

**Considerações paleoambientais relacionadas à vegetação do Parque Nacional do Iguaçu<sup>1</sup>**

*Paleoenvironmental considerations related to the vegetation of the Iguaçu National Park*

*Consideraciones paleoambientales relacionadas con la vegetación del Parque Nacional Iguazú*

**Renan Valério Eduvirgem**

Doutorando em Geografia, UEM, Brasil  
georenanvalerio@gmail.com

**Mauro Parolin**

Professor Doutor, UNESPAR, Brasil  
mauroparolin@gmail.com

**Marcelo Galeazzi Caxambu**

Professor Doutor, UTFPR, Brasil  
mgcaxambu@yahoo.com.br

---

<sup>1</sup> Esse trabalho é parte da tese de doutorado do primeiro autor.

## RESUMO

Compreender a paleovegetação torna-se cada vez mais necessário, haja vista que entender a evolução da vegetação permite-nos inferir paleoclimas, pois a vegetação é dependente de vários fatores, sendo o clima um dos principais. Esse trabalho tem como objetivo recuperar e analisar os fitólitos em cinco horizontes de solo de uma trincheira aberta no Parque Nacional do Iguaçu, Paraná, com propósito de obter conhecimento inicial sobre a assembleia fitolítica preservada. Os procedimentos metodológicos pautaram-se em trabalho de campo e procedimentos laboratoriais para recuperar os fitólitos conservados em solo. Encontrou-se as morfologias “Tree”, “Bilobate chusquea”, “Rondel”, “Saddle”, “Globular echinate”, “G. granulate”, “G. psilate”, “Pteridophyte” dentre outras morfologias. Concluiu-se que durante o Holoceno a vegetação no Parque Nacional do Iguaçu tinha como predomínio a vegetação florestal em relação à vegetação herbácea.

**PALAVRAS-CHAVE:** Paleobiogeografia. Paleoambiente. Fitólitos.

## ABSTRACT

*Understanding paleovegetation becomes more and more necessary, given that understanding the evolution of vegetation allows us to infer paleoclimates, since vegetation is dependent on several factors, with climate being one of the main ones. This work aims to recover and analyze phytoliths in five horizons of soil from an open trench in the Iguazu National Park, Paraná, with the purpose of obtaining initial knowledge about the preserved phytolytic assembly. The methodological procedures were based on field work and laboratory procedures to recover phytoliths preserved in soil and then generate the results. The Tree, Bilobate chusquea, Rondel, Saddle, Globular echinate, G. granulate, G. psilate, Pteridophyte and other morphologies were found. It was concluded that during the Holocene the vegetation in the Iguazu National Park had forest vegetation as a predominance over herbaceous vegetation.*

**KEY WORDS:** Palaeobiogeography. Paleoenvironment. Phytoliths.

## RESUMEN

*Comprender la paleovegetación se vuelve cada vez más necesario, dado que comprender la evolución de la vegetación nos permite inferir paleoclimas, ya que la vegetación depende de varios factores, siendo el clima uno de los principales. El objetivo de este trabajo es recuperar y analizar fitolitos en cinco horizontes de suelo de una trincheira abierta en el Parque Nacional Iguazú, Paraná, con el propósito de obtener un conocimiento inicial sobre el ensamblaje fitolítico preservado. Los procedimientos metodológicos se basaron en el trabajo de campo y los procedimientos de laboratorio para recuperar fitolitos conservados en el suelo. Se encontró las morfologías Tree, Bilobate chusquea, Rondel, Saddle, Globular echinate, G. granulate, G. psilate, Pteridophyte entre otras morfologías. Se concluyó que durante el Holoceno, la vegetación en el Parque Nacional Iguazú tenía vegetación forestal como predominio sobre la vegetación herbácea.*

**PALABRAS CLAVE:** Paleobiogeografía. Paleoambiente. Fitólitos.

## 1 INTRODUÇÃO

Os estudos paleoambientais têm como propósito promover a averiguação de alterações de ambientes ocorridas no passado, investigado por meio da estratigrafia de rochas, solos e sedimentos, geoquímica, matéria orgânica dos solos (MOS), análises isotópicas de carbono, nitrogênio e oxigênio, esporos e grãos de pólen, espículas de esponjas e fitólitos, entre outros. Nesse estudo utilizou-se a MOS e fitólitos.

Fitólitos são partículas de sílica amorfa que resulta da absorção de  $H_4SiO_4$  dos solos e sedimentos pelas plantas. O ácido silícico é absorvido pela planta e perpassa pelas células ao longo do ciclo de vida do indivíduo botânico (PIPERNO, 2006).

Não são todas as espécies botânicas que produzem fitólitos. Tais partículas de sílica servem para proteção e sustentação da planta (MEDEANIC, 2008). Salienta-se que um mesmo gênero botânico pode conter espécies que produzem fitólitos e outras não. A forma do fitólito está de acordo com a célula a qual o mesmo foi formado (OSTERRIETH, 2008).

Ressalta-se que os silicofitólitos estão preservados no solo devido à morte e decomposição da planta, podendo ser encontrados nos primeiros centímetros de solo até profundidades superiores a 5 metros. Entretanto, há maior frequência fitolítica tende a estar presente do topo para à base, como observa-se nos trabalhos de Stevanato (2018), Parolin *et al.* (2017), Paisani *et al.* (2016), Rasbold, Parolin e Caxambu (2016).

Silva *et al.* (2016) em estudo realizado em Guarapuava, Paraná, com propósito de reconstrução paleoambiental utilizando fitólitos, delimitaram três fases paleoambientais, a primeira datada com 15.648 anos AP., dominada por vegetação do tipo floresta – com poucos fitólitos, sendo mais expressivos fitólitos de Arecaceae; na segunda fase aumento fitolítico com presença de fitólitos de Chloridoideae e Panicoideae, sugerindo abertura da vegetação; e na terceira condições climáticas próximas das atuais e incremento da vegetação florestal.

Coe *et al.* (2018) analisando a paleovegetação da Ilha Grande (Rio de Janeiro) durante o Holoceno, determinaram que a vegetação nos últimos 4.000 anos cal AP. foi predominantemente arbórea, tendo prevalência plantas de ciclo fotossintético  $C_3$ . Os autores esclareceram que não ocorreram grandes transformações florestais no período estudado, havendo o predomínio de floresta ombrófila. Com alusão as condições climáticas, inferiu-se que a vegetação arbórea esteve sob domínio de clima tropical úmido. As morfologias com prevalência foram de espécies lenhosas, tais como “Globular granulate” e “G. psilate”.

Villwock, Eduvirgem e Parolin (2019) averiguaram a paleovegetação do Cerrado de Jaguariáiva no estado do Paraná. Os autores inferiram por meio da assembleia fitolítica, que a vegetação de campos na região é antiga. O Cerrado sempre foi circundado por palmeiras. Com relação às oscilações climáticas, inferiu-se redução da umidade e agravamento de estresse hídrico da vegetação.

Crifò e Strömberg (2020) realizaram ensaio na Costa Rica, em dois ambientes distintos – floresta tropical (La Selva) e floresta seca (Palo Verde) – utilizando parcelas de 10x10 metros para cada floresta com a finalidade de comprovar se há diferenças entre as assembleias recuperadas no horizonte A inferior e superior. Concluiu-se que amostras do horizonte A inferior e superior conservam assembleias de fitólitos que representam a vegetação presente.

Em reconstrução paleoambiental na Ilha Mutum, Brasil, Ramírez *et al.* (2019) concluíram que os fitólitos são fundamentais para estabelecimentos e inferências de ambientes passados. Para a área estudada os autores por meio das poucas alterações da vegetação no comparativo da vegetação passada e presente, inferiram que as condições climáticas permaneceram relativamente constantes.

Os fitólitos de plantas atuais servem de referência para os estudos paleoambientais, pois ajudam a identificar os fitólitos recuperados em solos e sedimentos. Os silicofitólitos de gramíneas são mais pesquisados em relação aos arbóreos. Entretanto, os morfotipos de arbóreas e arbustos estão ascendentes na última década. Exemplos de coleção de referência moderna com distinção entre vegetação rasteira e arbórea podem ser observados em Raitz *et al.* (2015), Coe *et al.* (2017) e Li *et al.* (2018).

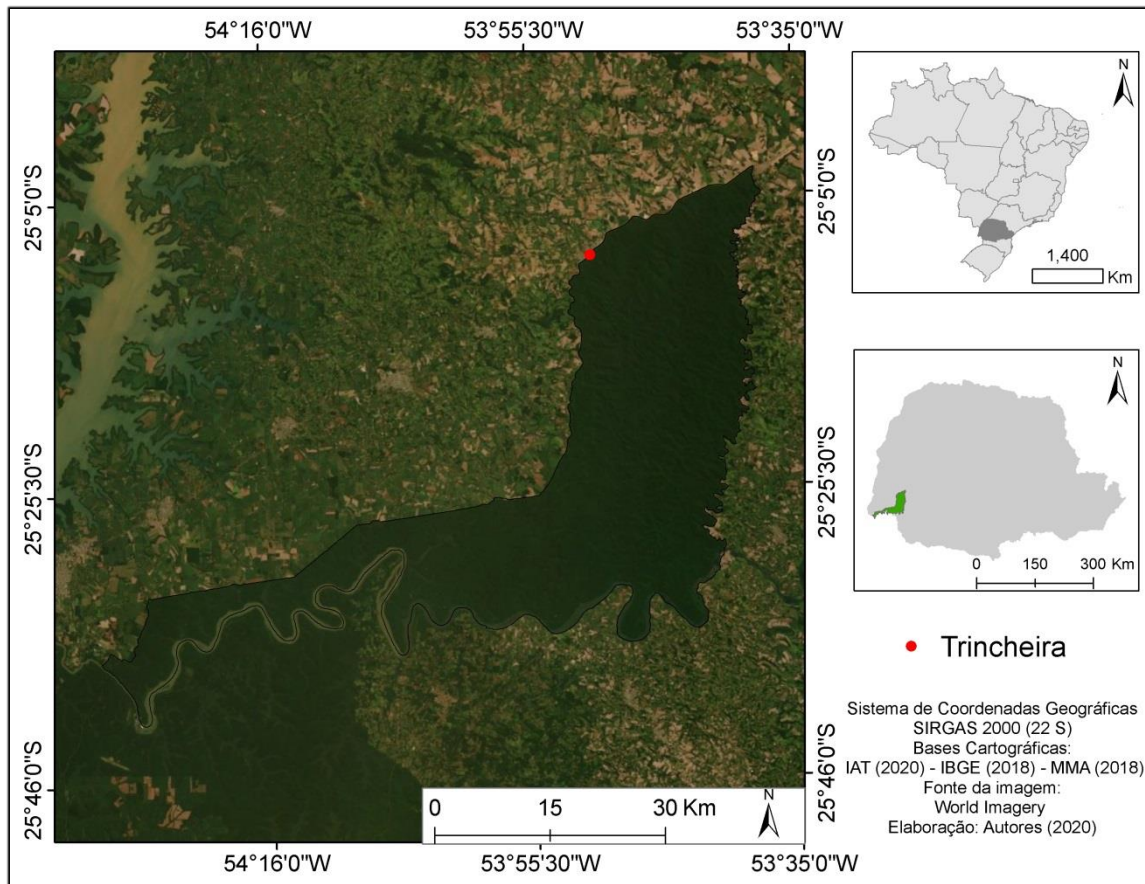
Esse trabalho tem como objetivo recuperar e analisar os fitólitos em cinco horizontes de solo de uma trincheira aberta na parte norte do Parque Nacional do Iguaçu, em Céu Azul, Paraná, com propósito de obter conhecimento sobre a assembleia fitolítica preservada. A escolha dessa área para estudo ocorreu por se tratar de uma Unidade de Conservação extremamente preservada, assim, possibilitando maior fidedignidade dos resultados.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 Localização da área

O Parque Nacional do Iguaçu (PNI) localiza-se na região sudoeste do estado Paraná (Figura 01). Essa Unidade de Conservação (UC) abrange os municípios de Céu Azul, Matelândia, Serranópolis do Iguaçu, São Miguel do Iguaçu e Foz do Iguaçu, além de margear os municípios de Capitão Leônidas Marques, Capanema, Lindoeste, Santa Tereza do oeste, Santa Lúcia e Santa Terezinha de Itaipu.

Figura 01: Mapa de localização do Parque Nacional do Iguaçu com destaque para local amostrado



## 2.2 Procedimentos de campo

A amostragem ocorreu por meio da abertura de uma trincheira com 2,10 metros (Figura 02). O solo foi classificado como LATOSSOLO VERMELHO textura muito argilosa (EMBRAPA, 2006). Coletou-se cinco amostras, uma de cada horizonte: A, AB, BW1, BW2 e BW3; para iniciar os resultados no PNI, promovendo o conhecimento sobre a assembleia presente e seu significado.

Figura 02: Trincheira aberta no Parque Nacional do Iguaçu com 2,10 metros



### 2.3 Procedimentos laboratoriais

As amostras foram encaminhadas para o Laboratório de Estudos Paleoambientais da Fecilcam/Unespar (Lepafe) para procedimentos de recuperação da assembleia fitolítica presente no solo.

Para extração dos silifitólitos utilizou-se a metodologia empregada por Monteiro (2015) com adaptações, com as seguintes etapas: 1) secagem das amostras em estufa 50 °C por 12 horas; 2) peneirar o material em peneiras 0,25 mm; 3) separar 10g do material e levar a mufla em 450 °C por 5 horas para remoção da matéria orgânica; 4) colocar as amostras em Becker e promover ataque com 100 ml de ácido clorídrico e deixar em chapa aquecedora em 50 °C por 20 minutos; 5) lavar com água destilada até neutralização do pH; 6) secagem em estufa em 110 °C; 7) suspensão com cloreto de zinco (densidade de 2,3g/cm<sup>3</sup>); 8) centrifugar por 4 minutos a 1000 RPM, recuperando o sobrenadante; 9) lavar com água destilada até as amostras não estarem mais oleosas; 10) preparar lâminas biológicas com 50µl da amostra e fechar com Entellam<sup>®</sup> e lamínula.

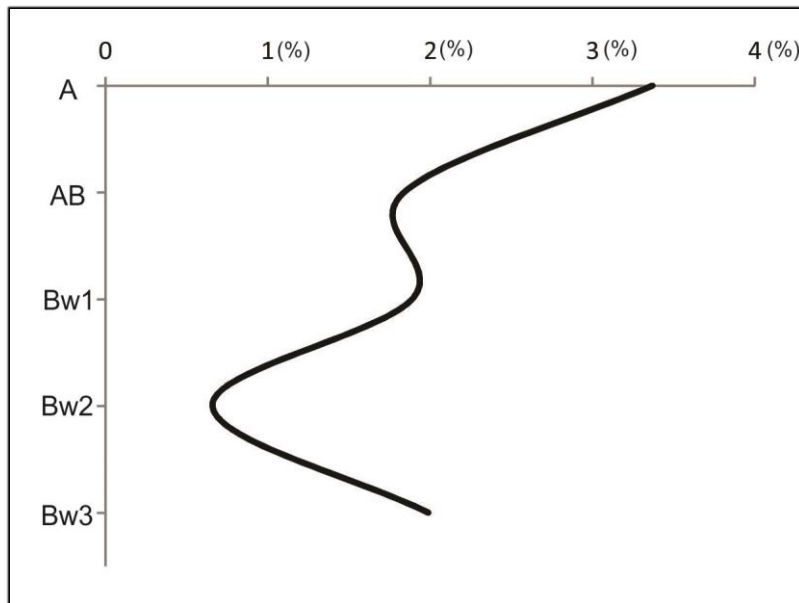
A contagem da assembleia fitolítica foi realizada em microscópio ótico com aumento de 40x em três lâminas e três transectos por lâminas, com total de 15 lâminas e 45 transecções. A identificação dos fitólitos ocorreu utilizando o Código Internacional de Fitólitos 1.0 (MADELLA, ALEXANDRE e BALL, 2005), o Código Internacional de Fitólitos 2.0 (NEUMANN *et al.*, 2019), na literatura clássica, recente e coleção do Lepafe.

Os dados foram tabulados e gerou-se gráfico no “software” Tilia<sup>®</sup>. Com relação ao mapa de localização a confecção do mesmo foi operada com o “software” ArcGIS 10<sup>®</sup>.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A MOS obteve máximo de 3,37% no horizonte A e mínimo de 0,66% no horizonte BW2. A média foi de 1,95% e desvio padrão de 0,96%, assim, havendo baixa dispersão em torno da média (Figura 03).

**Figura 03: Gráfico da matéria orgânica do solo da trincheira aberta no Parque Nacional do Iguazu**



Os fitólitos produzidos por Poaceae (10,43%) foram inferiores ao quantitativo de morfologias “Tree” (23,4%), sendo a diferença de 12,97%. Os morfotipos podem ser observados na figura 04. O maior quantitativo de silicofitólitos ocorreu no horizonte A (Figura 05). A proporção denotada expressa dominância de famílias arbóreas, uma vez que o quantitativo de morfotipos “Tree” foi superior, e de acordo com Motomura, Fujii e Susuki (2004) a produção de sílica ocorre em quantidade superior em Poaceae.

**Figura 04: Morfotipos de fitólitos. A, “Rondel”; B, “Bulliform cuneiforme”; C, “Bulliform paralelepipedal”; D, “Globular echinate”; E1-E2, “Elongate psilate”; F1-F2, “Block”; G1-G2, “Globular psilate”; H1-H2, “Tree”**

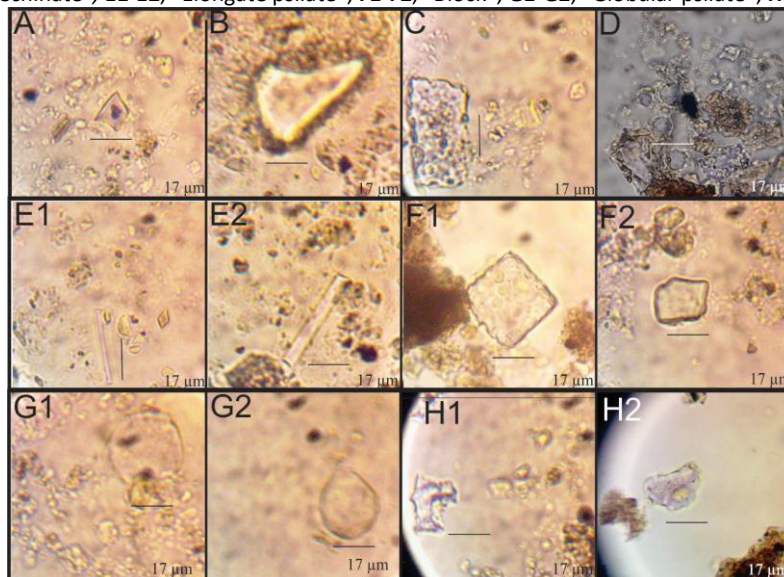
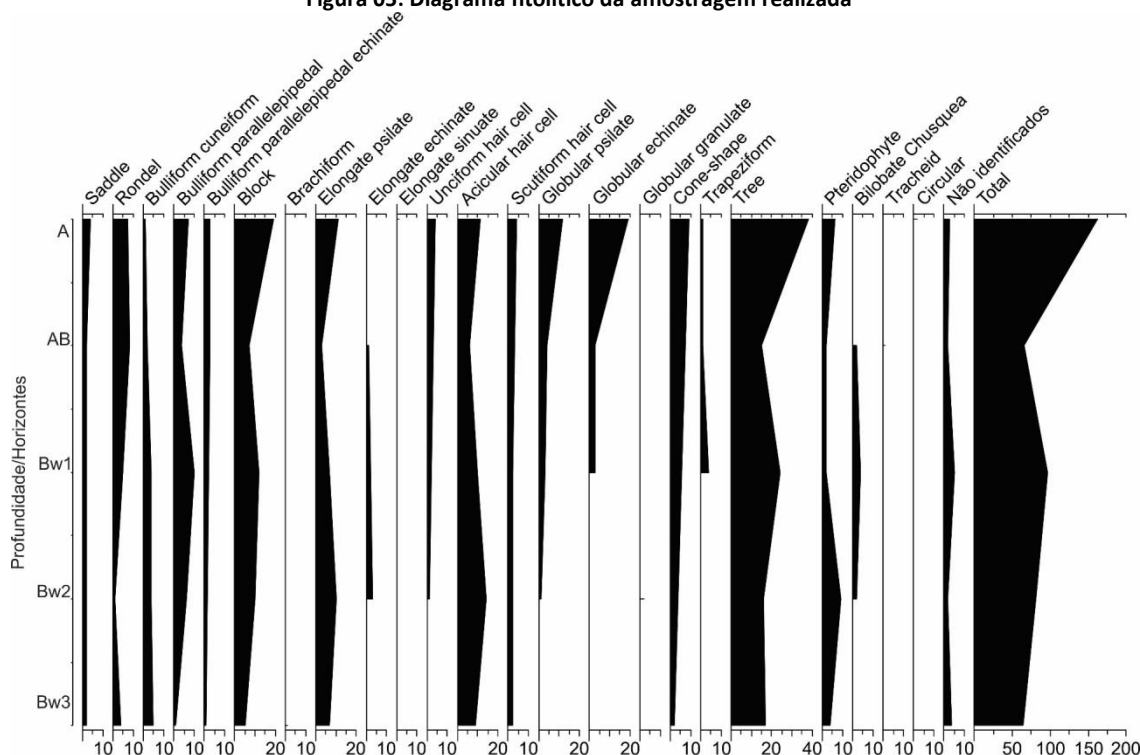


Figura 05: Diagrama fitolítico da amostragem realizada



As morfologias “Tree” ocorreram com expressividade no horizonte A com 34,55%, estando os 65,45% distribuídos entre os demais horizontes sem elevadas discrepâncias. Crifò e Strömberg (2020) denotaram que a assembleia presente no horizonte A expressa com maior fidedignidade a vegetação que está sobre o solo.

Outras morfologias que foram superiores no horizonte A são “Globular psilate” e “G. echinate”, tais morfotipos foram superiores em mais de 50% no horizonte supracitado. O morfotipo “G. psilate” é produzido por Euphorbiaceae, Fabaceae, Proteaceae (MERCADER et al., 2009; COE et al., 2017) e Clusiaceae (SANTOS et al., 2015); “G. echinate” por Arecaceae, Marantaceae e Bromeliaceae (PIPERNO, 2006; COE et al., 2017). O “G. granulate” foi contabilizado somente no horizonte BW2 com baixa expressividade. Essa morfologia é produzida por dicotiledôneas lenhosas (COE et al., 2017).

Os morfotipos “Pteridophyte” (ZHANG et al., 2019) foram encontrados em todos os horizontes com pico de deposição no horizonte BW2 (39,13%). No horizonte A o valor foi superior a 25%. O morfotipo “Cone-shape” foi quantificado nos horizontes A (81,82%) e BW3 (18,18%). Esse fitólito é produzido pela família botânica Cyperaceae (STEVANATO et al., 2019), que tem preferências por ambientes úmidos (SPELLMEIER, PÉRICO e FREITAS, 2009).

As morfologias “Short cells” totalizaram 10,43%. As mais representativas foram “Rondel” (5,32%) e “Saddle” (2,13%) em relação às morfologias “Bilobate chusquea” (1,70%) e “Trapeziform” (1,28%).

O morfotipo “Bilobate chusquea” é produzido pela família Bambusoideae (MONTTI et al., 2009; MONTEIRO, 2015); a morfologia “Rondel” por Pooideae e Bambusoideae (TWISS, 1992; GU et al., 2016); “Saddle” por Chloridoideae, Arundinoideae e algumas espécies de Bambusoideae



(COE, 2009; MONTTI et al., 2009; GU et al., 2016); e o morfotipo “Trapeziform” é produzido por Pooideae (TWISS, SUESS e SMITH, 1969; TWISS, 1992).

A morfologia “Tracheid” produzida por Fabaceae e Erythroxylaceae (COE et al., 2017), ocorreu no horizonte AB. A morfologia *Circular* (NEUMANN et al., 2019) foi recuperada somente no horizonte A; Raitz (2012) encontrou essa morfologia em folhas da espécie *Chloris elata* Desv. (Poaceae). Ambas as morfologias foram quantificadas em baixa expressividade.

Com significado de estresse hídrico as “Bulliform cells” totalizaram 22,13% da assembleia total recuperada. O morfotipo “Block” encontrado em gramíneas e em algumas dicotiledôneas lenhosas foi o mais expressivo com 11,28%; A morfologia “Bulliform paralelepipedal echinate” encontrada em Bambusoideae (GU et al., 2016) ocorreu em menor quantidade em relação a “Bulliform paralelepipedal” (5,96%) e “Bulliform cuneiforme” (3,40%). Lorente et al. (2015) salientam que quanto mais a planta transpira maior será a produção de fitólitos “bulliforms”. Sem significado taxonômico as morfologias “Brachiform”, “Elongates psilate”, “E. echinate”, “E. sinuate”, “Unciform hair cell”, “Acicular hair cell” e “Scutiform hair cell” totalizaram 22,77% da assembleia recuperada.

Diante do exposto, possivelmente a vegetação existente no PNI sempre foi predominantemente composta por vegetação florestal. Todavia, havendo a interação com vegetação herbácea em baixa expressividade.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os fitólitos mais uma vez demonstraram-se uma ótima ferramenta para compreensão da paleovegetação, possibilitando depreender algumas famílias que habitaram no PNI. Os resultados obtidos nesse estudo são fundamentais para se vislumbrar a reconstrução paleobiogeográfica no parque. Com a assembleia fitolítica recuperada infere-se que a vegetação dominante no PNI foi a florestal durante o Holoceno.

#### AGRADECIMENTOS

Agradecimentos à Fundação CAPES pela concessão de bolsa de doutorado do primeiro autor. Agradecemos também a Tilia® pelo fornecimento da licença do *software* por três anos; ao PGE-UEM por todo apoio; ao Lepafe pela permissão da utilização do laboratório e armazenamento das lâminas; a equipe do Herbário da UTFPR de Campo Mourão e ao ICMbio - 58606.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

COE, Heloisa Helena Gomes. **Fitólitos como indicadores de mudanças na vegetação xeromórfica da região de Búzios/Cabo Frio, RJ, durante o quaternário**. 2009. 304 f. Tese (Doutorado em Geologia e Geofísica marinha) – Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2009.

COE, Heloisa Helena Gomes *et al.* Caracterização de fitólitos de plantas e assembleias modernas de solo da caatinga como referência para reconstituições paleoambientais. **Quaternary and Environmental Geosciences**, v. 8, n. 2, p. 09-21, 2017.

COE, Heloisa Helena Gomes *et al.* Paleovegetação da Ilha Grande (Rio de Janeiro) no Holoceno através do estudo de fitólitos e isótopos do carbono. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 11, n. 02, p. 456-476, 2018.

CRIFÒ, Camilla; STRÖMBERG, Caroline A. E. Small-scale spatial resolution of the soil phytolith record in a rainforest and a dry forest in Costa Rica: applications to the deep-time fossil phytolith record. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, v. 537, 109107, 2020.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI, 2006, 306 p.

GU, Yansheng *et al.* Phytoliths as a method of identification for three genera of woody bamboos (Bambusoideae) in tropical southwest China. **Journal of Archaeological Science**, v. 68, p. 46-53, 2016.

LI, De-Hui *et al.* Herbaceous phytoliths from forest and grassland in Northeast China: Potential significance for determining past forest–grassland boundaries. **Flora**, v. 243, p. 19-31, 2018.

LORENTE, Flávio Lima *et al.* Fitólitos como indicadores de mudanças ambientais durante o Holoceno na costa norte do estado do Espírito Santo (Brasil). **Quaternary and Environmental Geosciences**, v. 6, n. 1, p. 26-40, 2015.

MADELLA, Marco; ALEXANDRE, Anne; BALL, Terry. International code for phytolith nomenclature 1.0. **Annals of Botany**, v. 96, n. 2, p. 253-260, 2005.

MEDEANIC, Svetlana *et al.* Os Fitólitos em Gramíneas de Dunas do Extremo Sul do Brasil: Variabilidade Morfológica e Importância nas Reconstruções Paleoambientais Costeiras. **Gravel**, v. 6, p.1-14, 2008.

MERCADER, Julio *et al.* Phytoliths in woody plants from the Miombo woodlands of Mozambique. **Annals of Botany**, v. 104, p. 91-113, 2009.

MONTEIRO, Mayara dos Reis. **Análise da composição fitolítica da serrapilheira e solo como indicador de alterações ambientais em diferentes estratos arbóreos no Paraná**. 2015. 101 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2015.

MONTTI, Lia *et al.* Phytolith analysis of *Chusquea ramosissima* Lindm. (Poaceae: Bambusoideae) and associated soils. **Quaternary International**, v. 193, p. 80-89, 2009.

MOTOMURA, H.; FUJII, T.; SUSUKI, M. Silica deposition in relation to ageing of leaf tissues in *Sasa veitchii* (Carriere) Rehder (Poaceae, Bambusoideae). **Annals of Botany**, v. 93, p.235–248, 2004.

NEUMANN, Katharina *et al.* International Code for Phytolith Nomenclature (ICPN) 2.0. **Annals of Botany**, v. XX, p. 1-11, 2019.

OSTERRIETH, Margarita Luisa. Silicofitolitos en Sedimentos loéssicos de la llanura inter y periserrana de Tandilia, Buenos Aires, Argentina. In: Zucol, A. F.; Osterrieth, Margarita Luisa; Brea, M. (eds.). **Fitólitos estado actual de sus conocimientos en América del Sur**. p.204-2015, 2008.

PAISANI, Sani Daniela Lopes *et al.* Significado paleoambiental de fitólitos em registro pedoestratigráfico de paleocabeceira de drenagem - superfície de Palmas - Água doce (Sul do Brasil). **Geociências**, v. 35, n. 3, p.426-442, 2016.

PAROLIN, Mauro *et al.* Considerações Paleoambientais do Holoceno Médio por Meio de Fitólitos na Serra do Cadeado, Paraná. **Revista do Departamento de Geografia**, v. Especial, p. 96-103, 2017.

PIPERNO Dolores R. **Phytoliths: a comprehensive guide for archaeologists and paleoecologists**. Oxford: AltaMira Press, 2006. 238 p.

RAITZ, Ednilson. **Coleção de referência de silicofitólitos da flora do sudoeste do Paraná**: subsídios para estudos paleoambientais. 2012. 204 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Francisco Beltrão, 2012.

RAITZ, Ednilson *et al.* Inventário de fitólitos da floresta ombrófila mista: subsídios para estudos paleoambientais. **Quaternary and Environmental Geosciences**, v. 06, n. 2, p.18-35, 2015.

RAMÍREZ, Alma Isbel Ariza *et al.* Phytoliths and seeds in fluvial island paleoenvironment reconstruction (interaction with pollen analysis). **Journal of South American Earth Sciences**, v. 89, p. 30-38, 2019.

RASBOLD, Giliane Gêssica; PAROLIN, Mauro; CAXAMBU, Marcelo Galeazzi. Reconstrução paleoambiental de um depósito sedimentar por análises *multiproxy*, Turvo, estado do Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Paleontologia**, v. 19, n. 2, 2016.

SANTOS, Cátia Pereira *et al.* Opal phytolith and isotopic studies of "Restinga" communities of Maricá, Brazil, as a modern reference for paleobiogeoclimatic reconstruction. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 63, n. 3, p. 255-270, 2015.

SILVA, Deyvis Willian *et al.* Análise paleoambiental a partir dos principais morfotipos de fitólitos encontrados em sedimento turfoso na região de Guarapuava-Paraná. **Ambiência**, v. 12, n.1, p. 13 – 32, 2016.

SPELLMEIER, Jaqueline; PÉRICO, Eduardo; FREITAS, Elisete Maria. Composição florística de um banhado no município de Estrela/Rio Grande do Sul. **Pesquisas, Botânica**, v. 60, p. 367-381, 2009.

STEVANATO, Mayra. **Caracterização paleobiogeográfica de paleossolo em Inácio Martins-PR com base em dados proxy**. 2018. 57 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2018.

STEVANATO, Mayra *et al.* New characteristics of the papillae phytolith morphotype recovered from eleven genera of cyperaceae. **Flora**, v. 253, p. 49-55, 2019.

TWISS, Page C. Predicted world distribution of C3 and C4 grass phytoliths. In: G. RAPP, J.; MULHOLAND, S. C. (Ed.). **Phytolith Systematics**. New York: Plenum Press, 1992. p. 113-128.

TWISS, Page C.; SUESS, Erwin; SMITH, R. M. Morphological classification of grass phytoliths. **Soil Science Society of America Proceedings**, v. 33, p.109-115, 1969.

VILLWOCK, Fernando Henrique; EDUVIRGEM, Renan Valério; PAROLIN, Mauro. Pesquisas paleoambientais no Cerrado de Jaguariáiva, Paraná, Brasil. In: MARCATTO, F. S. et al. (Orgs.) **Construindo o saber geográfico: 20 anos do PGE-UEM**, Maringá: Editora PGE, p. 158-173, 2019.

ZHANG, Xin-Rong *et al.* Phytolith data in peat profile over the past 1300 years in the Xishan Mountains, Jiangxi Province, China. **Data in brief**, v. 25, 103981, p. 1-6, 2019.