

# MUDANÇAS CLIMÁTICAS NA REGIÃO DE TAQUARUÇU (MS) DURANTE O HOLOCENO

## CLIMATIC CHANGES IN THE TAQUARUÇU REGION (MS, BRAZIL) DURING THE HOLOCENO

Vanda Maria Silva Kramer<sup>1</sup>  
José Cândido Stevaux<sup>2</sup>

### RESUMO

A Unidade Geomorfológica Taquaruçu e suas lagoas associadas (e do Mato Grosso do Sul), representam um importante registro de variações paleoclimáticas e paleoambientais do Holoceno, no alto curso do rio Paraná, correlacionáveis com o Centro sul do Brasil e NE da Argentina. Por meio do estudo de susceptibilidade magnética, datação por termoluminescência (TL) e de análise micromorfológica e sedimentar dos depósitos, foi possível confirmar que a região possui uma história evolutiva fortemente influenciada pelas flutuações climáticas do Quaternário.

Uma discordância erosiva na coluna sedimentar, caracterizada pela susceptibilidade magnética e pela datação por TL, sugere uma intensa atividade eólica em 3,3 ka BP ocorrida em um período de maior aridez. Por outro lado, a ocorrência de zonas de ferruginação no perfil sedimentar e o reconhecimento de paleoníveis mais altos das lagoas são indicativos de um período úmido anterior a 3,5 ka BP.

Os dados paleoclimáticos, definidos neste trabalho, encontram-se dentro do contexto da evolução paleoclimática já definida para todo centro-sul brasileiro e NE argentino.

### ABSTRACT

The purpose of this work was to establish the paleoclimatic reconstruction of the Taquaruçu region (MS) during the Holocene and to discuss it in the regional paleoclimatic context defined by. The studied area is located near the right margin of Paraná river, in Taquaruçu, southeast of Mato Grosso do Sul state, center-east of Brazil (lat. 22° 30' and 22° 45'S and long. 53° 15'and 53° 30'W) (figure 1). The area belongs to the Taquaruçu Geomorphologic Unity and it is dominated by a flatten relief defined between 240 and 290 m of

1 Curso de Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais – Universidade Estadual de Maringá. Departamento de Geografia da Faculdade Estadual de Educação, de Paranavaí. E-mail: vdkramer@fomet.com.br

2 Pesquisador CNPq/Capes. Departamento de Geografia da Universidade Estadual de Maringá, 87.020-900.PR e Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Centro de Estudos de Geologia Costeira e Oceânica-CECO. E-mail: busny@cybertelecom.com.br

altitude and 40 m above average water-level of the Paraná river. The best characteristic of this unity is the presence of hundreds of pans (some of them dry) with diameter of 300 and 6000 m (figure 2). The sedimentar covering is constituted by massive sand to muddy sand with a thickness of 20 m layed over a 1 m bank of limonite-cemented gravel. The geologic basement is constituted by sandstones of the Caiuá Formation.

The paleoclimatic and chronological data were obtained through magnetic susceptibility, thermoluminescence dating, micromorphologic analysis, detailed topographic profiles and granulometric compositive analysis. It has been processed the granulometric analysis of 53 samples gotten from auger and trenches. Material is constituted of 60 to 70% of fine to medium massive, quartzose sand and 30 to 40% of mud (figure 5). The highest concentration of clay in the samples is probably related to eluviation. Analysis of 14 thin sections from samples collected in the trenches revealed that material has a quartzose composition in large part with corroded and fregmented grains. The cavities formed between the grains are fulfilled with ferruginous mud due to the oscillation of the ground water, in a period it as above the present level (figure 8 b). The magnetic susceptibility values, measured in sucessive sampling 0.30 m, presented two intervals with different values (superior with  $45 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \cdot \text{kg}^{-1}$ ; inferior  $5 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \cdot \text{kg}^{-1}$ ) limited in the depth of 2.28 m. It has been realized 5 thermoluminescence determinations in sediments using the Additional Doses and Total Regeneration methods. Ages varied between 2,200 and 26,000 years BP. The age/depth ratio curve (figure 1) shows an expressive inflection between the depths of 1.5m ( $3,390 \pm 300 \text{ BP}$ ) and 2.8m ( $12,480 \pm 400 \text{ BP}$ ), suggesting a temporal hiatus of 9,090 years in sedimentary column.

The corroboration of the above mentioned data allows important inferences about the paleoclimatic evolution of the area. An expressive erosive discordance in the depth of 2.28 m was identified by the temporal hiatus in TL datations and by the abrupt change in the magnetic susceptibility values (figure 8 a). The relief quite plain permits to suppose this discordance has been provoked by intense eolic remobilization about 3,000 years BP. Palynologic data in correlated deposits of the pans suggest a semiarid period between 3.5 and 2.5 ka BP for the region.

The detailed topographic survey possibiled the recognition of a former level of the lakes about 1.8 to 2.0 m above the present one (figure 8 b). This fact is reinforced by the study of micromorphology, where it has been identified evidences of processes related to oscillation of the ground-water positioned 2.0 to 2.5 m above the present level. As such evidences are found below the discordance mentioned before, it is probable that the ground water has been standing in this position in a period posterior to 12.48 ka BP (age of the material) and inferior to 3.39 ka BP (age of the discordance). In this way, the existence of a humid period in this interval becomes quite suggestive for the region. Such fact matches the scheme of climatic changes of the Holocene established for the area, where a period of great humidity was defined between 8.5 to 3.5 ka BP.

The deposits of Taquaruçu Geomorphologic Unity record two importan moments in the climatic history of the Holocene in the southeast region of Mato Grosso do Sul which are coherent with the pre-established evolution for the region. Due to sandy and homogeneous characteristics of the material studied, the quality and characteristics of the proxy data are quite limited. However the continuity of the studies in the pans correlate deposits of the region permit to foresee an important source of paleoclimatic and paleoambiental information.

## INTRODUÇÃO

O conhecimento da evolução climática do Quaternário possui diferentes propósitos, uma vez que, conhecendo-se as alterações do clima no passado recente, pode-se, com mais segurança, determinar suas condições futuras. Dessa forma, dados paleoclimáticos fornecem importantes subsídios para a exploração racional de recursos naturais, expansão e planejamento de áreas urbanas, preservação de encostas e da cobertura pedológica, construção de obras de engenharia de grande porte e, principalmente, reavaliação das práticas agrícolas e pecuárias.

Os estudos do Quaternário marinho e costeiro dispõem, via de regra, de uma maior continuidade de registros sedimentares quando comparados à coluna geológica continental (Goudie 1992). A natureza da deposição

quaternária continental é fragmentária e descontínua, já que encontra-se irregularmente distribuída sob múltiplas formas de relevo e em estreita relação genética com as feições morfológicas da paisagem (Moura 1994). Estas dificuldades aumentam quando se trabalha em regiões tropicais e subtropicais úmidas, onde a alta velocidade da ação pedogenética destrói continuamente eventuais dados "proxy" do depósito quaternário (Goudie 1992).

Muito embora o Quaternário costeiro brasileiro seja razoavelmente conhecido, a vasta área interior do país ainda se encontra, em grande, parte praticamente intocada (Stevaux *et al.* 1997). Os estudos paleoclimáticos do Quaternário, no Brasil Central, aparecem na obra pioneira de Cailleux & Tricart (1957). Bigarella & Ab'Saber (1964) tentam uma correlação entre os eventos glaciais e as condições de aridez. Damouth & Fairbridge (1970), estudando sedimentos da plataforma continental, inferiram

as condições da América do Sul durante o último evento glacial. Bigarella et al. (1975) sintetizaram as mudanças paleoclimáticas no sul do Brasil e Ab'Saber (1977 e 1982) fez a correlação paleoclimática do Brasil Central.

Nas duas últimas décadas, houve uma intensificação na análise qualitativa das características paleoambientais em áreas mais localizadas, mas com tentativas de enquadrá-las num contexto mais amplo, como se pode observar nos trabalhos de Markgraf (1989), Clapperton (1993), Ledru (1993), Siefeddine et al. (1994), Stevaux et al. (1997), Iriondo (1998) entre outros.

A bacia do alto curso do rio Paraná localiza-se numa região estratégica para a compreensão das mudanças climáticas do Quaternário continental sul americano, uma vez que interpõe-se entre a área costeira brasileira, relativamente bem conhecida, e as regiões subandinas e chaquenas. No alto curso do rio Paraná, destacam-se os estudos paleoclimáticos de Ruiz (1963) e Fulfaro & Suguio (1974), Nogueira Júnior (1988), Jabur (1992) e Stevaux (1994).

São objetivos deste trabalho caracterizar morfológica e sedimentologicamente os depósitos da unidade geomorfológica Taquaruçu, datar o material sedimentar e reconstruir as mudanças climáticas e ambientais da região durante o Holoceno.

## LOCALIZAÇÃO E DESCRIÇÃO DA ÁREA

A área de estudo tem aproximadamente 1100 km<sup>2</sup> e 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, entre as latitudes 22° 30' e 22° 45'S e longitudes 53° 15' e 53° 30'W. Delimita-se pelo córrego Baile, o canal de Araçatuba, o rio Baía e o rio Ivinheima, tendo seu limite norte definido nas proximidades da zona urbana de Taquaruçu (figura 1).

A área de estudo pertence à bacia hidrográfica do alto rio Paraná. Com 810.150 km<sup>2</sup>, esta bacia abrange, em sua maior parte, rochas sedimentares e vulcânicas da bacia sedimentar do Paraná, sendo que apenas os rios de menores ordens atingem as rochas pré-cambrianas do Escudo Brasileiro. Seu limite é dado pelas Serras do Mar e Mantiqueira, a leste, pelo Planalto Central Brasileiro, ao norte e pelas serras de Maracajú e Bodoquena, a oeste.

A estratigrafia adotada neste trabalho é a do Mapa Geológico do Estado do Mato Grosso do Sul (1988) que indica para a região de Taquaruçu a ocorrência de arenitos finos a médios, quartzosos, bem selecionados e arredondados, de origem eólica pertencentes à Formação Caiuá, embora a estratigrafia regional seja bastante contraditória na literatura consultada. Para Soares et al. (1980) e Almeida et al. (1980), a Formação Caiuá

Figura 1- Mapa de localização da área e unidades geomorfológicas: 1- Porto Rico, 2- Taquaruçu, 3- Fazenda Boa Vista e 4- rio Paraná (modificado de STEVAUX, 1994). *Geomorphological map of studied area. Geomorphological units: 1- Porto Rico, 2- Taquaruçu, 3- Fazenda Boa Vista and 4- rio Paraná.*

constitui uma unidade do Grupo Bauru, que inclui também as Formações Santo Anastácio, Adamantina e Marília. Por outro lado, Fernandes (1992) e Fernandes et al. (1994) subdividiram o antigo Grupo Bauru em Grupo Caiuá, constituído em Formação Goio Erê, Rio Paraná e Santo Anastácio, e Grupo Bauru, constituído pelas Formações Adamantina, Uberaba e Marília.

Via de regra, os afloramentos da Formação Caiuá são bastante escassos na área estudada e se restringem ao fundo de algumas drenagens. Em sua maior extensão, a Formação Caiuá está recoberta por um pacote arenoso de coloração vermelho-acastanhada, com variações nas tonalidades amareladas, esbranquiçadas e arroxeadas. Esta formação foi denominada originalmente como Paranaíba (Popp & Bigarella 1975) e estende-se por todo o noroeste do Paraná, oeste paulista, sudeste e sudoeste do Mato Grosso do Sul. É composta por uma areia fina que varia de muito fina a média, bem selecionada. Apresenta-se de inconsolidada a pouco consolidada, com aspecto geral maciço, podendo, contudo, apresentar estruturas cruzadas incipientes e estruturas de dissipação.

Estruturalmente, a região está sob a influência de dois sistemas de lineamentos NE-SO (Stevaux 1993). O lineamento Porto Rico-Rosana a SO da área, afeta diretamente o canal do rio Paraná e o sistema Taquaruçu-Anaurilândia, composto por 3 lineamentos paralelos, delimita a área de estudo. O mencionado autor relaciona a esse sistema de lineamentos a ocorrência de pequenas falhas em depósitos de cascalho do rio Ivinheima. O relevo da região é formado por planaltos e chapadões onde as altitudes variam de 300 metros, a oeste da cidade de Taquaruçu, a 230 metros, nas proximidades do vale do rio Paraná e Ivinheima.

A região tem um clima tropical-subtropical, com temperaturas médias mensais superiores a 15°C e precipitações superiores a 1500 milímetros por ano. As chuvas de primavera são superiores às de verão e, no período de outono/inverno, os índices giram em torno de 400 milímetros.

Silva (1988) descreve a presença da floresta estacional semidecidual, que ocupa a porção de terreno mais elevada e as áreas das Formações Pioneiras, nas terras mais baixas. Ao longo dos córregos, ribeirões e lagoas foram identificadas algumas espécies pioneiras. Essas fisionomias estão adaptadas às áreas de formações desde pantanosas, herbáceas, arbustivas até palmeiras. Atualmente, a área que mantém a cobertura original está reduzida, pois a ocupação que passou a acontecer nos meados de 1960 – a vegetação natural deu lugar ao cultivo de algodão, soja e da expansão da pecuária.

Stevaux (1993, 1994) elaborou um mapa geomorfológico para a área propondo a formação das unidades geomorfológicas Porto Rico, Taquaruçu, Fazenda Boa Vista, Rio Paraná e Rio Paranapanema (figura 1).

## A UNIDADE GEOMORFOLÓGICA TAQUARUÇU

A Unidade Taquaruçu, constitui uma superfície aplainada com caimento suave para o rio, entre as cotas 280 e 230m. Caracteriza-se, principalmente, pelo grande número de lagoas de diâmetros variáveis entre 300 e 6000m (figura 2).

Em fotografia aérea, essa unidade é caracterizada por textura homogênea, vegetação arbórea, densidade de drenagem baixa. É uma região bastante plana onde as pequenas alterações no relevo são as veredas amplas e os suaves vales dos córregos Baile e Esperança, principais drenagens da área (figuras 2 e 4). Às vezes, as lagoas constituem conjuntos coalescentes formando corpos alongados da ordem de uma dezena de quilômetros, vindo constituir as veredas. Em muitos casos, esses sistemas coalescentes estão drenados por pequenos córregos tributários do rio Ivinheima.

Feições semelhantes a estas estão documentadas em trabalhos no Pantanal do Mato Grosso (Klammer 1982) que identifica na região canais trançados, grupos de lagoas, baías secas e argilosas ou salinas, associadas a extensos campos de areia, enxames de dunas longitudinais. O referido autor sugere que a região é como de um deserto posto sob a influência de um clima úmido.

Por outro lado, Goudie (1991), num trabalho de revisão bibliográfica, menciona a ocorrência de lagoas (“pans”) semelhantes às de Taquaruçu em vários pontos na América do Norte, África, Austrália e América do Sul.

O referido autor aponta várias hipóteses para a formação destas feições, todos ligados à aridez climática.

Figura 2- Fotografia aérea de 1966 de um setor da unidade Taquaruçu, onde se observam as lagoas típicas desta unidade. Na época da fotografia, a área apresentava Floresta Estacional Semidecidual, algumas lagoas apresentavam lâmina d'água (cinza mais escuro) e outras estavam secas (cinza mais claro). O mostra, no detalhe, a área de estudo. *Pans of Taquaruçu Geomorphological Unit (Aerial photographs 1966)*.

Na região de Taquaruçu são encontrados os solos Podzólicos vermelho-amarelos, caracterizados por diferenças texturais entre os horizontes A e Bt, com cores 7,5 YR e 10 YR (Munsell Color Chart). Encontram-se também solos Podzólicos de cores vermelho-amareladas plínticos, que constituem uma variação dos podzólicos vermelho-amarelos por possuírem drenagem imperfeita (IBGE 1990).

Nas áreas alagadas ao longo dos vales fluviais e próximos às lagoas foram identificados Planossolos que se caracterizam por apresentar uma sequência de horizontes A<sub>1</sub> A<sub>2</sub> Bt e C, sendo a passagem do horizonte A para Bt abrupta e para o horizonte A<sub>1</sub> moderada. O horizonte A<sub>2</sub> é de textura arenosa, em que a estrutura não é desenvolvida, o horizonte Bt apresenta-se com acúmulo acentuado de argila, sendo sua estrutura desenvolvida em blocos subangulares e maciços. São solos típicos de relevo plano e área rebaixada, evidenciados por um hidromorfismo acentuado, tendo cores relacionadas aos matizes 10 YR. Em alguns casos, apresentam caráter plíntico e concrecionário, tendo sido sempre constatada a presença de mosqueamento (IBGE 1990).

Os depósitos da Unidade Geomorfológica Taquaruçu (Stevaux 1993, 1994) correspondem aos sedimentos descritos por Suguio et al. (1984). Justus (1985) e Justus et al. (1985) trabalhando na folha de Paranapanema (projeto Radam-Brasil) designaram essa unidade como Zona de

Acumulação Torrencial. Nogueira Júnior (1988), estudando com maiores detalhes esta região, denominou-a de Terraço de Colúvio-Aluvial. Fernandez (1990) e Santos (1991) a denominaram Zona de Colúvio. A superfície apresenta inclinação geral de NNW para SSE. As cotas mais elevadas (300m) ocorrem na borda norte, região de Nova Andradina e, as mais baixas (250m), ocorrem na borda sul, próximo a cidade de Taquaruçu.

## HISTÓRIA QUATERNÁRIA

A história geomorfológica do alto curso do rio Paraná teve seu início definido, provavelmente, no limite Mioceno/Plioceno, com a formação de uma bacia de drenagem que envolvia as bacias do Paraná, Uruguai e Paraguai (King 1956, Maack 1968). Durante o Plioceno Médio ocorreu o soerguimento da Serra de Maracajú (Fúlfaro & Suguio 1974) divisora ocidental da bacia do Paraná. O canal atual do rio Paraná instalou-se, provavelmente, ao início do Quaternário (Stevaux 1993, 1994, 1995).

Stevaux (1993 e 1994) e Stevau et al. (1997), baseando-se em dados provenientes dos depósitos das lagoas da área estudada, juntamente com dados da planície aluvial do rio Paraná, concluíram que, ao final do Quaternário, ocorreram quatro importantes eventos climáticos que afetaram fortemente a história climática, hidrológica e ambiental da região (figura 3).

Esses autores demonstram que tais eventos são correlatos aos identificados por Iriondo & Garcia (1993), no nordeste argentino e por Ledru (1993), Thomas & Thorp (1995, 1996) e Bigarella & Andrade-Lima (1982), no Brasil central.

Figura 3- Vegetação, clima e processos geomorfológicos do alto curso do rio Paraná durante o Holoceno (STEVAUX et al. 1997). *Vegetation, climate and geomorphological processes of Upper Parana River during the Holocene.*

## METODOLOGIA

*Cartografia e mapa geomorfológico:* o mapa geomorfológico da área foi previamente apresentado por Stevau (1993 e 1994), sendo detalhado convenientemente para o presente trabalho. A base cartográfica constou de fotografias aéreas na escala 1: 60.000 (sobrevôo 1966), imagem de satélite Landsat de 1993, nas escalas 1: 500.000 e 1: 100.000, fornecidas pelo INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) e as cartas topográficas de Loanda e Nova Andradina Folhas SF-22-Y-A-V e SF 22- Y-A nas escalas 1: 100.000 e 1: 250.000, editadas pela Divisão de Cartografia do IBGE (1982). Nos locais das perfurações foram elaborados perfis topográficos detalhados( figura 4).

Figura 4- Mapa da localização das perfurações e trincheira. *Trenches and vibrocores localization.*

*Amostragem e análise granulométrica:* foram estudadas cerca de três localidades principais sendo, ao final, selecionadas duas mais representativas: Fazenda Lagoa Piranha (LP) e Fazenda Lagoa do Valo (LV). Os depósitos foram estudados a partir de amostras coletadas em trincheiras, tradagem e testemunhagem por sonda vibratória. Na primeira localidade foram elaboradas três tradagens ao longo da vertente da lagoa Piranha (figura 4). Na localidade da Fazenda lagoa do Valo, a amostragem foi composta pela integração de tradagem na porção superior de material inconsolidado

e complementada por uma trincheira de 1,0 m de largura por 6,0 m de profundidade, na seção basal (figura 4).

Amostras para análise granulométrica foram tomadas sistematicamente em intervalos de 0,5 m, com maior densidade em trechos convenientes. Cerca de 53 análises granulométricas (figura 5) foram processadas no Laboratório de Sedimentologia da UEM.

*Lâminas delgadas:* com a finalidade de entender os processos de cimentação do sedimento, foram elaboradas 14 lâminas delgadas a partir de material coletado na trincheira da Fazenda Lagoa do Valo (figura 4). Foram coletadas amostras indeformadas e orientadas, sendo posteriormente, secas em estufa (60°C) e impregnadas lentamente com resina de poliéster, araldite industrial, endurecedor e verniz. As seções delgadas (30 m) foram confeccionadas no Laboratório de Laminação do Instituto de Geociências da USP. A descrição das lâminas baseou-se na metodologia de Kubiena (1938), aperfeiçoado e difundido por Brewer (1976).

*Susceptibilidade magnética:* a susceptibilidade magnética é comumente usada em estudos agronômicos como indicadora de processos pedogenéticos, na identificação de descontinuidade no perfil de solo (Costa 1996, Costa & Souza 1998) e na química ambiental como indicador do nível de contaminação de elementos pesados (Cd, Ni, Cu e Zn) em corpos d'água urbanos (Foster & Heller 1991), (Foster & Charlesworth 1993).

Mudanças nos valores de susceptibilidade magnética são atribuídos ao aumento na concentração de maghemita, tamanho da partícula do material, queimadas, como também podem evidenciar discordância erosiva na coluna sedimentar.

Em estudos paleoclimáticos, a susceptibilidade magnética é aplicada, essencialmente, em seqüências loessíticas associadas a paleossolos quaternários. A grande maioria desses estudos se desenvolvem na China e na Sibéria (Jimao 1998, Liu 1997, 1998) e, secundariamente, na Europa (Rousseau et al. 1998). Krohling & Iriondo (1998) aplicaram esta técnica nos depósitos de loess da região de Entre Rios, Argentina.

Cerca de 12 amostras, provenientes da tradagem da localidade de lagoa Piranha, foram destinadas à análise de susceptibilidade magnética. O material foi coletado em intervalos regulares de 0,30 m, sendo posteriormente seco ao ar livre e separado em porções de 10 mg. As amostras foram processadas pelo Laboratório de Solos do Departamento de Agronomia da UEM (Universidade Estadual de Maringá). Os valores de susceptibilidade magnética foram medidos por meio do magnetômetro Bartington MS2 (Bartington Instruments Ltda, Oxford) acoplado a um sensor MS2B.

*Datação por termoluminescência:* as amostras para datação por TL foram obtidas das tradagens, trincheiras e testemunhagens anteriormente descritas. A coleta e acondicionamento das amostras evitaram a luz solar. A manipulação do material foi feita no período noturno e, o mesmo, acondicionado sempre em sacos plásticos pretos. A preparação das amostras obedeceu as instruções descritas por Ichikawa (1965). As amostras foram divididas em 20 partes, sendo que 10 delas receberam radiação solar por um período de 18 horas e 10 foram irradiadas com radiação a diferentes doses, no intervalo de 1 Gy a 200 Gy, com fonte radioativa de  $^{60}\text{Co}$  e energias de 1,17 e 1,33 Mev. O equipamento medidor termoluminescente utilizado foi o da Daybreak Nuclear Instruments (1100 Automated TL System). Para a determinação das concentrações de elementos radioativos usou-se um Contador Daybreak Nuclear Instruments e um detector de NaI da Ortec, do Instituto de Física, Departamento de Física Nuclear da Universidade de São Paulo.

Para determinação das idades foram utilizados dois métodos, o de Doses Adicionais e o da Regeneração Total, escolhidas as curvas com os melhores ajustes. Devido à características próprias dos grãos de quartzo deste material (sensibilidade à luz solar), foi o método de Doses Adicionais que forneceu os melhores resultados.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

*Análise Granulométrica e descrição macroscópica:* A análise granulométrica de 53 amostras evidencia que os depósitos da Unidade Taquaruçu apresentam-se de bem a moderadamente selecionado (figuras 5 e 6). O sedimento é bastante homogêneo e constitui-se, basicamente, de areia grossa (de 0,76 a 1,63 %), média (de 11,67 a 15,14 %), fina (de 33,55 a 40,07 %) e muito fina (de 9,25 a 13,41 %) e fração lama (silte e argila) variando de 39,41 a 42,55 %. A maior concentração de argila nas amostras de LP3 provavelmente está ligada à eluviação desse material da região topograficamente mais elevada (poços LP 1 e 2, respectivamente alta e média vertente).

De composição exclusivamente quartzosa, o material apresenta-se geralmente inconsolidado da superfície até aproximadamente 2,0 metros de profundidade. Apresenta cores que variam de mais avermelhadas, mais próximo à Taquaruçu, a mais esbranquiçadas na área mais próxima ao rio Ivinheima. Em subsuperfície, o material apresentou, via de regra, quantidades de argila ferruginosa o que lhe atribui uma coloração bruno avermelhada escura (5YR-3/2 e 3/4) a bruno forte (7.5YR-4/6).

O material é maciço e de aspecto homogêneo estando, em certos locais, extremamente endurecido. Ao longo dos planos de fraturas apresenta coloração mais esbranquiçada devido a dissolução do cimento ferruginoso. Verificou-se, também, a presença de concentração argilosa em forma de pequenos volumes. A matéria orgânica só ocorre nos níveis superficiais.

*Lâminas Delgadas:* a análise micromorfológica de amostras indeformadas, obtidas da trincheira da Fazenda Lagoa do Valo (figura 4), revela que o material é essencialmente composto por quartzo, com grãos arredondados a subarredondados e localmente anguloso, associados a fração mais fina. Os grãos apresentam-se, em parte, corroídos e fragmentados formando grandes cavidades preenchidas por lama argilosa (figura 7). A distribuição relativa entre o plasma e o grão é porfirógrâmica (Brewer 1976).

O material é predominantemente formado por empilhamento simples de grãos, com cavidades e fissuras de moderada a fortemente comunicante e sugere processos tanto pedogenéticos, como deposicionais. A frag-

Figura 5- Resultado da análise granulométrica, localização das áreas de amostras de TL e lâminas delgadas. *Granulometrical profile, TL and thin-section sampling.*

Figura 6- Curva de frequência acumulada dos sedimentos das lagoas Piranha LP1, LP2, LP3 e lagoa do Valo VP4 (Resultado de 53 amostras). *Accumulated frequency curve of sediments of lagoa Piranha (LP1, LP2 and LP3) and lagoa do Valo (VP4) (Total of 53 samples).*

formação de micronódulos.

Este processo só é possível em zona de oscilação do lençol freático, o que não ocorre atualmente.

*Susceptibilidade magnética:* os valores de susceptibilidade magnética obtidos num perfil contínuo no poço Fazenda Lagoa Piranha (figura 8 a) apresentam dois intervalos de valores distintos de susceptibilidade magnética bem evidentes. No superior, correspondendo ao intervalo entre a superfície e 3,48 m de profundidade, os valores de susceptibilidade estiveram entre  $21,4$  a  $45,6 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \cdot \text{kg}^{-1}$  devido a maior quantidade de minerais ferrimagnéticos. O intervalo inferior, definido entre 3,84 e 7,41m de profundidade, apresentou valores bem menores de susceptibilidade magnética variando entre  $5,1$  e  $6,9 \times 10^{-8} \cdot \text{m}^3 \text{ kg}^{-1}$ .

*Datações por termoluminescência:* o resultado de 5 datações por TL, elaboradas nos depósitos da Unidade Geomorfológica Taquaruçu, apresentaram valores que variaram de 2.200 a 26.000 anos (figura 8 e tabela 1).

Obsevando-se o gráfico profundidade x idade (figura 8) nota-se uma marcante mudança na inflexão da curva em torno da profundidade de 1,88 metros. Isso caracteriza um hiato temporal de cerca de 9,0 ka entre as duas datações num intervalo de apenas 0,88 metros.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÃO

Os dados apresentados anteriormente permitem algumas considerações quanto às mudanças ambientais ocorridas na área de Taquaruçu durante o Holoceno.

*Intensa atividade eólica no Holoceno Médio:* uma marcante discordância erosiva na profundidade de 2,0 m foi identificada pelo hiato temporal nas datações TL, confirmados pelos dois intervalos de susceptibilidade magnética. Dado o relevo bastante aplainado da área pode-se supor que essa discordância tenha sido provocada, mais provavelmente, por atividade eólica que por escorrimento de água superficial. Como o limite superior da discordância foi datado em 3.390 anos BP (figura 8 a), pode-se supor para essa época um ambiente mais

Figura 7- Lâmina delgada da localidade VP4 coletada a 2,74m (A - luz polarizada e B - luz natural) impregnação de argila por óxido de ferro ocorrida devido a elevação do freático. Grãos de quartzo arredondados, corroídos e dispersos por toda sua extensão. *Thin section in VP 4 at 2.74 m depth (A - crossed nicols, B - parallel nicols). Quartz grains involed by plasm of ferriginized clay formed during high water table period.*

mentação do material provavelmente facilita a percolação ou preenchimento dos poros por material ferruginoso. Este concentra-se formando linhas irregulares de ferruginação com coloração amarelo-ouro a amarelo-claro. Estas variações de cores do plasma indicam remobilização do material ferruginoso entremeados pela

Tabela 1: Resultados obtidos das datações de sedimentos pelo método da termoluminescência.

seco com intensa atividade eólica. Stevaux (1997) e Stevaux & Santos (1998), baseados em dados palinológicos e datações por TL obtidos em depósitos correlatos das lagoas, sugerem um período de semiaridez entre 3.5 e 2.5 ka BP para a região. Tal afirmativa concorda com os dados apresentados.

*Nível alto das lagoas – período úmido do Holoceno:* O levantamento topográfico detalhado possibilitou o reconhecimento de um antigo nível das lagoas cerca de 1,8 a 2,0 m acima do atual (figura 8 b). Essa evidência é reforçada pelo estudo de micromorfologia, onde foram identificadas evidências de processos de ferruginação ligados à oscilação do freático em posição acima da atual. Uma vez que o trecho ferruginado encontra-se limitado no topo pela discordância, é de se supor que o freático tenha estado em posição mais alta num período posterior a 12,5 ka BP (idade de deposição do material) e anterior a 3,39 ka BP (idade da discordância). Dessa forma, a existência de um período úmido entre 12,5 ka BP e 3,39 ka BP torna-se bastante sugestiva para a região. Tal fato vem de encontro ao esquema de mudanças climáticas do Holoceno estabelecido para a área (Stevaun & Santos 1998), onde um período de grande umidade foi definido entre 8.5 e 3.5 ka BP.

*Área no contexto do centro-sul brasileiro e nordeste argentino:* as mudanças climáticas estabelecidas neste trabalho, na área de Taquaruçu, durante o Holoceno correspondem, de certa forma, àquelas já mencionadas por vários autores em outras regiões como no alto rio Paraná (Stevaun 1994, Stevaun et al. 1997), na região do Brasil central (Thomas & Thorp 1995, 1996, Ledru 1993), na região sul do Brasil (Van der Hammer 1991, Bombim & Klant 1974; Bigarella & Andrade-Lima 1982) e no nordeste argentino (Iriondo & Garcia 1993, Iriondo 1994, Iriondo & Kröhling 1995).

A história paleoclimática da região pode ser analisada nos seguintes eventos (tabela 2):

1) Último Glacial até 8,0 ka BP – Este intervalo não foi incluído neste trabalho, muito embora, idades superiores a 8,0 ka BP tenham sido obtidas nos dois perfis estudados. Uma cascalheira basal indica uma discordância entre a Formação Caiuá e as areias da Unidade Taquaruçu. Essa cascalheira foi constatada em poço perfurado para coleta de água subterrânea para o abastecimento da cidade de Taquaruçu (Jabur 1992 in Stevaun 1994) e nas escavações da hidrelétrica de Porto Primavera (Nogueira Júnior 1988). Assim, devido a aridez climática reinante ao final do Pleistoceno, pode-se inferir que a deposição dessas areias tenham se efetuado por processo eólico e/ou de fluxo aquoso concentrado (tipo “flash flood”). A atividade eólica nesse intervalo é reconhecida em várias partes da região central da Amé-

rica do Sul (Iriondo 1994, Iriondo & Kröhling 1995, Barreto 1996, Iriondo 1998)

2) De 8,0 a 3.5 ka BP – Este evento é regionalmente reconhecido como uma expansão do clima úmido. Normalmente o “optimum” climático do Holoceno na América do Sul é colocado entre 8 e 5 ka BP, aumento no nível de lagos, restabelecimento de cinturões florestais e construção de planícies de inundações nos principais rios são evidências do aumento de precipitação ocorrido, de modo geral, na América do Sul e Brasil (Thomas & Thorp 1996, Margraff 1989 e Turcq et al. 1987). Na área de estudo Stevaun (1994) e Stevaun et al. (1997) identificam esse período úmido em depósitos lacustres pelo predomínio de material argiloso, rico em matéria orgânica e associação polínica de mata. Stevaun & Santos (1998), com base em datações de <sup>14</sup>C identificam uma mudança extrema na hidrologia do rio Paraná por volta de 8,0 ka BP. Essa mudança provoca a incisão vertical do canal e a conseqüente formação de um terraço de cerca de 10 m de altura. Os mesmos autores posicionam o início da construção da atual planície de inundação desse rio por volta de 6,0 ka BP. No presente trabalho são duas as indicações desse período climático: a) evidência topográfica de um terraço interpretado como antigo nível da lagoa Piranha, a 1,80 m acima do nível atual (figura 8 b), b) a intensa cimentação argilo-ferruginosa encontrada nos sedimentos a partir da profundidade de 2,96 m (figura 8 a) sugere que o freático esteve acima do nível atual cerca de 1,50 a 2,00 m, valor esse que coincide com a cota do antigo nível das lagoas.

3) De 3,5 a 2,5 ka BP – Esse período é identificado por vários autores (tabela 2) como uma recrudescência das condições de clima mais árido. Muito embora esses autores não admitam uma aridez semelhante àquela do Último Glacial, o clima nesta região foi suficientemente árido para permitir o quase desaparecimento das matas e a formação de uma cobertura vegetal aberta (Stevaun et al. 1997). Nessa situação, a intensidade de atividade eólica e de escoamento superficial concentrado foi tal que ocasionou a remobilização da porção mais superficial da cobertura sedimentar. Evidências desse processo podem ser encontrados nos depósitos das lagoas, onde um pacote de areia maciça de espessura variada (0,1 a 0,5 m) acha-se intercalado a uma seqüência de lama arenosa rica em matéria orgânica. Datações de termoluminescência efetuadas na base e no topo desse pacote dão uma idade variando entre 3230 ± 450 e 1540 ± 100 anos BP (Stevaun 1994). No presente trabalho foram constatados, além de um hiato temporal de 9,0 ka anos, uma provável discordância erosiva na profundidade de 2,0 a 3,0 m da superfície que, segundo o gráfico idade x profundidade (figura 8), sugere que o material foi

Tabela 2: Correlação entre as mudanças climáticas ocorridas no alto curso do rio Paraná, nordeste da Argentina e área de estudo (modificada de Stevaux 1997).

retrabalhado e ressedimentado por volta de 3,0 ka BP. A presença da discordância erosiva é ressaltada ainda mais quando se analisa a curva de susceptibilidade magnética (figura 8 a) da mesma sequência. A drástica alteração dos valores magnéticos, associada ao hiato temporal são evidências complementares de uma intensa remobilização durante o período de recrudescência climática.

4) De 2,5 ka BP até o presente – Retomada das condições de umidade anteriores, sem contudo atingir o mesmo nível do "optimum" climático. A extensa cobertura de mata (hoje totalmente retirada pelo homem), a presença de depósitos ricos em matéria orgânica e associação polínica de mata nos depósitos de lago são os elementos mais indicativos dessa última alteração climática.

## PERSPECTIVAS DE ESTUDO

Ainda que, de certa forma, as mudanças climáticas sofridas pela região nos últimos 10 ka estejam regionalmente definidas em termos qualitativos, muito estudo ainda é necessário para sua avaliação quantitativa. Qual o padrão e a intensidade dos ventos durante os períodos de aridez? Quais seriam suas características e onde se localizariam os refúgios da vegetação durante esses períodos? Qual era a precipitação e como ela se distribuiria ao longo do ano? Estaria ou não a região de Taquaruçu sob influência do Sistema de Loess Pampeano, que segundo Iriondo & Kröhling (1995) chegou a remobilizar, durante o Pleistoceno Superior e Holoceno grande, parte da cobertura pedológica.

São questões ainda sem resposta, mas que com o avanço das pesquisas, numa área estrategicamente localizada como a de Taquaruçu, certamente serão de fundamental importância para o conhecimento do paleoclima holocênico do centro sul da América do Sul.

Figura 8- a) Sinal de susceptibilidade magnética, idade TL e coluna litológica. b) Perfil topográfico simplificado evidenciando a discordância erosiva e o paleonível da lagoa. a) *Magnetical Susceptibility curve, TL ages and Lithological column.* b) *Simplified topographic profile, erosive uncoformity and ancient pan level.*

## REFERÊNCIAS

- Ab'Saber A.N. 1977. Espaços ocupados pela expansão dos climas secos na América do Sul por ocasião dos períodos glaciais Quaternários. *Paleoclimas*, **3**: 1-19.
- Ab'Saber A.N. 1982. The Paleoclimate and paleoecology of Brazilian Amazonia. *Biological Diversification in the Tropics*. Columbia, New York, p. 1-59.
- 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 Mato Grosso do Sul e Paraná. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 31. Camboriú, *Anais*, **5**: 2799-2812.
- Barreto A.M.F. 1996. *Interpretação Paleoambiental do Sistema de Dunas Fixadas do Médio rio São Francisco, Bahia*. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, Tese de Doutorado em Geologia Sedimentar.
- Bigarella J.J. & Ab'Saber A.N. 1964. Paleogeographische und Paleoklimatische Aspekte des Känozoikums in Südbrasilien. *Zeitschrift für Geomorphologie*, **8**: 286-312.
- Bigarella J.J. & Andrade-Lima D. 1982. Paleoenviromental changes in Brazil. *Biological Diversification in the Tropics*, Columbia, New York, p. 27-39.
- Bigarella J.J., Becker R.D. & Santos G.F. 1975. *Paisagens Tropicais e Subtropicais: fundamentos e origem*. Florianópolis, UFSC, 452 p.
- Bombim M. & Klant E. 1974. Evidência paleoclimática em solos do Rio Grande do Sul. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 28, Porto Alegre, *Anais*, **3**: 183-194.
- Brewer R. 1976. *Fabric and mineral analysis of soil*. Robert E. Krieger Pubs. Co., Hungston, N. York, 482 p.
- Cailleaux A. & Tricart J. 1957. Zonas fitogeographiques et morphoclimatiques du Quaternaire du Brésil. *C.R. de la Soc. de Biogeographie*, **293**: 7-13.
- Clapperton C.M. 1993. Nature of environmental changes in South America at the Glacial Maximum. *Palaeogeography, Palaeoclimatology and Palaeoecology*, **101**: 189-208.
- Costa A.C.S. 1996. *Iron oxide Mineralogy of soils derived from volcanic rocks in the Paraná river basin, Brazil*. Columbus: The Ohio State University, Tese de Doutorado, 243 p.

- Costa A.C.S. & Souza Júnior I.G. 1998. Susceptibilidade Magnética da T.F.S.A. numa litosequência de solos no terceiro planalto do Estado do Paraná. Encontro Anual de Iniciação Científica, 7, Maringá, *Anais*, p. 28-30.
- Damouth J.E. & Fairbridge R.W. 1970. Equatorial deep-sea arkosic sands and Ice age aridity in tropical South America. *Geol. Soc. of America Bull.*, **81**: 189-206.
- Fernandez O.V.Q. 1990. *Mudanças no canal do rio Paraná e processos de erosão nas margens*: região de Porto Rico (PR). UNESP, Rio Claro, Dissertação de Mestrado, 96 p.
- Fernandes L.A. 1992. *A cobertura cretácea supraba-sáltica no Paraná e Pontal do Paranapanema (SP)*: os grupos Bauru e Caiuá. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, Dissertação de Mestrado, 129 p.
- Fernandes L.A., Coimbra A.M., Brand Net M. & Gesicki A.L.D. 1994. Argilo minerais do grupo Caiuá. *Revista Brasileira de Geociências*, **24 (2)**: 90-96.
- Foster T. & Heller F. 1991. Loess deposits from the Tajik depression (Central Asia) magnetic properties and paleoclimate. *Earth Planetary Science Letters*, **128**: 501-512.
- Foster T. & Charlesworth M. 1993. Sedimentation analysis. *Earth Planetary Science Letters*, **6**: 593-617.
- Fulfaro V.J. & Suguio K. 1974. O Cenozóico paulista: gênese e idade. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 28, Porto Alegre, *Anais*, **3**: 91-102.
- Goudie A.S. 1991. Pans. *Progress in physical Geography*, **15**: 221-237.
- Goudie A.S. 1992. *Environmental change*. Contemporary problems in Geography, Oxford, Clarendon Press, 329 p.
- IBGE. 1990. *Atlas multireferencial do Estado do Mato Grosso do Sul*. Secretaria de Coordenação e Planejamento. Convênio com o Governo e a Fundação IBGE, 28 p.
- Ichikawa Y. 1965. Dating of ancient ceramics by thermoluminescence. *Bulletin of Institute Chemical Research*, **43**: 1-16.
- Iriondo M.H. 1994. Los climas Cuaternários de la region pampeana. *Com. Mus. Prov. Cs. Naturales "Florentino Ameghino"*, **4 (2)**: 1-48.
- Iriondo M.H. 1998. Paleoclimas del Hemisferio Sur -Primeros Resultados. *Cuaternario y Geomorfología*, **12**: no prelo.
- Iriondo M.H. & Garcia N.O. 1993. Climatic variations in the Argentine plains during the last 18,000 years. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **101**: 220-232.
- Iriondo M. H. & Kröhling D. M. 1995. El sistema Eolico Pampeano. *Com. Mus. Ciencias Naturales "Florentino Ameghino"*, **5 (1)**: 1-68.
- Jabur I. C. 1992. *Análise paleoambiental do Quaternário Superior na bacia hidrográfica do alto Paraná*. IGCE, UNESP, Rio Claro, Tese de Doutorado, 184 p.
- Jimao H. 1998. Paleoclimatic record of the chinese loess and the evolution of the east asian maonsoon. *International Joint Field Meeting*, p.19.
- Justus J.O. 1985. *Susídios para interpretação morfogenética através da utilização de imagens de radar*. Universidade Federal da Bahia, Salvador. Dissertação de Mestrado, 204 p.
- Justus J.O., Brasil A.E. & Herraman M.L. 1985. *Projeto Geomorfologia*. RADAM/BRASIL Folha-SF 22 Paranapanema. Rio de Janeiro.
- King L.C. 1956. A Geomorfologia do Brasil Central. *Revista Brasileira de Geografia*, **17 (2)**: 147-263.
- Klammer G. 1982. Die Paläowüste des Pantanal von Mato Grosso und die pleistozane Klimageschichte der brasilianischen Randtropen. *Zeitschrift für Geomorphologie*, **26 (4)**: 393-416.
- Krohling D. & Iriondo M.H. 1998. Analisis de susceptibilidade magnética de secuencias Loess-pelosuelos. Guia de campo. *International Joint Field Meeting*, 1:38.
- Kubierna W. 1938. *Micropedology*. Iowa, Collegiate Press Ames, 242 p.
- Ledru M.P. 1993. Late Quaternary enviromental and climatic changes in Central Brazil. *Quaternary Research*, **39**: 90-98.
- Liu X.M. 1997. The magnetic susceptibily of Loess and paleosol sequence. *Geology in press*, 7-58.
- Liu X.M. 1998. Magnetic study on origin of maghaemite in chinese loess, detrital pedogenesis. *International Joint Field Meeting*, p. 4.
- Maack R. 1968. *Geografia Física do Estado do Paraná*. 2 ed. Rio de Janeiro, José Olympio, 450 p.
- Markgraf V. 1989. Palleoclimates in Central and South America since 18,000 BP based on pollen and lake-level records. *Quaternary Science Reviews*, 24-81.
- Moura J.R.S. 1994. *Geomorfologia do Quaternário*: período de transformações Ambientais recentes. Rio de Ja-

neiro, Bertrand Brasil, 376 p.

Nogueira Júnior J. 1988. *Possibilidades de colmatção química dos filtros e drenos de barragem de Porto Primavera (SP) por compostos de ferro*. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, Dissertação de Mestrado, 239 p.

Popp J.H. & Bigarella J.J. 1975. Formações cenozóicas do Noroeste do Paraná. Academia Brasileira de Ciências, 47, Rio de Janeiro, *Anais*, (Suplemento): 465-472.

Ruiz M.D. 1963. *Geologia aplicada à barragem de Jupia (Sistema Urubupungá)*. Instituto de Pesquisas Tecnológicas-Centrals Elétricas de Urubupungá S.A., 34 p.

Rousseaux D.D., Zoller L. & Valet J.P. 1998. Late Pleistocene climatic variations at Achenheim, France, Based on a Magnetic Susceptibility and TL chronology of Loess. *Quaternary Research*, 49: 255-263.

Santos M.L. 1991. *Faciologia e evolução de barras de canal do rio Paraná na região de Porto Rico (PR)*. IGCE/UNESP, Rio Claro, Dissertação de Mestrado, 125 p.

Siefeddine A., Bertrand P., Fournier M., Martin L., Servant M., Soubies F., Suguio K. & Turq B. 1994. La sédimentation organique en milieu tropical humide (Carajás, Amazonie orientale, Brésil): relation avec les changements climatiques au cours des 60.000 dernières années. *Bul. Soc. Geol. France*, 165 (5): 613-621.

Silva F.C.F. 1988. *Vegetação Geografia do Brasil*. Rio de Janeiro. IBGE. 93-121.

Soares P.C., Landim P. M. B., Fúlfaro J. V. & Sombreiro Neto A. F. 1980. Ensaio de caracterização estratigráfica do Cretáceo no Estado de São Paulo; Grupo Bauru. *Revista Brasileira de Geociências*, 10 (3): 177-185.

Suguio K., Nogueira Jr. J., Tanigushi H. & Vasconcelos M.L. 1984. Quaternário no rio Paraná em Pontal do Paranapanema: proposta de um modelo de sedimentação. Congresso Brasileiro de Geologia, 33, Rio de Janeiro, *Anais*, 1: 10-18.

Stevaux J.C. 1993. *O rio Paraná: geomorfogênese, sedimentação e evolução quaternária do seu curso superior (região de Porto Rico, PR)*. Inst. de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, Tese de Doutorado, 242 p.

Stevaux J.C. 1994. The Upper Paraná River (Brazil):

geomorphology, sedimentology and paleoclimatology. *Quaternary International*, 21: 143-161.

Stevaux J.C. 1995. Holocene climatic changes in the Paraná River (Brazil). Regional conference on global change, São Paulo, *Abstracts*, 181-182.

Stevaux J.C. 1997. Climatic events during the last Pleistocene and Holocene in the upper Paraná river and their correlation with northeastern Argentina and central and southern Brazil. Curitiba, Congresso da Associação Brasileira de Estudos Quaternário e Reunião sobre o Quaternário da América do Sul, 6, Curitiba, *Resumos Expandidos*, 493-496.

Stevaux J.C., Souza Filho E.E. & Jabur I.C. 1997. A história quaternária do rio Paraná em seu alto curso. In: Vazzoler, A.E.A.M., Agostinho A.A. & Hanh N.S. (Ed.). *A Planície de inundação do alto rio Paraná*. Maringá, UEM, 47-72.

Stevaux J.C. & Santos M.L. 1998. Paleohydrological changes in the Upper Paraná River during the Late Quaternary. In: Benito G., Baker V. R. & Gregory K. J. (Ed.), *Paehydrology and Hydrological Sciences*, London, John Wiley & Sons, 273-285.

Thomas M.F. & Thorp M.B. 1995. Geomorphic response to rapid climatic and hydrologic change during the Late Pleistocene and Early Holocene in humid and sub-humid tropics. *Quaternary Science Review*, 14 (2): 193-207.

Thomas M.F. & Thorp M.B. 1996. The response of geomorphic system to climatic and hydrological change during the Late Glacial and Early Holocene in the humid and sub-humid tropics. In: Branson J. & Gregory K. J. (Ed.) *Global Continental Changes: the Context of Pleaohydrology*. Geological Society Special Publication, 115: 139-153.

Turcq B., Suguio K., Subiés F., Servant M. & Pressinotti M.M.N. 1987. Alguns terraços fluviais de SE e centro-oeste brasileiro datados por radiocarbono. Congresso da ABEQUA, 1, Porto Alegre, *Anais*, 379-392.

Van der Hammer, T. 1991. Paleoeecology of the neotropics: na overview of the state affair. In: Suguio K. & Tessler M. (Ed.). *Proceedings of the global Changes in South América during the Quaternary*, May 8-12, 1989, Boletim Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo, Special Publication, 8: 35-55.

Recebido em 01/06/1999.

Aceito em 01/10/1999.