

**RDG**

Revista do Departamento de Geografia USP

ISSN 2236-2878

Revista do Departamento de Geografia  
Universidade de São Paulo  
[www.revistas.usp.br/rdg](http://www.revistas.usp.br/rdg)

Volume Especial – XVII SBGFA / I CNGF (2017)

**Considerações Paleoambientais do Holoceno Médio  
por Meio de Fitólitos na Serra do Cadeado, Paraná*****Paleoenvironmental Considerations of the Middle Holocene  
With Phytoliths in Serra do Cadeado, Paraná*****Mauro Parolin**Universidade Estadual do Paraná  
[mauroparolin@gmail.com](mailto:mauroparolin@gmail.com)**Mayara dos Reis Monteiro**Universidade Estadual de Maringá  
[mayarareismonteiro@gmail.com](mailto:mayarareismonteiro@gmail.com)**Heloisa Helena Gomes Coe**Universidade do Estado do Rio de Janeiro  
[heloisacoe@yahoo.com](mailto:heloisacoe@yahoo.com)**Ana Paula Colavite**Universidade Estadual do Paraná  
[apcolavite@hotmail.com](mailto:apcolavite@hotmail.com)Recebido (Received): 18/03/2017  
DOI: 10.11606/rdg.v0ispe.132609

Aceito (Accepted): 05/06/2017

**Resumo:** A pesquisa analisou um testemunho sedimentar de 130 cm de profundidade contendo cerca de 30 cm de material turfoso em seu topo, obtido em uma lagoa sem nome situada no Morro da Pedra Branca no município de Ortigueira no estado do Paraná. Foram recuperados (via queima ácida), identificados e quantificados (em três transectos/ três lâminas analisadas em microscópio óptico com aumento de 40x) os fitólitos presentes no sedimento turfoso, totalizando 13 amostras, bem como se realizou uma datação <sup>14</sup>C a 30 cm de profundidade (5.372 anos cal. AP). Também foram calculados índices fitolíticos de Densidade de Cobertura Arbórea, Estresse Hídrico e de Umidade. Os resultados mostraram que a lagoa teve taxa de sedimentação lenta (~1 cm/179 anos). Os morfotipos mais encontrados foram os característicos da família Poaceae (*Rondel*, *Saddle*, *Bilobate*), inferindo uma vegetação predominantemente campestre, com ausência da família Arecaceae (palmeiras), alta produtora de fitólitos do morfotipo *Globular echinate*. As assembleias fitolíticas encontradas na área indicam condições mais secas no Holoceno Médio, passando para condições climáticas mais úmidas na atualidade. As interpretações corroboram outros estudos paleoambientais já realizados para o estado do Paraná e Mato Grosso do Sul, nos quais a existência de um período mais seco no Holoceno Médio é evidenciada.

**Palavras chave:** Quaternário; Ortigueira; Morro da Pedra Branca; silicofitólitos.

**Abstract:** This study analyzed a sedimentary core of 130 cm depth containing about 30 cm of peaty bulk at its top, obtained from an unnamed pond located at Morro da Pedra Branca, in the municipality of Ortigueira, Paraná. The phytoliths present in the peaty sediment were identified and quantified. Three transects on three different microscopy slides were analyzed using an optical microscope with 40x zoom in each sample, totaling 13 samples. At 30 cm depth, the sedimentary bulk was dated at 5,372 years cal. BP using <sup>14</sup>C. The following phytolith indexes were calculated: Tree Cover Density, Water Stress and Humidity. The results enabled us to conclude that the pond had a slow sedimentation rate (~ 1 cm/179 years). The most frequent morphotypes were from the Poaceae family (*Rondel*, *Saddle*, *Bilobate*), inferring predominantly grassland vegetation, with absence of the Arecaceae family (palm trees), a high producer of phytoliths of the *Globular echinate* morphotype. The phytolith assemblages found in the area indicate drier conditions in the Middle Holocene, moving toward to more humid climate conditions today. The interpretations corroborate other paleoenvironmental studies already carried out in the states of Paraná and Mato Grosso do Sul, where the existence of a drier period in the Middle Holocene has been demonstrated.

**Keywords:** Quaternary; Ortigueira; Morro da Pedra Branca; silicophytoliths.

## INTRODUÇÃO

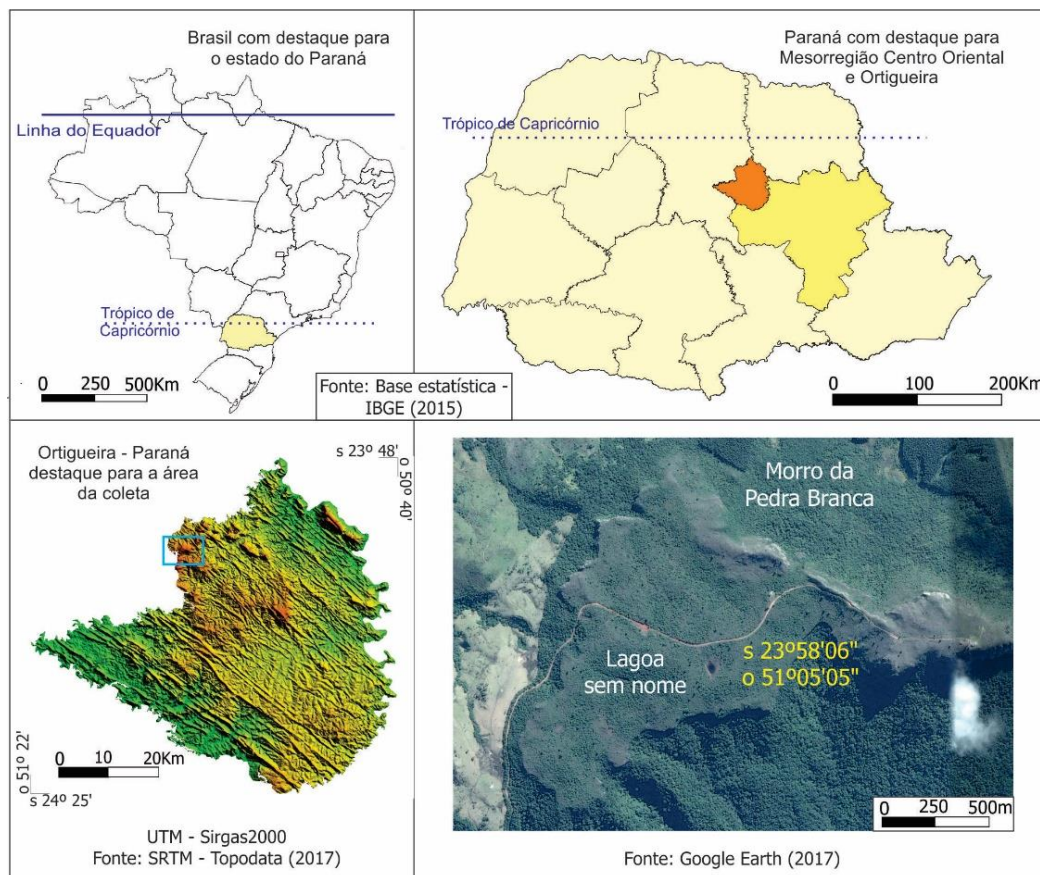
A presente pesquisa teve por objetivo analisar as mudanças sofridas ao longo do Holoceno Médio por meio da identificação e quantificação de fitólitos e datação ( $^{14}\text{C}$ ) presentes em um perfil sedimentar lacustre, localizado no Morro da Pedra Branca/Serra do Cadeado, município de Mauá da Serra/PR.

O pesquisador alemão Prof. Reinhard Maack (1989-1969) elaborou a hipótese da presença de climas mais secos que o atual em território paranaense durante o Quaternário, principalmente em decorrência da presença de vegetação de Cerrado em vários municípios do interior. Pesquisas como a de Behling (1997), e outras mais recentes, como as de Ladchuk *et al.* (2016) – estudo palinológico na região de Campo Mourão/PR e Rasbold *et al.* (2016) – estudo de fitólitos em Turvo/PR 2016, têm apontado a existência de clima mais seco que o atual durante o Holoceno Médio,

Diante do exposto, a pesquisa mostra resultados interessantes para o entendimento das condições paleoambientais paranaenses, bem como as primeiras considerações sobre o ambiente no Holoceno Médio na Mesoregião Centro Oriental Paranaense. Vale ressaltar que o depósito sedimentar estudado, formado por uma lagoa sem nome, localizada a 1.206 m s.n.m, alimentada apenas pelo lençol freático e pela chuva, possui condição ideal para pesquisas dessa natureza. Merece menção o bioindicador utilizado, os fitólitos, que, ao contrário dos grãos de pólen, são extremamente resistentes à degradação, mesmo em condições oxidantes. Esse indicador, estruturas microscópicas de sílica formadas por algumas plantas, vem sendo usado com muito sucesso em estudos arqueológicos (PIPERNO, 2006), como também tem sido cada vez mais aplicado em pesquisas de reconstituição paleoambiental. Entretanto, vale salientar que no Brasil ainda é relativamente baixo o número de trabalhos publicados (LUZ *et al.*, 2014).

## CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A pesquisa teve como palco uma lagoa, sem nome, localizada a 1.206m.s.n.m. no Morro da Pedra Branca, também conhecido como Morro da Telepar, localizado na Serra do Cadeado, município de Ortigueira (**Figura 1**). A região faz divisa entre o Segundo e Terceiro Planalto do estado do Paraná no seu seguimento norte.



**Figura 1** – Mapa de localização da área de estudo. Destaque para a área dos Campos Gerais e município de Ortigueira e imagem de satélite do Morro da Pedra Branca com destaque para a lagoa sem nome. Fonte: Google Earth®.

A Serra do Cadeado, segundo Langer *et al.* (2008), representa uma porção do escarpamento jurocretácico da Bacia do Paraná em que afloram rochas das formações Teresina, Rio do Rasto, Pirambóia, Botocatu e Serra Geral, abrangendo desde o Permiano até o Cretáceo. Nesse local, segundo Langer *et al.* (2008), afloram arenitos finos, siltitos e argilitos formados sob ação de climas áridos a semiáridos e fluviais, respectivamente. São relativamente abundantes os trabalhos de caráter paleontológico e geológico envolvendo esses afloramentos, como os de Barberena e Daemon (1974), Barberena e Araújo (1976), Barberena *et al.* (1980, 1985), Barberena e Dias (1998), Jabur e Thomaz (1983), Riccomini *et al.* (1984), Rohn e Rösler (1986), Langer *et al.* (2008). Entretanto, ressalta-se que não há registro de trabalhos para a área relativos ao período Quaternário.

Segundo o mapa elaborado por Roderjan *et al.* (2002) e com base nas observações realizadas em campo, verificou-se a presença de refúgios vegetacionais que, segundo os mesmos autores, são constituídos por vegetação das cimeiras das serras, incluindo as formações campestres (campos de altitude), geralmente acima de 1200 - 1300 m s.n.m., e a vegetação dos afloramentos rochosos (vegetação rupestre) dos topos das montanhas, podendo ser caracterizada em paredões rochosos já acima de 1000 – 1200 m s.n.m. Segundo Tramuja (2000), sobre Neossolos Litólicos ou Organossolos são predominantes representantes de Poaceae (*Chusquea*, *Andropogum*, *Paspalum* e *Briza*), Cyperaceae (*Machaerina*, *Rhynchospora*, *Bulbostylis* e *Lagenocarpus*), Asteraceae (*Baccharis* e *Vernonia*), Euphorbiaceae (*Croton*), Ericaceae (*Gaylussacia*, *Gaultheria* e *Agarista*), Eriocaulaceae (*Eriocaulon*), Mimosaceae (*Mimosa*), Amaryllidaceae (*Amaryllis*), Alstroemeriaceae (*Alstroemeria*) e Melastomataceae (*Leandra*, *Miconia* e *Tibouchina*). Sobre os afloramentos de rocha predominam Bromeliaceae, Apocynaceae, Orchidaceae, pteridófitas e líquens dos gêneros *Rhizocarpus*, *Parmelia* e *Cladonia*.

### **Fitólitos**

Os fitólitos são partículas microscópicas de sílica hidratada que se precipitam nos tecidos das plantas durante seu crescimento (PIPERNO, 2006), sendo abundantes em gramíneas (JONES, 1964; KONDO E SASE, 1986; BARBONI *et al.*, 1999). Sua função é criar estruturas de suporte e resistência à predação (TWISS, 2001). A produção de fitólitos tem seu processo iniciado quando ocorre a absorção, por parte do sistema radicular, do ácido monossílico ( $H_4SiO_4$ ), que logo após é depositado nos espaços intracelulares, lumina e paredes celulares durante o processo de crescimento dos vegetais (LUZ *et al.*, 2014).

Por meio destas partículas, é possível detectar um conjunto de fitólitos (assembleia fitolítica) que caracteriza uma formação vegetal, sendo, dessa forma, muito eficazes em estudos de reconstituição paleoambiental. Os fitólitos se encontram frequentemente dispersos nos solos, turfeiras e em outros sedimentos, oriundos da decomposição das plantas (GEIS, 1978; FEARN, 1998). Contudo, os mesmos podem ser localizados mais facilmente quando são depositados *in situ*, ou seja, quando houve uma capacidade restringida de transposição através do vento e das correntes aquáticas (MEDEANIC *et al.*, 2008). Alguns tipos de plantas produzem fitólitos morfologicamente distintivos, como as dicotiledôneas lenhosas (*Globular granulata*), as palmeiras (*Globular echinate*), as Cyperaceae (*Papillae*) e principalmente as Poaceae (gramíneas), que são as maiores produtoras e onde a distinção pode chegar ao nível de subfamília. A subfamília Panicoideae, característica de ambientes quentes e úmidos, produz principalmente fitólitos de tipo *Bilobate*, *Polylobate* e *Cross*. A subfamília Chloridoideae, característica de ambientes quentes e secos, produz principalmente fitólitos de tipo *Saddle*, enquanto a subfamília Pooideae, característica de regiões temperadas, frias e altas elevações intertropicais, produz principalmente fitólitos de tipo *Rondel* e *Trapeziform*. Alguns fitólitos são característicos das Poaceae, sem que se possa distinguir de qual subfamília provém, como os que são produzidos nas células buliformes (*Bulliform cuneiform* e *parallelepipedal*), nas células longas (*Elongate*) ou nos pelos (*Acicular*) (COE E OSTERRIETH., 2014).

Os fitólitos têm sido usados como bioindicadores sobre o tipo de vegetação existente no pretérito. De acordo com este conceito, Lu e Liu (2003) demonstram que os fitólitos permitem, entre outras coisas, a distinção entre as gramíneas com ciclo fotossintético C3 e C4. Segundo Lorente *et al.* (2015), o desenvolvimento de tipos diferentes de fitólitos ocorre devido a vários aspectos genéticos e ambientais, principalmente em decorrência do clima, do ambiente onde se dá o crescimento e desenvolvimento da planta, da disposição de água presente no solo, da idade da planta e afinidade taxonômica, entre outros. Os índices fitolíticos permitem inferir parâmetros de vegetação como a densidade da cobertura arbórea (D/P), a densidade de palmeiras (Pa/P), o índice de aridez (Iph) e o índice climático (Ic), que indica a adaptação da formação vegetal a uma temperatura mínima e/ou à pressão parcial de Dióxido de Carbono ( $pCO_2$ ) forte (COE e OSTERRIETH., 2014).

## MATERIAIS E MÉTODOS

O material sedimentar foi coletado no Morro da Pedra Branca município de Ortigueira (**Figura 1**) em uma lagoa sem nome, via introdução de um tubo de alumínio de 10 cm de diâmetro e aproximadamente 1,30 de comprimento com auxílio de marreta. Após a coleta do sedimento, o tubo foi levado para o Laboratório de Estudos Paleoambientais da Fecilcam (Lepafe)/Universidade Estadual do Paraná/Campus de Campo Mourão, onde foi aberto para a retirada de amostras.

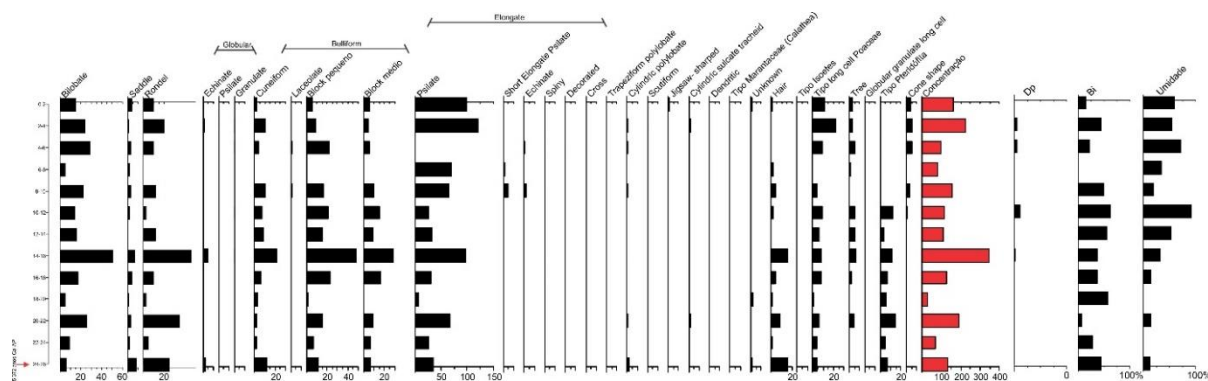
As amostras sedimentares (13 ao todo), foram primeiramente separadas em intervalos de 2 cm, amostrando 2 g de cada intervalo para a recuperação dos fitólitos. Todas as amostras foram pesadas e colocadas em estufa (60°C/24h), repetiu-se o processo até a manutenção de peso constante. Posteriormente foram parcialmente destorroadas, tomando-se o cuidado para que não fosse aplicada força excessiva.

Para a queima do material orgânico os sedimentos foram colocados em tubos de ensaio juntamente com cerca de 3 ml de ácido nítrico (HNO<sub>3</sub> 65%); os tubos foram aquecidos em chama de lamparina por cerca de 4 minutos e postos para esfriar, após o resfriamento adicionou-se cerca de 2 ml de peróxido de hidrogênio (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> /v.130). Finalizada esta etapa, o material foi lavado diversas vezes com água destilada (centrifugação 1.000 rpm/3min.) até a estabilização do pH (7,0), acrescentando-se no final do processo álcool (70%). Após essa etapa, 50 µl de material foram pipetados em lâminas que, depois de secas (chapa aquecedora 60°C), foram cobertas com *Entellan*® e lamínula e catalogadas no Lepafe (Laboratório de Estudos Paleoambientais da Fecilcam, sob código L.66; C.6.

As identificações, observações e microfotografias foram realizadas em microscópio óptico (petrográfico) com aumento de 10x, 20x e 40x. A identificação morfológica teve como base a coleção de fitólitos atuais do Lepafe, a coleção de fitólitos da Universidade Estadual do Rio de Janeiro (Campus de São Gonçalo), além dos trabalhos de Madella *et al.* (2005), a extensa lista bibliográfica presente em Piperno (2006), em Medeanic *et al.* (2008), Lu *et al.* (2007), Raitz (2012), entre outros. Foi utilizada a terminologia em inglês com base no “International Code for Phytolith Nomenclature 1.0” expressa no trabalho de Madella *et al.* (2005) e Piperno (2006). A quantificação e qualificação dos fitólitos foi estabelecida por meio de contagem total de morfotipos avistados em três transectos por lâmina e três lâminas por intervalo amostrado. Os índices de cobertura arbórea e de estresse hídrico utilizados foram propostos por Twiss (1987, 2001) e Alexandre *et al.* (1997): **a) Densidade da cobertura arbórea (D/P)** - Dicotiledôneas lenhosas/Poaceae (D/P = *Globular granulate* / (*bilobate short cell* + *cross* + *saddle* + *acicular* + *cuneiform* e *parallelepipedal bulliform cells*); **b) Estresse Hídrico (Bi)** - Bi % = [(*Cuneiform bulliform* + *parallelepipedal bulliform* / [(*short cells* + *acicular* + *cuneiform bulliform* + *parallelepipedal bulliform*)] x 100; **c) Umidade (IM)** - o terceiro índice calculado foi o que se denominou de umidade (IM) = (*tree* + *globular* + *cone shape*) / fitólitos de Poaceae. Para a montagem do fitolitodiograma foi utilizado o *software Tilia graph*®.

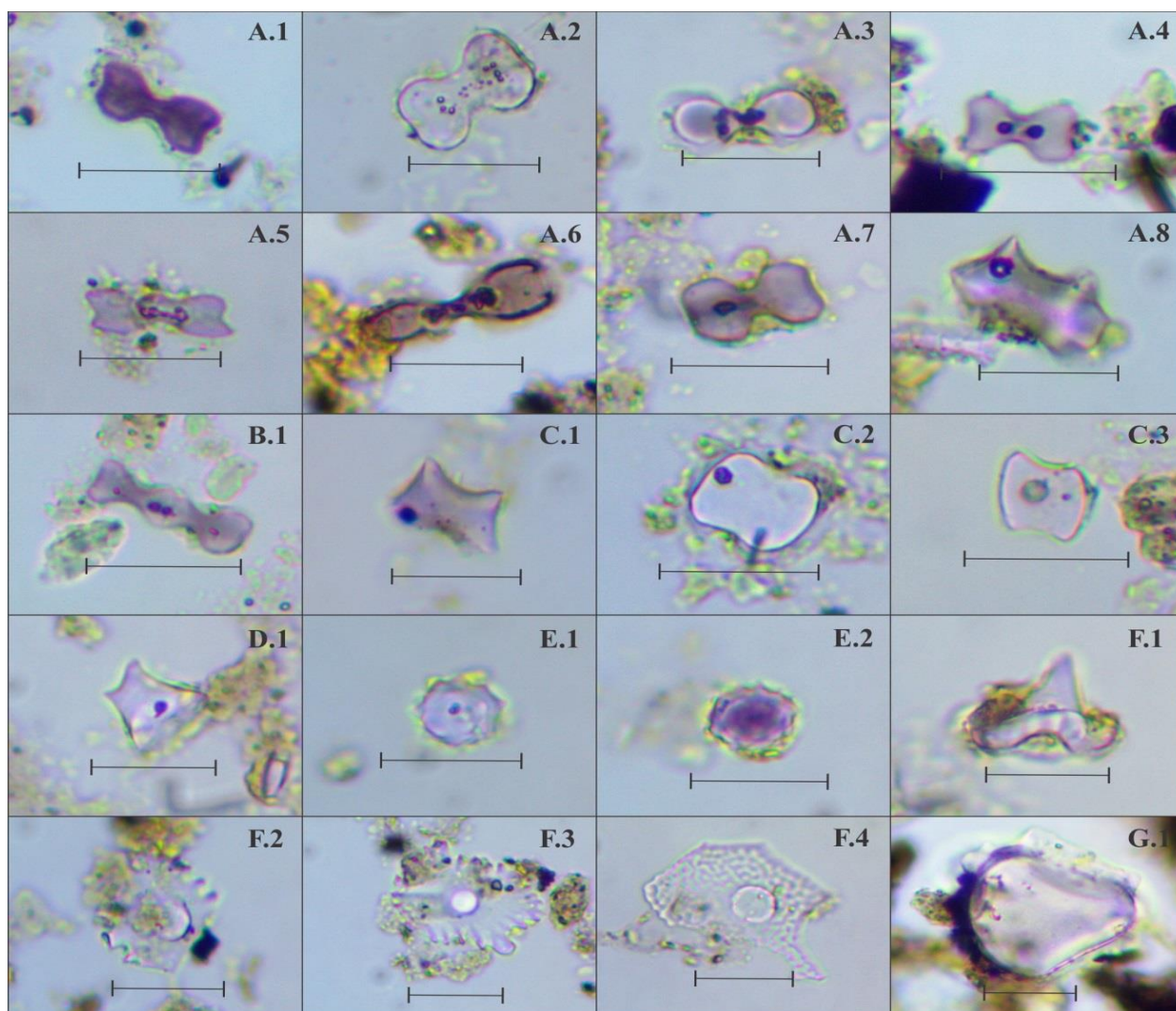
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A sondagem alcançou 130 cm de profundidade, sendo que o material turfoso se concentrou de 0 a 30 cm, abaixo dos 30 cm verificou-se a presença de solo arenoso (transição abrupta), tornando a datação inviável. Nesse sentido, optou-se por datar a transição entre o material turfoso e o solo. A idade determinada, 5.372 anos cal. AP, corresponde ao Holoceno Médio (**Figura 2**). Considerando a profundidade datada (30 cm), pode-se afirmar que a taxa de sedimentação foi extremamente lenta (~1 cm/179 anos).



**Figura 2** – Datação, fitolitodiograma e índices fitolíticos da lagoa sem nome localizada no Morro da Pedra Branca/Serra do Cadeado – Ortigueira/PR.

A identificação e quantificação dos fitólitos detectados estão expressas na figura 2. Observou-se certa regularidade na ocorrência de fitólitos ao longo do perfil, com leve aumento em direção ao topo. Os morfotipos mais representativos estão indicados na **Figura 3**. Os fitólitos mais abundantes foram os da família Poaceae (*Bilobate*, *Rondel*, *Saddle* e *Long Cell Poaceae*).



**Figura 3** - Microfotografias de alguns dos fitólitos encontrados nas amostras. Fotos tiradas com microscópio óptico 40x. A) *Bilobate*; B) *Polylobate*; C) *Saddle*; D) *Rondel*; E) *Globular echinate*; F) *Cone shape*; G) *Bulliform cuneiform*. Escala 20  $\mu$ m.

Conseguiu-se estabelecer o índice D/P em 3 intervalos (2-4, 4-6 e 14-16 cm), todos com valores inferiores a 5 (**Figura 2**). Tal situação é evidência de que a densidade de cobertura arbórea sempre foi reduzida na região. Este fato foi reforçado pela ocorrência limitada dos fitólitos tipo *tree* (fitólitos irregulares característicos de elementos arbóreos e arbustivos, citados por PIPERNO, 2006). O índice Bi foi obtido em praticamente todos os intervalos analisados, variando de 5 a 30% (**Figura 2**), sendo que os maiores valores são registrados na porção inferior do perfil. A variação do índice Bi sugere que o ambiente sempre esteve sujeito a períodos de seca. O índice de umidade (IM) foi estabelecido em praticamente todo o perfil com valores entre 5 e 38 (**Figura 2**). Observou-se que o IM tem aumento quase gradual da base para o topo do perfil, indicando que a região provavelmente era mais seca no Holoceno Médio, consonante portanto com o índice Bi.

O morfotipo *Cone shape* nos intervalos 10-12, 8-10, 4-6, 2-4, 0-2 indica a presença da família botânica Cyperaceae (PIPERNO, 2006; RASBOLD *et al.*, 2011), característica de ambientes úmidos, fato corroborado pelos valores obtidos para o Índice de umidade.

O intervalo 14-16 sobressai-se aos demais pela quantidade de fitólitos quantificados (345 fitólitos), indicando um ambiente propício ao desenvolvimento vegetal, bem como à preservação dos silicofitólitos.

A ausência do morfotipo *Globular echinate* na maioria dos intervalos e sua baixa concentração nos intervalos 24-26 (2 fitólitos), 14-16 (5 fitólitos) e 02-04 (1 fitólito) sugerem que a família *Arecaceae* - alta produtora de tal morfotipo de fitólito (PIPERNO, 2006; ZUCOL *et al.*, 2005; RASBOLD *et al.*, 2011; MONTEIRO *et al.*, 2012; PEREIRA *et al.*, 2013, 2014) - não se fez característica da flora local durante os últimos 5.372 anos cal AP.

O trabalho realizado encontra certa consonância com os estudos realizados por Luz (2014) que, por meio de valores de  $\delta^{13}\text{C}$  obtidos em amostras de solo de uma trincheira aberta na Estação Ecológica do Cerrado em Campo Mourão/PR, revelou uma condição mais seca que a atual durante o Holoceno Médio (5.820 anos cal. AP.). Na região de Londrina, Pessenda *et al.* (1996), valendo-se de dados isotópicos, verificaram a presença de ambiente mais seco que o atual a  $5.450 \pm 90$  AP. No limite entre o Mato Grosso do Sul e o Paraná, na região de Taquarussu (MS), Parolin *et al.* (2006), por meio de estudos palinológicos, verificaram a presença de clima mais seco que o atual durante o Holoceno Médio há pelo menos 4.600 anos AP.

## CONCLUSÃO

A lagoa sem nome localizada no Morro da Pedra Branca, região da Serra do Cadeado, município de Ortigueira/PR, teve taxa de sedimentação lenta durante o Holoceno Médio. Os fitólitos detectados e o estabelecimento de índices (cobertura arbórea, estresse hídrico e de umidade), indicaram condições mais secas que a atual na direção da base da sequência datada. Tal situação encontra correspondência com outros trabalhos paleoambientais relativamente próximos à região estudada.

O trabalho reforça positivamente a capacidade dos fitólitos como bioindicadores paleoambientais e leva à luz dados inéditos sobre o ambiente holocênico da Serra do Cadeado.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Laboratório de Estudos Paleomambintais da Fecilcam/Universidade Estadual do Paraná e à Fundação Araucária e PRPPG/Unespar pela ajuda financeira via Edital 03/2015. O segundo autor agradece a CAPES pela bolsa de Doutorado.

## REFERÊNCIAS

- ALEXANDRE, A.; MEUNIER, J.D. LÉRZINE, A.M.; VINCENS, A.; SCHWARTZ, D. Phytoliths: indicators of grassland dynamics during the late Holocene in intertropical Africa. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, v.136, n.1-4, p.213-229, 1997.
- BARBERENA, M.C.; ARAÚJO, D.C. Tetrapodos fósiles de Sudamerica y Deriva Continental, In: **Congresso Argentino de Paleontologia e Bioestratigrafia, Tucumán**, v.1 p. 497 – 504, 1976.
- BARBERENA, M.C.; DAEMON, R.F. A primeira ocorrência de Amphibia (Labirintodontia) na Formação Rio do Rasto. Implicações geocronológicas e estratigráficas. In: XXVIII Congresso Brasileiro de Geologia, 1974. **Anais...**v.2, p.251-261, 1974.
- BARBERENA, M.C.; DIAS, E. V. On the presence of a short-snouted Rhinesuchoid amphibian in the Rio do Rasto Formation (Late Permiano of Paraná Basin, Brazil). In: Academia Brasileira de Ciências. **Anais...** v.70, p.465-468, 1998.
- BARBERENA, M.C.; CORREIA, N.R.; AUMOND, J. Contribuição à estratigrafia e bioestratigrafia do Grupo Passa Dois na Serra do Cadeado (Nordeste do Paraná, Brasil). **Revista Brasileira de Geociências**, v.10, p.208-275, 1980.
- BARBERENA, M.C.; ARAÚJO, D.C.; LAVINA, E.L. Late Permian and Triassic tetrapods of Southern Brazil. **National Geographic Research**, v.1, p.5-20, 1985.
- BARBONI, D.; BONNEFILLE, R.; ALEXANDRE, A.; MEUNIER, J.D. Phytoliths as paleoenvironmental indicators, West Side Middle Awash Valley, Ethiopia. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, n. 152, p. 87-100, 1999.

- BEHLING, H. Late Quaternary vegetation, climate and fire history in the Araucária forest and campos region from Serra Campos Gerais (Paraná), S Brazil. **Review of Palaeobotany and Palynology**, n. 97, p.109-121, 1997.
- FEARN, M.L. Phytoliths in sediment as indicators of grass pollen source. **Review of Palaeobotany and Palynology**, n. 103, p. 75-81, 1998.
- GEIS, J.W. Biogenic Opal in three species of Gramineae. **Annals of Botany**, n. 42, p. 1119-1129, 1978.
- GOOGLE. **Google Earth Pro**. 2017.
- IBGE. **Base Estatística - Malhas Municipais**. 2015. Disponível em <[ftp://geofp.ibge.gov.br/organizacao\\_do\\_territorio/malhas\\_territoriais/malhas\\_municipais/municipio\\_2015/UFs/](ftp://geofp.ibge.gov.br/organizacao_do_territorio/malhas_territoriais/malhas_municipais/municipio_2015/UFs/)>. Acesso em: 10 mar. 2017.
- INPE. **Topodata**. 2017. Disponível em <<http://www.webmapit.com.br/inpe/topodata/>>. Acesso em: 10 mar. 2017.
- JABUR, I.C.; THOMAZ, S.L. Nota prévia sobre a estratigrafia do Morro do Mulato. In: **Boletim de Geografia da UEM**. v.1, n.1, p. 11-18, 1983.
- JONES, R.L. Note on occurrence of opal phytoliths in some Cenozoic sedimentary rocks. **Journal of Paleontology**, n. 38, p. 773-775, 1964.
- KONDO, R.; SASE, T. Opal phytoliths, their nature and application. **Quaternary Research**, v. 1, n. 25, p. 31-63, 1986.
- LADCHUK, D.P.P.T.; PAROLIN, M.; BAUERMANN, S.G. Recuperação de palinóforos e dados isotópicos ( $\delta^{13}\text{C}$  e  $\delta^{15}\text{N}$ ) em sedimentos turfosos e seu significado paleoambiental para a região de Campo Mourão – PR. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 9, n. 4, p. 1183-1196, 2016.
- LANGER, M.C.; ELTINK, E.; BITTENCOUR, J.S.; ROHN, R. Serra do Cadeado, PR - Uma janela paleobiológica para o Permiano continental Sul-americano. In: WINGE, M.; SCHOBENHAUS, C.; SOUZA, C.R.G.; FERNANDES, A.C.S.; BERBERT-BORN, M.; QUEIROZ, E.T.; (Edit.) **Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil**, 2008.
- LORENTE, F.L.; PESSENDA, L.C.R.; CALEGARI, M.R.; COHEN, M.C.L.; ROSSETTI, D.; GIANNINI, P.C.F.; BUSO JUNIOR, A.A.; CASTRO, D.F.; FRANÇA, M.C.; BENDASSOLLI, J.A.; MACARIO, K. Fitólitos como indicadores de mudanças ambientais durante o Holoceno na costa norte do estado do Espírito Santo (Brasil). **Quaternary and Environmental Geosciences**. p. 1-15, 2015.
- LU, H.; LIU, K. Morphological variations of lobate phytoliths from grasses in China and the Southeastern USA. **Diversity and Distributions**, v. 1, n. 9, p. 73-87, 2003.
- LU, H.Y.; WU, N.Q.; LIU, K.B.; HUI JIANG; LIU, T. S. Phytoliths as quantitative indicators for the reconstruction of past environmental conditions in China II: palaeoenvironmental reconstruction in the Loess Plateau. **Quaternary Science Reviews**, v. 26, n. 5-6, p. 759-772, 2007.
- LUZ, L.M. **Aspectos Paleoambientais do Quaternário Superior na Região de Campo Mourão, Paraná**. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Geografia, área de concentração Análise Ambiental, Universidade Estadual de Maringá, 123p., 2014.
- LUZ, L.D.; KALINOVSKI, E.C.Z.; PAROLIN, M.; SOUZA FILHO, E.E. Estágio Atual do Conhecimento sobre Fitólitos no Brasil. **Terra Didática**, p. 52-64. 2014. Disponível em: <[https://www.ige.unicamp.br/terraedidatica/v11\\_1/PDF11-1/111-%206-102.pdf](https://www.ige.unicamp.br/terraedidatica/v11_1/PDF11-1/111-%206-102.pdf)>. Acesso em: 05 set. 2015.
- MADELLA, M.; ALEXANDRE, A.; BALL, T. International Code for Phytolith Nomenclature 1.0. **Annals of Botany**, v. 96, n. 2, 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**. p. 1-14, 2008.
- MONTEIRO, M.R.; PEREIRA, J.S.R.; RASBOLD, G.G.; PAROLIN, M.; CAXAMBÚ, M.G. Morfologia de fitólitos característicos de duas espécies de Arecaceae do Bioma Mata Atlântica: *Bactris setosa* Mart. e *Geonoma schottiana* Mart. **Rev. Biol. Neotrop.**, v. 9, n. 1, p. 10-18, 2012.

- PAROLIN, M.; MEDEANIC, S.; STEVAUX, J.C. Registros palinológicos e mudanças ambientais durante o Holoceno de Taquarussu (MS). **Revista Brasileira de Paleontologia**, Porto Alegre, v.9, n.1, p.137-148, 2006.
- PEREIRA, J.S.R.; PAROLIN, M.; MONTEIRO, M.R.; CAXAMBU, M.G.; RASBOLD, G.G. Caracterização morfológicas dos fitólitos de *Butia microspadix* Burret (Arecaceae). **Revista de Ciências Ambientais**, v.7, n.1, pp. 59-66, 2013.
- PEREIRA, J.S.R.; MONTEIRO, M.R.; PAROLIN, M.; CAXAMBU, M.G. Characterization of Phytoliths in Eight Species of Arecaceae in the State of Paraná, Brazil. In: COE, H.H.G.; OSTERRIETH, M. **Synthesis of Some Phytolith Studies in South America (Brazil and Argentina)**. New York, Nova Science Publishers, p. 49-74, 2014.
- 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 ( $^{13}\text{C}$ ,  $^{14}\text{C}$ ) in soil to evaluate vegetation changes during Holocene in Central Brazil. **Radiocarbon**, v.38, n.2, p.191-201, 1996.
- PIPERNO, D.R. **Phytoliths: a comprehensive guide for archaeologists and paleoecologists**. Oxford AltaMira Press, p. 238, 2006.
- RICCOMINI, C.; FILHO, A.G.; DE ALMEIDA, F.F.M. Considerações sobre a estratigrafia do PermoTriássico na região da Serra do Cadeado, Paraná. XXXIII Congresso Brasileiro de Geologia. **Anais...** p. 754 - 764. 1984.
- RAITZ, E. Coleção de referência de Silicofitólitos da flora do Sudoeste do Paraná: Subsídios para estudos paleoambientais. **Dissertação** (Mestrado em Geografia), Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Francisco Beltrão; 204 p, 2012.
- RASBOLD, G.G.; MONTEIRO, M.R.; PAROLIN, M.; CAXAMBÚ, M.G.; PESSENDA, L.C.R. Caracterização dos tipos morfológicos de fitólitos presentes em *Butia paraguayensis* (Barb. Rodr.) L. H. Bailey (Arecaceae). **Iheringia. Série Botânica**, Porto Alegre, 66(2), p.265-270, 2011.
- RASBOLD, G.G.; PAROLIN, M.; CAXAMBU, M.G. Reconstrução paleoambiental de um depósito turfoso sedimentar por análises multiproxy, Turvo, estado do Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Paleontologia**, v. 19, n. 2, p. 315-324, 2016.
- RODERJAN, C.V.; GALVÃO, F.; KUNIYOSHI, Y.S.; HATSCHBACH, G.G. As regiões fitogeográficas do Estado do Paraná. **Revista Ciência e Ambiente**, v. 24, p. 75-92, jan/jun 2002.
- ROHN, R.; RÖSLER, O. 1986. Caules de Sphenophyta da Formação Rio do Rasto (Bacia do Paraná, Permiano Superior). **Boletim do Instituto de Geociências/USP**, São Paulo, 17: p.39-56.
- TRAMUJAS, A.P. A vegetação de campos de altitude na região do Ibitiraquire – Serra do Mar – Municípios de Antonina, Morretes e Campina Grande do Sul, PR. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia Florestal). Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 61 p., 2000.
- TWISS, P.C. Grass opal phytoliths as climatic indicators of the Great Plains Pleistocene. In: JOHNSON, W.C. (Ed.). **Quaternary Environments of Kansas**. Kansas Geol. Surv. Guidebook, p. 179-188, 1987.
- TWISS, P.C. A Curmudgeon's view of Grass phytolithology. In: MEUNIER J. D.; COLIN, F. (eds). **Phytoliths: application in Earth Sciences and Human History**. Taylor & Francis, p. 7-26, 2001.
- ZUCOL, A.F.; BREA, M.; SCOPEL, A. First record of fossil wood and phytolith assemblages of the Late Pleistocene in El Palmar National Park (Argentina). **Journal of South American Earth Sciences**, v. 20, p. 33 – 43, 2005.