



Fitólitos como subsídio para estudos de reconstrução da vegetação e indicador de mudanças hidrológicas em solos tropicais ⁽¹⁾.

Rodrigo Santana Macedo ⁽²⁾; Marco Madella ⁽³⁾; Marcia Regina Calegari ⁽⁴⁾; Wenceslau Geraldes Teixeira ⁽⁵⁾; Gilvan Coimbra Martins ⁽⁶⁾; Pablo Vidal-Torrado ⁽⁷⁾

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos do Programa Professor Visitante do Exterior (PVE) A115/2013 - CAPES

⁽²⁾ Pós doutorando; Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - ESALQ; Piracicaba, SP; macedo.rs@usp.br; ⁽³⁾ Pesquisador; Universidade de Pompeu Fabra/IMF-CSIC; ⁽⁴⁾ Professora; Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Unioeste; ⁽⁵⁾ Pesquisador; Embrapa Solos; ⁽⁶⁾ Pesquisador; Embrapa-CPAA; ⁽⁷⁾ Professor; ESALQ/USP

RESUMO: Fitólitos é uma poderosa ferramenta em estudos de reconstrução da vegetação e pode informar às condições ambientais pretéritas de formação dos solos. O objetivo dessa pesquisa foi analisar essas biomineralizações de amostras superficiais de solos e de um perfil de Argissolo Amarelo em Iranduba, AM. Serrapilheira e solo (0-5 e 5-10 cm) foram coletados em cinco locais dentro de um transecto de 500 m. O perfil foi coletado a cada 5 cm em triplicata. Os fitólitos foram extraídos por meio de calcinação e digestão ácida (serrapilheira) e por densimetria (solos). Os fitólitos articulados ocorrem somente na serrapilheira, ao passo que *globulares* predominam nos solos. A dissolução daqueles primeiros e de massas silicificadas amorfas constituem considerável fonte de silício para a solução do solo. O predomínio de *blocks* e *globulares* confirmam o predomínio de Eudicotiledonea. Abundantes espongiários em subsuperfície indica condições paleohidrológicas durante a pedogênese do solo. Biomarcadores, tal como esponjas e fitólitos, podem diagnosticar eventos que não ficam registrados na morfologia do solo e que não podem ser acessados por meio dos dados analíticos.

Termos de indexação: paleohidrologia, dissolução, espículas de esponja.

INTRODUÇÃO

A sílica biogênica é incorporada no solo como partículas de opala-A denominada fitólitos (Alexandre et al., 1997). O processo inicia quando o ácido monossilícico (H_4SiO_4) é absorvido pelas raízes das plantas juntamente com outros elementos e conduzido para a parte aérea durante o processo de transpiração. Por esse mecanismo a sílica precipitada como dióxido de silício (SiO_2) pode preencher a parede celular, o interior da célula (lúmen) ou os espaços intercelulares (Piperno, 2006).

Em solos tropicais a análise fitolítica tem demonstrado ser uma poderosa ferramenta em revelar a história do ambiente e da vegetação nos trópicos (Calegari et al., 2013). Estudos relacionados

à mineralogia, às mudanças hídricas no solo e aos processos pedogenéticos também são acessados pela análise fitolítica (Borba-Roschel et al., 2006; Piperno e Becker, 2006).

Essa pesquisa objetivou verificar a potencialidade desses estudos em discriminar a vegetação moderna e possíveis mudanças paleopedológicas ao longo da evolução de um Argissolo Amarelo na Amazônia Central. Em adição, por meio da análise dos aspectos morfológicos (corrosão, cavidades de dissolução, entre outros) dos fitólitos tentou-se fazer inferências sobre a dinâmica e preservação dos mesmos no ambiente do solo, fato esse de suma importância quando se almeja entender a ciclagem de silício no sistema solo-planta.

MATERIAL E MÉTODOS

Essa pesquisa foi desenvolvida na Estação Experimental da Embrapa – Caldeirão, município de Iranduba – AM. A precipitação anual é de 2.100 mm e a temperatura média anual é de 26,7° C.

Predominam na área rochas sedimentares do período Cretáceo/Terciário, representado pela formação Alter do Chão (Rodrigues et al., 1991). É caracterizada por sedimentos vermelhos e continentais, incluindo essencialmente arenitos argilosos, argilitos, quartzo-grauvacas, quartzo-arenitos e brechas intraformacionais.

O relevo varia de plano a suave ondulado, onde predominam Latossolos Amarelos, Plintossolos Argilúvicos e Argissolos Amarelos (Rodrigues et al., 1991). A vegetação primária é composta predominantemente por *Bertholletia excelsa* (Lecythidaceae), ocorrendo ainda espécies de das famílias Bignoniaceae, Combretaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Lauraceae, Lecythidaceae e Malvaceae.

A serrapilheira e solo nas camadas de 0-5 e 5-10 cm foram coletados em cinco locais (A, B, C, D e E) dentro de um transecto de 500 m. A coleta de um Argissolo Amarelo Distrófico típico foi realizado a cada 5 cm em triplicata.

A extração de fitólitos da serrapilheira pode ser sumarizada como a) calcinação à 400° C por 4



horas, b) digestão com HCl e c) calcinação à 600° C por 6 horas. Para o solo foi empregado o procedimento de remoção da matéria orgânica e dos óxidos de ferro com ditionito-citrato-bicarbonato de sódio (Mehra e Jackson, 1960).

Em seguida, a separação dos fitólitos foi realizada com politungstato de sódio (Madella et al., 1998). As amostras foram montadas em lâminas, onde foram contados no mínimo 200 e 300 fitólitos da serrapilheira e dos solos, respectivamente. Os fitólitos foram nomeados conforme Madella et al. (2005).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os fitólitos da serrapilheira são bastante variáveis. Em geral predominam *globulares verrucare/granulate* (Figura 1A) e *echinate* (Figura 1B) no ponto A, *blockys* poliedrais e *jigsaw puzzle* nos pontos B-D e *multi-facetate* (Figura 1C) no ponto E. Ocorrem ainda complexos estomáticos, elementos traqueários, *long cells* com diferentes ornamentações e texturas e corpos de sílica amorfa (massas silicificadas). Nas amostras superficiais do solo *globulares verrucate* são predominantes, seguido de *globulares echinates* e *block* poliedral. Essa configuração demonstra o domínio de espécies arbóreas/arbustivas (Eudicotiledoneae) e Arecaceae na área de estudo, confirmando às observações de campo.

Os *blocks* poliedrais variam entre 5 a 10 µm e apresentam diferenças quanto ao grau de silicificação do lúmen e da parede celular (Figura 1D-E). Essa variação é encontrada em muitas famílias de plantas (redundância), o que não permite agregar valor taxonômico ou ambiental a esses morfotipos. Os *irregular cells jigsaw puzzle* apresentam a parede celular bastante silicificada, com variações quanto a espessura e formato de seus lóbulos (células encaixantes).

Foi verificado a ocorrência de alguns *irregular cells* com lóbulos muito ondulados dispostos em formato reniforme, no qual são muito semelhantes aos produzidos nas espécies de Sapotaceae ocorrentes na área (Figura 1F). A abundante ocorrência desses morfotipos em várias plantas aliado ao fato de serem somente encontrados na serrapilheira indica tratarem-se de fitólitos pouco resistentes ao ambiente de intemperismo.

Somente a serrapilheira do ponto A apresenta predomínio de *globulares verrucate/granulate*. Sabendo-se que todos os demais pontos amostrados possuem vegetação florestada, recomenda-se cautela quando da utilização desses morfotipos em estudos de densidade da cobertura arbórea. Tal fato é devido a muitas Eudicotiledoneae

produzirem *block* poliedrais e massas silicificadas, que não apresentam potencial taxonômico. Por outro lado, nas camadas superficiais do solo esses morfotipos são praticamente exclusivos (salvo alguns *globular echinate*), não ocorrendo outros fitólitos característicos de outras famílias. Isso indica que a reconstrução da vegetação somente por meio desse morfotipo pode subestimar a diversidade de Eudicotiledoneae.

As massas silicificadas encontradas tanto na serrapilheira como nos solos são amorfas, portanto possuem considerável reatividade. Essa assertiva é importante por indicar a potencialidade desses corpos de sílica em adsorver elementos do solo, o que implicaria em sua utilização em estudos de remediação do solo. A presença desses corpos também indica que o solo possui sílica disponível para absorção pelas plantas e que, a liberação de ácido silícico quando da dissolução desses corpos, contribui para a estabilidade mineralógica do solo, notadamente da caulinita, e por conseguinte, inibe a formação de gibbsita (efeito antigibbsítico).

A diversidade de silicofitólitos no perfil do solo é mais elevada nas camadas superficiais devido a proximidade com a vegetação moderna (Figura 2). Em adição, parte do elevado conteúdo de SiO₂ em superfície provém da dissolução dos fitólitos mais solúveis, inferido pela presença de cavidades e bordos corroídos, indicando um processo de tafonomização pós-deposicional. A ocorrência de morfotipos poucos silicificados nessas camadas aponta para uma rápida ciclagem de silício pela vegetação e indica que o mesmo está sempre disponível para a absorção pelas plantas.

Picos na produção de fitólitos ocorrem em 70-80 e 90-100 cm (Bt1), enquanto que em 15-20 (AB) e 50-60 cm (BA) há diminuição (Figura 2). Arecaceae predomina até o topo do horizonte Bt (90 cm) e Eudicotiledoneae no restante do perfil, indicando uma vegetação florestada. Não foram encontrados fitólitos de Poaceae. Espículas de esponja estão presentes em grande quantidade (30 indivíduos contados na lamina) somente em 50-60 cm.

A ocorrência desses biomorfos em solos indica condições de alagamento, e sua abundância deve indicar a duração e intensidade da inundação (Golyeva, 2001). Esse evento corrobora precisamente com a identificação de espongiários na mesma profundidade em um Latossolo Amarelo próximo a cidade de Manaus (Piperno e Becher, 1996). Não foi constatada mudança fitolítica ao longo do perfil que pudesse indicar horizonte enterrado.

CONCLUSÕES

A ocorrência de fitólitos articulados (*blocky* poliedrais e *jigsaw puzzle*) somente na serrapilheira atesta a fragilidade dos mesmos. Por outro lado, o amplo predomínio de *globular granulate/verrucate* (Eudicotiledonea) e *echinate* (Arecaceae) nos solos confirma a maior resistência desses aos processos pedogenéticos.

A evidência de condições paleohidrológicas no perfil reforça a importância dos biomarcadores em diagnosticar eventos que não se manifestam nas propriedades morfológicas do solo e que não podem ser acessados por meio dos dados analíticos.

AGRADECIMENTOS

À CAPES, pelo financiamento da pesquisa e bolsa de pós-doutorado do primeiro autor. À ESALQ/USP e a UNIOESTE/PR – Campus Marechal Cândido Rondon - pela infraestrutura concedida.

REFERÊNCIAS

ALEXANDRE, A.; MEUNIER, J. D.; COLIN, F. et al. Plant impact on the biogeochemical cycle of silicon and related weathering processes. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 61:677-682, 1997.

BORBA-ROSCHER, M.; ALEXANDRE, A.; VARAJAO, F. D. c. et al. Phytoliths as indicators of pedogenesis and paleoenvironmental changes in the Brazilian cerrado. *Journal of Geochemical Exploration* 88:172-176, 2006.

CALEGARI, M. R.; MADELLA, M.; VIDAL-TORRADO, P. et al. Combining phytoliths and $\delta^{13}\text{C}$ matter in Holocene palaeoenvironmental studies of tropical soils: An example of an Oxisol in Brazil. *Quaternary International* 287:47-55, 2013.

GOLYEVA, A. Biomorphic analysis as a part of soil morphological investigations. *Catena* 43:217-230, 2001.

MADELLA, M.; POWER-JONES, A. H.; JONES, M. K. A simple method of extraction of opal phytoliths from sediments using a non-toxic heavy liquid. *Journal of Archaeological Science* 25:801-803, 1998.

MADELLA, M.; ALEXANDRE, A.; BALL, T. International Code for phytolith Nomenclature 1.0. *Annales of Botany* 96:253-260, 2005.

MEHRA, O. P. & JACKSON, M. L. Iron oxide removal from soils and clays by a dithionite/citrate system buffered with sodium bicarbonate. *Clays and Clay Minerals* 7: 317-327, 1960.

PIPERNO, D. R. *Phytoliths: a comprehensive guide for archaeologists and paleoecologists*. Lanham MD: Altamira Press, 2006. 238p.

PIPERNO, D. R.; BECKER, P. Vegetational history of a Site in the Central Amazon Basin derived from phytolith and charcoal records from natural soils. *Quaternary Research* 45:202-209, 1996.

RODRIGUES, T. E., SANTOS, P. L., VALENTE, M. A., et al. Levantamento semi-detalhado dos solos e avaliação da aptidão agrícola das terras do campo experimental do Caldeirão do CPAA/Embrapa, Iranduba, Amazonas. Rio de Janeiro: Embrapa, 1991. 74p.

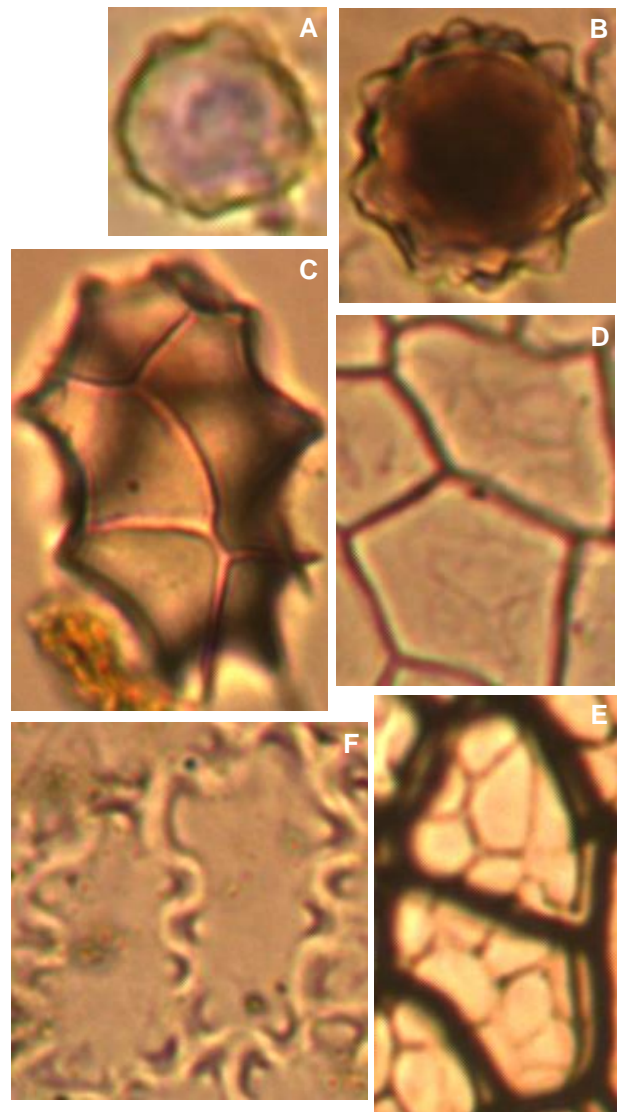


Figura 1 – Fitólitos de serrapilheira e solos (0-5 e 5-10 cm) na Amazônia Central. A) *globular granulate*; B) *globular echinate*; C); células *multi-facetate*; D);E) *blocks* poliedrais; F) *jigsaw puzzle*.

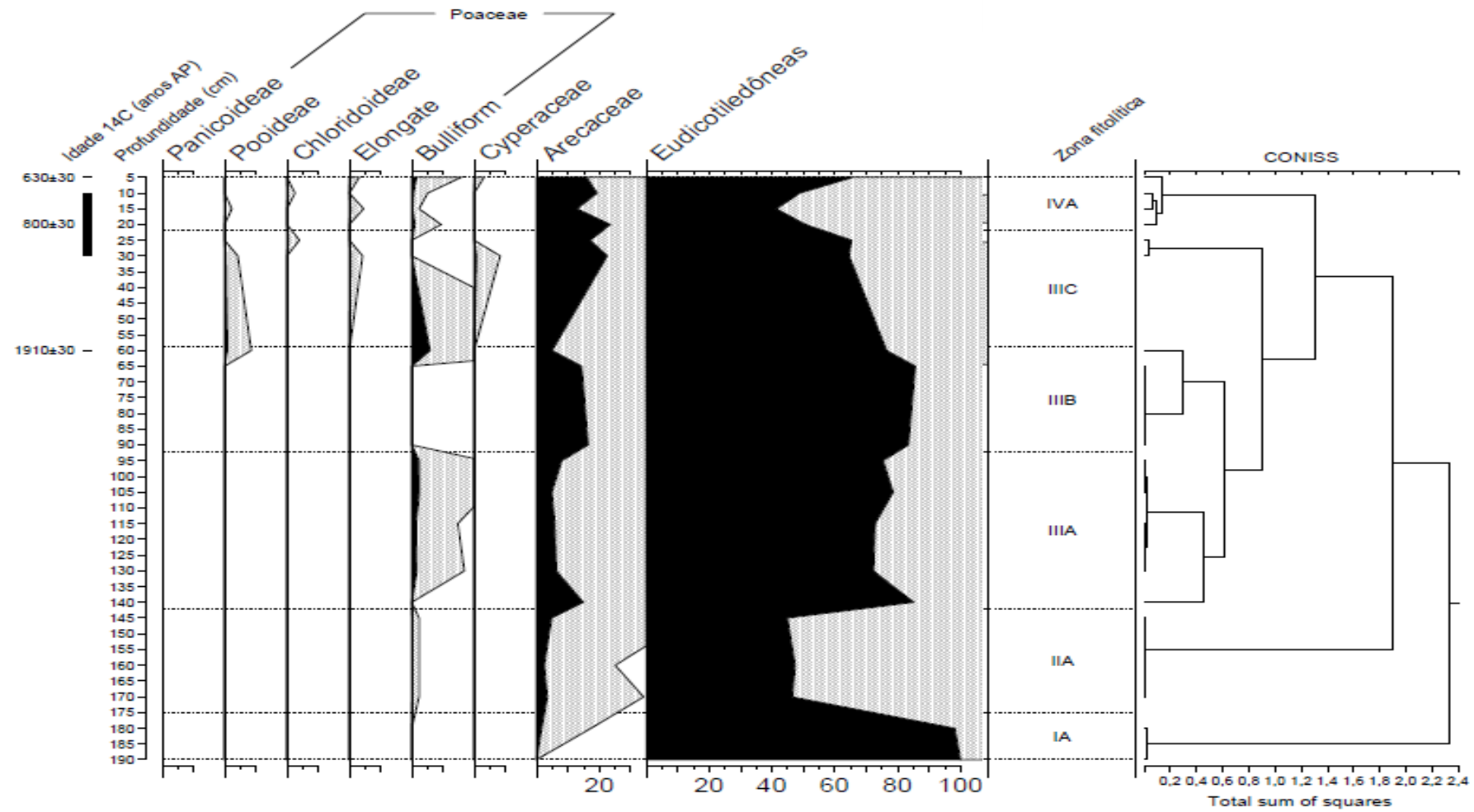


Figura 2. Fitólitos do perfil estudado. Amazônia Central. Iranduba – AM.

**XXXV Congresso
Brasileiro de
Ciência do Solo**

CENTRO DE CONVENÇÕES - NATAL / RN



**O SOLO E SUAS
MÚLTIPLAS FUNÇÕES**
02 a 07 DE AGOSTO DE 2015