

# Caracterização dos tipos morfológicos de fitólitos presentes em *Butia paraguayensis* (Barb. Rodr.) L. H. Bailey (*Arecaceae*)

Giliane Gessica Rasbold<sup>1,2</sup>, Mayara Reis Monteiro<sup>1,2</sup>, Mauro Parolin<sup>1,2</sup>, Marcelo Galeazzi Caxambú<sup>2</sup> & Luiz Carlos Ruiz Pessenda<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Faculdade de Ciências e Letras de Campo Mourão, Laboratório de Estudos Paleoambientais da Fecilcam – LEPAFE. Av. Comendador Norberto Marcondes, 733, Campo Mourão - Paraná - Brasil - CEP 87.303-100, grasbold@gmail.com.

<sup>2</sup> Universidade Tecnológica Federal do Paraná – campus Campo Mourão, Paraná.

<sup>3</sup> Universidade de São Paulo, Laboratório CENA, Piracicaba, São Paulo.

Recebido em 18.IV.2011. Aceito em 20.X.2011

**RESUMO** – Fitólitos podem ser considerados como registros fósseis terrestres mais duráveis, constituindo uma importante ferramenta de interpretação nos estudos paleoambientais e arqueológicos. O presente estudo mostra as formas de fitólitos da espécie *Butia paraguayensis* (Barb. Rodr.) L. H. Bailey (*Arecaceae*), típica da vegetação do cerrado, em perigo de extinção, bem como seu sinal isotópico ( $\delta^{13}\text{C}$ ). Formas “Globular echinate” foram predominantes. O resultado de  $\delta^{13}\text{C}$  foi de -29,1‰, caracterizando a planta como do tipo  $\text{C}_3$ .

Palavras-chave: cerrado, isótopo estável de carbono, opala biogênica

**ABSTRACT** – **Characterization of the morphological types of phytoliths present in *Butia paraguayensis* (Barb. Rodr.) L. H. Bailey (*Arecaceae*)**. Phytoliths can be considered the most durable terrestrial fossil records, constituting an important proxy indicator for paleo-environmental and archeological studies. This study shows the *Butia paraguayensis* (Barb. Rodr.) L. H. Bailey (*Arecaceae*) phytoliths forms, typical specie from cerrado vegetation (Brazilian savanna), considered endangered, as well as its isotopic signal ( $\delta^{13}\text{C}$ ). “Globular echinate” forms were predominant. The  $\delta^{13}\text{C}$  results was of -29.1 ‰, characterizing the plant as a  $\text{C}_3$  type.

Keywords: cerrado, stable carbon isotope, biogenic opal

## INTRODUÇÃO

Entender a dinâmica do planeta e as consequências da interferência antrópica sempre foi o anseio da comunidade científica. Para analisar o passado, tendo em vista a inoperância de instrumentos de medida de dados atuais, desenvolveram-se os estudos paleoambientais por meio de registros fósseis ou pseudofósseis, como, por exemplo, os palinomórfos (Rovner, 1971) e outros indicadores “proxy”.

Neste contexto, encontra-se o estudo dos fitólitos, corpos micrométricos de opala silicosa precipitados nos tecidos de vegetais, cuja principal função

é a sustentação do espécime (Barboni *et al.*, 1999; Medeanic *et al.*, 2008).

As deposições de sílica nos vegetais podem ocorrer em folhas, sementes, frutos, raízes e madeira; dentro das células ou na parede celular (Sedulsky & Labouriau, 1966; Runge, 1999). Quando o vegetal morre, a sílica nele presente em forma de fitólito deposita-se no solo, onde devido a sua resistência assume um grande potencial de preservação, fornecendo assim, subsídios para reconstruções paleoambientais (Medeanic *et al.*, 2008).

A quantidade e a morfologia dos fitólitos encontrados em plantas atuais é um referencial para a

identificação taxonômica em sedimentos, que pode chegar a nível de família botânica, e por vezes de gênero. Diante da necessidade de se conhecer as formas de fitólitos encontrados em plantas nativas do Brasil, o presente estudo foi realizado com base em uma espécie da família *Arecaceae*, *Butia paraguayensis* (Barb. Rodr.) L. H. Bailey.

*Arecaceae* é uma família botânica de enorme importância paisagística e inquestionável valor econômico, pelo aproveitamento de seus mais diversos produtos e subprodutos – fruto, óleo, palmito. A família compreende plantas monocotiledôneas, com silhueta característica e bem definida. As inúmeras espécies apresentam portes variados, desde pequenas plantas com cerca de 1 m de altura, dentre as quais se enquadra *B. paraguayensis*, com altura variando de 0,5 à 3 metros, até as espécies colossais que podem atingir mais de 40 m (Lorenzi, 1996).

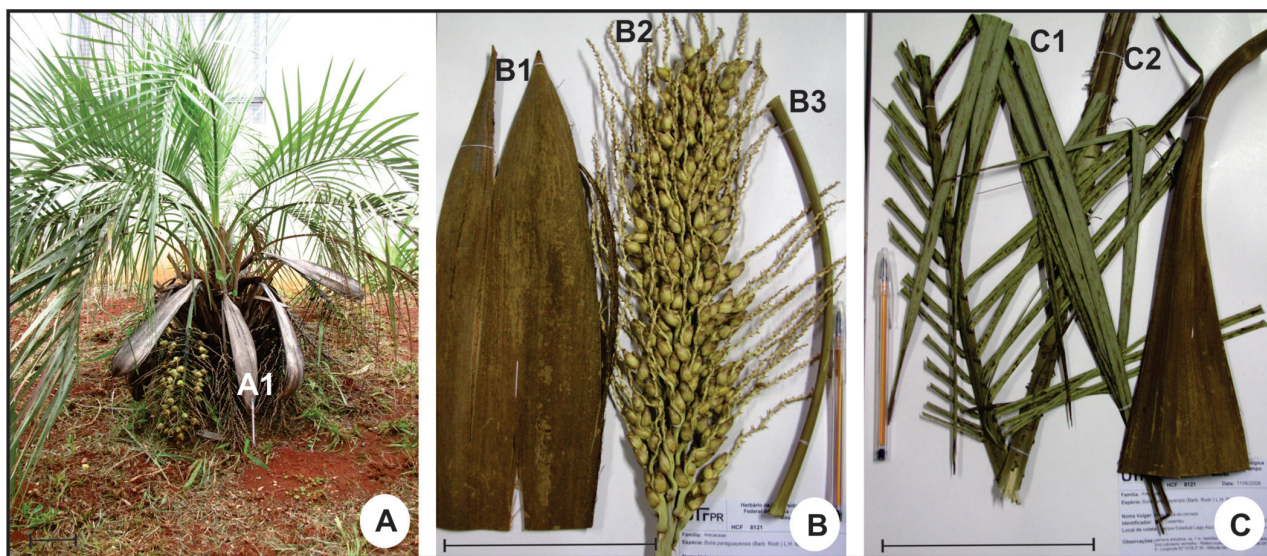
A espécie *B. paraguayensis* foi escolhida por inúmeros fatores, dentre eles: a sua distribuição geográfica, tendo por habitat áreas de cerrados, solos arenosos distribuindo-se pelos estados do Mato Grosso do Sul, Paraná, Rio Grande do Sul, São Paulo e sudoeste de Minas Gerais (Lorenzi *et al.*, 2010); sua importância em relação aos remanescentes do cerrado na região de Campo Mourão, no Paraná e por ser uma espécie que se encontra na lista vermelha de plantas em extinção no estado do Paraná classificada na categoria “em perigo” de extinção (Hatschbach & Ziller, 1995). Portanto determinar e quantificar as formas de fitóli-

tos de *B. paraguayensis* será importante para estudos de reconstrução paleoambiental que possam ocorrer, e também servir como base de identificação para morfologias encontradas em outras espécies desta mesma família.

## MATERIAL E MÉTODOS

A coleta de *B. paraguayensis* foi realizada em fevereiro de 2011 na região urbana da cidade de Campo Mourão - PR (Fig 1A). Sua identificação foi conduzida no Herbário da UTFPR (HCF) tendo por base o exemplar HCF-8221 (Fig. 1B-C).

Para a extração dos fitólitos, efetuou-se a separação de porções do tecido vegetal da raiz, bráctea, raque, folíolos, ráquila, pedúnculo e remanescente da base da folha (3g de cada). O tratamento químico baseou-se em Medeanic *et al.* (2008), com a preparação de uma solução de 1:4 dos ácidos nítrico ( $\text{HNO}_3$  - 65%) e sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ), respectivamente, sendo adicionados 20 ml sobre o tecido vegetal que se encontrava em Erlenmeyers. Cobriu-se com vidro de relógio e aqueceu-se por 3 horas a 90 °C em chapa térmica. Decorrido o período de aquecimento e o tempo necessário para o resfriamento das amostras à temperatura ambiente, adicionou-se aproximadamente 10 ml de peróxido de hidrogênio ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ), após esse tratamento, as amostras foram lavadas com água destilada inúmeras vezes,



**Fig. 1.** A-C. Estruturas de *Butia paraguayensis*. A. Hábito. A1. Remanescente da base da folha. B, C. Exsicatas do exemplar utilizadas como base para a identificação do espécime estudado. B1. Bráctea; B2. Raquila; B3. Pedúnculo; C1. Folíolos; C2. Raque. Barras = 15 cm.

agilizandose o processo com centrifugação a 1500 RPM. Executou-se posteriormente uma lavagem com álcool 70%, adicionou-se 50 µl de material em lâminas, que posteriormente foram secas em chapa térmica, após resfriamento, as lâminas foram cobertas com Entellan® e lamínula. As lâminas estão depositadas no Laboratório de Estudos Paleoambientais da Fecilcam (LEPAFE), identificadas pelo código L.73.C.06.

As identificações, observações e microfotografias foram realizadas em microscópio óptico com aumento de 40x e 100x. Para a identificação morfológica seguiu-se os trabalhos de Madella *et al.* (2005), Piperno (2006), Medeanic *et al.* (2007; 2008), Lu *et al.* (2007) utilizando a terminologia

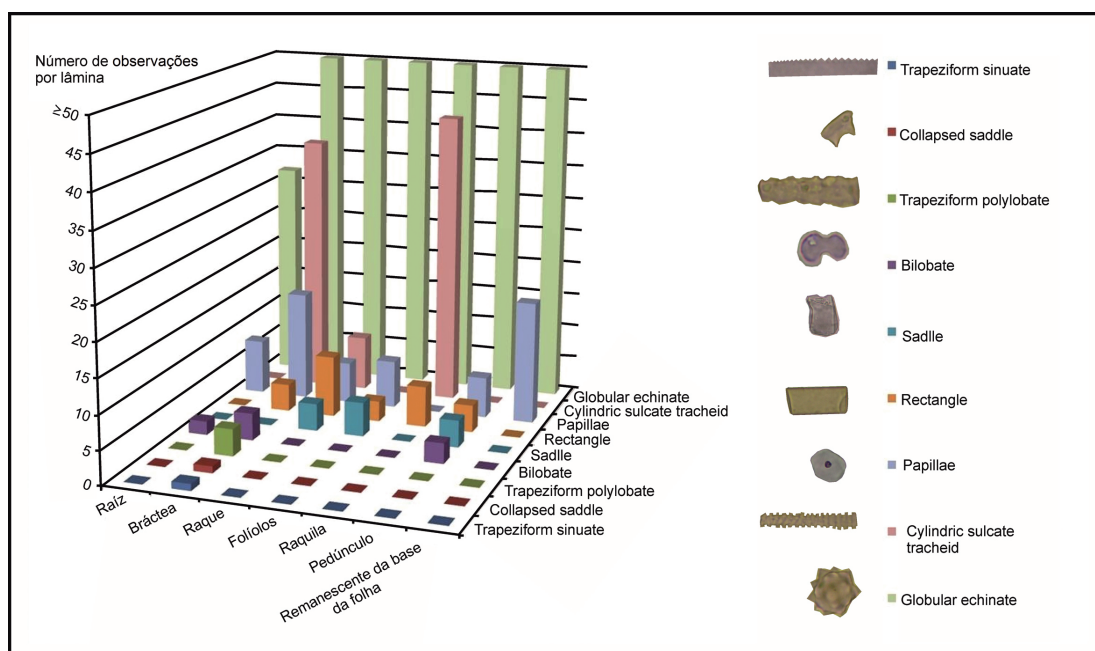
em inglês com base na Nomenclatura Internacional de Fitólitos expressa no trabalho de Madella *et al.* (2005).

Para cada conjunto de fitólitos encontrados nas partes do espécime foram preparadas ilustrações com as formas mais representativas e diferenciadas.

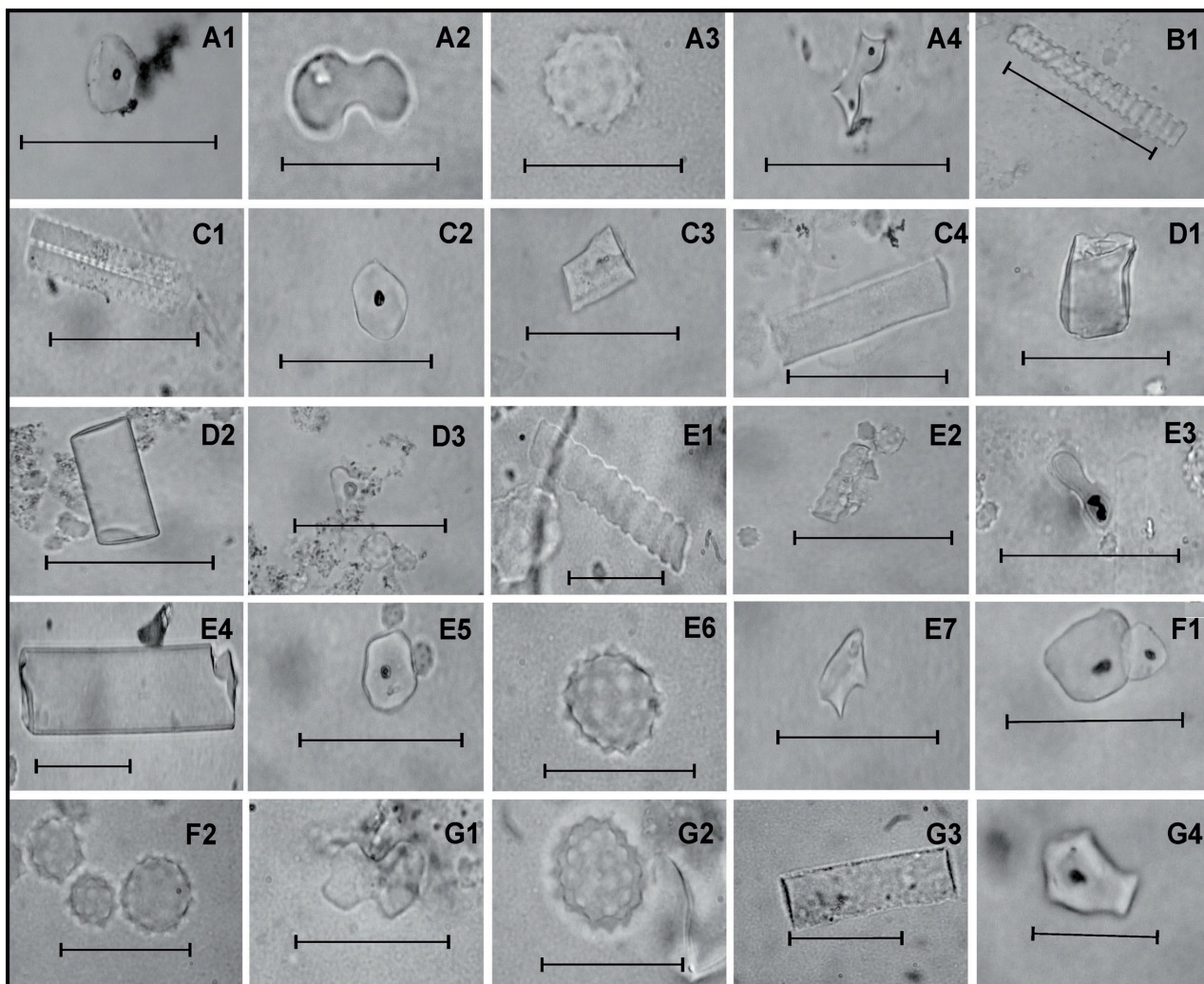
Foram definidas cinco categorias de frequência de ocorrências (Tab. 1): 1) ausente onde determinada forma não foi observada na lâmina; 2) raríssima quando as formas foram observadas entre 1 a 10 vezes na mesma lâmina; 3) rara onde as formas foram observadas entre 11 a 20 vezes na mesma lâmina; 4) freqüente com formas observadas entre 21 e 50 vezes na lâmina e 5) abundante onde as formas foram contabilizadas mais de 50 vezes na mesma lâmina (Rasbold *et al.*, 2011).

**Tabela 1.** Morfologias de fitólitos e suas frequências de ocorrências nas estruturas de *Butia paraguayensis*. Ø Ausente, ± Raríssimo, + Raro, ++ Freqüente e +++ Abundante.

Morfologias	Raiz	Bráctea	Raque	Folíolos	Ráquila	Pedúnculo	Remanescente da base da folha
Bilobate	±	±	Ø	Ø	Ø	±	Ø
Rectangle	Ø	±	±	±	±	±	Ø
Saddle	Ø	Ø	±	±	Ø	±	Ø
Trapeziform sinuate	Ø	±	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø
Globular echinate	++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
Papillae	±	±	±	±	Ø	±	+
Collapsed saddle	Ø	±	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø
Trapeziform polylobate	Ø	±	Ø	Ø	Ø	±	Ø
Cylindric sulcate tracheid	Ø	++	±	Ø	++	Ø	Ø



**Fig. 2.** Frequências específicas de tipos morfológicos de fitólitos presentes nas estruturas analisadas de *Butia paraguayensis*.



**Fig. 3.** Formas de fitólitos encontrados em *Butia paraguayensis*. Raiz A1-A4. A1. “Papillae”; A2. “Bilobate”; A3. “Globular echinate”; A4. Indeterminado. Ráquila B1. “Cylindric sulcate tracheid”. Raça C1-C4. C1. “Cylindric sulcate tracheid”; C2. “Papillae”; C3. “Short cell”; C4. “Rectangle. Foliolos D1-D3. D1. “Saddle”; D2. “Rectangle”; D3. “Papillae”. Bráctea E1-E7. E1. “Cylindric sulcate tracheid”; E2. “Trapeziform polylobate”; E3. “Bilobate”; E4. “Rectangle”; E5. “Papillae”; E6. “Globular echinate”; E7. “Collapsed saddle”. Remanescente da base da folha F1, F2. F1. “Papillae”; F2. “Globular echinate”. Pedúnculo G1-G4. G1. “Bilobate”; G2. “Globular echinate”; G3. “Rectangle”; G4. “Papillae”. Barras = 25  $\mu$ m.

Para a obtenção do sinal isotópico de *B. paraguayensis*, foi encaminhado ~3gramas (folíolos), ao Laboratório de Isótopos Estáveis do Centro de Energia Nuclear para a Agricultura (CENA/USP), Piracicaba-SP.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As observações e as análises realizadas evidenciaram a presença de diversas morfologias de fitólitos no *B. paraguayensis* (Tab. 1, Figs. 2, 3). O fitólito “Globular echinate” foi encontrado em todas as estruturas da planta e em grande quantidade, marcando assim sua representatividade. Evidenciou-se que a

morfologia em questão apresenta tamanhos distintos em uma mesma estrutura da planta. Zucol & Brea (2005), descrevem tal morfologia de fitólito como sendo fitólito esférico com ornamentações espinhosas; este mesmo estudo corrobora a evidência encontrada em *B. paraguayensis*, ou seja, morfologia com diâmetro médio de 18  $\mu$ m e uma faixa de variação de 5-35 $\mu$ m. Esta morfologia foi, ainda, descrita para o *Butia capitata* (Mart.) Becc. em Piperno (2006), que a caracterizou como marcante para esta família.

Além da predominância de fitólitos do tipo “Globular echinate” que se mostrou presente em todas as estruturas da planta em quantidades abundantes, exceto na raiz onde esta se mostrou frequente, eviden-

ciou-se também a presença de distintas morfologias em cada parte da planta, tais como: **a)** na bráctea, nota-se que ocorreu a maior diversidade de fitólitos (Fig. 3. E1-E7), dentre estes a morfologia “Cylindric sulcate tracheid”, que foi quantificada como freqüente e as demais como raríssimo (“Rectangle”, “Bilobate”, “Trapeziform polylobate”, “Papillae”, “Collapsed saddle” e “Trapeziform sinuate”); **b)** na raque (Fig. 3. C1-C4), as morfologias de fitólitos apresentaram-se somente em quantidades raríssimas tais como: “Cylindric sulcate tracheid”, “Rectangle”, “Saddle” e “Papillae”; **c)** no pedúnculo (Fig. 3. G1-G4) encontram-se raríssimas as morfologias de fitólitos denominadas como “Papillae”, “Bilobate”, “Rectangle”, “Trapeziform polylobate” e “Saddle”; **d)** nos folíolos (Fig. 3. D1-D3) as morfologias apresentaram-se de maneira raríssima, tais como “Rectangle”, “Saddle” e “Papillae”; **e)** na raquila (Fig. 3. B1) assim como na bráctea o fitólito “Cylindric sulcate tracheid”, foi encontrado de maneira freqüente na lâmina, entretanto os fitólitos do tipo “Rectangle” foram encontrados de maneira raríssima; **f)** a raiz (Fig. 3. A1-A4) apresentou fitólitos com morfologia “Papillae” e “Bilobate”, porém de maneira raríssima; **g)** a estrutura que apresentou menor diversidade de fitólitos foi o remanescente da base da folha (Fig. 3. F1-F2), com o fitólito “Papillae” encontrado de forma rara.

Verificou-se com a contagem de fitólitos (Fig. 2), que não há um padrão no número de morfologias, tendo somente como representativa a forma “Globular echinate”.

A análise isotópica ( $\delta^{13}\text{C}$ ) realizada na espécie *B. paraguayensis*, apresentou o valor de -29,1‰, o que permite classificá-la como planta  $\text{C}_3$ . Esses organismos discriminam mais  $^{13}\text{C}$  durante o processo de fotossíntese se comparado a plantas de ciclo  $\text{C}_4$  (gramíneas), apresentando valores mais negativos (ou mais empobrecidos em  $^{13}\text{C}$ ) de  $\delta^{13}\text{C}$ . O ciclo  $\text{C}_3$ , comumente é realizado por plantas de porte arbóreo (Boutton, 1991).

## CONCLUSÕES

Dentre as estruturas analisadas de *B. paraguayensis* destaca-se a bráctea pela maior quantidade de morfologias de fitólitos, e o remanescente da folha pela menor quantidade.

Para futuras reconstruções paleoambientais estima-se que a espécie estudada possa contribuir

de maneira significativa, tendo em vista a grande quantidade de fitólitos, com a morfologia “Globular echinate” caracterizados como padrão para família *Arecaceae*; as demais morfologias de fitólitos se apresentaram como raríssimas e, portanto não demonstram representatividade.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (processo 401765/2010-5), pelo apoio financeiro. À senhora Evaldina Pereira Romanhuk por ceder o espécime utilizado; ao Laboratório de Estudos Paleambientais da Fecilcam, pela estrutura disponibilizada para os procedimentos laboratoriais e ao Herbário da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – HCF pela identificação do espécime.

## REFERÊNCIAS

- Barboni, D., Bonnefille, R., Alexandre, A. & Meunier, J.D. 1999. Phytoliths as paleoenvironmental indicators, West Side Middle Awash Valley Ethiopia. *Palaeogeography, Paleoclimatology, Paleoecology*, 152:87-100.
- Boutton, T. W. 1991. Stable carbon isotope ratios of natural materials: II. Atmospheric, terrestrial, marine, and freshwater environmental. *In Carbon isotope techniques*. (D.C Coleman & B. Fry. eds.). Academic Press, New York. p. 173-185.
- Hatschbach, G.G. & Ziller, S.R. 1995. Lista vermelha de plantas ameaçadas de extinção no estado do Paraná. Secretaria Estadual do Meio Ambiente de Curitiba, Biblioteca Nacional do Paraná, Curitiba. 130p.
- Lorenzi, H. 1996. Palmeiras Brasileiras e Exóticas Cultivadas. Instituto Plantarum, Nova Odessa. 432 p.
- Lorenzi, H., Noblick, L. R., Kahn, F., & Ferreira, E. 2010. Flora Brasileira - *Arecaceae* (palmeiras). Instituto Plantarum, Nova Odessa. 368 p.
- Lu, H. Y., Wu, N. Q., Liu, K. B., Jiang, H. & Liu, T. S. 2007. Phytoliths as Quantitative Indicators for the Reconstruction of Past Environmental Conditions in China II: Palaeoenvironmental Reconstruction in the Loess Plateau. *Quaternary Science Reviews*, 26(5):759-772.

- Madella, M., Alexandre, A. & Ball, T. 2005. International Code for Phytolith Nomenclature 1.0. *Annals of Botany*, 96(2):253-260.
- Medeanic, S.; Dillenburg, S. R. & Weschenfelder, J. 2007. Palinomorfos nos sedimentos de fundo de laguna dos Patos, RS: Aplicação nas reconstruções paleoambientais. *Gravel*, 5(1):89-102.
- Medeanic, S., Cordazzo, C. V., Corrêa, I. C. S. & Mirlean, N. 2008. Os Fitólitos em Gramíneas de Dunas do Extremo Sul do Brasil: Variabilidade Morfológica e Importância nas Reconstruções Paleoambientais Costeiras. *Gravel*, 6(2):1-14.
- Piperno, D. R. 2006. *Phytoliths: a comprehensive guide for archaeologists and paleoecologists*. AltaMira Press, Oxford. 238 p.
- Rasbold, G. G.; Monteiro, M. R.; Parolin, M. & Caxambú, M. G. 2011. Formas de fitólitos presentes em *Butia paraguayensis* (Barb. Rodr.) L. H. Bailey (*Areaceae*) In *Anais do II Simpósio Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná*. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, p. 26-32.
- Rovner, I. 1971. Potential of opal phytoliths for use in paleoecological reconstruction. *Quaternary Research*, 1(3):343-359.
- Runge, F. 1999. The opal phytolith inventory of soils in Central Africa - Quantities, shapes, classification, and spectra. *Review of Paleobotany and Palynology*, 107:23-53.
- Sendulsky, T. S. & Labouriau, L. G. 1966. Corpos silicosos de gramíneas dos cerrados I. In *Anais do II Simpósio Sobre o Cerrado*. Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro, p. 159-170.
- Zucol, A. F., Brea, M. & Scopel, A. 2005. First record of fossil wood and phytolith assemblages of the Late Pleistocene in El Palmar National Park (Argentina). *Journal of South American Earth Sciences*, 20:33-43.