

Pesquisas em Geociências

<http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias>

Clima Seco e Formação de Dunas Eólicas durante o Holoceno Médio em Taquaruçu, Mato Grosso do Sul

Mauro Parolin, José Cândido Stevaux

Pesquisas em Geociências, 28 (2): 233-243, maio/ago., 2002.

Versão online disponível em:

<http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/article/view/20298>

Publicado por

Instituto de Geociências



Portal de Periódicos UFRGS

UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO GRANDE DO SUL

Informações Adicionais

Email: pesquisas@ufrgs.br

Políticas: <http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/about/editorialPolicies#openAccessPolicy>

Submissão: <http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/about/submissions#onlineSubmissions>

Diretrizes: <http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/about/submissions#authorGuidelines>

Data de publicação - maio/ago., 2002.

Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil

Clima Seco e Formação de Dunas Eólicas durante o Holoceno Médio em Taquaruçu, Mato Grosso do Sul

MAURO PAROLIN¹ & JOSÉ CÂNDIDO STEVAUX²

¹ Universidade Estadual de Maringá – Departamento de Biologia – Programa de Pós Graduação em Ambientes Aquáticos Continentais
87020-900 Maringá, PR – m_parolin@uol.com.br

² Universidade Estadual de Maringá – Dept^o. de Geografia – 87020-900 Maringá, PR – jcstevaux@uem.br

(Recebido em 10/01. Aceito para publicação em 05/02)

Abstract - Holocene sandy deposits interpreted as of eolian origin were studied at Taquaruçu, MS (22°30' S / 53°20' W). That area is constituted of hills with 5 to 12 m of height over the regional surface, with lightly asymmetric profile, which, morphologically remind eolian dunes quite dissipated, covered by scattered shrub-arboreal vegetation. The deposits are mainly composed of fine to very fine (35 and 54%), medium quartzose sand (7%), with rare granules in the basal interval and clay (4%). Sediment is almost totally massive, probably, by intensive root bioturbation. Structures generated by dissipation and fluidization were also identified. The studied profiles are very similar and presented a temporal hiatus between 3,3 and 3,7 ka BP. The curve of magnetic susceptibility also displays a coincident inflection with the identified discontinuity in the age curve. It was possible to conclude that the area was submitted to a drier climate than the current during the Middle Holocene. Under this climate there was reduction in the vegetable covering and the consequent mobilization of the sand generating an erosive surface and the formation of small dune field. This dry period at the end of Middle Holocene is also identified in other localities such as in SE and Central area of Brazil, and in NE of Argentina. However, this is the first time that eolian processes of such intensity were described in the studied area, and a revision in the definition of aridity intensity of the short dry period of the Holocene is suggested.

Keywords - eolian dunes, Medium Holocene, paleodunes.

INTRODUÇÃO

A ocorrência de um curto período mais seco no Holoceno foi identificada por vários autores em diferentes localidades do Centro Sul do Brasil (Thomas & Thorp, 1995; Ledru, 1993; Ledru *et al.*, 1996; Barbosa *et al.*, 1990; Van der Hammen, 1991, entre outros) e no Nordeste da Argentina (Iriondo & Garcia, 1993). Na região do alto rio Paraná esse período de recrudescência climática foi constatado por Jabur (1992), Stevaux (1993, 1994a, 1994b e 2000). Estudos feitos por Kramer (1998), Kramer & Stevaux (1999) e Kramer *et al.* (2000) na região de Taquaruçu (MS) estabeleceram um hiato temporal de aproximadamente 9 mil anos (definido entre 3 e 12 ka AP) e uma intensa ressedimentação e remobilização por volta dos 3 mil anos AP. Diante de tais fatos o presente trabalho procura identificar traços de um clima seco e uma intensa atividade eólica na região durante o Holoceno Médio, que teria propiciado a mobilização da cobertura arenosa e a formação de um conjunto de dunas eólicas.

LOCALIZAÇÃO E DESCRIÇÃO DA ÁREA

A área de estudo está situada próxima à margem direita do alto curso do rio Paraná, no município de Taquaruçu, a sudeste do estado de Mato Grosso do Sul, fazendo parte da Unidade Geomorfológica Fazenda Boa Vista (Fig. 1). Esta unidade trata-se de um terraço escavado em antigos depósitos do rio Paraná ($31,4 \pm 1,7$ e $42,5 \pm 1,7$ ka AP para a base dos depósitos), encontrando-se 8 a 10m acima do nível atual de água do rio. Apresenta composição predominantemente arenosa com presença de cascalho na base e tornando-se ligeiramente argilosa para o topo. Santos & Stevaux (2000) sugerem que tais depósitos tenham sido formados pelo próprio rio Paraná, em sistema primeiramente bastante energético e com descargas concentradas do tipo entrelaçado (porção basal correspondente ao cascalho), passando a um sistema entrelaçado arenoso de menor energia (porção arenosa superior). Baseado em fotografias aéreas e imagens de satélite, Stevaux (1993) subdividiu a Unidade Fazenda Boa Vista em três subunidades: a) Unidade Fazenda Boa Vista Leque

– onde a superfície apresenta-se parcialmente recoberta por pequenos leques aluviais inativos; b) Unidade Fazenda Boa Vista Baixa - composta por uma série de cicatrizes de um antigo sistema de canais fluviais pouco desenvolvidos; c) Unidade Fazenda Boa Vista Alta - definida por uma faixa de 200 a 2000 m de largura desenvolvida ao longo do limite com a planície de inundação do rio Paraná, recoberta por pequenas colinas arenosas.

A área de estudo insere-se na subunidade Fazenda Boa Vista Alta, em uma área de aproximadamente 15km de comprimento por 5km de largura, limitada pelo baixo curso do rio Esperança (Fig. 1). Nesse local encontra-se uma série de pequenas colinas, entre 5 a 10m de altura, em uma linha norte-sul de aproximadamente 10km, sendo a distância entre elas estimada em 2km, cuja morfologia lembra dunas eólicas (Fig. 2). Neste trabalho foram levantadas várias dessas colinas, sendo mais detalhado o conjunto localizado na Fazenda Ouro Verde (22°36'34" S e 53°11'49" W) e Fazenda São Vitor (22°33'53" S/ 53°09'46" W) (Fig. 1). Esse sistema de pequenas colinas está cortado por pequenas drenagens, principalmente a dos córregos Baile e Esperança que desenvolvem amplas planícies de inundação com extensas áreas alagadas na região da Unidade Baixa e desenvolvimento de espessas turfeiras.

METODOLOGIA

O levantamento cartográfico foi feito a partir do mapa geomorfológico apresentado por Stevaux (1993), bem como de fotografias aéreas na escala de 1:60.000 (sobrevôo 1966) e cartas topográficas de Loanda folha SF-22-Y-A-V e SF 22-Y-A nas escalas de 1:100.000 e 1:250.000 (IBGE, 1982). O posicionamento dos pontos de amostragem foi feito por GPS – Sistema de Posicionamento Global (Garmin mod. 48). Foram executados levantamentos topográficos de caráter detalhado conforme metodologia descrita por Duarte (1990).

Realizaram-se 6 sondagens com trado manual cujas profundidades nunca ultrapassaram os 6,8 m devido ao desmoronamento intenso do material arenoso. Os depósitos de várzea foram testemunhados por meio de sonda vibratória (Fig. 3). Foram coletadas 44 amostras para análise granulométrica no Laboratório de Sedimentologia da Universidade Estadual de Maringá.

As amostras para datação por termoluminescência foram coletadas e colocadas em sacos plásticos pretos evitando-se a luz solar e enviadas ao Laboratório de Vidros e Datação da Faculdade de Tecnologia de São Paulo (FATEC) e Laboratório de Cristais Iônicos, Datação e Filmes Finos do Instituto de Física da Universidade de São Paulo (USP). Em ambos os casos foi utilizado para a determinação das idades o método das Doses Adicionais, que consiste em irradiar as amostras com radiação ionizante com doses pré-estabelecidas. Duas amostras para datação por ^{14}C foram encaminhadas para o laboratório Beta Analytic Inc. – Flórida (EUA) e datadas pelo método padrão (Radiometric-Standard delivery: Beta – 155441 e 155442).

Com objetivo de identificar gradientes que pudessem determinar uma discordância erosiva foi avaliada a susceptibilidade magnética de 21 amostras (de 10mg) no Laboratório de Solo do Departamento de Agronomia da Universidade Estadual de Maringá (UEM), sendo os valores medidos por meio do magnetômetro Bartington MS2 (Bartington Instruments Ltda, Oxford) acoplado a um sensor MS2B.

Analisou-se a morfoscopia (arredondamento e esfericidade) de grãos de quartzo das frações de areia média (0,500-0,250mm) e areia fina (0,250 a 0,125mm), que referem-se ao intervalo granulométrico das areias transportadas por tração (Visher, 1969 *in* Suguio, 1973). As análises foram realizadas com lupa binocular no Laboratório de Pedologia do Departamento de Geografia da UEM.

Além das perfurações por trado e vibro-core, foram abertas, na Fazenda Ouro Verde, 5 trincheiras (Fig. 3) variando entre 2,5 e 1,5m com o objetivo de investigar estruturas ocorrentes no depósito. Encontrou-se dificuldade na perfuração das trincheiras devido ao constante desmoronamento do material arenoso.

RESULTADOS

Os sedimentos são constituídos principalmente por areia quartzosa (mais de 90% de quartzo) predominantemente fina a muito fina (> 90%) e seguida de areia média (< 10%). Argila e silte, quando ocorreram, ficaram entre 1 e 5% (Fig. 4), sendo que a maior porcentagem de argila (10%) ocorreu apenas numa perfuração que atravessou a base do depósito estudado (base de uma paleoduna), no contato com o lençol freático (trado 2) (Fig. 10).

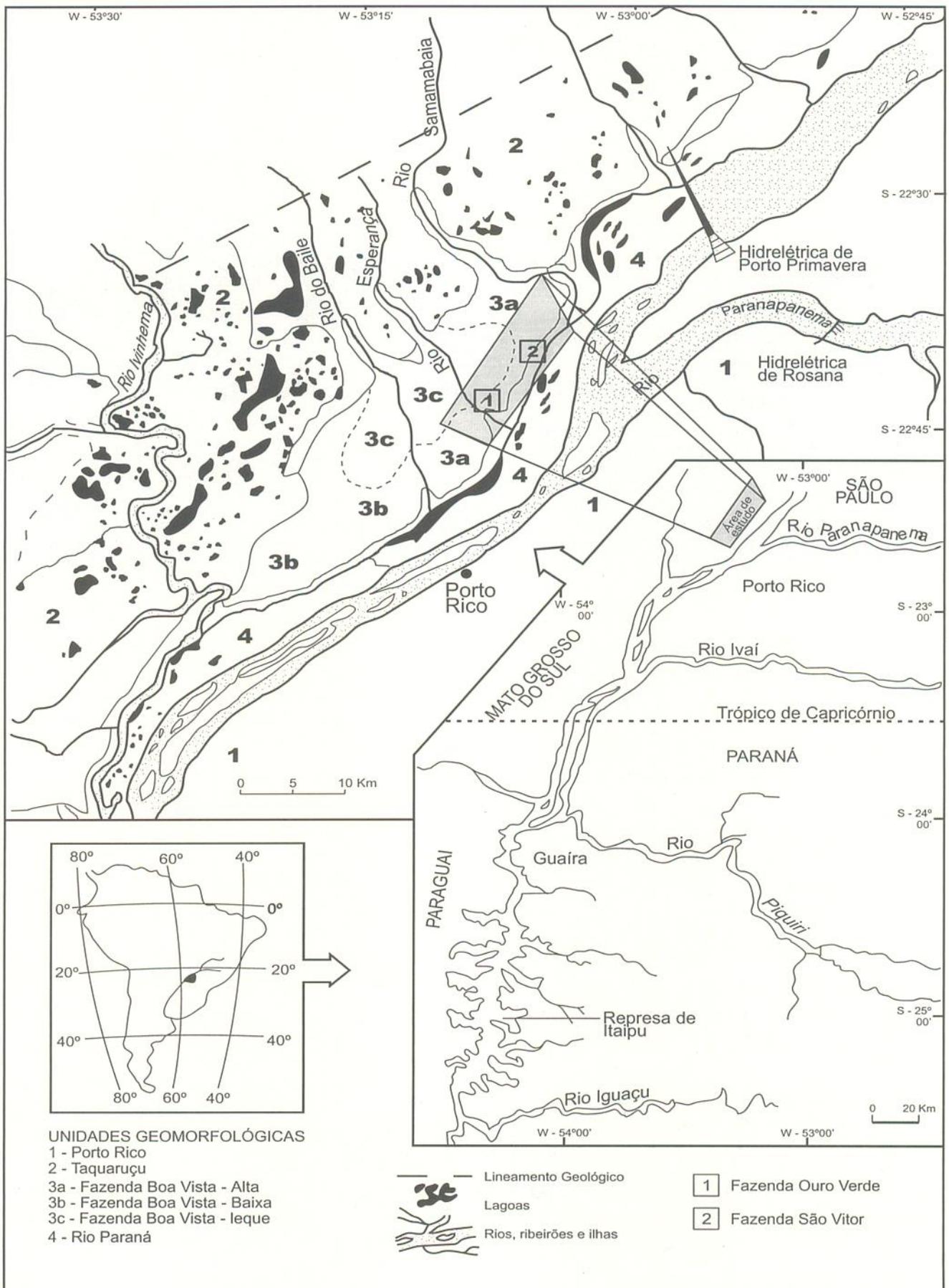


Figura 1 - Mapa de situação da região estudada modificado de Stevaux (1997).

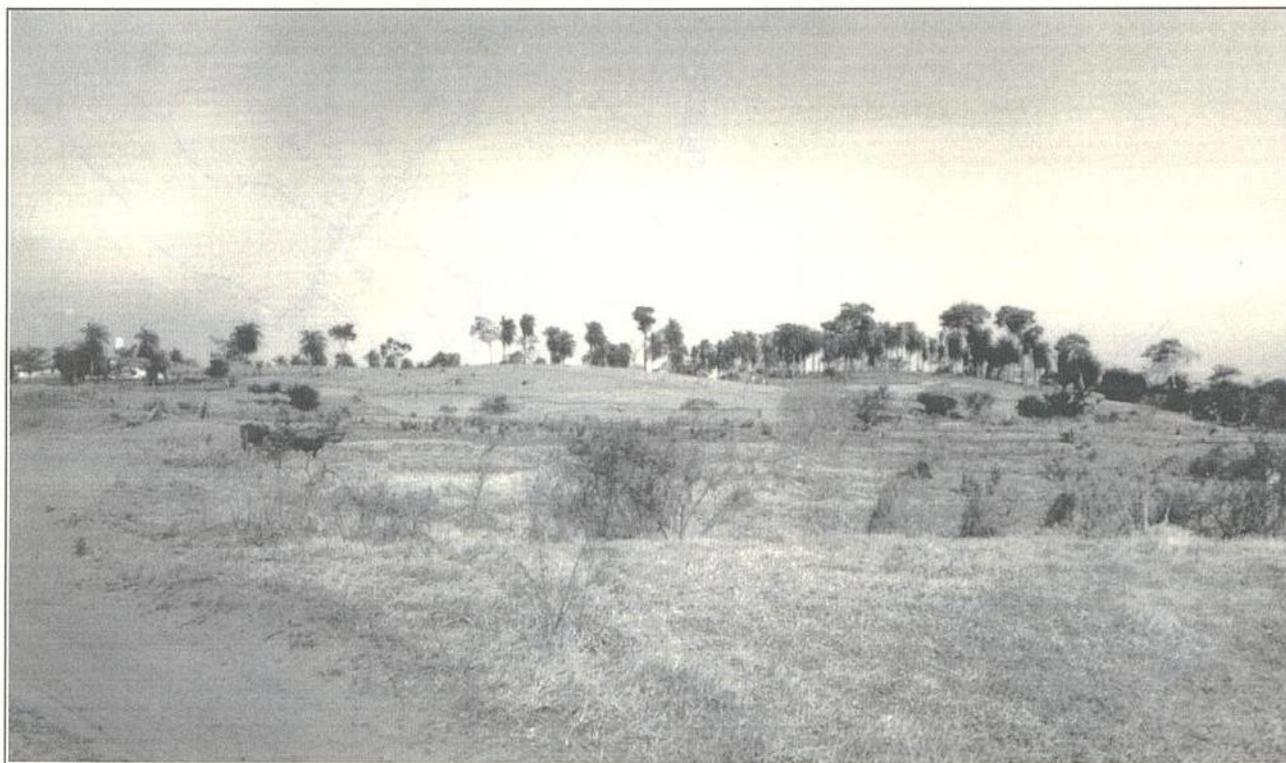


Figura 2 - Colinas de areia inconsolidadas da Fazenda Ouro Verde (Taquaruçu – MS), interpretadas como paleodunas.

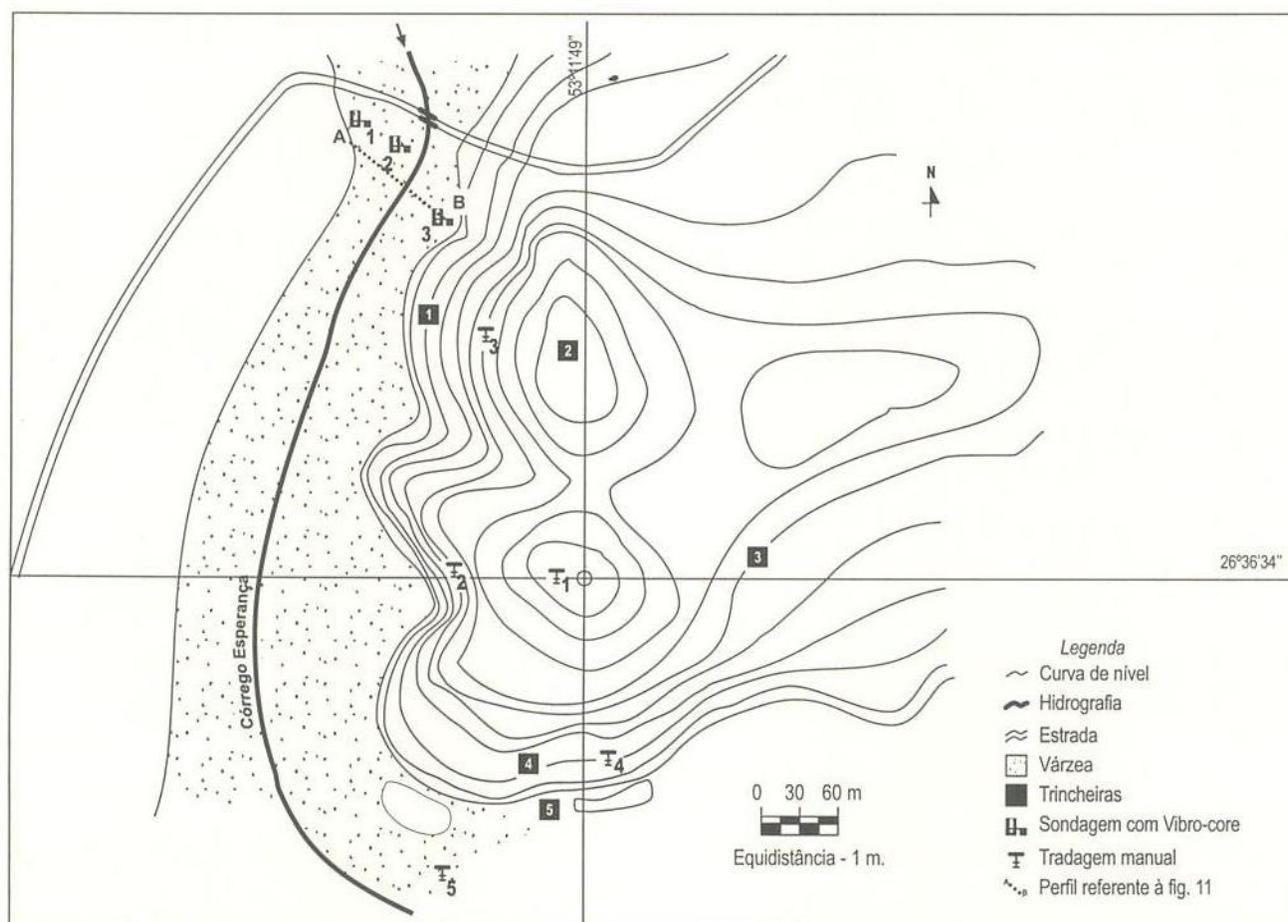


Figura 3 - Carta topográfica com indicação dos pontos de amostras – Fazenda Ouro Verde.

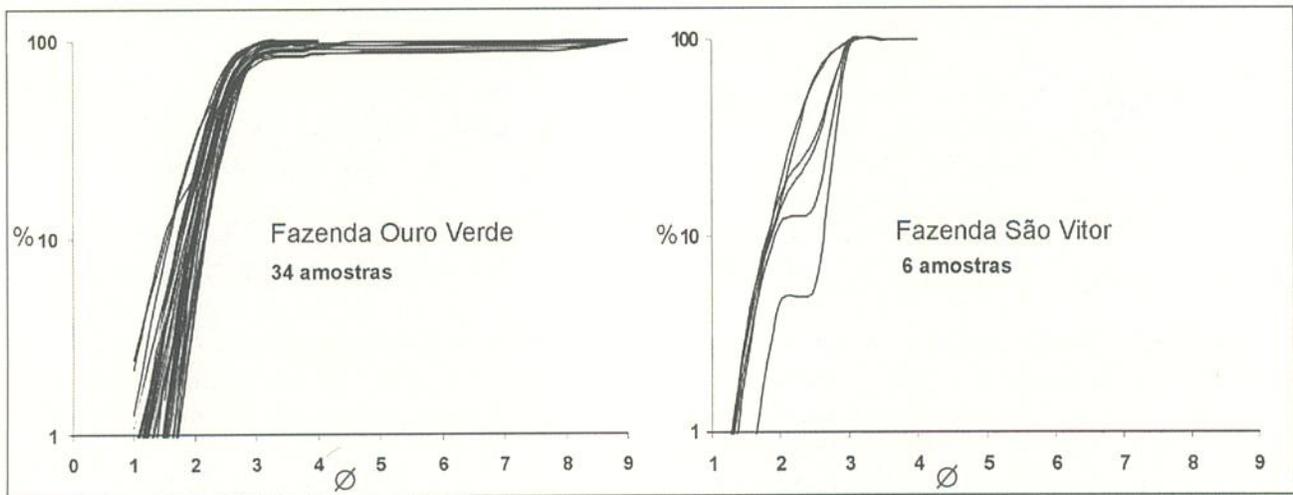


Figura 4 - Curvas de distribuição granulométrica de amostras coletadas nas fazendas Ouro Verde e São Vitor.

A média dos sedimentos foi de 2,4 a 2,5 F, tendo a curtose variando entre muito leptocúrtica e leptocúrtica (trados 1, 2, 3 e 6) e mesocúrtica trado 4. A seleção do material, obtida pelo desvio padrão, ficou entre bem selecionado (trados 1, 4 e 6), pobremente selecionado (trado 2) e moderadamente selecionado (trado 3). A tendência da assimetria foi positiva em praticamente todos os trados (Fig. 5), variando entre assimetria negativa (trado 6), aproximadamente simétrica (trado 4), assimetria positiva (trado 2 e 3) e muito positiva (trado 1).

Somente em duas trincheiras (2 e 5) foi possível identificar estruturas sedimentares (Fig. 6), nas demais o material apresentou-se extremamente bioturbado por raízes e totalmente maciço. As raras estruturas observadas foram identificadas como de dissipação e de fluidização, sendo bastante semelhantes às descritas por Bigarella (1974) e Bigarella & Mazuchowski (1985) em Santa Catarina e na Formação Paranaíba respectivamente (Fig.7). Foram tam-

bém constatadas estruturas de escorregamento com formação de blocos de areia (brecha) retorcidos, bastante típicos de dunas eólicas (J. J. Bigarella, comunicação verbal).

A seção geológica transversal à planície de inundação do córrego Esperança (Fig. 11) mostra a relação entre as areias de dunas e a turfa aluvial. As areias da base dos depósitos de dunas foram truncadas pela seqüência aluvial do córrego Esperança. Na trincheira número 5, contudo foi observada uma intercalação entre areia e turfa (Fig. 6) restrita contudo à região de contato entre as duas litologias. Essa intercalação foi formada recentemente pelo coluvionamento atual das dunas sobre a várzea do córrego Esperança.

A análise morfoscópica revelou que os grãos de quartzo com alta esfericidade superaram 40%, sendo menos de 20% o percentual de grãos com esfericidade baixa (Fig. 8). As amostras apresentaram diferentes percentuais de arredondamento, os trados 1 e 4 indicaram a predominância de grãos subarredon-

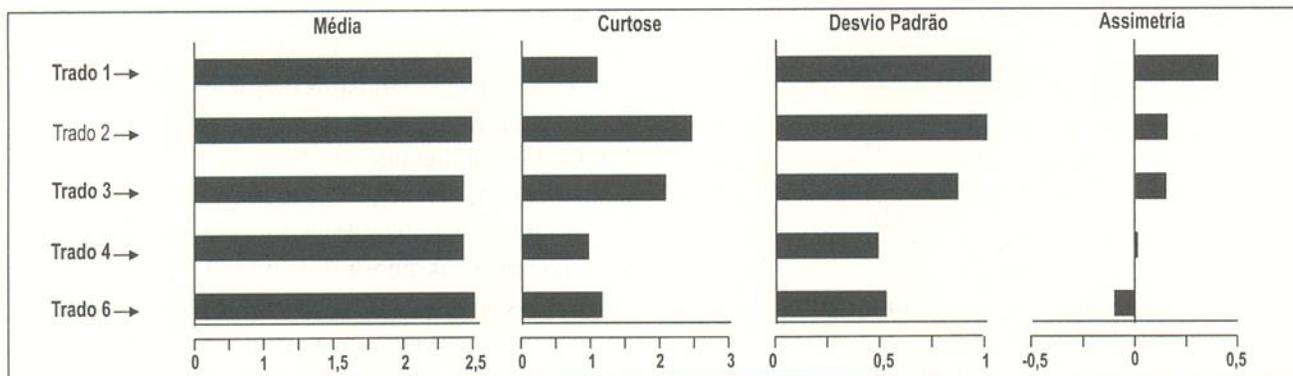


Figura 5 - Parâmetros estatísticos por trado. Trado 1 a 4 Fazenda Ouro Verde, trado 6 fazenda São Vitor (elaborado a partir das médias aritméticas).

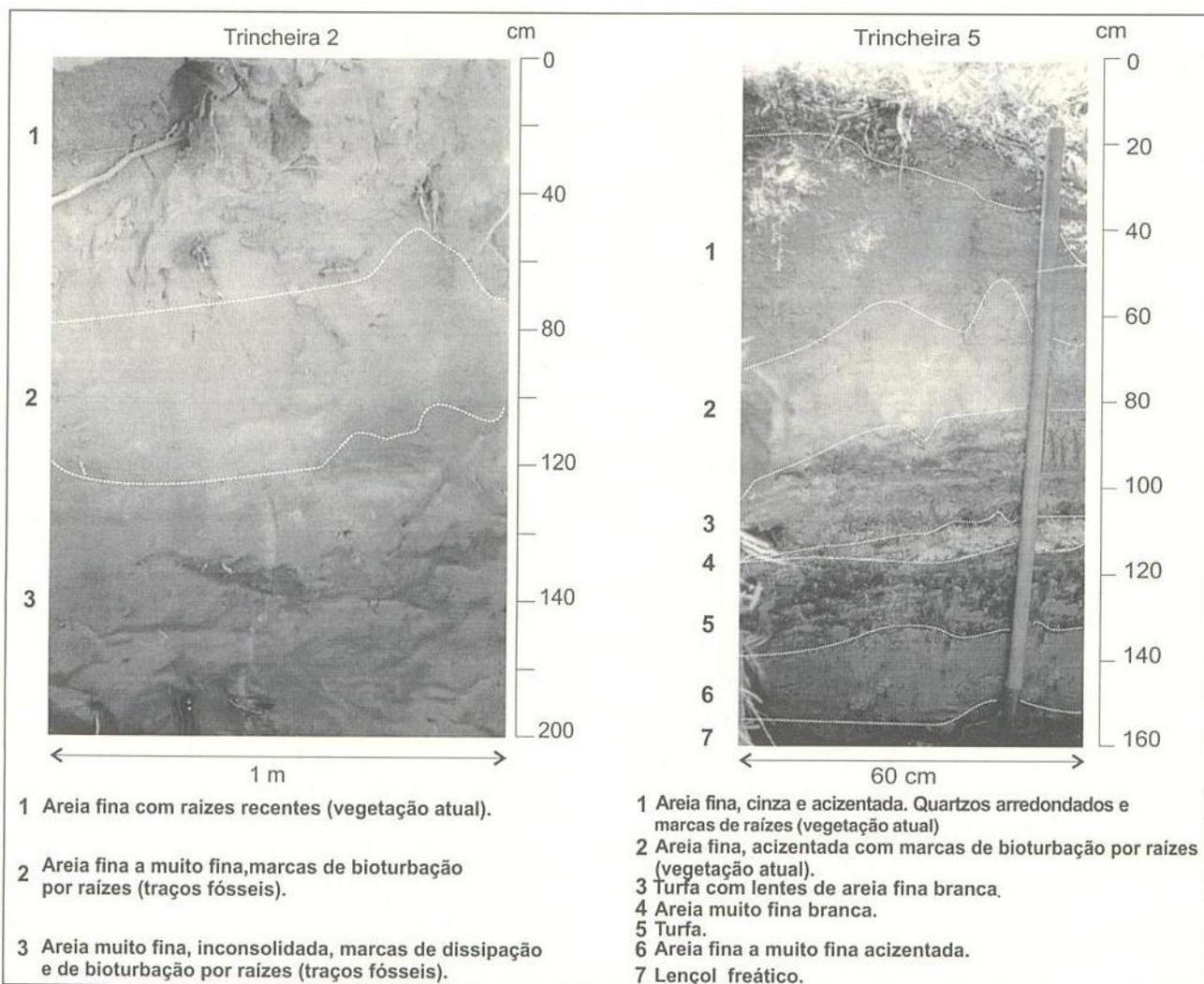


Figura 6 - Descrição das trincheiras 2 e 5 (Fazenda Ouro Verde).

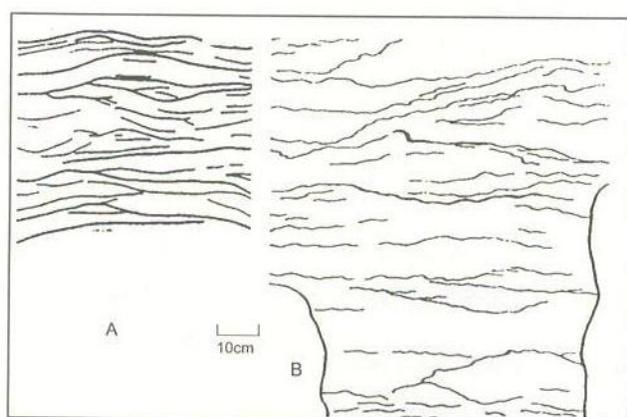


Figura 7 - Estruturas de dissipação – A – Bigarella (1974) – B – Bigarella & Mazuchowski (1985).

dados (40%) e os trados 2 e 6 a predominância de grãos arredondados (45%).

Nas amostras do trado 1 (Fig. 9) as datações obtidas por termoluminescência apresentaram valores

entre $2,1 \pm 0,2$ (0,70 m) e $8,29 \pm 0,6$ ka AP (6,8 m), nas amostras do trado 2 (Fig. 9) obteve-se idades de $3,7 \pm 0,37$ ka AP. (1,20 m) e $10,1 \pm 1$ ka AP (3,76 m). Os resultados dos dois trados são bastante semelhantes e apresentam uma descontinuidade erosiva entre 3,3 e 3,7 ka AP evidenciada por hiatos temporais que variam de 5 a 7 ka AP. Nas amostras do trado 4 as idades variaram de $5,48 \pm 0,33$ ka AP (1,65m) e $6,1 \pm 0,366$ ka AP (3,25m). As amostras do trado 6 (Fig. 10) apresentaram grande variação temporal ($4,8 \pm 0,6$ e $20,6 \pm 1,5$ ka AP.), indicando um hiato temporal de aproximadamente 5,4 ka AP.

A maior amplitude na susceptibilidade magnética foi encontrada nas amostras do trado 1 ($13,2 \cdot 10^{-8} \text{m}^3 \text{kg}^{-1}$) (Fig. 9), as amostras dos trados 2 (Fig.9) e 3 (Fig. 10) apresentaram variações menores ($8,2$ e $9,1 \cdot 10^{-8} \text{m}^3 \text{kg}^{-1}$). A curva de susceptibilidade magnética mostra uma inflexão que aproximadamente coincide com a aquela

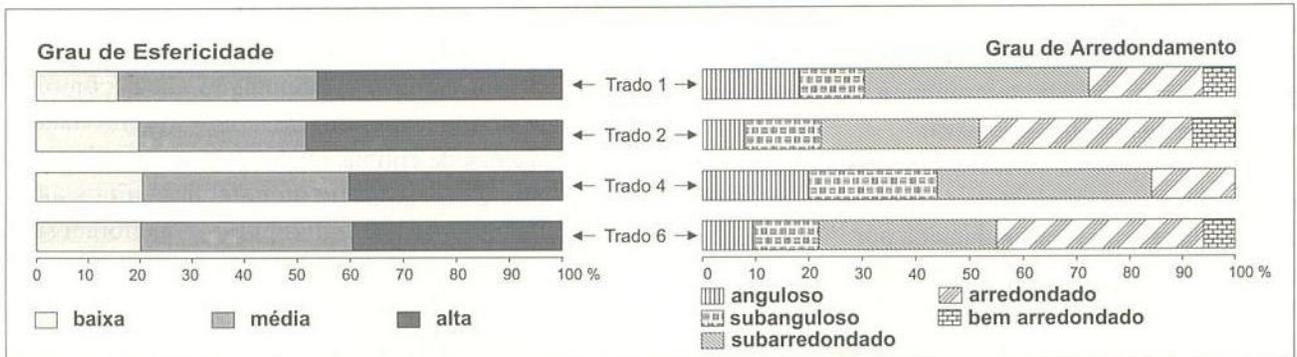


Figura 8 - Resultado das análises de morfoscopia (3 amostras de 30 grãos por trado) – trados 1, 2 e 4 (Fazenda Ouro Verde) e trado 6 (Fazenda São Vitor).

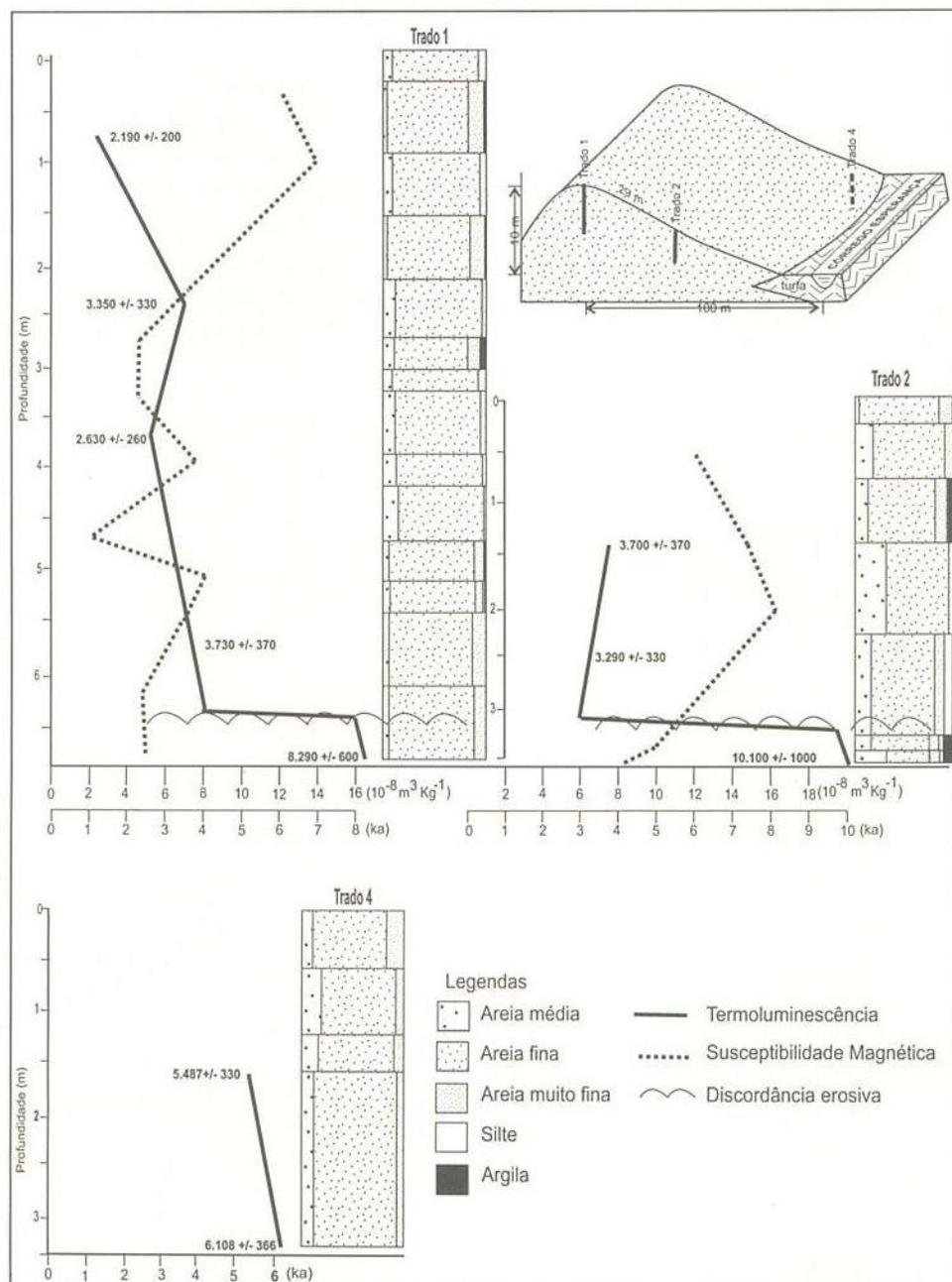


Figura 9 - Resultados, datação por termoluminescência e susceptibilidade magnética, trados 1, 2 e 4 Fazenda Ouro Verde.

DISCUSSÃO

da curva de idade, sendo que com tendência a valores menores na medida em que se aumenta a profundidade, ajudando assim a se determinar a localização aproximada da discordância erosiva.

Os depósitos turfosos atravessados pela sondagem vibratória na planície de inundação do córrego Esperança (Fig.11) foram datados por ^{14}C em $11,57 \pm 0,08$ ka AP (sondagem 3, prof. 2,20 m) e $9,71 \pm 0,08$ ka AP (sondagem 2, prof. 2,40 m). Na base da sondagem encontrou-se cascalho arenoso datado por TL em $35,23 \pm 2,2$ ka AP, idade esta coerente com aquelas encontradas por Stevaux (2000) para a base dos depósitos da Unidade Geomorfológica Fazenda Boa Vista. Na sondagem 1 verificou-se 1,80m de turfa, intensamente bioturbada por raízes. Na sonda 3 destaca-se uma espessa camada de areia intercalada com matéria orgânica, fato que também ocorre nas sondas 1 e 2, porém com espessura menor (Fig.11).

As areias de canal associadas aos depósitos do córrego Esperança são predominantemente finas a muito finas, muito bem selecionadas, leptocúrticas e aproximadamente simétricas.

A morfologia e disposição (bem como os parâmetros sedimentométricos, como se verá adiante) das formações de colinas mapeadas na Fazenda Ouro Verde (Fig. 2 e 3) sugerem dunas eólicas. Entretanto, devido a intensa erosão e dissipação a que foram submetidas, dificilmente se conseguirá determinar o tipo de duna ou mesmo direções de ventos dominantes. O mapa topográfico em detalhe de um grupo (Fig. 3) revela um perfil assimétrico sugerindo uma direção de paleovento de leste para oeste.

Outra dificuldade na interpretação desses depósitos como de origem eólica é a ausência das estratificações cruzadas típicas. Contudo, a presença de estruturas de dissipação (Fig. 6) e fluidização, ainda que bastante incipientes, reforçam a hipótese de processo eólico na formação daqueles depósitos.

A explicação para a quase total ausência de estruturas sedimentares nas areias pode estar relacionada à intensa bioturbação por raízes observada na área (J.J. Bigarella, comunicação verbal). Por outro lado, a

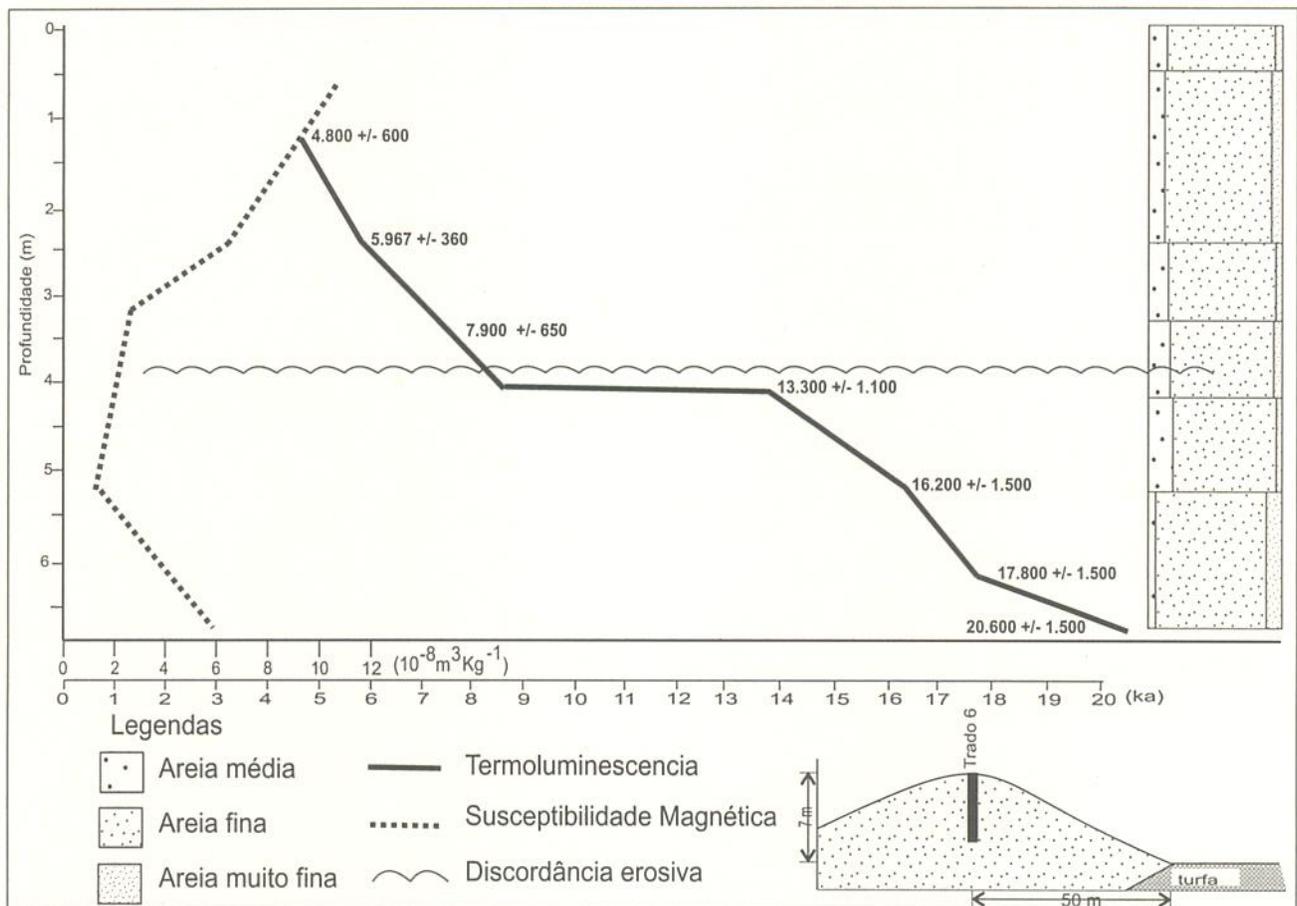


Figura 10 - Resultados da datação por termoluminescência e susceptibilidade magnética trado 6 – Fazenda São Vitor.

comparação de dados granulométricos destes depósitos com outros da literatura podem fornecer parâmetros interessantes quanto a sua origem. A assimetria obtida nestas areias são diferentes daquelas encontradas por Bigarella (1974) e Bigarella *et al.* (1969) em dunas de praias. Contudo, esse parâmetro é controlado mais precisamente pelas características do material fonte do que propriamente pelo processo deposicional eólico. Depósitos eólicos com semelhantes valores de assimetria foram encontrados por Barreto (1996) em paleodunas na região do rio São Francisco.

O tamanho do sedimento aliado aos parâmetros estatísticos de curtose e desvio padrão tem certa semelhança com o observado nos trabalhos realizados por Barreto (1996), Bigarella (1974) e Bigarella *et al.* (1969). Porém, ressalta-se que a textura das areias descreve o tipo e as características dos sedimentos, ela não é suficiente para resolver os problemas relacionados com o processo de deposição, gênese e condições de desenvolvimento. Muitas tentativas para separar padrões referentes a areias de dunas de outros ambientes provaram ser ineficazes, embora eles apresentas-

sem resultados satisfatórios para áreas restritas (Bigarella *et al.*, 1969).

A presença muito localizada de argila em alguns pontos da duna (Fig. 9) é interpretada como de origem secundária, provavelmente relacionada à flutuação do nível do lençol freático, conforme já mencionado por Bigarella (1974), ou então ser resultado de depósitos interdunas pretéritos, como nos casos descritos por Bigarella (2000). Os graus de esfericidade e arredondamento dos grãos de quartzo foram bastante homogêneos, fato também observado por Barreto (1996) nas dunas do São Francisco.

Para analisar a ocorrência das dunas eólicas estudadas dentro do contexto paleoclimático da área é necessário mencionar o quadro paleoclimático definido por Jabur (1992) e Stevaux (1993, 1994b e 2000) para a região de Porto Rico (Tab. I). Neste, um curto período de clima relativamente mais seco é definido entre o Holoceno Médio e Superior.

Kramer (1998) em trabalho realizado nas lagoas da unidade Taquaruçu (Fig.1) constatou um hiato temporal de 9 ka, indicando que o material daquela

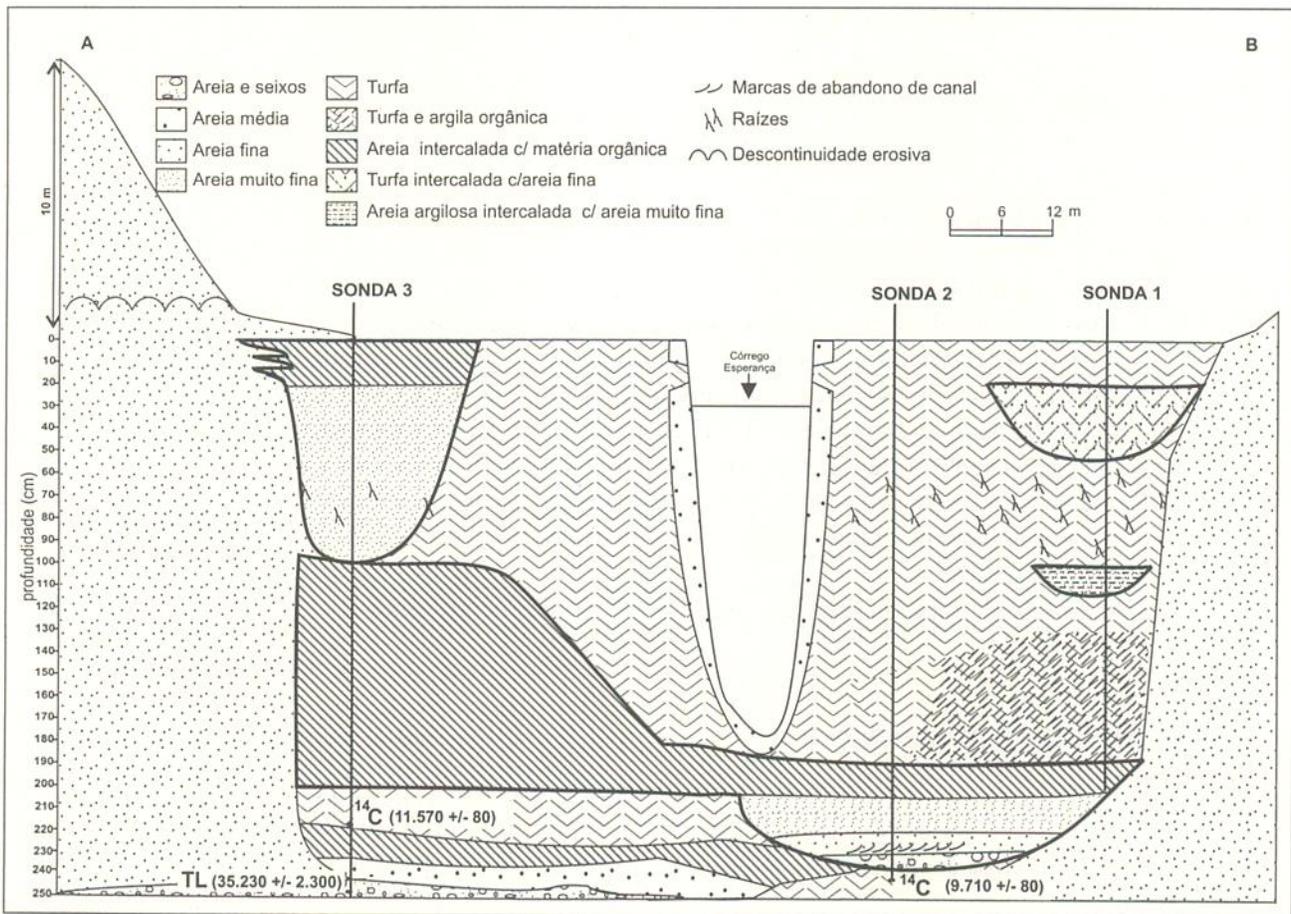


Figura 11 - Resultados das sondagens com "vibro-core", Fazenda Ouro Verde.

região foi retrabalhado e ressedimentado por volta de 3 ka. Essa afirmativa corrobora-se com os resultados obtidos no presente estudo (Fig. 9), onde a mesma discordância erosiva foi identificada. Destaca-se ainda o fato das datações obtidas por C^{14} na turfa mostrarem um período de maior umidade entre 11,5 e 9,7 ka AP (Fig.11). A idade de $35,230 \pm 2,3$ ka AP obtida por termoluminescência na base dos depósitos arenosos sonda 3 (Fig.11) indicam que o cascalho presente nessa seqüência é o mesmo definido para a base da Unidade Fazenda Boa Vista encontrado por Stevaux (1993) e Stevaux *et al.* (1997).

CONCLUSÃO

Baseando-se nos dados apresentados é possível admitir a hipótese que a área esteve submetida a um clima mais seco do que atual fato identificado por Jabur (1992), Stevaux (1993, 1994a, 1994b e 2000), Stevaux *et al.* (1997), Kramer & Stevaux (1999) e Kramer *et al.* (2000), porém a intensidade dessa aridez pode ser maior do que a verificada até agora. Essa maior aridez parece ter vigorado durante o Holoceno Médio a partir de 3 ka AP. com provável redução na cobertura vegetal, por conseqüente

mobilização da cobertura arenosa provocando a formação de dunas eólicas.

Esse período seco no final do Holoceno Médio é também identificado não apenas na região, mas em outras localidades do SE e centro do Brasil e NE da Argentina (Stevaux, 2000). Contudo, é a primeira vez nesta região que se descreve a ocorrência efetiva de processos eólicos relativamente intensos que levaram a formação de dunas dessa magnitude. Tal fato justifica uma revisão nos estudos sobre a intensidade de aridez atribuída anteriormente a esse curto intervalo temporal do Holoceno.

AGRADECIMENTOS

Aos professores João José Bigarella e Paul E. Potter, pela ajuda e conhecimentos transmitidos no trabalho de campo, ao Sr. Ivo Nonato proprietário da fazenda Ouro Verde, pela acolhida, a José Marmontel pela ajuda na topografia, ao Professor Valdir Alves pelo apoio logístico, a Maria de Moraes, técnica do Laboratório de Sedimentologia pela valiosa instrução e aos amigos do Grupo de Estudos do Meio Ambiente (GEMA).

Tabela 1 - Resumo das mudanças climáticas nos últimos 40 mil anos AP, na Região de Porto Rico - PR, baseado nos estudos de Jabur (1992), Stevaux (1993, 1994b e 2000).

x10 ³ anos AP	Condições Ambientais	Clima
1,5	A região adquiriu as características ambientais atuais. Pólens de mata, bem como restos vegetais de argila orgânica são encontrado nas lagoas.	úmido
3,5 a 1,5	Diminuição da matéria orgânica e predomínio de elementos polínicos de campo.	Seco
8,5 (?) a 3,5	Mudanças das características hidrológicas do rio Paraná durante esse período. O padrão do canal passa de entrelaçado ("braided") para anastomosado ("anastomosed"). Início da construção da planície de inundação na margem esquerda do canal. Alto teor de matéria orgânica, baixa percentagem de areia dispersa na matriz e presença de pólens de mata condizendo com a interpretação de clima úmido.	úmido
> 8,5	Baixo teor de matéria orgânica, domínio de pólens de gramíneas.	árido

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barbosa, A. S.; Ribeiro, M. B. & Shimitz, P.I. 1990. Cultura e ambiente em áreas de cerrado do sudoeste de Goiás. In: PINTO, M. N. (Ed.). **Cerrado – caracterização ocupação e perspectivas**. Brasília, Ed. da UNB. p. 67-100.
- Barreto, A. M. F. 1996. **Interpretação paleoambiental do sistema de dunas fixadas do médio rio São Francisco, Bahia**. São Paulo, 175 p. Tese de Doutorado em Geologia Sedimentar, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.
- Bigarella, J. J. 1974. Structures developed by dissipation of dune and beach ridge deposits. **Catena, Giesses**, 2: 107-152
- Bigarella, J. J. 2000. Parabolic dune behavior under effective storm Wind conditions. São Paulo, **Revista Brasileira de Geomorfologia**, 1 (1): 1-26.
- Bigarella, J. J.; Alessi, A. H.; Becker, R. D. & Duarte, G. M. 1969.

- Textural characteristics of the coastal dune, sand ridge and beach sediments, *Boletim Paranaense de Geociências*, **27** p.15-80.
- Bigarella, J. J. & Mazuchowski, J. Z. 1985. Visão Integrada da Problematologia da Erosão. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE CONTROLE DE EROSÃO, 3., 1985, Maringá. *Livro Guia...* Maringá, ABGE/ADEA, p. 332.
- Duarte, P. A. 1990. *Cartografia Básica*. Florianópolis, editora da UFSC.
- Iriondo, M. & GarciaA, N. O. 1993. Climatic variations in the Argentine plains during the last 18,000 years. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Paleoecology*, **101**: 209-220.
- Jabur, I. C. 1992. *Análise paleoambiental do Quaternário superior na bacia do alto rio Paraná*. Rio Claro. 184p. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Júlio de Mesquita Filho.
- Ledru, M. P. 1993. Late Quaternary environmental and climatic changes in Central Brazil. *Quaternary Research*, **39**: 90-98.
- Ledru, M. P.; Braga, P. I. S.; Soubiès, F.; Martin, L.; Suguio, K. & Turcq, B. 1996. The Last 50,000 years in neotropics (Southern Brazil): evolution of vegetation and climate. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Paleoecology*, **123**: 239-259.
- Kramer, V. M. S. 1998. *Mudanças Climáticas na região de Taquaruçu (MS) durante o Holoceno*. Maringá. 35 p. Dissertação de Mestrado em Ciências Ambientais. Departamento de Biologia/NUPÉLIA. Universidade Estadual de Maringá.
- Kramer, V. M. S & Stevaux, J. C. 1999. Thermoluminescence and Magnetical susceptibility applied to paleoclimatic reconstruction of the Taquaruçu region (Center-Eastern Brazil), during the Holocene. In: ARAGUAIA INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON GEOMORPHOLOGY AND PALEOHYDROLOGY OF LARGE RIVERS. Goiânia, *Boletim Goiano de Geografia (edição especial)...* UFG, p.38-42.
- Kramer, V. M.; Parolin, M. & Stevaux, J. C. 2000. Thermoluminescence and Magnetic Susceptibility Methods Applied to Paleoclimatic Studies in the Middle Holocene of Mato Grosso do Sul, Brazil. In: SYMPOSIUM ON PHYSICAL METHODS OF DATING IN ARCHAEOLOGY AND GEOLOGY, 2000, São Paulo, *Abstracts...* São Paulo, Instituto de Física da Universidade de São Paulo e Academia de Ciências de São Paulo. p8.
- Santos, M. L. & Stevaux, J. C. 2000. Facies and architectural analysis of channel macroforms sandy in the upper Paraná river. *Quaternary International*, **72**: 87-94
- Suguio, K. 1973. *Introdução a Sedimentologia*. São Paulo, Editora Edgard Blücher/EDUSP, 317p.
- Stevaux, J. C. 1993. *O rio Paraná: Geomorfogênese, sedimentologia e evolução quaternária de seu curso superior*. São Paulo. 142 p. Tese de Doutorado em Geologia Sedimentar, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.
- Stevaux, J. C. 1994a. Upper Paraná River (Brazil) Geomorphology and Paleoclimatology. *Quaternary International*, **21**: 143-161.
- Stevaux, J. C. 1994b. Geomorfologia, Sedimentologia e Paleoclimatologia do Alto Curso do Rio Paraná (Porto Rico-PR). *Boletim Paranaense de Geociências*, **42**:97-112.
- Stevaux, J. C. 2000. Climatic events during the Late Pleistocene and Holocene in the Upper Paraná River: Correlation with NE Argentina and South-Central Brazil. *Quaternary International*, **72**: 73-85.
- Stevaux, J. C.; Souza Filho, E. E. & Jabur, I. C. A. 1997. História quaternária do rio Paraná em seu alto curso. In: Vanzoler, *et al.* (Ed). *A Planície de Inundação do Alto Rio Paraná - Aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos*. Maringá, EDUEM. p. 47-72.
- Thomas, M. F.; Thorp, M. B. 1995. Geomorphic response to rapid climatic and hydrologic change during the late Pleistocene and early Holocene in the humid and sub-humid tropics. *Quaternary Science Review*, **14** (2): 193-207.
- Van der Hammen, T. 1991. Paleocology of the neotropics: an overview of the state affair. In: Suguio, K. & Tessler, M. (eds). *Proceedings of the Global Changes in South America during the Quaternary*. São Paulo. Boletim Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo, publicação especial, **8**: 35-55.