário, inverteu-se o sentido de movimento do substrato da bacia. Com a elevação e exposição da cobertura neocretácea, iniciou-se o ciclo erosivo em que foi elaborada a Superfície Sul-Americana ou Japi.

CONCLUSÕES

As unidades de origem eólica exibem notável constância do sentido de transporte, indicando grande estabilidade do padrão de circulação atmosférica regional, durante a sedimentação da seqüência neocretácea (Fig. 3). Estas condições, estabelecidas após a abertura do Atlântico Sul, mantiveram-se durante os dois estádios de preenchimento da bacia e guardam boa semelhança com os padrões atuais. A estabilidade das paleocorrentes sugerem também que não existiam desníveis significativos de relevo, que pudessem constituir obstáculos ao vento.

O padrão geral de fluxos fluviais aponta para o interior da bacia. Admitindo-se que o Mb. Serra da Galga corresponda a porções proximais do sistema *São José do Rio Preto-Presidente Prudente*, supõe-se existiu uma barreira geográfica na borda nordeste da bacia, associada às transformações tectônicas ali ocorridas, que teria determinado a passagem dos fluxos fluviais mais para oeste, no interior da bacia.

O grande sistema de drenagem desenvolvido na segunda fase de evolução da Bacia Bauru exibe notável semelhança de traçado com o atual, representado pelos rios Paranaíba e Paraná. Provavelmente, a posição deste sistema de drenagem regional corresponde ao deslocamento daquele formado no final Cretáceo Superior, em resposta à elevação das bordas leste e nordeste. Modificações (neo?)tectônicas regionais, deformadoras da seqüência, promoveram a reorganização parcial da rede de drenagem, realçando as direções WNW. Os principais afluentes do rio Paraná, por exemplo, refletem tais alterações.

REFERÊNCIAS

- COIMBRA, A.M. 1991. *Sistematização crítica da obra*. São Paulo, 54p., inédito. (Tese de Livre-Docência, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo).

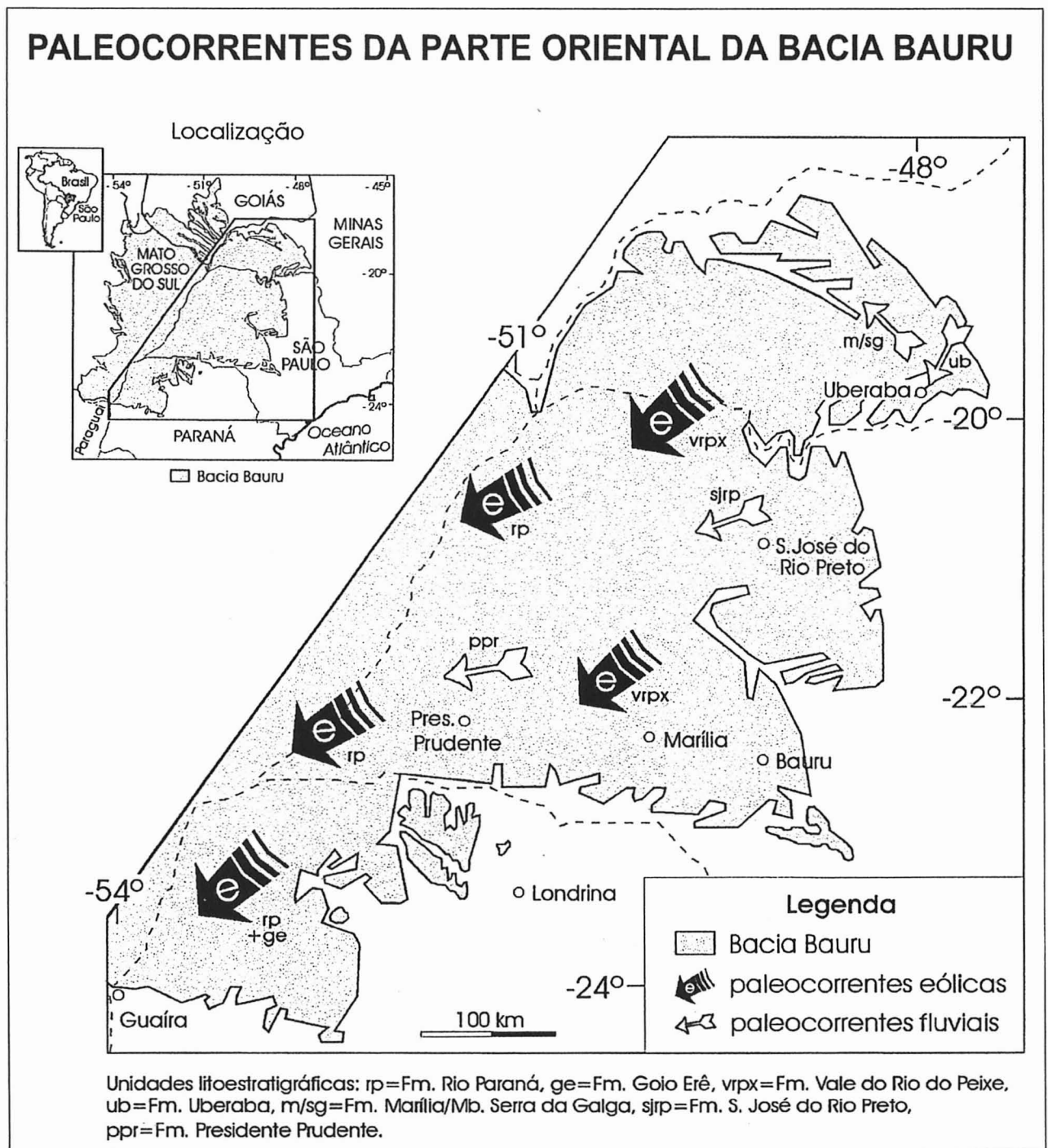


Figura 3 - Principais padrões de paleocorrentes da parte oriental da Bacia Bauru.

FERNANDES, L.A. 1998. *Estratigrafia e evolução geológica da parte oriental da Bacia Bauru (Ks, Brasil)*. São Paulo, 216p., inédito. (Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo).

FERNANDES, L.A. & COIMBRA, A.M. 1998. *Estratigrafia e evolução geológica da Bacia Bauru*

(Ks, Brasil). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 40. Belo Horizonte, 1998. *Anais...* Belo Horizonte, SBG. p.101.

HASUI, Y. & HARALYI, N.L.E. 1991. Aspectos lito-estruturais e geofísicos do soerguimento do Alto Paranaíba. *Geociências*, UNESP, 10: 57-77.