



AVALIAÇÃO DAS FORMAS DE FITÓLITOS PRESENTES EM *Cyperus giganteus* Vahl (Cyperaceae)

RASBOLD, Giliane Gessica, ITI-A /CNPq, Fecilcam, Engenharia Ambiental, UTFPR, gily_giliane@hotmail.com
PAROLIN, Mauro (OR), Fecilcam, mauroparolin@gmail.com
CAXAMBÚ, Marcelo Galeazzi (CO-OR), UTFPR, mgcaxambu@yahoo.com.br

INTRODUÇÃO

Os fitólitos são corpos micrométricos de opala silicosa 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 como um dos registros fósseis terrestres mais duráveis e uma importante ferramenta de interpretação nos estudos paleoambientais e arqueológicos.

A quantidade de sílica acumulada e a quantidade de fitólitos se diferenciam entre as espécies, as principais em se tratando de produção de fitólitos, são as Poaceae, porém outras famílias pertencentes às monocotiledôneas e dicotiledôneas também produzem uma quantidade expressiva de tal (RUNGE, 1999). As deposições de sílica biogênica nos vegetais podem ocorrer em folhas, sementes, frutos, raízes e madeira, dentro das células ou na parede celular (SENDULSKY; LABOURIAU, 1966; RUNGE, 1999). Algumas morfologias de fitólitos são únicas, sendo assim utilizadas na identificação das plantas produtoras podendo chegar taxonomicamente à família e às vezes ao gênero (PARRY ; SMITHSON, 1964; SENDULSKY; LABOURIAU, 1966; CAMPOS; LABOURIAU, 1969; SILVA; LABOURIAU, 1970; PIPERNO, 2006; CALEGARI et al., 2008), possibilitando o uso destes microfósseis em estudos de reconstituição de paleovegetações e paleoclimas (RUNGE, 1999).

Em que pese o grande número de publicações sobre fitólitos relatadas no trabalho de Zucol et al. (1999), no Brasil ainda é escassa a pesquisa deste corpo silicoso, sendo que os primeiros estudos datam da década de 1960 (LABOURIAU, 1963, 1966; CAMPOS; LABOURIAU, 1969). Mais recentemente podem ser citados os estudos de Medeanic et al. (2008), Medeanic; Dillenburg; Weschenfelder (2007). Também podem ser citados os trabalhos de Calegari et al. (2008, 2009) e o realizado por Loch; Farias; Bianchini (2006).

O presente estudo determina as principais formas de fitólitos ocorrentes na espécie *Cyperus giganteus* Vahl. A ocorrência desta espécie em extensas áreas do Pantanal Mato-Grossense permite classificá-la como um indicador natural de condições ambientais atuais.



Os exemplares estudados foram coletados no Pantanal do Nabileque, sub-região sul do Pantanal Mato-Grossense, em área de influência da Lagoa Jacadigo. O material botânico foi identificado no herbário da Universidade Tecnológica Federal do Paraná Campus Campo Mourão (HCF). A determinação inédita das formas dos fitólitos de *C. giganteus* permitem aumentar o volume de dados disponíveis sobre a espécie, podendo em um futuro próximo serem úteis nas pesquisas sobre paleoambientes.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A família Cyperaceae é constituída por 90 gêneros e 4.000 espécies, dos quais o gênero *Cyperus* é composto por 550 espécies (GOETGHEBEUR, 1998) que são encontradas usualmente em ambientes com elevado tempo de permanência de água. As espécies de *Cyperus* apresentam ampla distribuição geográfica, em sua maior parte pantropicais e raras em regiões temperadas (MUASYA; SIMPSON; CHASE, 2002). Ocorrem especialmente em ambientes úmidos como campos de várzea e banhados, ou ainda como plantas invasoras (LORENZI, 2001). *Cyperus giganteus* Vahl também conhecida por **piri**, é espécie nativa do continente americano, de ocorrência em quase todo território brasileiro.

Dentre as espécies vegetais que encontra no Pantanal *C. giganteus* ocorre principalmente em pequenas lagoas, formando comunidades vegetais denominadas localmente por "Pirizal" (ALLEM; VALLS, 1987; ABDON; SILVA, 2006). A espécie tem preferência por ambientes permanentemente alagados típicos do Pantanal, mas também tolera períodos de seca, sendo considerada anfíbia (SCULTORPE, 1967; RODRIGUES; ESTELITA, 2004).

Diante da resistência e potencial de preservação, o uso fitólitos tem fornecido respostas positivas nas reconstruções paleoambientais (MEDEANIC et al., 2008), podendo confirmar informações polínicas ou até mesmo fornecer dados botânicos adicionais não acessíveis apenas com dados palinomórficos (ROVNER, 1971) e outros indicadores *proxy*. O uso de fitólitos como indicador *proxy* no Brasil ainda é incipiente (LIMA; MEDEANIC, 2007; LIMA; MEDEANIC; DILLENBURG (2007); MEDEANIC et al., 2008), mas tem apresentado sucesso em estudos de reconstruções paleoambientais e paleobotânicas por várias partes do mundo como pode ser constatado em alguns dos inúmeros recentes trabalhos existentes, como Delhon et al. (2003); Bremond et al. (2004) (na França); Telfer et al. (2009); Lu et al. (2007) (na China); Carter (2002) (na Nova Zelândia); Wallis (2001) (na Austrália); e Osterrith et al. (2009) (na Argentina).



METODOLOGIA

A determinação dos fitólitos da espécie *C. giganteus* foi obtida seguindo-se as seguintes etapas: a) foram separadas pequenas porções de tecido vegetal da espiguetta, bráctea, caule, bainha, rizoma, raízes adventícias e fruto (Figura 1); b) o tecido vegetal foi fervido em ácido nítrico 65%; c) as amostras foram lavadas em água destilada inúmeras vezes, agilizando-se o processo com centrifugação; d) executou-se posteriormente uma lavagem com álcool 70%; e) foram pingadas duas gotas do material em lâminas que posteriormente foram secas em chapa aquecedora; f) secas, as lâminas foram esfriadas e cobertas com Bálsamo do Canadá e lamínula.

As identificações e observações foram realizadas em microscópio óptico com aumento de 40x. Todas as microfotografias também foram obtidas com este aumento. Para a identificação morfológica os autores optaram por usar os trabalhos de Madella; Alexandre; Ball (2005), Medeanic et al. (2007, 2008) e Lu et al. (2007)

Para cada conjunto de fitólitos encontrados nas partes do espécime foi preparada uma ilustração com as formas mais representativas e diferenciadas.

Foi desenvolvido um método para quantificar as formas de fitólitos, expresso em forma de tabela. Foram definidas quatro categorias: **ausente** onde determinada forma não foi observada na lâmina; **raríssima** quando as formas foram observadas entre 1 a 4 vezes na mesma lâmina; **rara** onde as formas foram observadas entre 5 a 10 vezes na mesma lâmina; **freqüente** sendo aquelas formas observadas entre 11 e 20 vezes na lâmina e; **abundante** onde as formas foram contabilizadas mais de 20 vezes na mesma lâmina.

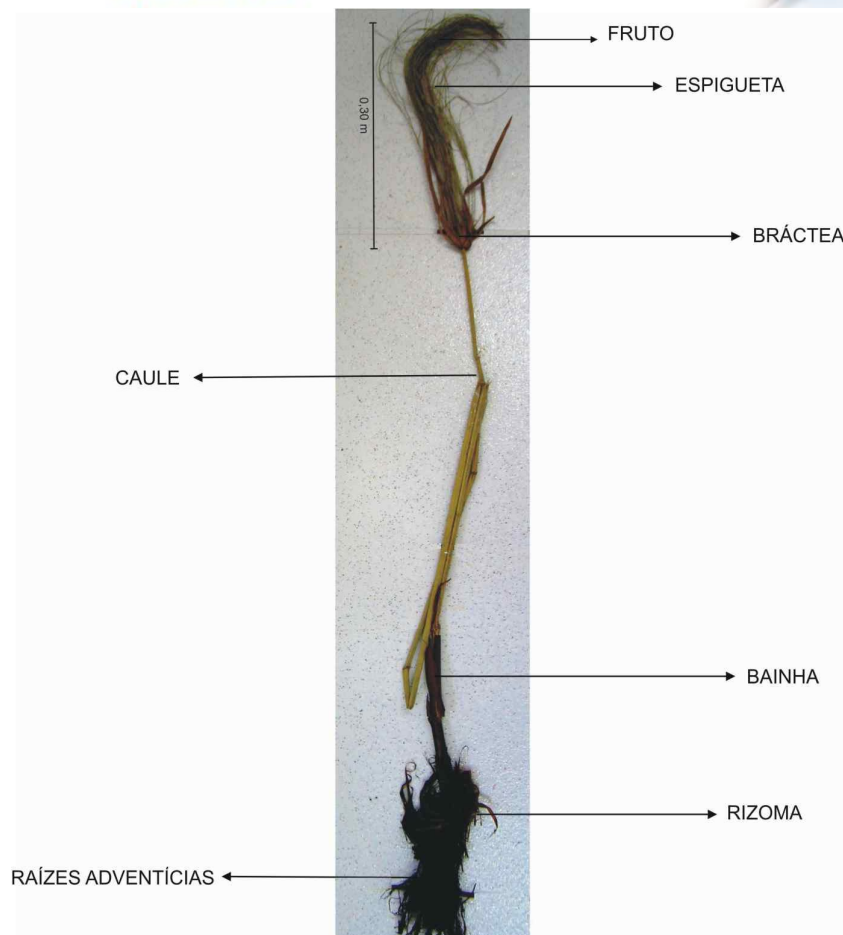


Figura 1. Espécime de *Cyperus giganteus* Vahl (Cyperaceae) indicando as estruturas avaliadas.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

As formas predominantes de fitólitos em *C. giganteus* estão expressas na Tabela 1 e Figuras 2 - 8.

A espiguetas mostrou predominância de formas trapézio ondulado, trapézio ondulado robusto e retangular (Figura 2), apresentou também formas ainda que os autores não conseguiram encontrar na literatura (Figura 2L), para esta estrutura, os autores a denominaram por “Denticulo” (devido ao formato parecido com um dente), além destes, estruturas como equinato, cyperoid, sela, trapézio ondulado de um lado e sela alongada também foram encontradas, porém com menor incidência.

Na bainha (Figura 3) e fruto (Figura 4), percebe-se que a quantidade de fitólitos é menor se comparada à outras estruturas do *C. giganteus*, predominando nesta a forma equinato, trapézio ondulado e retangular, porém outras formas de fitólitos também foram



encontradas de maneira rara e raríssima, como os fitólitos lobado, sela, sela alongada e cyperoid.

Percebe-se que no rizoma (Figura 5), os fitólitos também se encontram de maneira em menor quantidade, tendo predominância na forma retangular, com menor índice também são encontradas as formas de trapézio ondulado, sela alongada, ovado, lobado e fitolito não determinado.

Na bráctea (Figura 6), há abundância de formas de trapézio ondulado, entretanto é frequente a presença de fitólitos retangulares, já em menor escala são também encontradas as formas de sela, sela alongada, lobado e equinato.

No caule (Figura 7), ocorre a abundância de fitólitos retangulares seguidos por trapézio ondulado, sela e trapézio ondulado de um lado, já de forma rara e raríssima são encontrados as formas de cyperoid e equinato.

Na raiz adventícia (Figura 8), houve predominância da forma retangular, trapézio ondulado, trapézio ondulado robusto, retangulares e lobados, no entanto, destaca-se também sela alongada, trapézio ondulado de um lado e morfologias de fitólitos não determinadas, porém com menor incidência.

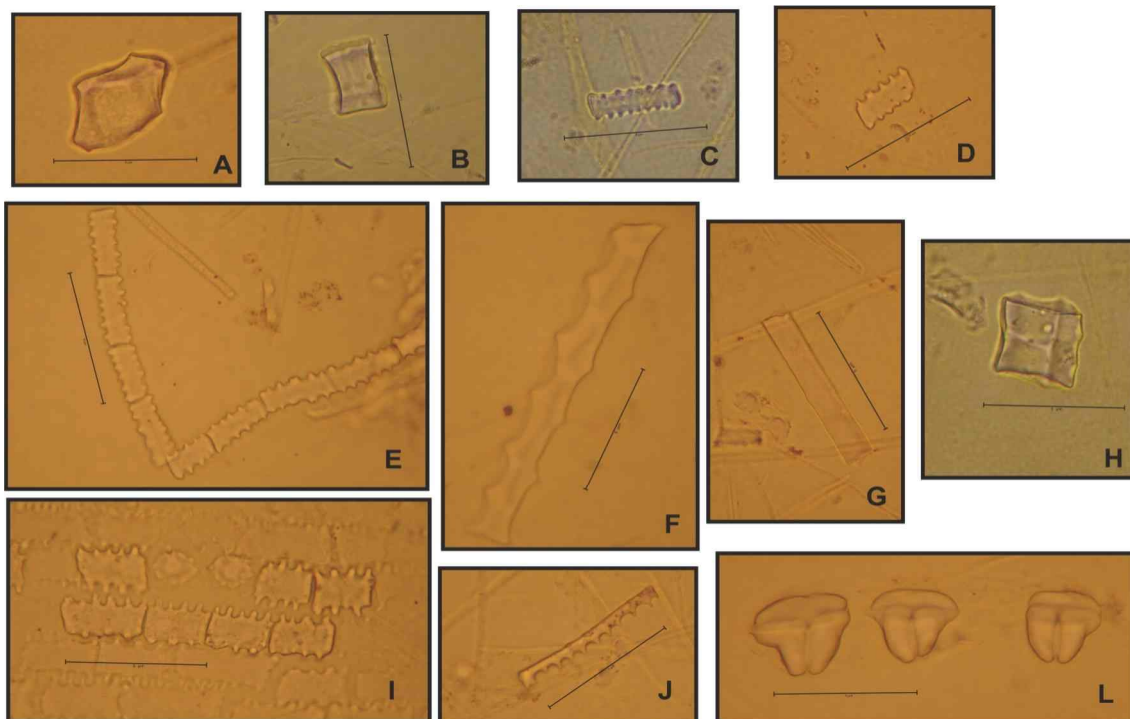


Figura 2 – Formas de fitólitos encontrados na espiguetta de *Cyperus giganteus* Vahl (Cyperaceae): A. Cyperoid, B. Sela Alongada, C. Trapézio Ondulado, D. Trapézio Ondulado, E. Trapézio Ondulado Articulado, F. Trapézio Ondulado, G. Retangular, H. Sela, I. Trap Ondulado Articulado, J. Equinato, L. Denticulo. Escala utilizada 50 μ m.

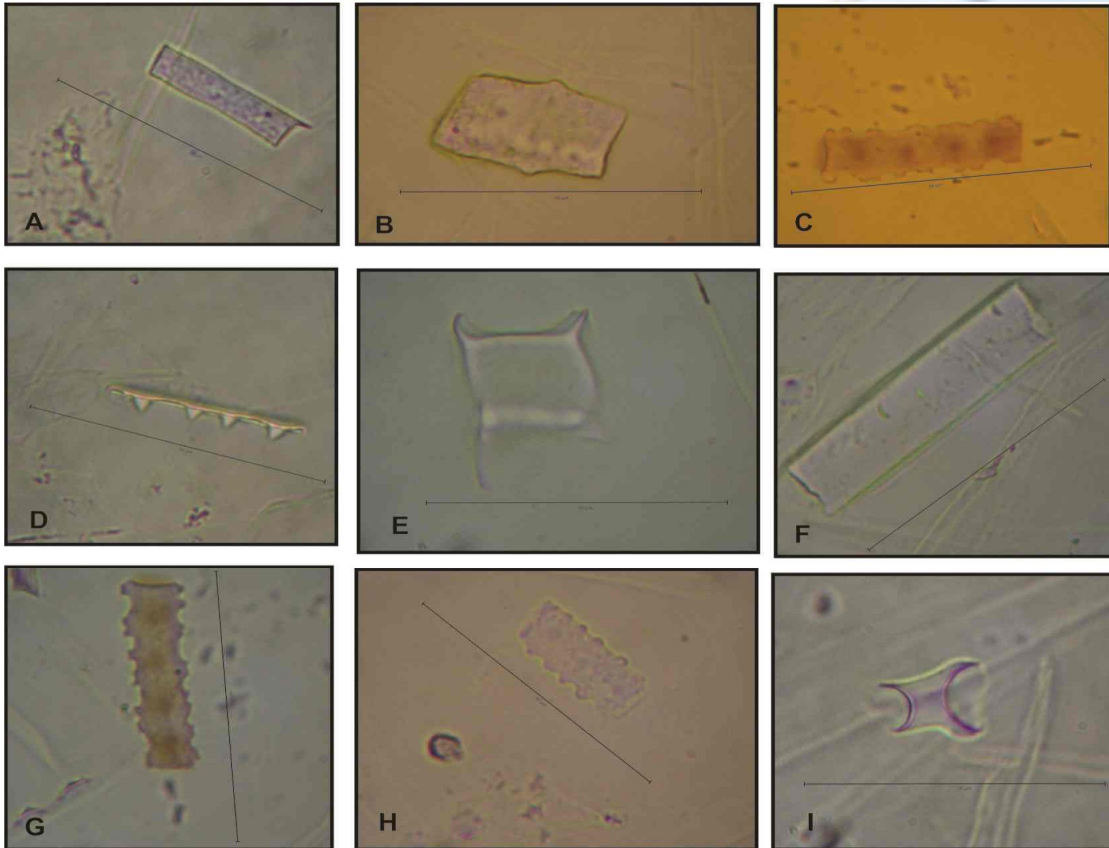


Figura 3 – Formas de fitólitos encontrados na bainha de *Cyperus giganteus* Vahl (Cyperaceae):
A. Retangular, B, Retangular Deformado C. Trapézio Ondulado, D. Equinato, E. Sela Alongada, F. Retangular, G. Trapézio Ondulado, H. Trapézio Ondulado, I. Sela Alongada.
Escala utilizada 50 µm.

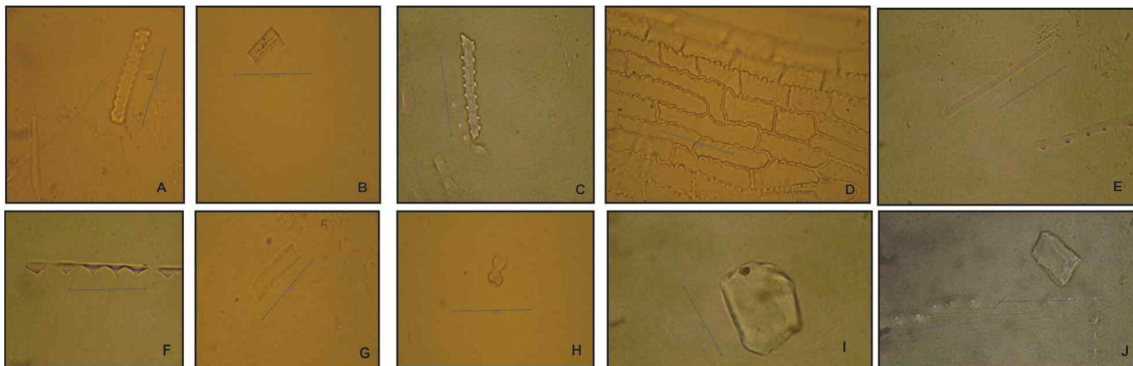


Figura 4 – Formas de fitólitos encontrados no fruto de *Cyperus giganteus* Vahl (Cyperaceae): A.
Trapézio Ondulado, B. Trapézio, C. Trapézio Ondulado, D. Trapézio Ondulado
Articulado, E. Retangular, F. Equinato, G. Retangular, H. Lobado, I. Cyperoid, J.
Sela. Escala utilizada 50 µm.

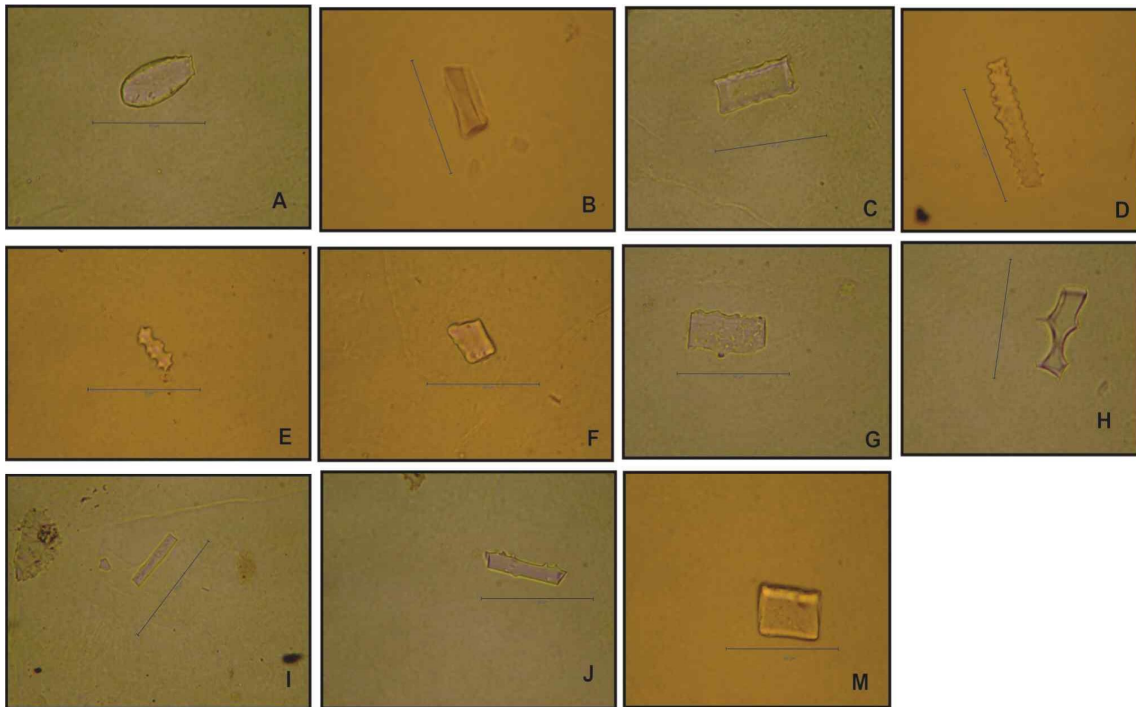


Figura 5 – Formas de fitólitos encontrados no rizoma de *Cyperus giganteus* Vahl (Cyperaceae): A. Ovado, B. Retangular, C. Trapézio Ondulado, D. Trapézio Ondulado, E. Trapézio Ondulado Robusto, F. Retangular, G. Trapézio Ondulado, H. Não Determinado, I. Retangular, J. Trapézio Ondulado, M. Retangular. Escala utilizada 50 µm.

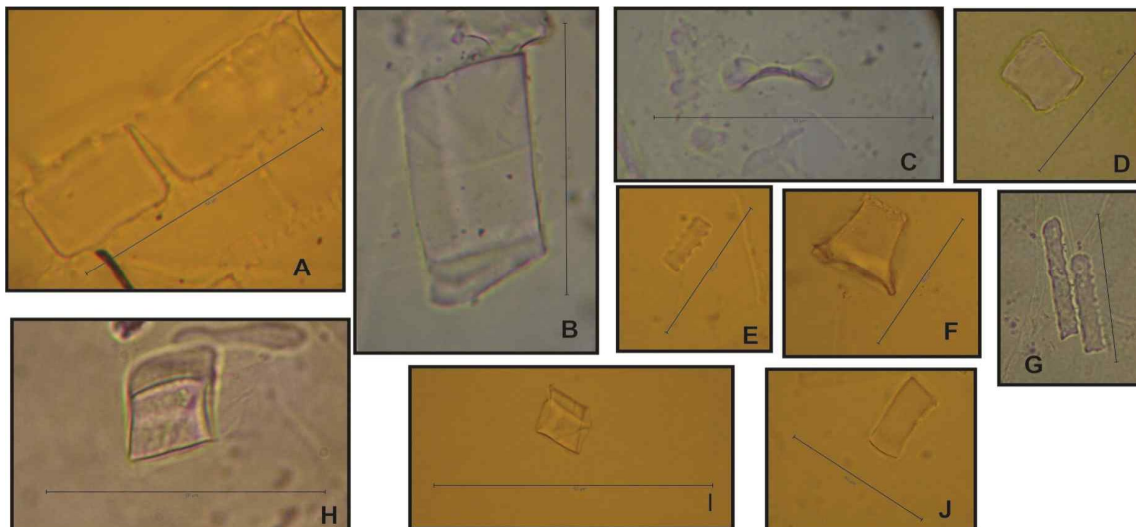


Figura 6 – Formas de fitólitos encontrados na bráctea de *Cyperus giganteus* Vahl (Cyperaceae): A. Retangular Articulado, B. Retangular, C. Lobado, D. Sela, E. Trapézio Ondulado, F. Sela Alongada, G. Trapézio Ondulado, H. Sela, I. Sela, J. Retangular. Escala utilizada 50 µm.

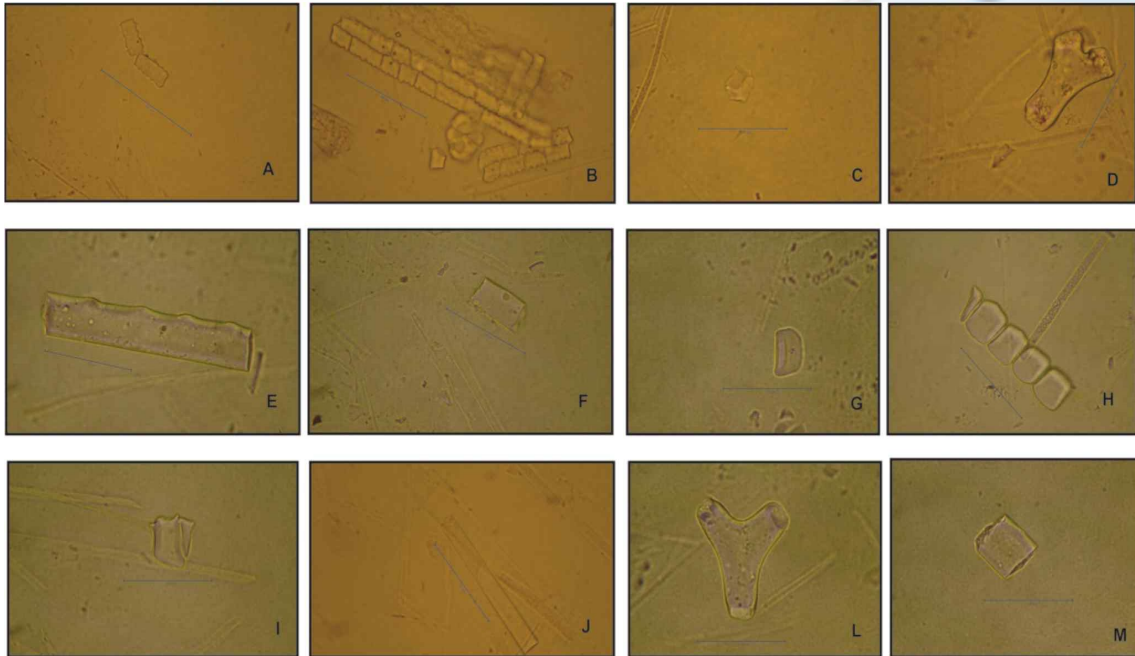


Figura 7 – Formas de fitólitos encontrados no caule de *Cyperus giganteus* Vahl (Cyperaceae): A. Trapézio Ondulado articulado, B. Trapézio Ondulado Articulado, C. Não determinado, D. Cyperoid, E. Trapézio Ondulado de um lado, F. Retangular, G. Sela, H. Sela Articulada, I. Sela, J. Retangular, L. Cyperoid, M. Retangular. Escala utilizada 50 μ m.

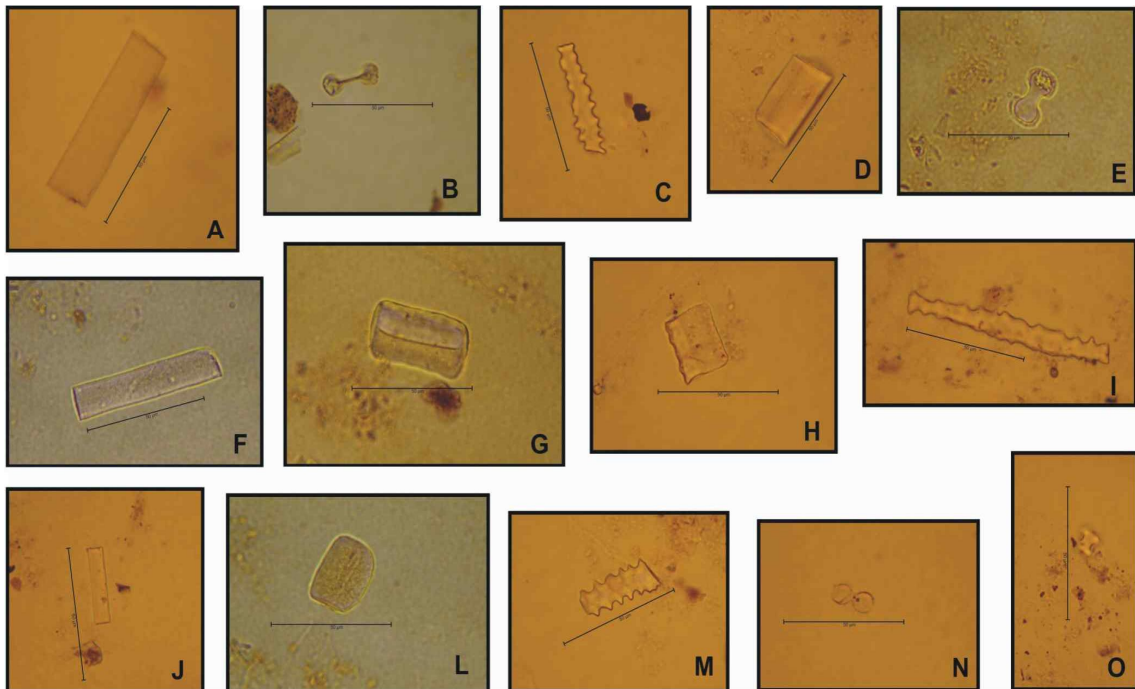


Figura 8 – Formas de fitólitos encontrados na raiz adventícia de *Cyperus giganteus* Vahl (Cyperaceae): A. Retangular, B. Lobado, C. Trapézio Ondulado Robusto, D. Retangular, E. Lobado, F. Retangular, G. Não Determinado, H. Trapézio Ondulado de um lado, I. Trapézio Ondulado, J. Retangular, L. Não Determinado, M. Trapézio Ondulado, N. Lobado, O. Lobado. Escala utilizada 50 μ m.



Tabela 1 – Tipos de fitólitos e suas quantidades nas estruturas do espécime *Cyperus giganteus* Vahl (Cyperaceae).

Tipos de Fitólito	Bainha	Bráctea	Caule	Espiguetas	Fruto	Raiz Adventícia	Rizoma
Cyperoid	∅	∅	+	±	±	∅	∅
Denticulo	∅	∅	∅	+	∅	∅	∅
Equinato	++	±	±	±	++	∅	∅
Lobado	∅	±	∅	∅	±	++	±
Ovado	∅	∅	∅	∅	∅	∅	±
Retangular	++	++	+++	+++	++	+++	++
Sela	∅	±	++	++	±	∅	∅
Sela Alongada	±	±	∅	++	∅	±	±
Trapézio Ondulado	++	+++	++	+++	++	++	±
Trapézio Ondulado Robusto	∅	∅	∅	+++	∅	++	∅
Trapézio Ondulado de um lado	∅	∅	++	++	∅	±	∅
∅ Ausente	± Raríssimo		+ Raro		++ Frequente		+++ Abundante

CONCLUSÕES

A maior quantidade e diversidade de fitólitos foram encontradas na espiguetas, dando destaque as formas de trapézio ondulado, trapézio ondulado robusto e retangular, entretanto percebe-se que as menores quantidades e diversidades foram localizadas no fruto, bainha e rizoma tendo como predominantes nestes, as formas retangulares para rizoma e equinatas para bainha e fruto. Na bráctea predominou fitólitos da forma trapézio ondulado e no caule, fitólitos retangulares, trapézio ondulado de um lado e sela.

Os autores têm plena certeza de que há muitas formas e estruturas do espécime estudado a serem detalhadas e expostas, o presente mostra apenas os primeiros resultados. Lembrando que este é um levantamento pioneiro sobre a espécie, sendo o primeiro trabalho a tratar detalhadamente os morfotipos presentes em cada estrutura vegetal de *C. giganteus*.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq pelo apoio financeiro (processo nº400442/2010-8), ao Prof. Dr. Sidiney Kurten que realizou a coleta de *C. giganteus*, ao herbário da Universidade Tecnológica Federal do Paraná Campus Campo Mourão (HCF) que identificou a espécie e ao Laboratório de Estudos Paleoambientais da Fecilcam (LEPAFE) que possibilitou as análises da mesma.



REFERÊNCIAS

ABDON, M.; SILVA, J. S. V. **Fisionomias da Vegetação nas sub-regiões do Pantanal brasileiro**. São José dos Campos: INPE, 2006. 1CD-ROM.

ALLEM, A. C.; VALLS, J. F. M. **Recursos forrageiros nativos do Pantanal Mato-Grossense**. Brasília: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Centro Nacional de Recursos Genéticos, 1987.

BARBONI, D.; BONNEFILLE, R.; ALEXANDRE, A.; MEUNIER, J.D. Phytoliths as paleoenvironmental indicators, West Side Middle Awash Valley Ethiopia. **Palaeogeography, Paleoclimatology, Paleocology**, v. 152, n. 1, p. 87 – 100, agosto 1999.

BREMOND, L.; ALEXANDRE, A.; VÉLA, E.; GUIOTA, J. Advantages and disadvantages of phytolith analysis for the reconstruction of Mediterranean vegetation: an assessment based on modern phytolith, pollen and botanical data (Luberon, France). **Review of Palaeobotany and Palynology**, v. 129, n. 4, p. 213– 228, junho 2004.

CALEGARI, M. R.; TORRADO, P. V.; MADELLA, M.; PESSENDA, L. C. R. ; MARQUES, F. A. . Análise de Fitólitos Aplicada ao Estudo de Horizonte Superficial Húmico em Latossolos Brunos no Sul do Brasil. In: CONGRESO ARGENTINO DE CUATERNARIO Y GEOMORFOLOGÍA, CONGRESO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO E II REUNIÓN SOBRE EL CUATERNARIO DE AMÉRICA DEL SUR, 4., 2009, La Plata. **Anais...** La Plata, 2009.

CALEGARI, M. R. ; MADELLA M. ; TORRADO, P. V. ; PESSENDA, L. C. R. ; MARQUES, F. A. Environmental significance of phytolith and soil organic matter in a hyper-developed umbric epipedon of an Oxisol. In: INTERNATIONAL MEETING ON PHYTOLITH RESEARCH - SOUTHAMERICAN MEETING ON PHYTOLITH RESEARCH, 7., 2008, Mar del Plata. **Anais...**, Mar del Plata, 2008. p. 25-26.

CAMPOS, A. C.; LABOURIAU, L. G. Corpos silicosos de gramíneas dos Cerrados - II. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.4, p. 143-151, 1969.

CARTER, J. A. 2002. Phytolith analysis and paleoenvironmental reconstruction from Lake Poukawa Core, Hawkes Bay, New Zealand. **Global and Planetary Change**, v. 33, n. 3, p. 257–267, julho, 2002.

DELHON, C.; ALEXANDRE, A.; BERGER, J. F.; THIÉBAULT, S.; BROCHIER, J. L.; MEUNIER, J. D. Phytolith assemblages as a promising tool for reconstructing Mediterranean Holocene Vegetation. **Quaternary Research**, v. 59, n. 1, p.48–60, janeiro 2003.

GOETGHEBEUR, P. Cyperaceae. In The families and genera of vascular plants (K. Kubitzki, H. Huber, P.J. Rudall, P.S. Stevens & T. Stützel, eds.). **Springer-Verlag**, Berlin, v.4, p.141-190, 1998.

LABOURIAU, L.G., Problemas de fisiologia ecológica dos cerrados. In: M.G. Ferri (coord.). Simpósio sobre o cerrado, 1., 1963, São Paulo. **Anais...** Edgard Blucher e EDUSP, 1963, p. 237-76.

LABOURIAU, L. F. G. Sobre a formação de novos biólogos de plantas no Brasil. **O Biológico**, São Paulo, v. 32, n. 6, p. 113-121, 1966.



LIMA, L. G.; MEDEANIC, S.; DILLENBURG, S. R. Reconstrução paleoambiental de uma turfeira na praia do Hermenegildo, RS: palinórfos e diatomáceas. In: CONGRESSO DE ABEQUA, 11. 2007, Belém, PA. **Anais...**

LIMA, L. G.; MEDEANIC, S. A variação morfológica dos fitólitos de opala em duas espécies de gramíneas na Planície costeira do Rio Grande do Sul e sua importância nas paleoreconstruções. In: CONGRESSO DE ABEQUA, 11. 2007, Belém, PA. **Anais...** CD-ROM.

LOCH, V. C. ; FARIAS, D. S. E. ; BIANCHINI, G. F. Pesquisas paleoambientais em sítios arqueológicos: um enfoque na análise de fitólitos. In: ENCONTRO SAB SUL, 5., 2006, Rio Grande. Programação e livro de resumos do V Encontro SAB Sul. Rio Grande, RS: Editora da FURG, 2006. p. 49-49.

LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil**. 3 ed. Nova Odesa: Instituto Plantarum, 2001.

LU, H. Y.; WU, N. Q.; LIU, K. B.; JIANG, H.; 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, p. 759 – 772, março 2007.

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.; DILLENBURG, S. R.; WESCHENFELDER, J. Palinórfos nos sedimentos de fundo de laguna dos Patos, RS: Aplicação nas reconstruções paleoambientais, **Gravel**, v. 5, n.1, p. 89-102, dezembro 2007.

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, dezembro 2008.

MUASYA, A. M.; SIMPSON, D. A.; CHASE, M. W. Phylogenetic relationships in *Cyperus* L. S.L. (Cyperaceae) inferred from plastid DNA sequence data. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v.138, p. 145-153, 2002.

OSTERRIETH, M.; MADELLA, M.; ZURRO, D.; ALVAREZ, M. F. Taphonomical Aspects of Silica Phytoliths in the Loess Sediments of the Argentinean Pampas. **Quaternary International**, v. 193, n. 1, p.: 70–79, janeiro 2009.

PARRY, D.W. & SMITHSON, F. Types of opaline silica depositions in the leaves of British grasses. **Annals of Botany**, v. 28, n. 1, p.169-185, janeiro 1964.

PIPERNO, D. R. Quaternary environmental history and agricultural impact on vegetation in Central America. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v. 93, n. 2, p. 274-296, 2006.

RODRIGUES, A. C., ESTELITA, M. E. M. Anatomia da raiz de *Cyperus giganteus* Vahl (Cyperaceae) em desenvolvimento. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 27, n. 4, Outubro 2004.

ROVNER, I. Potential of opal phytoliths for use in paleoecological reconstruction. **Quaternary Research**, v.1, n. 3, p. 343-359, 2007.



RUNGE, F. The opal phytolith inventory of soils in Central Africa - Quantities, shapes, classification, and spectra. **Rev. Paleobot. Palynol.**, v. 107, p. 23-53, 1999.

SCULTORPE, C. D. **The biology of aquatic vascular plants**. London: Edward Arnold, 1967.

SENDULSKY, T. S.; LABOURIAU, L. G. (Ed.). Corpos silicosos de gramíneas dos cerrados – I, In: Simpósio sobre o Cerrado, 2. 1966, **Anais...** Academia Brasileira de Ciências 38, suplemento, 1966, p. 159-170.

SILVA, S. T. ; LABOURIAU, L.G. Corpos silicosos de gramíneas dos Cerrados - III. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 5, p. 167-182, 1970.

TELFER, M. W.; THOMAS, D. S. G.; PARKER, A. G.; WALKINGTON, H.; FINCH, A. A. Optically Stimulated Luminescence (OSL) dating and palaeoenvironmental studies of pan (playa) sediment from Witpan, South Africa. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, v. **273**, n. 1, p. 50–60, março 2009.

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.

WALLIS, L. A. Environmental history of northwest Australia based on phytolith analysis at Carpenter's Gap 1. **Quaternary International**, v. 83–85, p. 103–117, setembro 2001.