

# RECONSTRUÇÃO PALEOAMBIENTAL DO BAIXO CURSO DO RIO IVAÍ- DOURARINA /PARANÁ

*João Cláudio Alcantara dos SANTOS<sup>1</sup>*

*Nelson Vicente Lovatto GASPARETTO<sup>2</sup>*

*Mauro PAROLIN<sup>3</sup>*

## Resumo

Foi determinado o paleoambiente do baixo curso do rio Ivaí, região de Douradina/PR com base em fitólitos, espículas de esponjas e frústulas de diatomáceas, presentes em: perfil de solo (250 cm) denominado Trincheira Reserva (TR) e testemunho sedimentar de 290 cm sobre Terraço construído pelo rio Ivaí (TI). Na TR executaram-se duas datações por <sup>14</sup>C (10.195 AP (220 cm) e 5.963 anos AP (140cm). No TI a datação via LOE estimou idade de 19.900 ± 2.800 anos (290cm) e 13.250 ± 1.890 anos (98cm). Determinou-se os valores de δ<sup>13</sup>C do solo – média de -25‰ (plantas C<sub>3</sub>). Para extração dos corpos silicosos e confecção de lâminas de microscopia, as amostras foram aquecidas em mufla (500°C/5h), e tratadas posteriormente com HCl, para maior recuperação foram suspensas com ZnCl<sub>2</sub> (2,2 cm<sup>3</sup>). No TI determinou-se três fases ambientais: i) canal ativo (Pleistoceno Tardio); ii) abandono de canal; iii) formação de Terraço. Na TR determinaram-se duas fases: i) condições ambientais mais secas que as atuais, sob o domínio de floresta; ii) condições mais úmidas há pelo menos 5.963 anos AP. As interpretações no TI e TR apresentam concordância com outros trabalhos realizados próximos a área de estudo.

**Palavras-chave:** Quaternário. Pleistoceno. Holoceno. Fitólitos.

## ABSTRACT

### **Paleoenvironmental reconstruction of the lower course Ivaí River - Douradina/Paraná**

It was determined the paleoenvironment of the lower course of the Ivaí river, region Douradina/PR based on phytoliths, sponge spicules and frustules of diatoms, found in: soil profile (250 cm) called Reserve Trench (TR) and sedimentary testimony of 290 cm Terrace built by the river Ivaí (TI). In TR held by two dating <sup>14</sup>C (10,195 years BP (220 cm) and 5,963 years BP (140cm). In TI the dating LOE estimated age of 19,900 ± 2800 years (290cm) and 13,250 ± 1890 years (98cm). It was determined the values of δ<sup>13</sup>C of soil - average -25 ‰ (C<sub>3</sub> plants). For extraction of silicious body and preparation of microscope slides, the samples were heated in a muffle furnace (500°C/5h), and treated with HCL, for best recovery were suspended with ZnCl<sub>2</sub> (2.2 cm<sup>3</sup>). In TI was determined in three phases environment: i) active channel (Late Pleistocene); ii) abandoning channel iii) formation of Terrace. In TR determined two phases: i) environmental conditions drier than present, under the control of forest ii) wetter conditions for at least 5963 years BP. The interpretations presented in TI and TR agree with other studies conducted near the study area.

**Key words:** Quaternary. Pleistocene. Holocene. Phytoliths.

<sup>1</sup> Programa de Pós-Graduação Mestrado em Geografia da Universidade Estadual de Maringá- Avenida Colombo, 5790 CEP:870220-900 Maringá/Paraná, E-mail: joaoclaudio\_19@hotmail.com

<sup>2</sup> Universidade Estadual de Maringá- Avenida Colombo, 5790 CEP:870220-900 Maringá/Paraná, E-mail: nvlgasparetto@uem.br

<sup>3</sup> Laboratório de Estudos Paleambientais da Fecilcam- Av. Comendador Norberto Marcondes, 733 CEP: 87303-100 Campo Mourão/Paraná, E-mail: mauparolin@gmail.com

## INTRODUÇÃO

Os ambientes lacustres, de condições de ativa sedimentação e de raros eventos erosivos, são os ambientes continentais mais propícios aos estudos paleoambientais (SUGUIO, 1999). No entanto, áreas de topo, terraços aluviais e planícies de inundação, também podem guardar registros de ambientes pretéritos. Tendo esse entendimento, a pesquisa correlaciona dados paleoambientais e paleoclimáticos de duas áreas distintas no baixo curso do rio Ivaí – Município de Douradina/Paraná, sendo: a) solo desenvolvido sobre a Formação Caiuá (Latossolo Vermelho) e b) terraço aluvial construído pelo rio Ivaí.

A principal base *proxy* utilizada foi os fitólitos, entendidos aqui com corpos micrométricos de opala precipitada ao longo da vida nos tecidos de plantas, cuja principal função é criar estruturas de sustentação, principalmente em gramíneas (BARBONI et al. 1999; MEDEANIC et al., 2008). Os fitólitos têm sido referenciados na literatura científica como um dos registros fósseis terrestres mais duráveis e uma importante ferramenta de interpretação nos estudos paleoambientais e arqueológicos.

A produção de conhecimento sobre os fitólitos no Brasil quando comparada a outros países ainda é baixa, sendo que na última década alguns estudos importantes foram desenvolvidos como: Cavalcante (1968); Campos e Laboriau (1969); Piperno e Becker (1996); Borba-Roschel et al. (2006); Calegari (2008); Coe (2009); Coe et. al (2012) entre outros.

Durante a realização da pesquisa detectou-se a presença de espículas de esponjas de água doce, além de frústulas de diatomácea. Tendo em vista o grande número de trabalhos que usam tais estruturas para reconstituição paleoambiental, principalmente no tocante às espículas: Parolin (2006); Guerreiro (2011) entre outros), resolveu-se também incluí-las na reconstituição realizada.

Visando dar mais confiabilidade aos levantamentos e interpretações, optou-se por comparar os valores de  $\delta^{13}\text{C}$  no caso do solo e sua correspondência com os fitólitos quantificados. Tal comparação esta amparada no sucesso obtido por esse dado isotópico em pesquisas relacionadas à reconstituição paleoambiental destaque-se os trabalhos de Pessenda (1996b), Gouveia et al. (1999), Pessenda et al. (2001b) entre outros.

A cronologia deu-se a partir de duas datações por  $^{14}\text{C}$ , realizadas a partir da extração de fragmentos de carvão do solo. No caso do terraço, em virtude da grande quantidade de areia, optou-se pela datação via Luminescência Opticamente Estimulada (LOE).

Os resultados apresentam variações interessantes sobre as transformações ambientais ocorridas na área desde o Pleistoceno Tardio até o Holoceno.

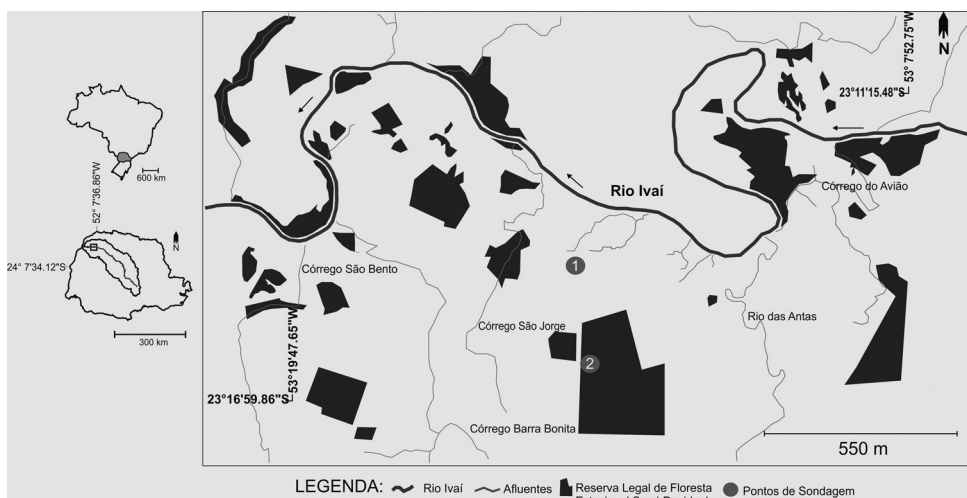
## MATERIAIS E MÉTODOS

### Área de Estudo

A área de estudo localiza-se no Terceiro Planalto Paranaense, noroeste do Estado do Paraná, região do baixo curso do rio Ivaí. A região está sob o domínio da Formação Caiuá. Segundo a classificação elaborada por Santos et al. (2008) a área está inserida na unidade Terraço Ivaí, a qual se caracteriza por patamares escalonados planos e pouco ondulados, com depósitos sedimentares com pelitos, areia fina maciça com grande quantidade de matéria orgânica.

Os locais pesquisados distam cerca de 18km ao norte da cidade de Douradina/PR, os trabalhos centraram esforços em dois pontos distintos (Figura 1): I) área de cobertura

florestal com cerca de 767 hectares denominada Trincheira Reserva (TR), distante cerca de ~4 km da calha do rio Ivaí, composta por Latossolo-Vermelho escuro de textura arenosa, sobre a Formação Caiuá; II) área de antigos terraços construídos pelo rio Ivaí (SANTOS et al., 2008), denominada Terraço Ivaí (TI) composta por Neossolo Flúvico de cor cinza e textura arenosa, com cor coloração escura nas áreas de várzeas na camada superficial devido a grande quantidade de matéria orgânica (INSTITUTO DE TERRAS CARTOGRAFIA E GEOCIÊNCIAS, 2012).



**Figura 1 - Destaque para a localização da área estudada, com enfoque para os pontos amostrados**

A vegetação original da região é classificada como Floresta Estacional Semidecidual (IBGE, 2010). No entanto, a mesma está muito degradada, encontrada atualmente apenas em áreas de Reserva Legal. Durante as campanhas, os autores constataram a existência de espécies exóticas invasoras e.g *Leucaena leucocephala* (Lam.) R. de Wit. e *Melia azedarach* L. (Índia). Na área correspondente ao terraço Ivaí, tem-se o predomínio de pastagem com pequenas porções de cultivo de *Eucalyptus* sp., próximo ao canal do rio Ivaí tem-se a presença de vegetação ripária até aproximadamente 70m da margem.

## TRABALHO DE CAMPO E COLETA DE DADOS

O testemunho sedimentar do TI foi obtido via inserção de tubo de alumínio (10cm de diâmetro), através de impacto de marreta, alcançando 290 cm de profundidade (Figura 2a). Na área de Latossolo-Vermelho (TR) abriu-se uma trincheira de 250cm de profundidade.

O testemunho foi aberto e descrito no Laboratório de Estudos Paleoambientais da Fecilcam (Lepafe), as amostras foram coletadas a cada 5cm. Posteriormente, foram enviadas duas amostras (290- 280cm e 100-85 cm) para datação via LOE à empresa Datação, Comércio e Prestação de Serviços Ltda localizada em São Paulo.

As amostras da trincheira foram coletadas a cada 10 cm sentido base-topo, acondicionadas em sacos plásticos manuseadas com proteção adequada e levadas ao Lepafe. A

preparação do material para datação por  $^{14}\text{C}$  utilizando o sistema AMS consistiu na retirada de partículas de carvão, contidos no solo em dois intervalos (210-220 e 140-150 cm). Para análise isotópica  $\delta^{13}\text{C}$ , as amostras foram homogeneizadas e separadas em pequenas porções e armazenadas em tubetes de 2ml, a determinação se deu nos seguintes intervalos: 30-40; 50-60; 90-100; 110-120; 140-150; 170-180; 190-200 e 210-220cm. Depois de separadas, foram enviadas para o *Center for Applied Isotope Studies, the University of Georgia Athens/Georgia/EUA*. Os resultados das datações absolutas de  $^{14}\text{C}$ /AMS foram calibrados com base no software Calib 6.0®.

## PROTÓCOLOS LABORATORIAIS

Para a extração dos corpos silicosos, utilizou-se do método proposto por Santos et al. (2011), constituindo em: i) secar as amostras em estufa (40°C/12h); ii) peneirar o material em peneiras de 0,25mm; iii) separar 20g do material peneirado em um cadinho de porcelana, deixando-se o material em mufla a 500°C/5 horas (queima da matéria orgânica); iv) tratar o material com 25ml de HCl (ácido clorídrico) durante 1h (eliminação de impurezas das cinzas e do óxido de ferro); v) reduzir a acidez lavando-se o material três vezes com água destilada, agilizando-se o processo com centrifugação (1.000 rpm/5min.); vi) repetir o procedimento "iv e v" por três vezes, posteriormente diluiu-se o material em provetas (100ml) com água destilada, removendo a argila por sinfonamento, a partir de 10 agitações a cada 10 minutos; vii) secar o material resultante em estufa á 110°C; viii) misturar ao material seco com  $\text{ZnCl}_2$  (densidade 2,35g/cm<sup>3</sup>), agitando-se com bastão de vidro; ix) centrifugar o material por 4min., recuperando-se a porção sobrenadante; x) lavar com água destilada (centrifugação 1.000 rpm/5min.) acrescentando-se algumas gotas de HCl, desprezando-se o sobrenadante; xi) o material resultante foi pingado sobre lâminas de vidro que após secagem foi coberto com Entellan® e lamínula. As lâminas de microscopia estão disponíveis para consulta de outros pesquisadores no Lepafe.

Os fitólitos foram identificados e classificados conforme proposta de Madella (2005). As análises fitolíticas consistiram na contagem de 200 fitólitos classificáveis por sequência a cada 5cm do material do terraço Ivaí e a cada 10cm do solo da Trincheira Reserva, seguindo proposta adotada por Coe (2009). Posteriormente, foi feita uma contagem absoluta de fitólitos em cinco vistas na lente de 40x/0.7 do microscópio óptico de uma lâmina por sequência dos dois perfis para determinação da concentração dos fitólitos. Os gráficos de quantificação dos corpos silicosos foram gerados no software *Tilia GraphView*®.

As espículas de esponja continentais detectadas foram classificadas com base em Volkmer-Ribeiro e Parolin (2010) e na coleção de referência do Lepafe. As frústulas de diatomácea foram identificadas de acordo com Leandrini et al. (2010).

As análises granulométricas do testemunho coletado no terraço foram realizadas no Laboratório de Pedologia do Grupo de Estudos Multidisciplinares da Universidade Estadual de Maringá (UEM), pelo método de pipetagem e peneiramento (SUGUIO, 1973). Já para as amostras coletadas na trincheira, as análises foram realizadas no Laboratório de Solos do Departamento de Agronomia da UEM pelo método de densímetro (KIEHL, 1979).

## RESULTADOS

### *Granulometria e Datações Absolutas*

As análises granulométricas do TI foram diversificadas. Na base verificou-se maior percentual de areia média a fina com baixa fração de silte e argila, evidenciando deposição laminar típica de canal fluvial, diminuindo essas deposições no sentido ao topo. Na porção entre 220- 68 cm se tem uma maior fração de areia fina a muito fina, com fragmentos de carvão. No topo, se tem o aumento da fração de silte e de matéria orgânica. As datações absolutas (LOE) indicaram idades entre  $19.900 \pm 2.800$  anos (290cm) e  $13.250 \pm 1.825$  anos (98cm) (Figura 02).

Na TR a granulometria apontou um maior percentual de areia média em todo perfil, embora nas profundidades de 45- 250cm o percentual de argila ultrapassou os 30%.

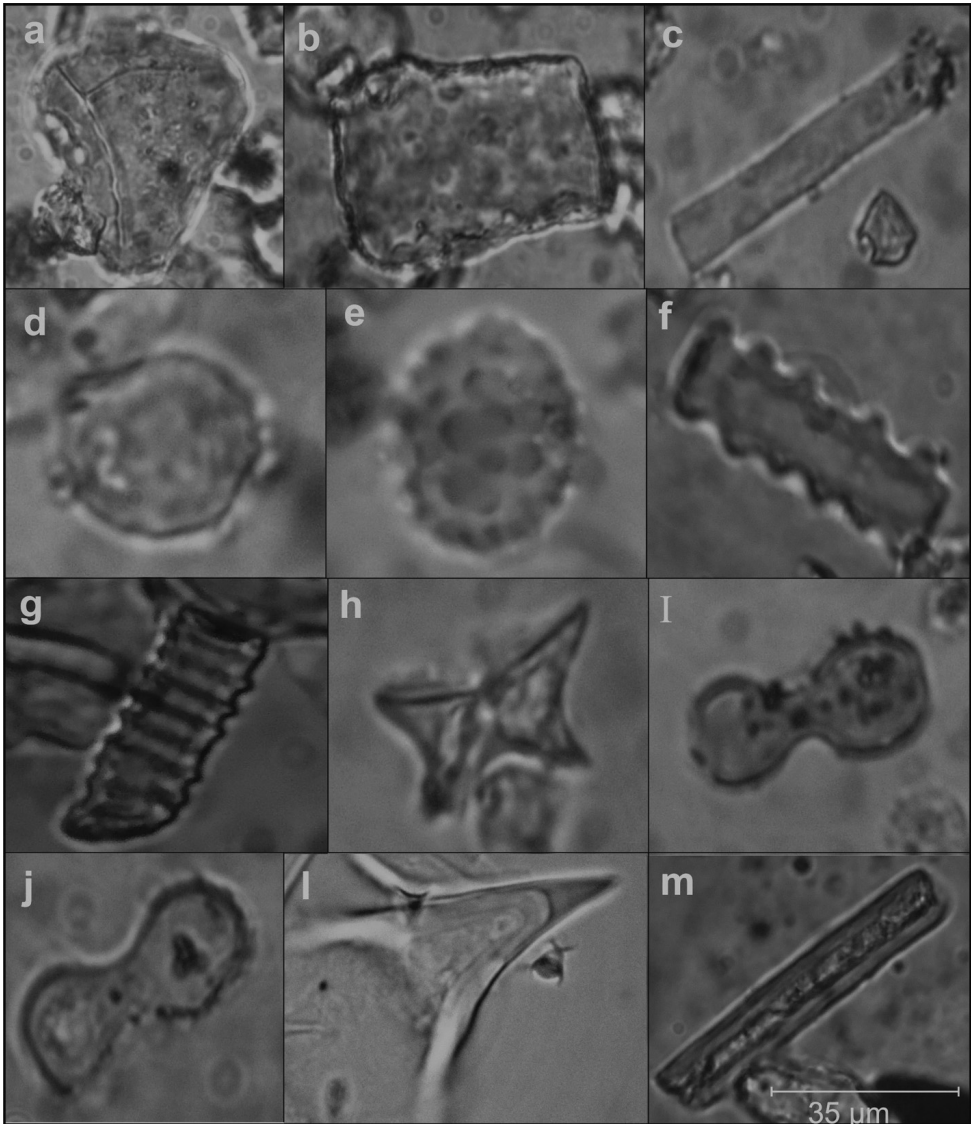
Os resultados das datações absolutas ( $^{14}\text{C}$ / AMS) da Trincheira Reserva estão expressos na tabela 1. Os resultados da análise de  $\delta^{13}\text{C}$  do solo coletado na trincheira reserva apontam a predominância de plantas  $\text{C}_3$  em todos os intervalos analisados (Tabela 1).

**Tabela 1 - Resultados das análises de  $\delta^{13}\text{C}$  e Datações Absolutas por  $^{14}\text{C}$  (AMS)**

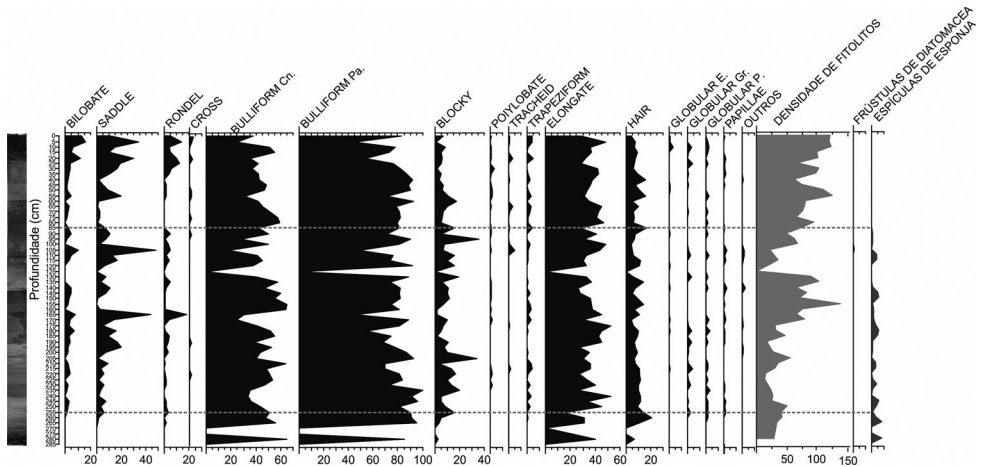
Profundidade (cm)	$\delta^{13}\text{C}$ , ‰	Idade Conv.	Idade Cal.	Média Cal.
		(anos $^{14}\text{C}$ AP)	(anos $^{14}\text{C}$ AP)	(anos $^{14}\text{C}$ AP)
		1̄	2̄	2̄
30-40	-25,2‰			
50-60	-25,6‰			
90-100	-25,7‰			
110-120	-25,3‰			
140-150	-25,7‰	5220	5913 - 6013	5963
170-180	-24,8‰			
190-200	-24,9‰			
210-220	-25,0‰	9000	10156 - 10235	10195

### MICROFÓSSEIS DO TERRAÇO IVAÍ

Os morfotipos predominantes em todo perfil do TI foram o *Bulliform Parallelepipedal* e o *Bulliform Cuniform* e também com certa significância, os morfotipos: *Elongate*, *Acircular hair cell*, *Saddle* e *Bilobate* (Figura 2). Além dos fitólitos, foram encontradas e quantificadas espiculas de esponja continentais em alguns intervalos (Figura 2), no entanto detectou-se somente megascleras, fato que não permitiu a identificação específica. As maiores concentrações de fitólitos estão nos intervalos (160 - 130cm) e 85cm até o topo (Figura 3).



**Figura 2 - Morfotipos de fitólitos e espícula de esponja continental extraídos do do Terraço Ivaí: a) *Bulliform Cuniform*; b) *Bulliform Parallelepipedal*; c) *Elongate psilate*; d) *Globular psilate*; e) *Globular echinate*; f) *Trapeziform*; g) *Tracheid*; h) *Saddle*; i e j) *Bilobate short cell*, l) *Acircular Hair Cell*; m) espícula de esponja. Todas as fotografias estão na mesma escala**



**Figura 3 - Resultado da quantificação, concentração e de datações absolutas (LOE) do testemunho retirado no Terraço Ivaí.**

## MICROFÓSSEIS NA TRINCHEIRA RESERVA

A quantificação dos fitólitos do perfil de solo coletado na Trancheira Reserva, assim como no Terraço Ivaí, apontaram a predominância dos morfotipos *Bulliform paralelepipedal* e *Bulliform cuneiform* em todo perfil analisado (Figuras 4 e 5). O morfotipo *Globular echinate* típico da família Areaceae foi mais significativo no intervalo entre 210-150cm.

As morfologias *Short Cell* (*Bilobate*, *Saddle* e *Rondel*) foram pouco representativas, exceto no intervalo entre 190-170cm, onde os fitólitos do tipo *Saddle* tiveram maior concentração. A concentração dos fitólitos em geral teve pouca variação, sendo maior entre 40cm até o topo, e menor entre 180-160cm (Figura 5). As frústulas de diatomáceas foram encontradas nos intervalos: 150-140cm e 50-30cm.

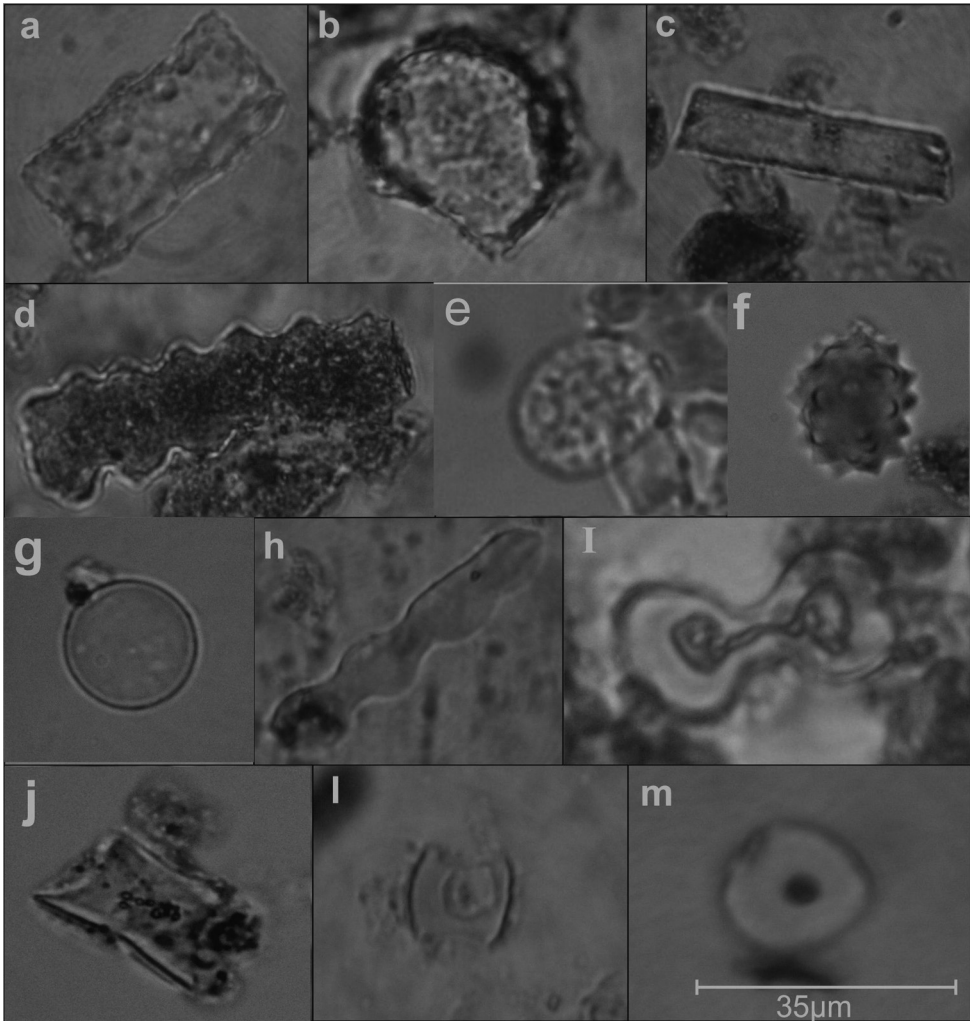
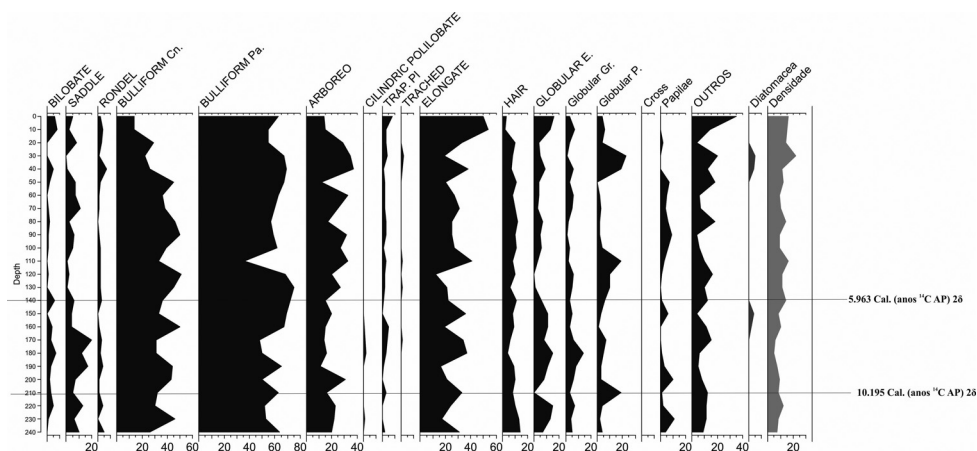


Figura 4 - Principais morfologias de fitólitos recuperados do solo da Trincheira Reserva. a) *Bulliform paralelepipedal*, b) *Bulliform cuniform*, c) *Elongate psilate* d) *Trapeazilform*, e) *Globular echinate* f) *Globular granulate* g) *Globular psilate* h) *Polylobate* i) *Bilobate short cell* j) *Rondel*, l) *Saddle* m) *Papillae*. Todas as fotografias estão na mesma escala





**Figura 5 - Gráfico com a quantificação das morfologias de fitólitos quantificadas, densidade de fitólitos e frústulas de diatomáceas na Trincheira Reserva**

## DISCUSSÃO

### *Paleoambientes Terraço Ivaí*

O Paleambiente do TI foi reconstituído em três fases:

#### *Fase I*

Entre 290-255cm. Foi constatando a presença de um canal ativo com deposições laminar, há pelo menos  $19.900 \pm 2.800$  corroborando os dados apresentados por Berbet (2012) que indicou canal ativo por  $^{14}\text{C}$   $22.090 \pm 25$  anos AP em Santa Mônica/PR anos AP ( $^{14}\text{C}$ ) para um meandro abandonado no rio Ivaí distante 16 km da área, além de resultados apresentados Moraes (2010) em os depósitos do terraço se formaram há pelo menos 23.400 anos A. P. e que o leque aluvial presente sobre os depósitos da planície data de 1.600 anos A. P e Guerreiro (2011) na região de Querência do Norte/PR (38 km da área de estudo) apontou dois eventos secos, um na Lagoa Coceira, datado em  $26.900 \pm 5.000$  (LOE) e outro na Lagoa Milharal, datado em  $20.600 \pm 4.800$  (LOE).

Em alguns intervalos dessa fase como entre 290-285cm e 275-270cm a contagem não atingiu 200 fitólitos, em outras como 280-275 houve a predominância dos morfotipos *Bulliform parallelepipedal* e *Bulliform cuneiform*, que aliado à presença de espículas de esponjas fragmentadas, indicam que a deposição não foi *in situ*, reforçando a interpretação de um canal ativo na época.

#### *Fase II*

Entre 255-85cm. Verifica-se o aumento de areia fina e muito fina. Entre 255-225cm a concentração fitolítica e as espículas de esponja apresentam uma ligeira queda, porem há um pequeno aumento na quantidade de morfotipos *short cell*, indicando uma maior deposi-

ção de material mais fino evidenciando o abandono de canal. Constatou-se um aumento significativo dos *Shorts cell*, e uma variação na concentração dos fitólitos e das espículas de esponja. Esses resultados considerando a datação LOE  $13.250 \pm 1.890$  anos (98cm), apresentam indícios de um ambiente de planície de inundação com grande probabilidade de eventos climáticos mais secos intercalados por mais úmidos no Pleistoceno Tardio; Tal interpretação apresenta concordância com os trabalhos de Morais (2010), Guerreiro (2011), Berbet (2012).

### Fase III

Esta fase ocorre um aumento de silte, argila e matéria orgânica no sedimento, estabilidade de um valor mais alto na concentração fitolítica e por não haver registro de espículas de esponjas, evidenciando que nessa fase a construção do terraço terminara, e que as inundações do rio Ivaí já não atingiam o local. Tal fato é corroborado pelo aumento do morfotipo *Bulliform*.

Santos et al. (2008) na classificação das diferentes unidades morfoestratigráficas da Planície aluvial do Ivaí, constatou que a formação de superfícies erosivas e o isolamento de terraços são resultado da interação de eventos climáticos e tectônicos ocorridos a partir do Terciário.

## PALEOAMBIENTES TRINCHEIRA RESERVA

Na TR pode-se argumentar a existência de duas fases sendo:

### Fase I

Compreendida entre 250-160cm. Neste intervalo, ocorrem as maiores concentrações de fitólitos do tipo *Short cell*, principalmente o morfotipo *Saddle*, predominantes na subfamília Chloridoideae (Poaceae) e *Globular echinate*, preeminente na família Arecaceae. Essa situação aliada a datação de 10.195 Cal. anos AP. a 210 cm, aliada aos valores de  $\delta^{13}C$  (-25,0‰ – predominância de plantas C3) sugerem que na região estudada a vegetação seria um pouco mais aberta do que a que se apresenta hoje, provavelmente sob ação de um clima ligeiramente mais seco que o atual. Twiss (1992) indica que a maior concentração de fitólitos do morfotipo *Saddle*, correspondem a regiões de maior aridez com precipitações concentradas no verão. No entanto, deve ser observado conforme indica Piperno (2006), que este morfotipo é predominante na subfamília Bambusoideae, essa situação, aliada à ocorrência do morfotipo *Globular echinate* levanta a hipótese da presença de vegetação florestal na região, bem como corrobora as teorias de refúgios florestais durante o final do Pleistoceno (AB'SABER, 1992).

A existência de refúgios é bastante abordada na literatura científica. Um dos pioneiros da configuração do território brasileiro, durante as glaciações do Quaternário, foi Aziz Nacib Ab'Sáber (1957), sugerindo que o clima semi-árido teria ocupado, no passado, mais de 50% do território. Segundo este mesmo autor, à medida que o clima semi-árido avançava, as matas ficavam em refúgios, locais mais úmidos. Ab'Saber, (1992) comenta que foi a biodiversidade dos refúgios que fez, a partir de 12 mil anos atrás, à medida que o clima foi se tornando mais úmido na Amazônia e no Brasil tropical atlântico, os refúgios se aglutinarem formando florestas.

## Fase II

Intervalo entre 160-00cm. Verifica-se um aumento dos morfotipos *Bulliform*, *Globular psilate*, *Elongate*, e da concentração dos fitólitos, uma redução dos morfotipos *Short cell* e há ocorrência de frústulas de diatomáceas. Este intervalo refere-se a o médio Holoceno, visto que a datação absoluta do intervalo de 150-140cm resultou em 5.963 anos Cal. Anos AP. Os dados isotópicos indicam predomínio de plantas C3, evidenciando que condições mais úmidas passaram a vigorar.

Essas variações climáticas desde o início do Holoceno (fases I e II) apresentam concordância com Pessenda et al. (1996b) utilizando os isótopos estáveis de carbono e datações por  $^{14}\text{C}$  nas regiões de Londrina-PR e Piracicaba- SP. Em ambas as regiões, verificou-se uma predominância de plantas C4 no final do Pleistoceno até o Holoceno Médio, indicando um clima mais seco do que o atual.

Em Jaguariúna- SP e Botucatu-SP, Gouveia et al. (1999) também observaram maior presença de plantas C4 alegando a ocorrência de clima mais seco no final do Pleistoceno e início do Holoceno. Em Botucatu, os resultados indicaram a predominância de plantas C3 em todo Holoceno, supondo que naquela área a vegetação foi pouco influenciada pela eventual mudança paleoclimática ocorrida no final do Pleistoceno e início do Holoceno.

Outros estudos realizados na região noroeste do Paraná como por Fernandes (2008) e Rezende (2010) utilizando como *proxy* (espículas de esponja e grãos de pólen) na Lagoa Fazenda próximo a cidade de São Tomé-PR, mostram que o clima variou de seco entre 13.000 anos para mais úmidos há 2.180 anos AP. Os resultados constatados em Querência do Norte-PR por Guerreiro (2011) também corroboram para um clima mais seco no início do Holoceno e condição mais úmida posterior há  $7.540 \pm 20$  anos AP.

Com relação à vegetação, além dos resultados dos dados isotópicos  $\delta^{13}\text{C}$  o predomínio de cobertura florestal pode ser comprovado pelos fitólitos com o levantamento de algumas hipóteses: i) a baixa quantidade de fitólitos do tipo *Short cell* típicos de Poaceae e gramíneas C4 em todo perfil; ii) As baixas concentrações de fitólitos e a quantidade de fitólitos do tipo *Short cell*, pode evidenciar a existência de cobertura florestal, visto que segundo Webb e Longstaffe (2000), Piperno (2006) e Coe (2009) as gramíneas Poaceae produzem vinte vezes mais fitólitos do que as dicotiledôneas lenhosas.

## CONCLUSÃO

Os resultados e discussões apresentados dos dois pontos estudados permitem concluir que no Terraço Ivaí as mudanças na paisagem ocorreram em três fases distintas correspondendo a uma fase de canal ativo datado em  $19.900 \pm 2.800$  anos relacionada, a partir de outros trabalhos na região ao Pleistoceno, fase de abandono de canal  $13.250 \pm 1.890$  anos (morfotipos *Short cell* e *Bulliform* e presença de espículas de esponjas) e fase atual com maior concentração fitolítica e ausência de espículas de esponjas, finalização da construção do Terraço Ivaí. Na Trincheira Reserva é possível concluir que o ambiente passou pelo menos por duas fases: datada do início do Holoceno ( $10.195$  anos Cal. AP - 210-220cm), onde a abundância do morfotipo *Saddle* é forte evidência de condições ligeiramente mais secas que a atual, no entanto, sob domínio de floresta e plantas  $\text{C}_3$  ( $\delta^{13}\text{C}$  média de  $-25,2\text{‰}$ ). A segunda fase datada do Holoceno Médio ( $5.963$  anos Cal. AP - 140-150 cm), quando ocorre uma diminuição de fitólitos do morfotipo *Short cell*, e um aumento do morfotipo *Bulliform parallelepipedal* e frústulas de diatomáceas, o que leva a concluir que neste período o clima tende a ser mais úmido e semelhante ao atual.

A existência de floresta no início do Holoceno na Trincheira Reserva pode ser correlacionada com a presença dos refúgios florestais discutidos na literatura científica.

O uso dos fitólitos, aliado aos dados isotópicos ( $\delta^{13}\text{C}$ ) como marcadores ambientais novamente mostrou-se positivo, visto que possibilitaram determinar as fases paleoambientais. No entanto, faz-se cada vez mais necessários estudos sobre os morfotipo de fitólitos em plantas atuais, para um melhor auxílio nos trabalhos de reconstrução paleoambiental.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq pelo apoio financeiro (Processos 473023/2010-5 e 472496/2011-5). O primeiro autor agradece a Bolsa de Apoio Técnico do CNPq (Processo 552980/2011-0), o segundo e terceiro autores agradecem à Fundação Araucária pela Bolsa de Produtividade.

## REFERÊNCIAS

- AB'SABER, A. N. Conhecimento sobre as flutuações climáticas do Quaternário no Brasil. **Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia**, n. 6, p. 39. 1957.
- AB'SABER, A. N. - O xeque da Geografia. **Revista Ciência Hoje**, v. 14, n. 14. p. 46-54.1992.
- BARBONI, D. BONNEFILLE, R.; ALEXANDRE, A.; MEUNIER, J. D. Phytoliths as paleoenvironmental indicators, Westside Middle Awash Valley, Ethiopia. **Paleogeography, paleoclimatology, paleoecology**, Amsterdam, v.152, p.87-100, 1999.
- BERBET, T. C. **Considerações sobre o ambiente no pleistoceno tardio e holoceno na região do baixo curso do rio Ivaí**. Maringá (Dissertação Mestrado), Programa de Pós-Graduação Mestrado em Geografia da UEM, 2012.
- BORBA-ROSCHER, M.; ALEXANDRE, A.; VARAJÃO, A. F. D. C.; MEUNIER, J. D.; VARAJÃO, C. A. C.; COLIN, F. Phytoliths as indicators of pedogenesis and paleoenvironmental changes in the Brazilian cerrado. **Journal of Geochemical Exploration**, n. 88, p. 172 - 176, 2006
- CALEGARI, M.R. **Ocorrência e significado Paleambiental do Horizonte A húmico em Latossolos**. Tese (Doutorado em Agronomia) Universidade de São Paulo, USP, Piracicaba. 2008.
- CAMPOS, A. C.; LABOURIAU, L. G. Corpos silicosos das gramíneas dos Cerrados II. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 4, p. 143-151. 1969.
- CAVALCANTE, P. B.. Contribuição ao estudo dos corpos silicosos das gramíneas Amazônicas I. Panicoidae (Melinideae, Andropogoneae, e Tripsaceae). **Botânica**, n. 80, p.1-11, 1968.
- COE, H. H. G. **Fitólitos como indicadores de mudanças na vegetação xeromórfica da região de Búzios / Cabo Frio, RJ, durante o Quaternário**. Tese (Doutorado) Lagamar, UFF, Niterói. p. 300, 2009.
- COE, H.; CHUENG, K.F.; GOMES, J.G. Reconstruções da Vegetação e Inferências de Paleoclimas através da Utilização dos Indicadores Fitólitos e Isótopos de Carbono – exemplos de estudos no Brasil. **Revista Geonorte**, Edição Especial, v. 1, n. 4, p. 248 - 261, 2012.

FERNANDES, R.S. **Reconstrução Paleoambiental da lagoa Fazenda durante o Pleistoceno tardio na região de Jussara, Estado do Paraná com ênfase em estudos palinológicos**. 125., il. Dissertação (Mestrado em Análise Geoambiental) – CEPPE, Universidade Guarulhos, Guarulhos, 2008.

GOUVEIA, S.E.M.; PESSENDA, L.C.R.; BOULET,T.R.; ARAVENA, R.; SCHEEL-YBERT,R. Isótopos do Carbono dos Carvoes e da Matéria Orgânica do Solo em Estudos de Mudança de Vegetacao e Clima no Quaternario e da Taxa de Formacao de Solos do Estado de São Paulo. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**. n. 71, p.4-11. 1999 a.

GUERREIRO, R.L. **Evolução geomorfológica e paleoambiental dos terraços do alto rio Paraná na área de confluência com o rio Ivaí**. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Geociências, Rio Claro-SP. 2011.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística <<http://www.ibge.gov.br/home/>> Acesso em: julho 2012.

ITCG. Instituto de Terras, Cartografia e Geociências. <<http://www.itcg.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=47>> Acesso em: julho 2012.

KIEHL, E.J. **Manual de edafologia; relações solo/planta**. São Paulo: Ceres. 1979.

LEANDRINI, J.; CAVALCANTI, A.V.; RODRIGUES,L. Diatomáceas. In: PAROLIN, M.; VOLKMER-RIBEIRO, C; LEANDRINI, J. A.. **Abordagem ambiental interdisciplinar em bacias hidrográficas no Estado do Paraná**. Campo Mourão: Editora da Fecilcam, 2010

MADELLA, M.; ALEXANDRE, A.; BALL, T.International Code for Phytolith Nomenclature 1.0. **Annals of Botany**, v.96, p.253-260, 2005.

MEDEANIC, S.; CORDAZZO, C. V.; CORRÊA, I. C. S.;MIRLEAN , N.. Os Fitólitos em Gramíneas de Dunas do Extremo Sul do Brasil: Variabilidade Morfológica e Importância nas Reconstruções Paleoambientais Costeiras. **Gravel**, v. 6, n. 2, p. 1 – 14, 2008.

MORAIS, E.S. **Evolução da Planície de Inundação e Confluência do rio Ivaí e rio Paraná na região do Pontal do Tigre, Icaraíma-PR: Uma Abordagem Geomorfológica**. Maringá Dissertação (Mestrado), Programa de Mestrado em Geografia, UEM, p. 64, 2010.

PAROLIN, M. : **Paleoambientes e paleoclimas no final do Pleistoceno e no Holoceno no Sudeste do Estado do Mato Grosso do Sul**. Tese (Doutorado em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais) Universidade Estadual de Maringá, UEM, Brasil. 2006

PESSENDA. L. C. R. ARAVENA, R., MELFI, A.J., TELLES, E.C.C., BOULET, R., VALENCIA, E.P.E., TOMAZELLO, M. The use of carbon isotopes (<sup>13</sup>C, <sup>14</sup>C) in soils to evaluate vegetation changes during the Holocene in central Brazil. **Radiocarbon**, v. 38, n. 2, p. 191-201, 1996b.

PESSENDA, L.C.R., GOUVEIA, S.E.M, ARAVENA, R. Origin and dynamics of soil organic matter and vegetation changes during the Holocene in a forest- savana transition zone, Brazilian Amazon region. **The Holocene**, Swansea, UK, v.11, n.2, p.250 -254, 2001b

PIPERNO,D.R; BECKER,P. Vegetational History of a Site in the Central Amazon Basin Derived from Phytolith and Charcoal Records from Natural Soils. Article No.0020. **Quaternary Research** v. 45, p. 202 – 209. 1996.

PIPERNO, D. R. **Phytoliths: a comprehensive guide for archaeologists and paleoecologists**. Oxford: Alta Mira Press, 2006, 238p.

REZENDE, A.B. **Espículas de esponja em sedimentos de lagoa como indicador paleoambiental no NW do Estado do Paraná**. [65?] f., il. Color. Dissertação (Mestrado em Análise Geoambiental)- CEPPE, Universidade Guarulhos, Guarulhos 2010.

SANTOS M.L.; LENZI, E.; COELHO, A.. Ocorrência de metais pesados no curso inferior do rio Ivaí, em decorrência do uso do solo em sua bacia hidrográfica. **Acta Scientiarum**, Technology. Maringá, v. 30, n. 1, p. 99-107, 2008.

SANTOS M.L.; STEVAUX, J. C; GASPARETTO N.V.L.; SOUZA FILHO, E. E.. Geologia e Geomorfologia da planície aluvial do rio Ivaí. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 9, n. 1, p. 23-34, 2008.

SANTOS, J. C. A. dos; PAROLIN, M.; GASPARETTO, N.V.L. . Método para aumentar a recuperação de fitólitos em solo. In: XIII REUNIÃO REGIONAL DE PALEONTOLOGIA PALEO PR/ SC- 2011, p. 11-11, 2011.

SUGUIO, K. **Introdução a Sedimentologia**. São Paulo: Editora Edgard Blucher/EDUSP. 317p. 1973.

SUGUIO, K. **Geologia do Quaternário e Mudanças Ambientais - Passado + Presente = futuro?** São Paulo: Paulo's Editora, 1999.

TWISS, P.C. Predicted world distribution of C<sub>3</sub> and C<sub>4</sub> grass phytoliths. In: RAPP JR., G.; MULHOLLAND, S.C. (Ed.), **Phytolith Systematics**. Emerging issues. New York: Springer, 1992, p. 113-128.

VOLKMER-RIBEIRO, C. PAROLIN, M. As Esponjas. In: PAROLIN, M.; VOLKMER-RIBEIRO, C; LEANDRINI, J. A.. **Abordagem ambiental interdisciplinar em bacias hidrográficas no Estado do Paraná**. Campo Mourão: Editora da Fecilcam, 2010.

WEBB, E. A.; LONGSTAFFE, F.J. The oxygen isotopic compositions of silica phytoliths and plant water in grasses: implications for the study of paleoclimate. **Geochimica et Cosmochimica Acta**, v.64, n.5, p.767-780, 2000.

Recebido em julho de 2013

Aceito em novembro de 2013