

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AERODATA - ENGENHARIA DE AEROLEVANTAMENTOS & IPPUC - INSTITUTO DE PESQUISA E PLANEJAMENTO URBANO DE CURITIBA. *Fotografias aéreas pancromáticas de Curitiba - 1990*. Curitiba: 1990. (escala 1:8.000)
- BELART, J. L. Natureza, recursos naturais, meio ambiente, ecologia e conservação da natureza. *Boletim geográfico*. Rio de Janeiro, v. 34, n.234, p.81-87, jan./mar. 1976.
- CAVALHEIRO, F. O planejamento de espaços livres; o caso de São Paulo. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS. 1982.: Campos do Jordão)Anais...São Paulo: Instituto Florestal, 1982. v.16A. p.1819- 1830.
- COMEC - COORDENAÇÃO DA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA. *Plano de desenvolvimento integrado da Região Metropolitana de Curitiba*. Curitiba: 1978. 152 p.
- _____. *Reavaliação do plano de desenvolvimento integrado da Região Metropolitana de Curitiba*: 1982. Curitiba: 1982. 2v.
- GOITIA, F. C. *Breve história do urbanismo*. Tradução de Emilio Campos Lima. Lisboa : Presença/Martins Fontes, 1982. 226 p.
- GREY, G. W. ; DENEKE, F. J. *Urban forestry*. New York : John Wiley, 1978. 279 p.
- HARDT, L. P. A.. Recuperação e aproveitamento de áreas degradadas e marginais para áreas verdes urbanas. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 1 / ENCONTRO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA - (1.: 4.: 1992 - Vitória). Anais. Vitória: Prefeitura Municipal de Vitória, 1992. p.73-91.
- _____. *Subsídios ao planejamento de sistemas de áreas verdes baseado em princípios de ecologia urbana*: aplicação à Curitiba - PR. Curitiba: 1994. Dissertação, Mestrado, Universidade Federal do Paraná. 207 p.
- IBGE - FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Sinopse preliminar do censo demográfico*: 1991. Rio de Janeiro: 1991. [s.p.]
- IPPUC - INSTITUTO DE PESQUISA E PLANEJAMENTO URBANO DE CURITIBA. *Zoneamento urbano de Curitiba*. Curitiba: 1982. (1 mapa na escala 1:20.000)
- _____. *Plano municipal de desenvolvimento urbano* - PMDU. Curitiba: 1985. 167 p.
- _____. *Curitiba em dados 80/90; histórico de dados do Município de Curitiba*. Curitiba: 1991. 163 p.
- _____. *Curitiba; tendências de crescimento: síntese*. Curitiba: 1992a. 30 p.
- _____. *Base cartográfica do Município de Curitiba*. Curitiba: 1992b. (1 mapa na escala 1:20.000)
- _____. *Legislação de uso do solo: Lei nº. 5.234 e decretos complementares*. Curitiba: 1993. 281p.
- MESQUITA, L. de B. *Condicionamento ecológico dos centros urbanos*. Recife: Departamento de Desenvolvimento Local da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste, 1978. 20 p.
- MILANO, M. S. *Curso sobre arborização urbana*. Curitiba: FUEF, 1991a. 52 p. (apostila)
- _____. *Arborização urbana*. In: CURSO SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA. Curitiba, setembro de 1993. *Resumos*. Curitiba: Universidade Livre do Meio Ambiente/Prefeitura Municipal de Curitiba/Sociedade Brasileira de Arborização Urbana, 1993. p.1-52.
- ODUM, E. P. *Fundamentos da ecologia*. Tradução de C. M. Baeta Neves. 2. ed. Lisboa : Calouste Gulbenkian, 1976. 595 p.

Avaliação Preliminar Do Potencial Mineral Da Região Noroeste Do Estado do Paraná

Mineral potential of the northwestern part of Paraná State: a preliminary evaluation

José Cândido Stevaux*
Oscar V. Q. Fernandez**

RESUMO

O trabalho avaliou a potencialidade mineral do Noroeste do Estado do Paraná, na região dominada pelo Grupo Bauru. Os estudos foram baseados em trabalhos disponíveis na literatura e em relatórios internos de empresas, reforçados com levantamentos expeditos de campo e mapeamento geoquímico de água subterrânea (poços da SANEPAR). Foram elaborados modelos genéticos que poderão orientar futuros trabalhos mais detalhados de pesquisa mineral. Os resultados revelaram-se modestos com exceção de areia quartzosa, cujas análises mostraram propriedades para o fabrico de vidro e para molde de fundição de ferro e aço.

ABSTRACT

The mineral potential of the northwestern of Paraná State has been evaluated based on data from the literature, technical reports, geochemical analysis of ground water and field observations. The study area includes sandstones of the Caiuá Formation of the Bauru Group, except for the alluvial deposits along the Paraná and Ivaí Rivers (figure 1). The isopach map of the Caiuá Formation shows a depocenter aligned in the NE-SW direction (figure 2a). Trend surface maps for Na, K, Ca, Mg, Cl and CO₃ concentration were obtained using geochemical groundwater data from 23 wells drilled by Companhia de Saneamento do Estado do Paraná - SANEPAR (figures 2b to 5b; tables 1 and 2). The mineral occurrences can be classified into two groups according to their genesis - the *Playa Lake Mesozoic Model* and the *Morphoclimatic Quaternary Model*. *Playa Lake Mesozoic Model*: FERNANDES (1992) attributes this type of environment to the calcite cemented sandstones that are found in the lower portion of the Caiuá Formation (Mamborê facies of JABUR & SANTOS, 1984). This material is used as bedrock in the local roads. *Morphoclimatic Quaternary Model*: This group includes iron pan, ceramic and refractory clay, peat, and glass and foundry sand. The iron pan is found in almost all important headwater drainages and is identified as the Pd1 surface (BIGARELLA et al., 1965). Several levels of mobilized iron blocks pan can be found at Umuarama region (figure 6), where this material is used to cover rural roads. The ceramic and refractory clays occur in ancient (Plio-Pleistocene) alluvial-coluvial deposits. It can also be found in Campo Mourão-Tuneiras do Oeste (PR

* Pesquisador do CNPq - Departamento de Geografia/Universidade Estadual de Maringá - 87020-900 Maringá, PR

** Pós-Graduando em Geociências, IGCE/UNESP/ Rio Claro, SP.

460) with a high kaolinite content suitable for ceramic and refractory use. Many clay deposits are found along the Paraná and Ivaí Rivers.

The main peat occurrences in the area are found in the Piquirivai Creek (near Campo Mourão) associated with swamp deposits and in the flood plain deposits of the Paraná River (figure 7).

The genetic model for quartzose sand associated with the evolution of the small drainages of the area, where waters draining layers of organic sediments (peat) leach the underlying alluvial and colluvial sand (figure 8). Chemical, mineralogical, textural analysis and industrial tests show that this sand is suitable for glass and foundry use.

Conclusion: The mineral potentiality of area study is very poor except for quartzose sand that is ready to be mined.

INTRODUÇÃO

Com o intuito de conhecer mais detalhadamente a potencialidade mineral da região Noroeste do Estado do Paraná, a MINEROPAR (Minerais do Paraná, S.A.) em convênio com a Universidade Estadual de Maringá, elaborou o projeto "Avaliação do Potencial Mineral do Grupo Bauru no Estado do Paraná" (Convênio MINEROPAR-UEM, 1991), cujos resultados são apresentados nesta oportunidade.

A abordagem deste trabalho não se restringe aos bens minerais exclusivos do Grupo Bauru, mas também a todos depósitos terciários e quaternários que se encontram em sua área de ocorrência.

A área estudada localiza-se nas regiões Norte e Noroeste do Estado do Paraná, estando delimitada pelos rios Paraná, Paranapanema e Piquiri, respectivamente a oeste, norte e sul, e pelo limite de ocorrência da Formação Caiuá a oeste, perfazendo uma extensão de 24.000 km² (figura 1). Geomorfologicamente a área está contida, em ordem decrescente, no Domínio Morfoestrutural das Bacias e Coberturas Sedimentares, Região Geomorfológica dos Planaltos do Alto Rio Paraná e na Unidade Geomorfológica dos Planaltos Rebaixados (JUSTUS, 1985 e JUSTUS *et al.*, 1985). A área apresenta-se bastante dissecada, mostrando um relevo ondulado e vertentes predominantemente convexas. A espessa cobertura de solo, constituída em sua maior parte de areias friáveis, é favorável à instalação de ravinas e voçorocas, exibindo elevadas taxas de perda de solo (BIGARELLA & MAZUCHOWSKI, 1985).

O atual desenvolvimento agroindustrial da região aumentou sensivelmente a demanda, não apenas de areia para construção civil (maior atividade mineral da região), mas de outros bens minerais, principalmente de matéria prima industrial. Areia para fundição e vidro, como também argila cerâmica e refratária são exemplos de bens minerais importantes para o desenvolvimento regional e que podem ser encontrados na área estudada. Não foram incluídos nesta pesquisa as areias e cascalhos de rio, bem como as argilas de várzea.

ORIGEM E NATUREZA DOS DADOS GEOLÓGICOS

A região é desprovida de qualquer trabalho geológico sistemático de mapeamento, com exceção do mapeamento geológico dos blocos 42, 43, 72, 73 e 75 na escala 1:100.000, realizado pelo extinto Consórcio CESP-IPT PAULIPETRO (1980a, b e c; 1981), de algumas áreas mapeamento de detalhe (1:25.000) executados pelo mesmo consórcio e do Mapa Geológico do Estado do Paraná na escala 1:650.000 (MINEROPAR, 1989).

Muito embora a região apresente centenas de poços para água subterrânea cadastrados pela SANEPAR, a precariedade no tocante às suas informações litológicas, faciologicas e perfilações elétricas, impedem um estudo estratigráfico mais aprofundado. Entretanto, a grande quantidade de análises da composição química de suas águas permitiram a determinação de "trends" de anomalias hidrogeoquímicas regionais.

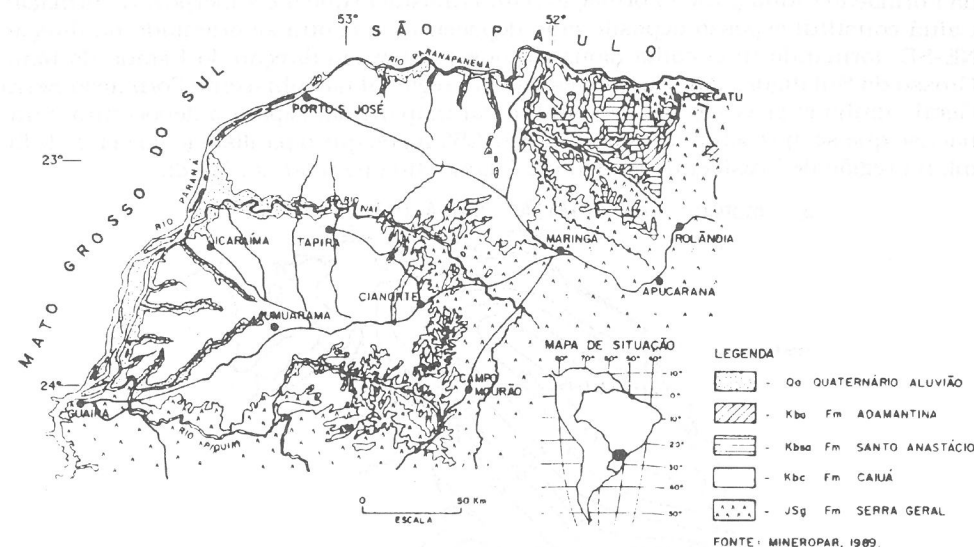


Fig. 1

Mapa geológico e de situação. Localization and geological map of the study area.

As rochas do Grupo Bauru afloram nas calhas dos rios Paraná, Paranapanema e Ivaí, nas proximidades das cidades de Mamborê e Umuarama e em afloramentos isolados (figura 1). As pesquisas foram realizadas tanto nos arenitos da Formação Caiuá como nos depósitos arenosos terciários da Formação Paranavai e nos alúvios e colúvios de interesse.

Para efeito de avaliação preliminar de suas propriedades, alguns materiais foram submetidos a análises e testes industriais, como no caso da areia quartzosa e da argila refratária. Também foram processadas análises granulométricas, químicas, mineralógicas além de testes pertinentes à caracterização industrial de determinados bens minerais.

ARCABOUÇO GEOLÓGICO DA ÁREA DE ESTUDO

Na área em apreço afloram as rochas cretáceas do Grupo Bauru (Formações Caiuá, Santo Anastácio e Adamantina) e os depósitos colúvio-aluviais de idade cenozóica (figura 1). Maior extensão cabe à Formação Caiuá (as outras formações ocorrem muito localmente), que pode ser dividida em duas fácies: Porto Rico (inferior) e Mamborê (superior) (JABUR & SANTOS, 1984). A fácies inferior é constituída de arenito

fino a médio, arroxado, com estratificação cruzada de grande porte (de 5 a 10 m) típica de dunas eólicas de ambiente desértico. A superior apresenta arenito de mesma granulometria que a anterior com maior quantidade de finos na matriz, ostentando estratificações cruzadas acanaladas de médio a pequeno porte (0,5 a 1,0 m) que se alternam com camadas de arenito maciço. Tal faciologia sugere uma gênese ligada a depósitos subaquáticos. Alguns autores (SALAMUNI *et al.*, 1981; RICCOMINI *et al.*, 1981; JABUR & SANTOS, 1984; FERNANDES, 1992) se referem a essa fácies como uma transição da Formação Caiuá para a Formação Santo Anastácio que lhe superpõe. A Formação Caiuá constitui espesso depósito cujo depocentro encontra-se orientado na direção NE-SE, formando uma calha alongada que se abre em direção do Estado do Mato Grosso do Sul (figura 2a). Um alto estrutural regional na subjacente Formação Serra Geral, alinhado grosseiramente com Rio Paranapanema, separa o depocentro paranense que se apresenta mais profundo (> 250 m) do que o paulista (com cerca de 50 m), na região de Presidente Prudente e Adamantina (SAAD *et al.*, 1988).

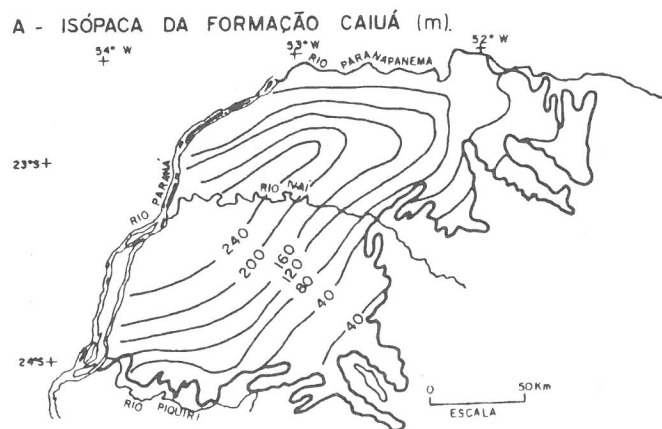


Fig. 2a

Mapa de isópaca da formação Caiuá (m) com depocentro orientado SW-NE, na porção central da área. Isopach map of the Caiuá Formation (m) with depocenter along SW-NE line in the central part of the area.

A marcante diferenciação entre as duas fácies da Formação Caiuá, associada a sua extensão regional levou a FERNANDES (1992) elevar a Formação Caiuá a categoria de grupo e suas respectivas fácies redefinidas como formações Rio Paraná e Goioerê, correspondendo às antigas fácies Porto Rico e Mamborê de JABUR & SANTOS (1984).

O mapa geológico do Estado do Paraná (MINEROPAR, 1989) apresenta, ainda que em ocorrências bastante localizadas, as formações Adamantina e Santo Anastácio, restritas à região Norte do Estado, nos municípios de Porecatu, Centenário do Sul e Santo Inácio. A Formação Santo Anastácio constitui-se predominantemente de arenito fino a médio, com pouca matriz, bem selecionado, com cimentação carbonática localizada. Já a Formação Adamantina, de ocorrência muito restrita, é formada por arenito muito fino a fino, alternado por bancos de lamito, siltito e arenito lamítico.

Os sedimentos cenozóicos encontrados no NW do Estado do Paraná podem ser classificados em três grupos: a) depósitos colúvio-aluviais recobrimo modelados de

dissecação e aplainamento; b) depósitos subaquosos de bacias localizadas e c) depósitos aluviais atuais e subatuais associados à calha dos rios principais.

B - MAPA DE LOCALIZAÇÃO DOS POÇOS DA SANEPAR

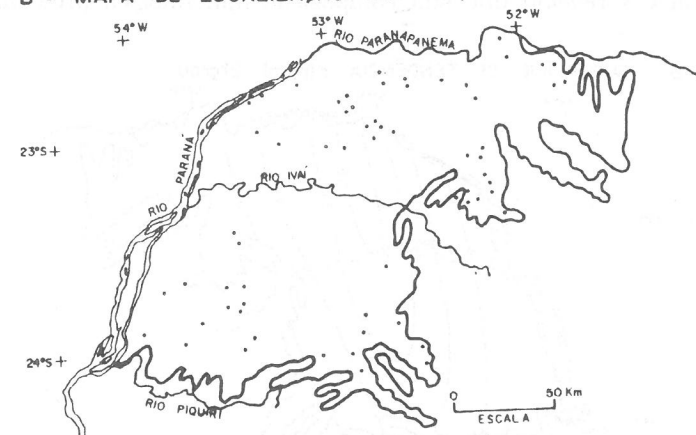


Fig. 2b

Mapa de localização dos poços da SANEPAR utilizados neste trabalho. Distribution of SANEPAR's wells used in this paper.

O primeiro grupo, denominado genericamente de Formação Paranavaí (POPP & BIGARELLA, 1975), tem grande expressão areal e é constituído por uma seqüência arenosa, friável, de coloração avermelhada e sem estruturação.

A - SUPERFÍCIE DE TENDÊNCIA Na(ppm) 2º grau

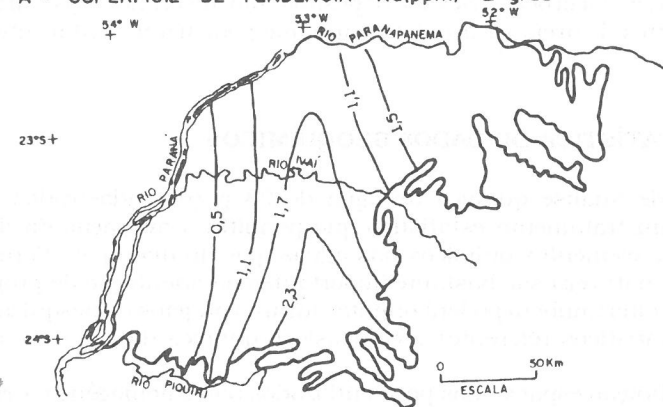


Fig. 3a

Mapa de superfície de tendência de 2º grau para Na (ppm). Second-order trend surface for Na (ppm).

Não existe na literatura qualquer citação referente aos depósitos do segundo grupo. Estes apresentam espessura inferior a uma dezena de metros, constituindo-se de pacotes de 30 a 80 cm de areia fina a média, argilosa, vermelha-acastanhada, maciça ou com estratificação cruzada incipiente, que, localmente, apresentam con-

creções de óxido de manganês e clastos de argila na base da camada. O material está, via de regra, intercalado com camadas de 10 a 50 cm de argilito rosa-arroxeadado, laminado, com marcas de raízes e impressões de caules e folhas. A análise difratométrica de raios X revelou que sua composição mineralógica predominante é a caulinita.

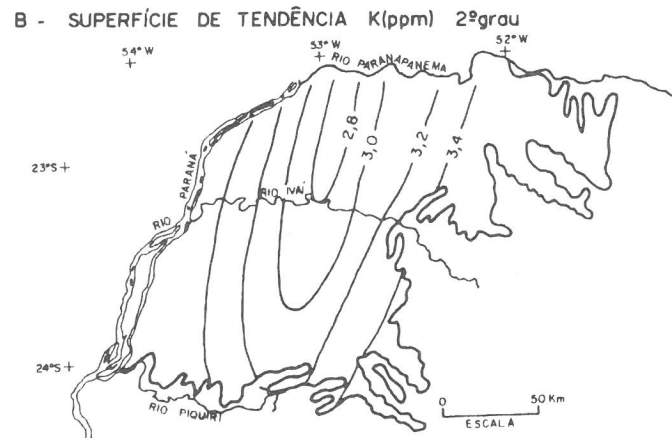


Fig.3b

Mapa de superfície de tendência de 2º grau para K (ppm). *Second-order trend surface for K (ppm).*

O terceiro grupo engloba depósitos aluviais atuais e subatuais circunscritos aos cursos dos rios principais, como também as areias de origem colúvio-aluvial que preenchem paleo-voçorocas. Nestes depósitos são discriminados vários níveis de cascalho, pacotes de areia sacaroidal e turfa que podem apresentar interesse econômico.

ANÁLISE ESTATÍSTICA DE DADOS GEOQUÍMICOS

Dados de análise química de água de 23 poços cadastrados pela SANEPAR propiciaram um tratamento estatístico que permitiu a avaliação da distribuição e zoneamento de elementos químicos nas águas que circulam pela Formação Caiuá. Estudos desta natureza são bastante importantes na orientação de projetos de água subterrânea, como também poderá orientar futuros projetos de pesquisa geoquímica. Os valores estatísticos referentes à composição química da água estão listados na tabela 1.

A distribuição espacial dos poços utilizados não é homogênea, definindo áreas com maiores ou menores concentrações de dados, perfazendo a densidade média de 1 poço para cada 1300 km² (figura 2b). A verificação descritiva da distribuição dos teores dos elementos químicos na água foi estimada por meio de técnicas de análise de superfície de tendência (tabela 2 e figuras 3 a 5).

Tabela 1 - Valores estatísticos (em ppm) dos dados hidrogeoquímicos correspondentes às águas da Formação Caiuá. Fonte: SANEPAR. *Table 1 - Statistic data of hydrogeochemical analysis (ppm) for groundwater of Caiuá Formation. Source: SANEPAR.*

	Na	K	Ca	Mg	Cl	CO ₃	DT	pH
MÉDIA	1,3	3,1	3,3	1,3	1,3	1,9	16,3	6,6
DESVIO PADRÃO	0,6	0,8	3,6	1,1	1,5	0,9	11,0	0,6

Tabela 2 - Valores dos parâmetros estatísticos das superfícies de tendência aplicados aos dados geoquímicos das águas que circulam pela Formação Caiuá. Fonte: SANEPAR. *Table 2 - Statistic parameters of trend surface for hydrogeochemical groundwater data of the Caiuá Formation. Source: SANEPAR.*

ELEMENTO	PARÂMETRO ESTATÍSTICO	SUPERFÍCIE DE TENDÊNCIA	
		2º Grau	3º Grau
Na	Coefficiente de correlação	0,763	
	Coefficiente de ajustamento (%)	58,200	
	Teste F - calculado	1,120	
	- tabelado(5/4; 0,05)	6,260	
K	Coefficiente de correlação	0,494	
	Coefficiente de ajustamento (%)	24,600	
	Teste F - calculado	0,260	
	- tabelado(5/4; 0,05)	6,250	
Ca	Coefficiente de correlação		0,838
	Coefficiente de ajustamento (%)		70,200
	Teste F - calculado		2,35
	- tabelado(9/9; 0,05)		3,18
Mg	Coefficiente de correlação		0,665
	Coefficiente de ajustamento (%)		42,200
	Teste F - calculado		0,700
	- tabelado(9/8; 0,05)		3,39
CO ₃	Coefficiente de correlação		0,670
	Coefficiente de ajustamento (%)		44,800
	Teste F - calculado		1,18
	- tabelado(9/13; 0,05)		2,71
Cl	Coefficiente de correlação		0,859
	Coefficiente de ajustamento (%)		73,800
	Teste F - calculado		1,25
	- tabelado(9/4; 0,05)		6,00

A - SUPERFÍCIE DE TENDÊNCIA Ca(ppm) 3º grau

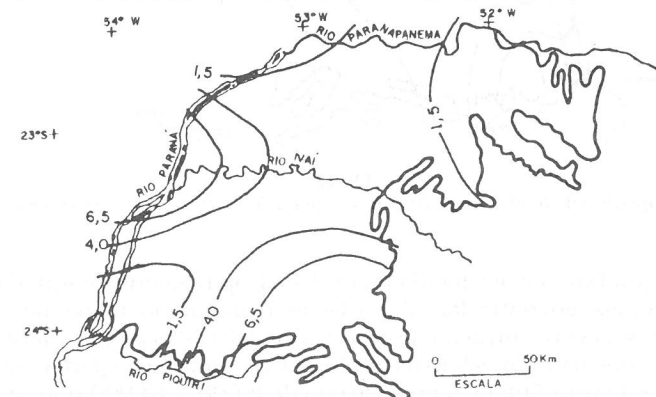


Fig.4a

Mapa da superfície de tendência de 3º grau para Ca (ppm). *Third-order trend surface for Ca (ppm).*

Sódio (figura 3a): os teores variam de 0,650 a 2,500 ppm, com média de 1,300 ppm. Sua distribuição apresenta uma área positivamente anômala localizada na porção centro-sul da região. O valor mais alto está situado nessa área, próximo ao contato da Formação Caiuá com os basaltos da Formação Serra Geral.

Potássio (figura 3b): o mapa de superfície de tendência mostra uma coincidência entre as curvas dos valores mais baixos da superfície com o eixo do depocentro da Bacia Caiuá. A média dos teores de K foi de 3,079 ppm, sendo 4,000 ppm o máximo valor registrado. A distribuição dos poços com teores positivamente anômalos não apresenta nenhuma concentração especial.

Cálcio (figura 4a): os teores variam de 0,600 a 14,670 ppm, com valor médio de 3,316 ppm. A superfície de tendência define duas áreas anômalas nos setores oeste e sudoeste da região, que correspondem aos depósitos calcíferos da Formação Caiuá (fácies Mamborê).

Magnésio (figura 4b): o mapa de análise da superfície de tendência revela um nítido aumento regional dos teores desse elemento no sentido NW-SE, com uma porção anômala no setor oeste que abrange o canal do Rio Paraná e a foz do Rio Ivaí. Todos os poços registraram valores próximos à média (1,298 ppm), onde 4,400 ppm foi o valor anômalo mais significativo.

Sulfato: com teor médio de 1,337 ppm, foi constatada apenas uma anomalia desta substância nas análises de água estudadas cujo valor atingiu 5,000 ppm. Contudo, a pouca quantidade de análises de sulfato não permitiu o cálculo de mapa de tendência confiável.

B - SUPERFÍCIE DE TENDÊNCIA Mg(ppm) 3º grau

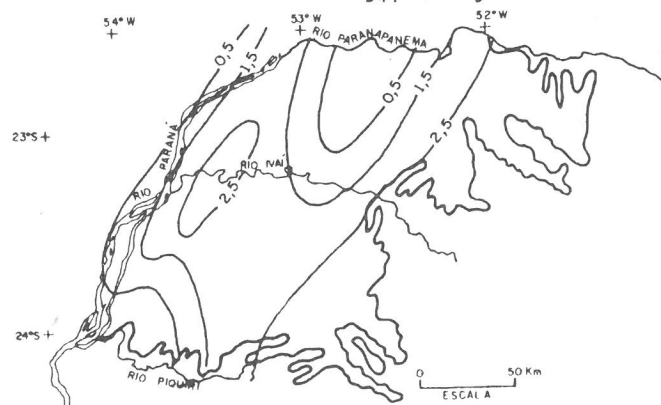


Fig. 4b

Mapa de superfície de tendência de 3º grau para Mg (ppm). Third-order trend surface for Mg (ppm).

Cloro (figura 5a): o valor médio foi de 1,894 ppm, sendo de 4,000 e 1,000 ppm os valores extremos encontrados. A variação regional no mapa de superfície de tendência exibe uma concentração das curvas de valores máximos na borda da Bacia Caiuá, enquanto que os valores baixos situam-se no centro e na porção norte da bacia.

Carbonato (figura 5b): os teores variam de 5,000 a 43,000 ppm, com média de 16,348 ppm. Sua tendência distributiva é caracterizada por faixas positivas anômalas nas porções SW e NW da área, orientadas aproximadamente no sentido NE-SW, com

A - SUPERFÍCIE DE TENDÊNCIA Cl(ppm) 3º grau

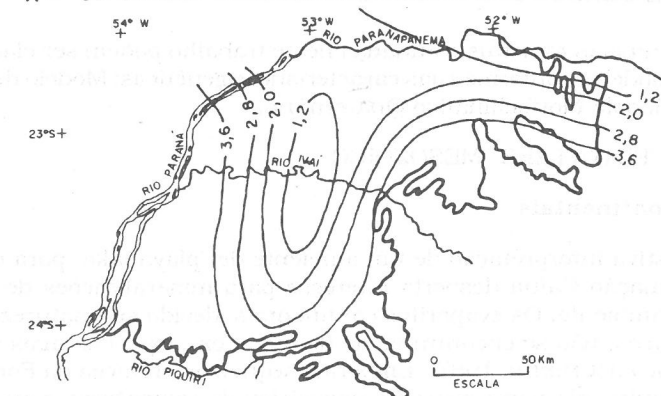


Fig. 5a

Mapa de superfície de tendência de 3º grau para Cl (ppm). Third-order trend surface for Cl (ppm).

as curvas máximas situadas na borda W da bacia Caiuá e nas proximidades do Rio Paraná.

DT - Dureza Total: este índice representa uma referência indireta da somatória dos elementos Ca e Mg. Seu valor médio foi de 15,339 ppm, variando de 4,000 a 41,500. A dureza total encontra-se ressaltada positivamente nas porções NW e SE da área, onde se situam os maiores valores pontuais. A distribuição da dureza total encontrada repete basicamente o padrão distributivo mostrado pelo Ca e CO₃.

pH: com valor médio de 6,37, sua distribuição é caracterizada por quatro áreas positivamente anômalas ao N, S, NW e SE.

É importante destacar a grande variabilidade na concentração de CO₃, como também de Na, Cl e Mg, sugerindo a presença extensiva de cimentação calcífera associada, provavelmente, a resíduos de halita evaporítica.

B - SUPERFÍCIE DE TENDÊNCIA CO₃(ppm) 3º grau

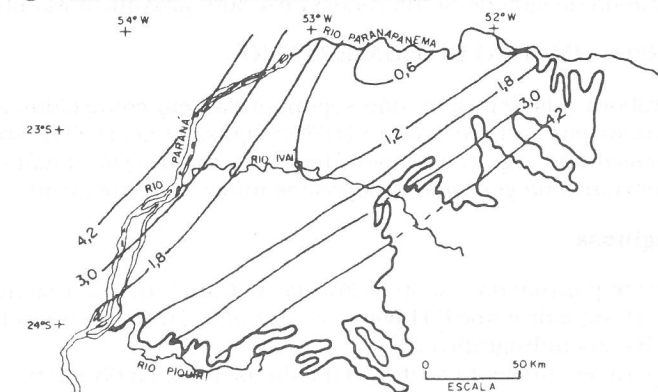


Fig. 5b

Mapa de superfície de tendência de 3º grau para CO₃ (ppm). Third-order trend surface for CO₃ (ppm).

DESCRIÇÃO E GÊNESE DAS OCORRÊNCIAS MINERAIS

As ocorrências minerais estudadas neste trabalho podem ser classificadas em dois tipos de modelos conforme suas características genéticas: Modelo de "Playa Lake" Mesozóico e Modelo Morfoclimático Quaternário.

MODELO DE "PLAYA LAKE" MESOZÓICO

Evaporitos Continentais

A sugestiva interpretação de um ambiente de "playa lake" para determinadas fácies da Formação Caiuá desperta interesse para mineralizações de sais comuns neste tipo de ambiente. Os evaporitos continentais, devido sua natureza efêmera em termos geológicos, não se encontram, via de regra, em depósitos mais antigos que o Terciário (SILVA & DEL MONTE, 1987). Embora a sequência cretácea da Formação Caiuá exceda esse limite, ela porta sistemas deposicionais compatíveis com a gênese dos evaporitos. A presença de eventuais depósitos é teoricamente possível, podendo-se esperar a ocorrência de concentrações evaporíticas de interesse econômico como calcário, dolomito ou mesmo arenito calcífero. SILVA & DEL MONTE (1987) são entusiastas quanto a potencialidade do Grupo Bauru para evaporitos, enfatizando a prospecção de trona na Formação Marília. As ocorrências de calcário no triângulo mineiro é um dos exemplos mais significativos de potencialidade dos mencionados depósitos (SUGUIO & BARCELOS, 1983).

Arenito calcífero

A porção basal da fácies Mamboê (ou Formação Goioerê) no conceito de FERNANDES (1992) apresenta-se com alto teor de cimento calcífero. O arenito carbonático ocorre sob a forma de lente onde a intensidade de cimentação aumenta da borda para o centro. São comuns fraturas centimétricas preenchidas por calcita pura. A origem do cimento deve estar ligada à alta disponibilidade de carbonato de cálcio em ambiente de "playa lake". Nesta unidade, as lentes de arenito calcífero chegam a ter espessura da ordem métrica, que lhes permitem a utilização econômica como lastro de rodovias. Este material já foi usado com essa finalidade pelo DER do Estado do Paraná, no início da década de 80 na rodovia BR 369, próximo a Mamboê (PR).

MODELO MORFOCLIMÁTICO DO QUATERNÁRIO

Muito embora tais depósitos não sejam ainda bem conhecidos estudos preliminares elaborados por POPP & BIGARELLA (1975); DEHIRA *et al.*, (1981); STEVAUX (1993), entre outros ressaltam a grande importância das mudanças climáticas ocorridas durante o Quaternário na gênese dos depósitos minerais deste grupo.

Couraça ferruginosa

No noroeste paranaense, sobre a Formação Caiuá, destaca-se uma superfície interplanáltica, designada como Pd1 por BIGARELLA *et al.* (1965), ocupando os divisores das principais bacias hidrográficas.

Esta superfície apresenta altitudes máximas de 620 a 630 m nos setores mais orientais da região, decaindo para 380 a 400 m próximo ao Rio Paraná. JUSTUS (1985) relata a ocorrência de pequenas elevações com desnível inferior a 20 m, mantidos por rochas enriquecidas em óxidos hidratados de ferro e couraças ferruginosas de origem

pedogenética, no divisor entre as bacias dos rios Ivaí e Piquiri. Pavimentos detriticos rudáceos, alimentados pelas, couraças e arenitos ferruginosos, foram posteriormente recobertos por colúvios arenosos vermelho-escuros.

No município de Umuarama algumas ocorrências de couraças foram utilizadas no capeamento de estradas vicinais. Estas jazidas, via de regra, constituem-se de níveis (pelo menos três) de couraças fragmentadas providas provavelmente de um único corpo geralmente não aflorante no local. Estes níveis têm gênese ligada à evolução do relevo, representados por estádios de aplainamentos e reativações de caráter local (figura 6).



Fig. 6

Estádios (I, II e III) consecutivos de escavação e aplainamento do relevo com formação de níveis de couraça remobilizada. Os fragmentos de couraça têm seu tamanho reduzido em cada estágio (respectivamente 0,5 m, 0,2 m e 0,1 m). Erosional and planation stages (I, II and III) with levels of duricrust clast. These fragments present reduction in size for each stage (0,5 m, 0,2 m and 0,1 m respectively).

Turfa

A evolução e modelagem do relevo associadas à evolução climática do Quaternário na região, condicionam, em determinados locais, a geração de concentração de matéria orgânica vegetal com possibilidade de formação de depósitos turfoso de interesse econômico.

Várias são as localidades onde o material turfoso pode ser observado, destacando-se as ocorrências do córrego Piquirivai, no Município de Campo Mourão e os depósitos associados à planície do Rio Paraná. Embora apresentando características genéticas diferentes, estas duas ocorrências estão associadas às mudanças climáticas ocorridas durante o Holoceno.

Aproveitando um relevo modelado no Pleistoceno (paleo voçorocas de DEHIRA *et al.* 1981), os depósitos de turfa de Campo Mourão originaram-se a partir de corpos d'água palustres que se instalaram sobre os colúvios arenosos comuns nessa região e que preenchem estas antigas voçorocas (figura 7).

No caso específico dos depósitos associados à planície de inundação do Rio Paraná, a formação de sedimentos turfosos está relacionada à mudança na padronagem fluvial daquele rio que ocorreu durante o Holoceno Inferior (STEVAUX 1993, 1994 a, b). Nesse período, o intenso aumento na umidade proporcionou uma mudança no regime hidrológico do rio produzindo um padrão meandrante ou anastomosado que se sobrepôs ao padrão entrelaçado mais antigo. As grandes várzeas, intensamente vegetadas e com grandes áreas alagadas, constituíram um ambiente favorável à formação de depósitos turfosos (figura 8).

Argila cerâmica e refratária

A região dominada pelos arenitos da Formação Caiuá quase não apresenta depósitos argilosos de extensão suficiente para exploração econômica, com exceção

daqueles que se restringem às várzeas dos principais rios como o Ivaí e Paraná. Contudo ocorrências restritas associadas provavelmente a depósitos pliopleistocênicos podem, localmente, apresentar camadas argilosas de interesse econômico. Via de regra estas ocorrências encontram-se associadas a antigas drenagens suspensas. Tais depósitos constituem pacotes decimétricos de areia argilosa maciça a incipien-

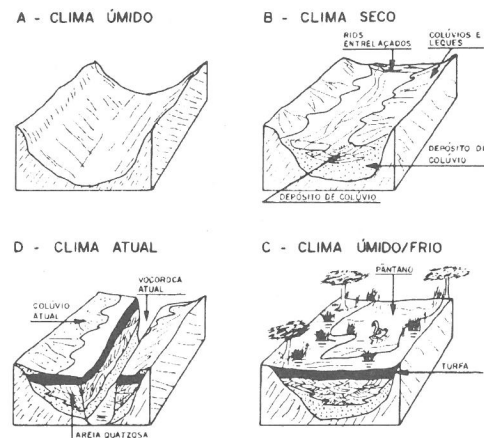


Fig. 7

Modelo genético para turfa e areia quartzosa. A) escavação do relevo em períodos úmidos; B) preenchimento por areia colúvio-aluviais (clima seco); C) áreas alagadas sob clima úmido com deposição de matéria orgânica gerando turfa solubilizando o óxido de ferro da areia; D) a ação antrópica detona processos de erosão intensa (voçorocamento), com exposição dos depósitos antigos. Genetic model for peat and quartzose sand. A) erosion (wet period); B) filling up with colluvial and alluvial sand (dry period); C) swamps with organic deposits, peat and quartzose sand generation (wet period); D) human-induced gully erosion.

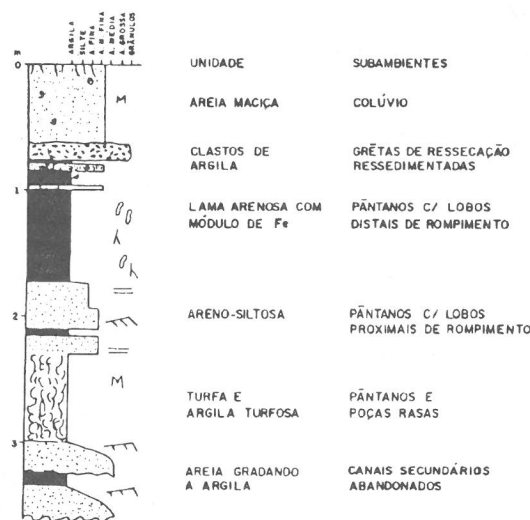


Fig. 8

Motivo deposicional para depósitos de planície de inundação do alto Rio Paraná. A geração de turfa está associada a ambientes de pantanos (Stevaux, 1994, 22). Idealized faciological profile for flood basin deposits in the Upper Paraná River. Peat generation is associated with backswamp and shallow pool environments (Stevaux, 1994, 22).

temente estratificada, com clastos de lama na base e concreções ferruginosas disseminadas, intercalados com pacotes argilosos de igual espessura. O material argiloso apresenta-se maciço a laminado, avermelhado, com moldes de troncos e folhas não identificados. Ensaios tecnológicos realizados neste material indicam a presença de caulinita de uso provável como refratário e cerâmica branca (MINEROPAR análise LL-270).

Areia Quartzosa

As areias provenientes do intemperismo da Formação Caiuá e Paranavai apresentam, via de regra, alto teor em quartzo e alta seletividade, contudo, a presença excessiva de óxido de ferro impede sua utilização econômica mais nobre. No entanto, o ferro pode ser mobilizado tanto em ambientes ricos em matéria orgânica como em ambiente redutor hidromórfico, onde o ferro férrico passa para a forma ferrosa, possibilitando sua entrada na composição de complexos orgânicos mais solúveis (MILLOT, 1971 e MELFI *et al.*, 1979). Isso, em alguns casos pode acarretar na total migração do óxido de ferro do depósito, produzindo areia extremamente limpa, que associada às suas características texturais (seleção, arredondamento e esfericidade altas) e compositivas (quartzosa), permite-lhe o uso como molde de fundição e para o fabrico de vidro.

Na voçoroca do ribeirão Tuneiras, a 1 km da cidade de Tuneiras do Oeste, na estrada que liga esta localidade a Campo Mourão (PR 460), verificou-se a ocorrência de pacotes de areia com as características necessárias para as mencionadas utilizações (tabela 3).

Testes para molde de fundição realizados na Fundição CEIFANORTE S. A. (Maringá) revelam que o material possui as características necessárias para utilização como molde de peças de ferro fundido e aço, superando em qualidade a areia atualmente utilizada pelas fundições da região provenientes de Joinville (SC).

Tabela 3 - Análises química, mineralógica e granulométrica em areia quartzosa de Tuneiras do Oeste (PR). Table 3 - Chemical, mineralogical and textural analysis of glass and refractory sand. Tuneiras do Oeste (PR).

Composição Química	Areia de Tuneiras do Oeste	Amostra Padrão (cf. MINEROPAR, 1990)
SiO ₂	> 99 %	99,50 %
Al ₂ O ₃	Não determinado	0,32 %
Fe ₂ O ₃	0,014 %	0,86 %
Minerais Pesados (total)	0,020 %	0,05 %
Resíduos (Tyler)		
# 16	1,1 %	0 %
# 100	?	80-90 %
# 115	93,9 %	?
# 200	98,5 %	98 %

Essa ocorrência é bastante representativa do modelo genético de areia quartzosa da região, que é o mesmo da gênese da turfa, tratado anteriormente (figura 7). Sobre um antigo relevo escavado sobre a Formação Caiuá são depositados material arenoso de origem colúvio e, principalmente, aluvial. Uma camada de material turfoso, que raramente atinge a 1 m, recobre a seqüência anterior, podendo ou não estar superposto por nova seqüência colúvio. A turfa revela a presença de um ambiente saturado e redutor propício para a mobilização do ferro da areia sotoposta.

Assim esses níveis de sedimentos turfosos tornam-se excelentes guias para a prospecção de areia quartzosa na região.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A pesquisa enfatizou a determinação de modelos genéticos e exploratórios dos bens do noroeste do Estado do Paraná, exceto da areia e cascalho para construção civil (leito de rios) e da argila de várzea. Embora o Grupo Bauru esteja representado pelas formações Caiuá, Santo Anastácio e Adamantina, somente a primeira, por sua predominância absoluta, mereceu atenção neste trabalho. A carência qualitativa e quantitativa das informações geológicas (tanto de afloramento como de subsuperfície) impediu o estabelecimento de um modelo mais realístico baseado na análise paleogeomórfica do ambiente deposicional do Grupo Bauru.

Dois tipos de modelos genéticos englobando as ocorrências minerais da área foram estabelecidos: *modelo de "playa lake" mesozóico* (para evaporitos e arenito calcífero) e *modelo morfoclimático do Quaternário* (para coureça ferruginosa, turfa, argila cerâmica e refratária e areia quartzosa).

Sem dúvida o bem mineral que mais despertou interesse durante a pesquisa foi a areia quartzosa para vidro e fundição. O modelo genético proposto para esse material é de ocorrência generalizada na área do projeto, tendo conotação eminentemente paleogeomorfológica (antigas voçorocas sepultadas por depósitos colúvio-aluviais recobertos por sedimentos ricos em matéria orgânica). As características químicas, mineralógicas e texturais da areia permitem seu aproveitamento para uso metalúrgico e na fabricação de vidro. A privilegiada localização das ocorrências em relação aos centros consumidores deve ser vista como um incentivo à criação de um programa de estudo sistemático desse bem mineral.

Os outros bens minerais estudados neste trabalho apresentaram um interesse secundário, mais ligado a necessidades locais (como por exemplo o uso da coureça ou do arenito calcífero em capeamento de estradas vicinais), e podem vir a ser pesquisados eventualmente em projetos mais localizados.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à MINEROPAR S.A. e à Universidade Estadual de Maringá (UEM) pela realização do convênio que propiciou a presente pesquisa; aos geólogos Antônio Roberto Saad, Marcis Cabral Jr, José F. Motta, Vilma A. Campanha (Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo - IPT) e à geógrafa Maria Teresa Nóbrega (UEM) pela consultoria recebida; ao Prof. Dr. Paul E. Potter pela revisão do resumo em inglês; aos geólogos Sidnei Pires Rostinolla e Antonio Carlos de Andrade e Silva pelas sugestões e revisão do texto; à SANEPAR pelo fornecimento dos dados geológicos e hidrogeológicos de poços e à fundição CEIFANORTE S.A. de Maringá que gentilmente realizou os testes da areia quartzosa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BIGARELLA, J. J. ; MOUSINHO, M. R. ; SILVA, J. X., Pediplanos, pedimentos e seus depósitos correlativos no Brasil. *Boletim Paranaense de Geociências*, 16/17: 117-151, 1965.

- BIGARELLA, J. J. ; MAZUCHOWSKI, J. Z. Visão integrada da problemática da erosão, 1985 In: SIMPÓSIO NACIONAL DE CONTROLE DA EROSIÃO. (3. 1985 : Maringá). Livro Guia, Maringá, PR, 332 p.
- CONSÓRCIO CESP-IPT (PAULIPETRO). *Relatório PP 011/80 Geologia do Bloco 45, balizado pelas cidades de Bauru, Marília, Ourinhos e Águas de Santa Bárbara*. 1980a.
- _____. *Relatório PP 014/80 Geologia do Bloco 38, Região de Araçatuba/Tupã*. 1980b.
- _____. *Relatório final dos Blocos 42, 43, 72, 74 e 75*. 1980c.
- _____. *Relatório RT 029/81 Geologia do Bloco 39, balizado pelas cidades de Planalto, Ibirá, Getulina e Jacanga*. 1981.
- CONVÊNIO MINEROPAR-UEM. *Relatório Final. Avaliação do potencial mineral do Grupo Bauru no Estado do Paraná 1991(1ª fase- Avaliação Preliminar)*. 96 p. (Inédito).
- DEHIRA, L. K. et al. Sedimentos cenozóicos na região de Paranavai. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, (3.: 191 : Curitiba), Atas..., Curitiba, v. 2, 1981, p.14-24.
- ETCHEBEHERE, M. L. C. ; SILVA, M. B. ; SAAD, A. R. ; HASSUI, Y. Considerações sobre o potencial mineral da Bacia do Paraná com base nos conceitos de herança e permanência. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, (35.: 1988 : Belém), Anais ... Belém, SBG, 1: 301-315.
- FERNANDES, L. A. A cobertura cretácea suprabasáltica no Paraná e Pontal do Paranapanema : os Grupos Bauru e Caiuá. São Paulo, 1992. Dissertação de Mestrado, IG/USP, 129 p.
- HASSUI, Y. et al. *Comportamento estrutural e evolução tectônica do Estado de São Paulo*. 1989. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo/Pró-Minério, 2 v.
- JABUR, I. C. ; SANTOS, M. L dos. Revisão estratigráfica da Formação Caiuá. *Boletim de Geografia*, Universidade Estadual de Maringá, v. 2, n.2, p.91-106, 1984.
- JUSTUS, J. O. *Subsídios para interpretação morfogenética através da utilização de imagens de radar*. Salvador, 1995. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geografia/UFBA, Salvador, 204 p.
- _____. ; BRASIL, A. E. ; HERRMAN, M. L. Projeto Geomorfologia. In: RADAMBRASIL, Folha SF 22, Paranapanema. Rio de Janeiro. 1985.
- MELFI, A. J. ; PEDRO, G. ; VOLKOFF, B. Natureza e distribuição dos compostos ferríferos do solo do Brasil. In: COMISSÃO V - GÊNESE, MORFOLOGIA E CLASSIFICAÇÃO DO SOLO. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, v.3, p.47-54, 1979.
- MILLOT, G. Geochimique des alterations. *Bull. Serv. Carte Geol. Als. Lorr.*, v.24, n.4, p.181-218, 1971.
- MINEROPAR (Minerais do Paraná S.A.). *Mapa Geológico do Estado do Paraná*. Curitiba. 1989. Escala 1:650.000.
- POPP, J. H. ; BIGARELLA, J. J. Formações cenozóicas do noroeste do Paraná. *An. Acad. Bras. Ciências*, Rio de Janeiro, v.47 (Suplemento): 465-472.
- SAAD, A. R. et al. Relatório Interno n.25824, *Avaliação do potencial metalogenético da Bacia do Paraná no Estado de São Paulo 1988*. IPT, 213 p.
- SALAMUNI, R. et al. Observações sobre o ambiente de deposição da Formação Caiuá no NW do Estado do Paraná. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, (3.: 1981 : Curitiba) Atas..., Curitiba, v. 2, 1981, p. 25-33.
- SILVA, R. B. ; DEL MONTE, E. Mineralização de trona na Bacia do Paraná: uma possibilidade. *Mineral Brasil Engenho e Arte*: p.24-34. 1987.
- STEVAUX, J. C. *Sedimentação e morfogênese dos depósitos associados à calha do Rio Paraná, região de Porto Rico*. PR. São Paulo, 1993. Tese de doutoramento, inédita, Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo, 242p.
- _____. Upper Paraná River (Brazil): geomorphology, sedimentology and paleoclimatology. *International Quaternary*, v.21, p.143-164, 1994a.
- _____. Geomorfologia, sedimentologia e paleoclimatologia do alto curso do Rio Paraná (Porto Rico, PR). *Boletim Paranaense de Geociências*, v.42, p.97-112, 1994b.
- SUGUIO, K. ; BARCELOS, J. K. Calcretes of the Bauru Group (Cretaceous) Brazil: petrology and áreas alagadas sob clima úmido com deposição de matéria orgânica gerando turfa solubilizando o óxido de ferro da areia; D) a ação antrópica detona processos de erosão intensa (voçorocamento), com exposição dos depósitos antigos.