

PUBLICAÇÕES SOBRE FITÓLITOS NO ESTADO DO PARANÁ: O QUE A GEOGRAFIA TEM A VER COM ISSO?

Mauro PAROLIN¹

Fernando Henrique VILLWOCK²

Jonathan Sangalli BONDARUK³

Eloisa Silva de Paula PAROLIN⁴

RESUMO

Os fitólitos são micropartículas de sílica que se formam durante o crescimento da planta, sendo liberados quando a planta morre e se decompõe, posteriormente são utilizadas em pesquisas de reconstituição paleoambiental. O presente estudo teve por objetivo realizar um levantamento sobre as publicações (artigos em periódicos científicos, capítulos de livro, teses e dissertações) envolvendo fitólitos no estado do Paraná, entre 2011 e 2021. As buscas ocorreram na internet, sendo utilizadas as seguintes palavras-chave: Fitólito; “Phytolith”; Estado do Paraná; “Paraná State”. Com os resultados: i) foi elaborado um mapa de distribuição dos estudos no Estado; ii) foi relacionada a área de graduação dos autores; iii) foram indicados os programas de pós-graduação envolvidos na pesquisa. Os resultados mostraram que: a) 40 publicações foram realizadas; b) 55% dos autores possuem graduação em Geografia, 12% em Biologia, 9% em Geologia, 7% em Engenharia Ambiental, 5% em Agronomia e 12% em outras áreas; c) as publicações abrangem 21 municípios (áreas sul, sudeste, sudoeste, central e noroeste); d) entre os 5 programas de pós-graduação que desenvolveram pesquisas com fitólitos, 4 são programas de Geografia. Tais resultados parecem mostrar novos caminhos para a pesquisa geográfica, principalmente aquela desenvolvida em Geografia Física no estudo do Quaternário e solos.

Palavras-chave: Sílico-fitólitos. Sílica biogênica. Cienciometria.

¹ Professor na Universidade Estadual do Paraná (UNESPAR), *campus* de Campo Mourão.

² Doutorado em Geografia pela Universidade Estadual de Maringá (UEM).

³ Graduando em Geografia pela Universidade Estadual do Paraná (UNESPAR) *campus* de Campo Mourão.

⁴ Professora na Universidade Estadual do Paraná (UNESPAR), *campus* de Campo Mourão.

PUBLICATIONS ON PHYTOLITES IN THE STATE OF PARANÁ: WHAT DOES GEOGRAPHY HAVE TO DO WITH IT?

ABSTRACT

Phytoliths are microparticles of silica that form during plant growth and are released when the plant dies and decomposes. These microparticles are used in paleoenvironmental reconstitution research. As these researches are related to Geography, the present study aimed to conduct a survey on the total number of publications (articles in scientific journals, book chapters, theses and dissertations) involving phytoliths in the state of Paraná, between the years 2011 and 2021. The searches were made from the world wide web (internet) with the following keywords: Phytolith; "Phytolith"; Paraná State; "Paraná State". With the results: i) a map of distribution of the studies in the state was elaborated; ii) the authors' graduation area was listed; iii) the graduate programs involved in the research were indicated. The results showed that: a) 40 publications were made between the years 2011 and 2021; b) 55% of the authors have undergraduate degrees in Geography, 12% in Biology, 9% in Geology, 7% in Environmental Engineering, 5% in Agronomy and 12% in other areas; c) the publications cover 21 municipalities (southern, southeastern, southwestern, central and northwestern areas); d) among the 5 graduate programs that developed research with phytoliths, 4 are Geography programs. These results seem to show new paths for geographic research, especially that developed in Physical Geography in the study of the Quaternary and soils.

Keywords: Silicophytoliths. Biogenic silica. Scientometrics.

1 INTRODUÇÃO

O naturalista inglês Charles Darwin (1809-1882) percebeu próximo à costa de Cabo Verde, em 1832, que as velas do navio HMS Beagle ficaram cobertas por cinzas de queimadas realizadas na vegetação. Darwin encaminhou essas cinzas para o microbiologista Christian Gottfried Ehrenberg (1795-1876) que as denominou *Phytolitharien*. Ehrenberg acreditou que as estruturas que havia encontrado eram os esqueletos de organismos que habitavam o interior das células vegetais.

Piperno (2006) destaca que o primeiro trabalho sobre fitólitos foi publicado por G.A. Struve (*De silicia in plantis nonnullis. Phil. Diss., Berlin*), em 1835, ainda de acordo com a autora, esses corpos silicosos foram objeto de estudo de vários botânicos alemães. No entanto, devido à dificuldade de serem suficientemente compreendidos, os fitólitos ficaram à margem da pesquisa científica desenvolvida na época.

Mas, o que são os fitólitos? Fitólitos são micropartículas de sílica que se formam durante o crescimento da planta, sendo liberados no solo quando a planta morre e se decompõe. O termo “fitólito”, por vezes denominado de sílico-fitólitos ou opala biogênica, possui origem grega e significa “pedra de planta” (PIPERNO, 1991).

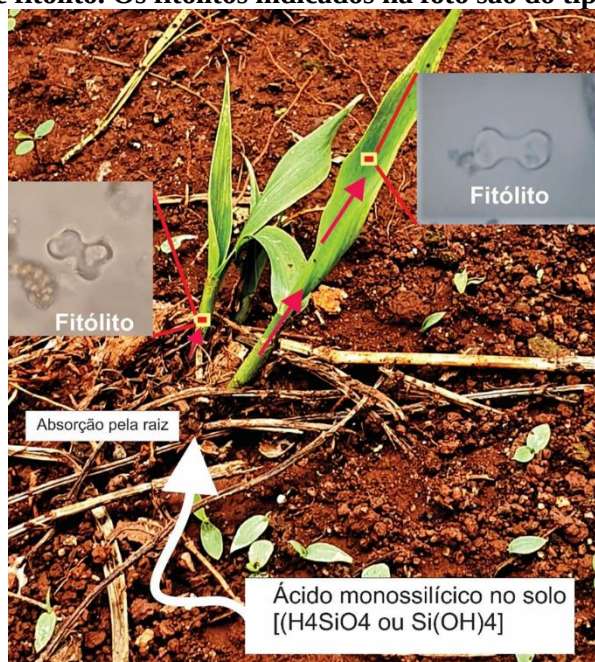
Segundo Piperno (1988), a formação dos fitólitos envolve ao menos quatro fases: a) intemperização de rochas silicosas; b) dissolução de ácido silícico (H_2SiO_4) no solo; c) absorção do ácido silícico pela planta na forma de ácido monossilícico; d) incorporação do silício pela planta e a sua concentração nos tecidos de suporte, raízes, caule e folhas (Figura 1).

Os fitólitos têm como principal função a sustentação e proteção da planta (BARBONI et al., 1999; MEDEANIC et al., 2008; MADELLA et al., 2005). Além de fornecer o suporte estrutural que fortalece a planta, os fitólitos minimizam os efeitos dos estresses de natureza biótica e abiótica, tais como a amenização da perda de umidade, uma vez que a sílica absorvida promove a redução na taxa de transpiração da planta (DAYANANDAM et al., 1983). Madella et al. (2005) apontam que há relação entre a produção dos fitólitos e a idade e o gênero de uma planta. De acordo com esses autores, algumas espécies de um gênero podem produzir pequenas ou grandes quantidades de fitólitos, enquanto outras espécies do mesmo gênero não o produzem.

Quanto aos formatos, sabe-se que a forma do fitólito se assemelha a um “molde” da célula na qual foi formado (OSTERRIETH, 2008). Estudo realizado por Rovner (1971) apresenta as

limitações taxonômicas dos fitólitos, a redundância e multiplicidade de suas formas. Uma mesma planta pode produzir várias morfologias, enquanto outras podem produzir um mesmo tipo morfológico. Entretanto, algumas formas podem ser especificamente relacionadas a uma família ou táxon, como é o caso do fitólito Papillate, característico de plantas da família Cyperaceae (STEVANATO et al., 2019).

Figura 1 - Esquema da absorção do ácido monossilícico do solo para a planta e sua polimerização em forma de fitólito. Os fitólitos indicados na foto são do tipo *Bilobate*



Elaboração dos autores.

A composição dos fitólitos garante a estes durabilidade e resistência. Quando há a decomposição dos tecidos vegetais no solo, os fitólitos são preservados. Eles se mantêm inalterados em locais inapropriados para outros *proxies*, como os pólenes, tornando-se importantes registros das características da vegetação que originalmente ocupava o local onde foram depositados.

Luz et al. (2015) argumentam sobre a importância dos estudos de fitólitos como aporte para os estudos paleoambientais, bem como apresentam a quantificação das publicações contendo fitólitos, contabilizando 53 trabalhos envolvendo o tema nas áreas paleoambiental, arqueológica e de plantas atuais, entre os anos de 1966 e 2013. Stevanato (2018), atualizando este levantamento, selecionou apenas os trabalhos paleoambientais que utilizaram fitólitos como dado *proxy*, apresentando 45 publicações entre os anos de 1966 e 2017.

Aguiar et al. (2019), em levantamento realizado sobre o uso de fitólitos em estudos ambientais e arqueológicos no Brasil, apontam para uma concentração da produção na região Sudeste (62%) e Sul (20%), não indicando publicações na região Centro-Oeste. Tal situação mostra a disparidade existente na produção científica sobre o tema entre as regiões do país.

Considerando os trabalhos já citados, é possível verificar que houve um crescimento acentuado dos estudos sobre fitólitos nas últimas duas décadas. Vale ressaltar a multidisciplinaridade dessas pesquisas que, invariavelmente, mostram a presença do profissional da Geografia na realização. Nesse contexto, o presente estudo tem por objetivos: i) apresentar a produção científica sobre fitólitos no estado do Paraná; ii) mapear a distribuição da pesquisa realizada no Estado; iii) relacionar a produção científica com as áreas de formação dos autores; iv) indicar os programas de pós-graduação que desenvolveram pesquisa envolvendo o tema.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Spinak (1998) indica que a cienciometria, pesquisa que aborda a quantificação da produção científica, teve início na década de 1960 com Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO) e a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), que desenvolveram metodologias para a avaliação da atividade científica e tecnológica.

Pesquisas quantitativas sobre a produção científica permitem entender melhor a amplitude e a natureza das atividades de pesquisa que são desenvolvidas nas diferentes áreas do conhecimento de diversos países, instituições e pesquisadores, bem como medir a difusão do conhecimento científico e o fluxo da informação sob enfoques diversos (VANTI, 2002).

Sendo assim, as técnicas cienciométricas são importantes para, entre outras atividades, identificar as tendências e o desenvolvimento do conhecimento (SPINAK, 1998). Embora a cienciometria não possa substituir um método analítico sobre determinado assunto, ela tem a capacidade de provocar maior visibilidade dos dados da pesquisa. Tal recurso é importante para identificar quais áreas precisam receber maior atenção (LAURINDO; MAFRA, 2010). Assim, o uso da cienciometria na elaboração de políticas públicas é essencial, tanto para a tomada de decisões no que tange à gestão de recursos de qualquer ordem, como no incentivo à geração de informações técnicas que permitam o desenvolvimento de determinada área.

Tendo por base as técnicas utilizadas pela cienciometria, no presente estudo realizou-se uma busca na rede mundial de computadores (internet) por pesquisas/estudos sobre fitólitos no Estado do Paraná, nos últimos 10 anos (período compreendido entre o ano de 2011 e agosto de 2021). Na pesquisa realizada na internet, foram utilizadas as seguintes palavras-chave: Fitólito; Phytolith; Estado do Paraná; Paraná State. As publicações foram divididas em: a) artigos em periódicos; b) capítulos de livro; c) dissertações e teses. Após a obtenção dos dados, elaborou-se um quadro contendo o autor e ano da publicação, o município pesquisado e o tipo de estudo realizado (assembleia moderna, solo, sedimento, serrapilheira e água). Na sequência, confeccionou-se um mapa de distribuição dos estudos (software QGIS®). Com base nas publicações, identificou-se a área de formação acadêmica dos autores. No caso das teses e dissertações, foram indicados os programas de pós-graduação nos quais se desenvolveram pesquisas com o tema.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram registradas 40 publicações sobre fitólitos no Paraná, sendo distribuídas em: a) 21 artigos em periódicos; b) 4 capítulos de livro; c) 12 dissertações; d) 3 teses (Quadro 1). O foco dos estudos fitolíticos pode ser dividido em 4 áreas distintas: i) pesquisas envolvendo a presença/preservação de fitólitos em solo, correspondendo a 42% das publicações, sendo que duas dessas pesquisas associaram o uso do solo a outro tipo de amostras (serrapilheira e água); ii) pesquisas sobre a presença/preservação de fitólitos em depósitos sedimentares, principalmente áreas de planície aluvial e/ou turfeiras, com 32% das ocorrências; iii) estudos sobre tipos fitolíticos de plantas atuais (assembleias modernas), perfazendo um total de 22%; iv) pesquisa sobre técnica de extração, somando 4% do total.

Verificou-se que a maior parte dos estudos foi registrada no município de Campo Mourão, com um total de 10 publicações. Nos municípios de Guarapuava e Palmas, foram identificadas 5 publicações. No município de Francisco Beltrão, 4 publicações. Em Céu Azul e Ponta Grossa, foram encontradas 3 publicações em cada município. Nos municípios de Castro, Cianorte, Douradina, Jaguariaíva e Icaraíma, foram contabilizadas 2 publicações. Os municípios onde se verificou apenas 1 publicação são: Balsa Nova; Engenheiro Beltrão; Inácio Martins; Mato Rico;

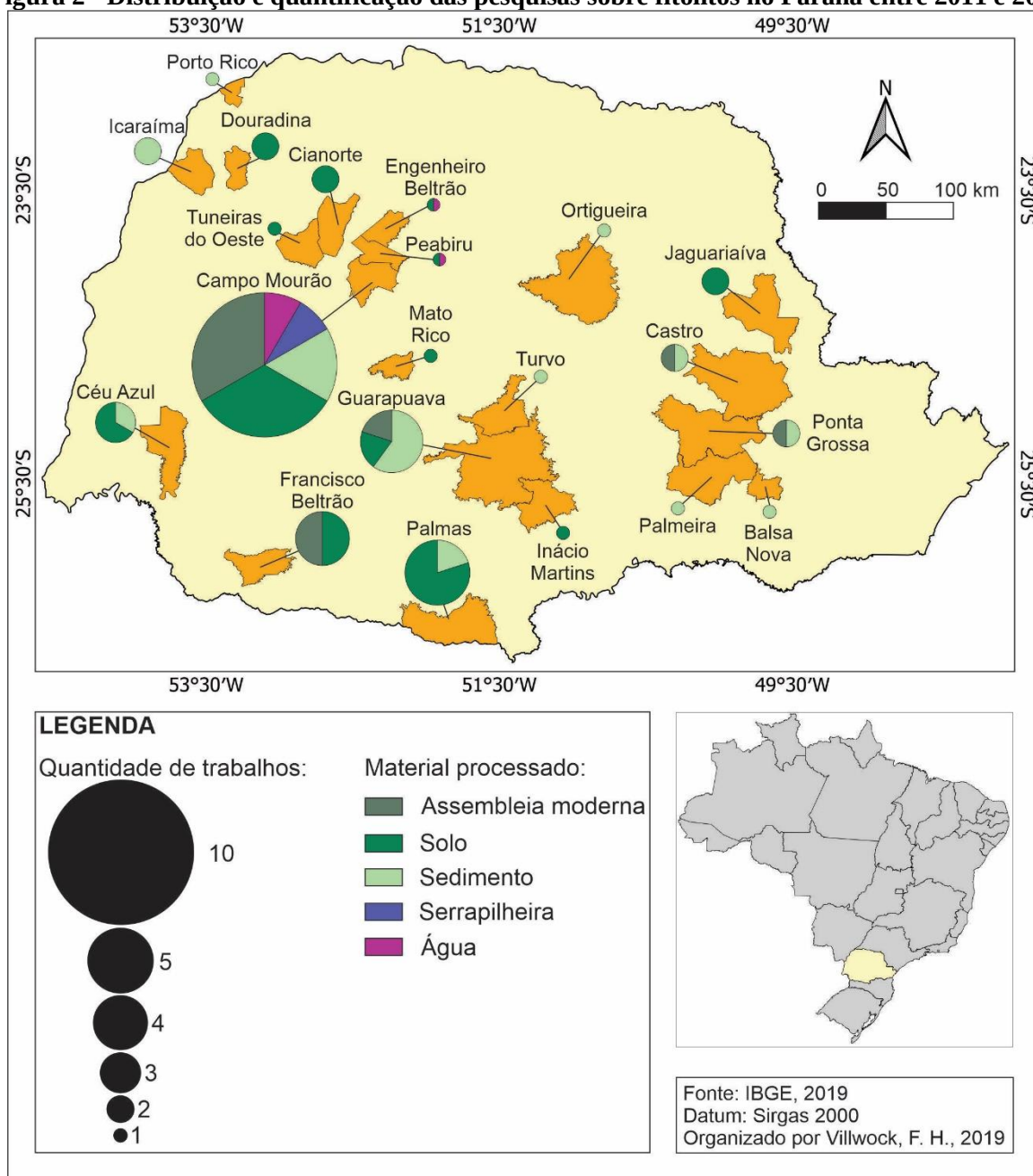
Ortigueira; Palmeira; Peabiru; Porto Rico; Tuneiras do Oeste e Turvo. Na Figura 2, é apresentada a espacialização das publicações que utilizaram fitólitos no estado do Paraná, bem como a área foco da pesquisa.

Quadro 1 - Relação de publicações sobre fitólitos no estado do Paraná (artigos científicos, capítulos de livro, dissertações e teses)

Autores	Tipo de publicação	Município	Foco da pesquisa
Rasbold et al. (2011)	Artigo	Campo Mourão	Assembleia moderna
Monteiro et al. (2012)	Artigo	Porto Rico Ponta Grossa	Assembleia moderna
Rasbold et al. (2012)	Artigo	Campo Mourão	Assembleia moderna
Raitz (2012)	Dissertação	Francisco Beltrão	Assembleia moderna
Pereira et al. (2013)	Artigo	Balsa Nova	Assembleia moderna
Paisani et al. (2013)	Artigo	Francisco Beltrão	Solo
Santos (2013)	Dissertação	Douradina	Solo
Silva (2013)	Dissertação	Guarapuava	Sedimento
Paisani et al. (2014)	Artigo	Palmas	Solo
Pereira et al. (2014)	Capítulo de livro	Campo Mourão	Assembleia moderna
Parolin et al. (2014)	Capítulo de livro	Balsa Nova	Sedimento
Santos et al. (2014)	Artigo	Douradina	Solo
Passos (2014)	Dissertação	Palmas	Solo
Luz (2014)	Dissertação	Campo Mourão	Sedimento
Monteiro et al. (2015)	Artigo	Campo Mourão	Solo e Serrapilheira
Raitz et al. (2015)	Artigo	Francisco Beltrão	Assembleia moderna
Golovati (2015)	Dissertação	Campo Mourão Cianorte	Solo
Monteiro (2015)	Dissertação	Campo Mourão Cianorte Mato Rico Tuneiras do Oeste	Solo
Kalinovski (2015)	Dissertação	Castro	Sedimento
Paisani (2015)	Dissertação	Palmas	Solo
Paisani et al. (2016)	Artigo	Palmas	Solo
Rasbold et al. (2016)	Artigo	Turvo	Sedimento
Silva et al. (2016)	Artigo	Guarapuava	Sedimento
Rasbold (2016)	Dissertação	Porto Camargo	Sedimento
Calegari et al. (2017)	Artigo	Francisco Beltrão	Solo
Paisani et al. (2017)	Artigo	Palmas	Solo
Parolin et al. (2017)	Artigo	Ortigueira	Sedimento
Monteiro et al. (2018)	Capítulo de livro	Ponta Grossa	Sedimento
Santos (2018)	Tese	Campo Mourão Peabiru Engenheiro Beltrão	Solo e água
Villwock (2018)	Dissertação	Jaguariaíva	Solo
Stevanato (2018)	Dissertação	Inácio Martins	Solo
Silva (2018)	Tese	Guarapuava Palmas Ponta Grossa	Sedimento
Luz et al. (2019)	Artigo	Campo Mourão	Sedimento

Stevanato et al. (2019)	Artigo	Campo Mourão	Assembleia moderna
Villwock et al. (2019)	Capítulo de livro	Jaguariaíva	Solo
Ramírez et al. (2019)	Artigo	Porto Rico	Sedimento
Monteiro (2020)	Tese	Céu Azul	Sedimento
Rasbold et al. (2020)	Artigo	Porto Camargo	Sedimento
Eduvirgem et al. (2020)	Artigo	Céu Azul	Solo
Eduvirgem et al. (2021)	Artigo	Céu Azul	Solo

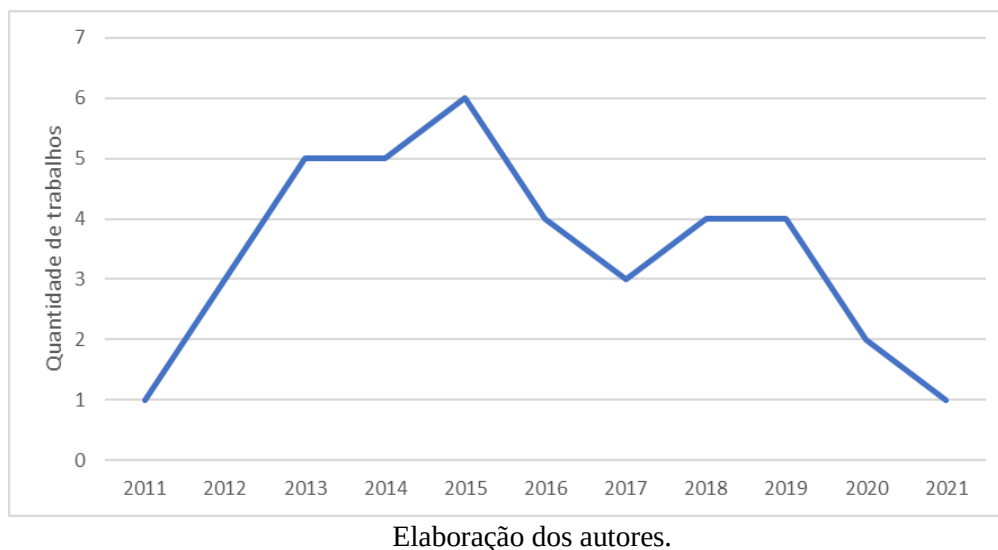
Elaboração dos autores.

Figura 2 - Distribuição e quantificação das pesquisas sobre fitólitos no Paraná entre 2011 e 2021

Elaboração dos autores.

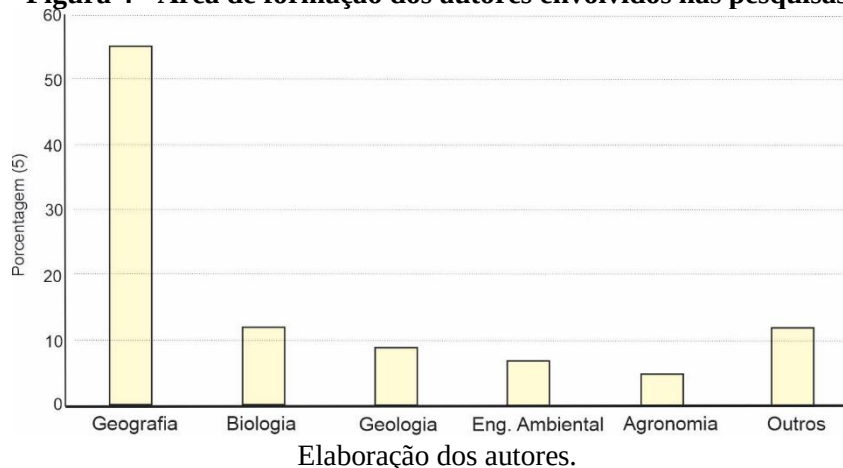
A maior parte das publicações ocorreu no ano de 2016 (6). O período com menor número compreende os anos de 2011 e 2021, sendo uma publicação para cada ano (Figura 3).

Figura 3 - Distribuição das publicações no período entre 2011 e 2021



O total de autores envolvidos nas publicações chegou a 44. A maior parte dos autores possui graduação em Geografia (55%), seguida por 12% de graduados em Biologia, 9% formados em Geologia, 7% cursaram Engenharia Ambiental, e 5% com formação em Agronomia. Outras áreas como Administração, Ciências Naturais, Engenharia Florestal e Física somam 12% (Figura 4).

Figura 4 - Área de formação dos autores envolvidos nas pesquisas



Entre as 40 publicações encontradas, 28 tem como foco a quantificação de fitólitos em solo ou sedimento (Quadro 1). Tais estudos visam o entendimento de condições paleoambientais

envolvendo o período Quaternário. O professor Dr. Kenitiro Suguio, em 2005, apontava que as pesquisas relativas ao Quaternário do Brasil não somente se tornaram mais numerosas, mas melhoraram de qualidade nas últimas três décadas (1975-2005). O autor cita a grande contribuição vinda por meio de publicações não só dos estudantes dos cursos de Biologia e Geografia, mas também de várias outras áreas como Agronomia, Ecologia, Engenharia Florestal, Oceanografia, Química e Física. Também faz menção ao número de laboratórios ligados a estudos do Quaternário espalhados por diversas universidades do país. Após 17 anos da fala do professor Suguio, é senso comum que os estudos do Quaternário se dinamizaram ao ponto de que é possível retratá-los em uma década em um estado como o Paraná, abordando apenas um dado proxy no caso os fitólitos.

Segundo Luz et al. (2015), no Brasil os estudos com fitólitos se iniciaram na década de 1960 (3 publicações), avançando-se muito pouco na década de 1970 (3 publicações). Segundo os autores, na década de 1980 não houve publicações, e na década de 1990 ocorreram somente duas publicações. Contudo, os pesquisadores informam um aumento considerável das publicações de fitólitos na primeira década do século atual (17).

Faz-se importante citar que Calegari (2008) desenvolveu sua tese de doutorado sobre o horizonte A húmico em Latossolos em distintas regiões do Brasil, com o uso dos fitólitos e técnicas isotópicas ($\delta^{13}C$) como marcadores das condições paleoambientais de origem. Um dos locais pesquisados pela autora foi o município de Guarapuava. Assim sendo, esta tese se constitui na primeira publicação envolvendo fitólitos no estado do Paraná, que só voltaria a ter publicações relativas ao tema no ano de 2011 com um estudo sobre assembleia moderna (fitólitos presentes em *Butia paraguayensis*) elaborado por Rasbold et al. (2011). Como pode ser observado, houve uma elevação na produção científica sobre o tema em apenas uma década, partindo-se de uma publicação em 2008 para 40 publicações entre 2011 e 2021. Não podendo ser esquecida a efetiva participação de pesquisadores ligados à Geografia (55%).

A ampliação orçamentária dos fundos de apoio à pesquisa científica e tecnológica experimentada, principalmente entre os anos de 2005 e 2015, conforme demonstrado por Silva Junior e Fargoni (2021), pode ser parte da resposta para o aumento do número de publicações relativas a fitólitos. Em relação à maior participação de pesquisadores ligados à Geografia, vale destacar o aumento do número de programas de pós-graduação em Geografia criados a partir de 1998: Universidade Estadual de Maringá (mestrado em 1998 e doutorado em 2008); Universidade Estadual de Londrina (mestrado em 2001 e doutorado em 2012); Universidade Estadual de Ponta

Grossa (mestrado em 2005 e doutorado em 2012); Universidade Estadual do Centro Oeste (mestrado em 2007 e doutorado em 2017); Universidade Estadual do Oeste do Paraná/Francisco Beltrão (mestrado em 2007 e doutorado em 2017); Universidade Estadual do Oeste do Paraná/Marechal Rondon (Mestrado em 2011). Também merece menção a criação de laboratórios envolvendo pesquisas paleoambientais como por exemplo, o Laboratório de Estudos Paleoambientais da Fecilcam/Universidade Estadual do Paraná em Campo Mourão (Instituição que possui bacharelado e licenciatura em Geografia) e o Laboratorio Microscopia Ótica (Micromorfologia) e Laminação do Núcleo de Estudos PaleoAmbientais/Unversidade Estadual do Oeste do Paraná em Francisco Beltrão ligado à graduação e pós-graduação em Geografia.

No tocante aos fitólitos a escolha pelos geógrafos por esse registro proxy para os estudos de caráter paleoambiental, pode-se indicar que ela se dá pela facilidade de preservação dessas estruturas em solo ou sedimento.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em um período de 10 anos foram registradas 40 publicações sobre estudos de fitólitos no estado do Paraná. É importante ressaltar que, embora tais estudos estejam concentrados em 21 municípios, existe uma relativa distribuição destes nas diferentes regiões do Estado (área central, sul, sudeste, sudoeste e noroeste).

A participação de pesquisadores com graduação em Geografia nestes estudos é surpreendente (55%). Esse fato pode ser associado à capacidade dos fitólitos de se preservarem no solo e em sedimentos, temas de estudo da Geografia (mais especificamente da Geografia Física), bem como de se constituírem, em muitos casos, como indicadores de mudanças ambientais. Cabe lembrar que os estudos envolvendo a dinâmica da paisagem por meio de bioindicadores, como é o caso dos fitólitos, normalmente requerem uma abordagem multidisciplinar, assim sendo é comum o envolvimento de diversas áreas do conhecimento nos trabalhos publicados.

Os resultados indicam que novos caminhos estão sendo tomados, principalmente pelos pesquisadores graduados em Geografia. A criação de seis Programas de Pós-Graduação em Geografia desde 1998, além de laboratórios específicos para estudos paleoambientais, fez com que

os estudos, principalmente do Quaternário se tornassem protagonistas, e, com eles o emprego dos fitólitos como ferramenta de reconstrução paleoambiental.

6 REFERÊNCIAS

AGUIAR, A. E. X.; COE, H. H. G.; MADELLA, M.; CRUZ, M. L. B. O uso do bioindicador fitólito em estudos ambientais e arqueológicos no Brasil. **Revista GeoNordeste**, São Cristovão - SE, n.1, p.80-104, 2019. Disponível em: <https://seer.ufs.br/index.php/geonordeste/article/view/11251/pdf> . Acesso em: 01 ago. 2022.

BARBONI D.; BONNEFILLE R.; ALEXANDRE A.; MEUNIER J. D. Phytoliths as Paleoenviromental Indicators, West Side Middle Awash Valley, Ethiopia. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, Amsterdam. v.152, p.87-100, 1999. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0031018299000450?via%3Dihub>. Acesso em: 01 ago. 2022.

CALEGARI, M. R. **Ocorrência e significado paleoambiental do horizonte A húmico em latossolos**. 2008. 259f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba - SP, 2008.

CALEGARI, M. R.; PAISANI, S. D. L.; CECCHET, F. A.; EWALD, P. L. de L.; OSTERRIETH, M. L.; PAISANI, J. C.; FONTELLI, M. E. Phytolith signature on the Araucarias Plateau e Vegetation change evidence in Late Quaternary (South Brasil) **Quaternary International**, v. 434, parte B, p. 117-128, 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1040618215013439?via%3Dihub>. Acesso em: 01 ago. 2022.

DAYANANDAM, P., KAUFMAN, P. B., FRAKIN, C. I. Detection of silica in plants. **American Journal of Botany**, Columbus - OH, v. 70, p.1079-1084, 1983

EDUVIRGEM, R. V.; PAROLIN, M.; CAXAMBU, M. G. Considerações paleoambientais relacionadas à vegetação do Parque Nacional do Iguaçu. **Fórum Ambiental da Alta Paulista**, Tupã - SP, v. 16, p. 1-11, 2020. Disponível em: https://publicacoes.amigosdanatureza.org.br/index.php/forum_ambiental/article/view/2678/2460. Acesso em: 02 ago. 2022.

EDUVIRGEM, R. V.; PAROLIN, M.; CAXAMBU, M. G.; SIQUEIRA, E. L. Preservação de

fitólitos em solo no Parque Nacional do Iguaçu, Paraná. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife - PE, v. 14, p. 189-214, 2021. Disponível: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/248298>. Acesso em: 02 ago. 2022.

GOLOVATI, D. **Mudanças paleoambientais ocorridas durante o holoceno nos municípios de Campo Mourão e Cianorte – PR**. 2015. 68 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Estadual de Maringá, Maringá - PR, 2015.

KALINOVSKI, E. C. Z. **Paleoambientes quaternários de planície do rio Iapó, Castro, Paraná**. 2015. 120 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Estadual de Maringá, Maringá - PR, 2015.

LAURINDO, R.; MAFRA, T. Cienciometria da revista Comunicação & Sociedade identifica interfaces da área. **Comunicação & Sociedade**, São Bernardo do Campo – SP, n. 53, p. 233-260, 2010. Disponível em: <https://www.metodista.br/revistas/revistas-etodista/index.php/CSO/article/view/1897/1951>. Acesso em: 01 ago. 2023.

LUZ, L. D. **Aspectos paleoambientais do Quaternário Superior na região de Campo Mourão, Paraná**. 2014. 126 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Estadual de Maringá, Maringá - PR, 2014.

LUZ, L. D.; KALINOVSKI, E. C. Z.; PAROLIN, M.; SOUZA FILHO, E. E. Estágio Atual do Conhecimento sobre Fitólitos no Brasil. **Terra Didática**, Campinas - SP, v.11, n.1, p. 52-64. 2015. Disponível em: https://www.ige.unicamp.br/terraedidatica/v11_1/PDF11-1/111-%206-102.pdf. Acesso em: 02 ago. 2022.

LUZ, L. D.; PAROLIN, M.; PESSENDA, L. C. R.; RASBOLD, G. G.; LO, E. Multiproxy analysis (phytoliths, stable isotopes, and C/N) as indicators of paleoenvironmental changes in a Cerrado Site, Southern Brazil. **Revista Brasileira de Paleontologia**, Porto Alegre -RS, v. 22, p. 15-29, 2019. Disponível em: <https://www.sbpbrasil.org/assets/uploads/files/rbp2019102.pdf>. Acesso em: 01 ago. 2022.

MADELLA, M.; ALEXANDRE, A.; BAL, T. International code for phytolith nomenclature 1.0, **Annals of Botany**, London, v. 96, p.253–260, 2005. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4246872/>. Acesso em: 02 ago. 2022.

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**, Porto Alegre – RS. v.6 p.1-14, 2008.
Disponível em: <https://repositorio.furg.br/handle/1/1896>. Acesso em: 02 ago. 2022.

MONTEIRO, M. dos R.; PEREIRA, J. S. R.; RASBOLD, G. G.; PAROLIN, M.; CAXAMBU, M. G. Morfologia de fitólitos característicos de duas espécies de Arecaceae do bioma Mata Atlântica: *Bactris setosa* Mart. e *Geonoma schottiana* Mart. **Revista de Biologia Neotropical**, Goiânia - GO, v. 9, p. 10-18, 2012. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/RBN/article/view/19197>. Acesso em: 02 ago. 2022.

MONTEIRO, M. R. **Análise da composição fitolítica da Serrapilheira e solo como indicador de alterações ambientais em diferentes estratos arbóreos no Paraná**. 2015, 110 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Estadual de Maringá, Maringá - PR, 2015.

MONTEIRO, M. dos R.; PAROLIN, M.; CAXAMBU, M. G. Análise da assembleia fitolítica em solo superficial e serrapilheira em dois fragmentos de cerrado em área urbana de Campo Mourão – Paraná. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife - PE, v. 8, p. 1256-1272, 2015.
Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/232906/26888>. Acesso em: 01 ago. 2022.

MONTEIRO, M. R.; PAROLIN, M.; GUERREIRO, R. L.; GAPARETTO, N.V.L.; PEPINO, T.C.; CAXAMBU, M.G.; SANTOS, J.A dos. Caracterização da região de Ponta Grossa (PR) durante o Holoceno Superior com base em fitólitos e isótopos estáveis do solo. In: GAPARETTO, N. V. L.; SOUZA, M. L. (Org). **Ambientes Naturais: dinâmica e evolução**. Maringá: PGE Editora, 2018, p.252-164.

MONTEIRO, M. dos R. **Paleoclimas e Paleoambientes com base em determinações multiproxy em sedimentos lacustres da Nhecolândia/MS, Jardim/MS e Parque Nacional do Iguaçu/PR**. 2020, 86 f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Estadual de Maringá. Maringá - PR, 2020.

OSTERRIETH, M. Silicofitolitos en Sedimentos loéssicos de la llanura inter y periserrana de Tandilia, Buenos Aires, Argentina. In: ZUCOL, A.F.; OSTERRIETH, M.L.; BREA, M. (eds.), **Fitólitos: Estado actual de sus conocimientos en América del Sur**. Mar del Plata: EUDEM, 2008, p.204-2015.

PAISANI, J. C.; CALEGARI, M. R.; PONTELLI, M. E.; PESSENDA, L. C. R.; PAISANI, S. D. L.; RAITZ, E. O papel das mudanças climáticas do Quaternário Superior na dinâmica evolutiva de paleovale de segunda ordem (Sul do Brasil). **Revista Brasileira de Geomorfologia**, Brasília -

DF, v. 14, n.1, p.103-116, 2013. Disponível em:
<https://rbgeomorfologia.org.br/rbg/article/view/413>. Acesso em: 02 ago. 2022.

PAISANI, J. C.; PAISANI, S. D. L.; OSTERRIETH, M. L.; PONTELLI, M. E.; FUJITA, R. H. Dinâmica de rampa de colúvio na superfície de Palmas/Água Doce durante o quaternário tardio – bases para compreender a evolução das encostas no planalto das Araucárias. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, Brasília - DF, v. 18, p. 783-799, 2017. Disponível em:
<https://rbgeomorfologia.org.br/rbg/article/view/1247>. Acesso em: 02 ago. 2022.

PAISANI, S. D. L. **Significado paleoambiental de silicofitólitos em rampa de colúvio e paleocabeceira de drenagem na superfície de Palmas – Água Doce**. 2015, 101 f. Dissertação (mestrado em geografia) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Francisco Beltrão - PR, 2015.

PAISANI, S. D. L.; OSTERRIETH, M. L.; PAISANI, J. C. Registro fitolítico em paleocabeceira de drenagem no Planalto de Palmas/Água Doce (Sul do Brasil). **Revista Geonorte**, Manaus - AM, v. 10, p. 100-105, 2014. Disponível em: <https://silo.tips/download/registro-fitolitico-em-paleocabeceira-de-drenagem-no-planalto-de-palmas-agua-doc>. Acesso em: 02 ago. 2022.

PAISANI, S. D. L.; PAISANI, J. C.; OSTERRIETH, M. L.; PONTELLI, M. E. Significado paleoambiental de fitólitos em registro pedoestratigráfico de paleocabeceira de drenagem - superfície de Palmas/Água Doce (Sul do Brasil). **Geociências (São Paulo. Online)**, São Paulo - SP, v. 35, p. 426-442, 2016. Disponível em:
<https://ppegeo.igc.usp.br/index.php/GEOSP/article/view/9524>. Acesso em: 02 ago. 2022.

PAROLIN M., RASBOLD G. G., PESSENDA L. C. R. Paleoenvironmental conditions of Campos Gerais, Paraná, since the Late Pleistocene, based on phytoliths and C and N isotopes. In: COE, H.H.G., OSTERRIETH, M. L. (eds) **Synthesis of some phytoliths studies in South America (Brazil and Argentina)**. Nova Science Publishers, New York, 2014, p.149-170.

PAROLIN, M.; MONTEIRO, M. dos R.; COE, H. H. G.; COLAVITE, A. P. Considerações paleoambientais do Holoceno Médio por meio de fitólitos na Serra do Cadeado, Paraná. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, SP, v. Especial, p. 96-103, 2017. Disponível em:
<https://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/132609>. Acesso em: 01 ago. 2022.

PASSOS, J. R. dos. **Caracterização das linhas de pedra na Bacia Hidrográfica do Rio Bananas, Guarapuava – Paraná**. 2014, 184f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Estadual do Centro Oeste, Guarapuava, 2014.

PEREIRA, J. S.; PAROLIN, M.; MONTEIRO, M. dos R.; CAXAMBU, M. G.; RASBOLD, G. G. Caracterização morfológica dos fitólitos de *Butia microspadix* Burret (Arecaceae). **Revista de Ciências Ambientais**, Canoas – RS, v. 7, n. 1, p. 59-66, 2013. Disponível em: <https://revistas.unilasalle.edu.br/index.php/Rbca/article/view/940/877>. Acesso em: 02 ago. 2022.

PEREIRA, J. S. R.; MONTEIRO, M. dos 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. L. (eds) **Synthesis of some phytoliths studies in South America (Brazil and Argentina)**. Nova Science Publishers, New York, 2014, p.49-74.

PIPERNO, D. R. **A phytolith analysis: an archaeological and geological perspective**. London: Academic Press, 1988.

PIPERNO, D. R. The Status of Phytolith Analysis in the American Tropics. **Journal of World Prehistory**, New York – NY, v.5, n2, p.155-191, 1991. Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/25800596>. Acesso em: 02 ago. 2022.

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

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

RAITZ, E.; CALEGARI, M. R.; PAISANI, J. C.; PAISANI, S. D. L. Inventário de fitólitos da floresta ombrófila mista: subsídios para estudos paleoambientais. **Quaternary and Environmental Geosciences**, Curitiba - PR, v. 6, p. 18-35, 2015. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/abequa/article/download/36421/27694>. Acesso em: 01 ago. 2022.

RAMIREZ, A.I.A.; RASBOLD, G.G.; PAROLIN, M.; STEVAUX, J.C. Phytoliths and seeds in fluvial island paleoenvironment reconstruction (interaction with pollen analysis). **Journal of South American Earth Sciences**, v.89, p.30-38, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0895981118303687>. Acesso em: 02 ago. 2022.

RASBOLD, G.G. **Espículas de esponjas de água doce e fitólitos como indicadores das características paleoambientais desde o Pleistoceno Tardio das ilhas Bandeirantes e Grande, alto rio Paraná**. 2016. 63 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em

Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2016.

RASBOLD, G. G.; MONTEIRO, M. dos R.; PAROLIN, M.; CAXAMBÚ, M. G.; PESSEDA, L. C. R. Caracterização dos tipos morfológicos de fitólitos presentes em *Butia paraguayensis* (Barb. Rodr.) L. H. Bailey (Arecaceae). **Iheringia**, Porto Alegre - RS, v. 66, n. 2, p. 265-270, 2011. Disponível em: <https://isb.emnuvens.com.br/iheringia/article/view/55>. Acesso em: 02 ago. 2022.

RASBOLD, G. G.; PAROLIN, M.; CAXAMBU, M. G.; PESSEDA, L. C. R. Avaliação e quantificação dos fitólitos presentes em *Chloris elata* Desv., *Chloris gayana* Kunth e *Tripogon spicatus* (Ness) Ekman (Chloridoideae). **Iheringia**, Série Botânica, Porto Alegre - RS, v. 67, n. 2, p. 137-148, 2012. Disponível em: <https://isb.emnuvens.com.br/iheringia/article/view/109>. Acesso em 01 ago. 2022.

RASBOLD, G.G.; PAROLIN, M.; CAXAMBU, M.G. Reconstrução paleoambiental de um depósito sedimentar por análises multiproxy, Turvo, Estado do Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Paleontologia**, Porto Alegre - RS, v. 19, p. 315-324, 2016. Disponível em: https://sbpbrasil.org/assets/uploads/files/13_Rasbold_et_al_pg315a324_web.pdf. Acesso em: 02 ago. 2022.

RASBOLD, G.G.; STEVAUX, J.C.; PAROLIN, M.; LELI, I.T.; LUZ, L.D.; BRITO, H.D. Phytoliths indicate environmental changes correlated with facies analysis in a paleo island-lake, Upper Paraná River, Brazil. **Journal of South American Earth Sciences**, v.99, p.102-113, 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0895981120300262?via%3Dihub>. Acesso em: 02 ago. 2022.

ROVNER, I. Potential of opal phytoliths for use in paleoecological reconstruction. **Quaternary Research**, Cambridge, v.1, p.343-359, 1971. Disponível em: <https://www.cambridge.org/core/journals/quaternary-research/article/abs/potential-of-opal-phytoliths-for-use-in-paleoecological-reconstruction/776DE61949185753108F6D9601071C94>. Acesso em: 02 ago. 2022.

SANTOS, J. C. A. **Análise qualiquantitativa da carga suspensa do rio Mourão-PR, sua relação com o uso e ocupação do solo e considerações paleoambientais**. 2018. 120 f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Estadual de Maringá. Maringá - PR. 2018.

SANTOS, J. C. A. **Paleogeografia e Paleoambientes do baixo curso do rio Ivaí**. 2013. 81 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Estadual de Maringá, Maringá – PR. 2013.

SANTOS, J. C. A.; GASPARETTO, N. V. L.; PAROLIN, M. Reconstrução paleoambiental do baixo curso do rio Ivaí - Douradina/Paraná. **Boletim de Geografia Teorética**, Rio Claro - SP, v. 39, p. 337-350, 2014. Disponível em: <https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/ageteo/article/download/7724/6755>. Acesso em: 01 ago. 2022.

SILVA, D. W. **Caracterização paleoambiental da região de Guarapuava-PR, a partir de sedimento de turfa**: um estudo de caso. 2013. 96 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Estadual do Centro Oeste, Guarapuava - PR, 2013.

SILVA, D. W. Caracterização paleoclimática do quaternário tardio em áreas planálticas do Estado do Paraná. 2018. 126 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa - PR, 2018.

SILVA, D. W.; CAMARGO FILHO, M.; PAROLIN, M.; BERTOTTI, L. G. Análise paleoambiental a partir dos principais morfotipos de fitólitos encontrados em sedimento turfoso na região de Guarapuava-Paraná. **Ambiência (UNICENTRO)**, Guarapuava - PR, v. 12, p. 13-32, 2016. Disponível em: <https://revistas.unicentro.br/index.php/ambiencia/article/view/2644>. Acesso em: 02 ago. 2022.

SILVA JUNIOR, J. R.; FARGONI, E. H. Notas sobre o colapso da ciência no Brasil. **Ecos Revista Científica**, São Paulo - SP, n.58, p.1-18. 2021. Disponível em: <https://periodicos.uninove.br/eccos/article/view/20850>. Acesso em: 02 ago. 2022.

SPINAK, E. Indicadores cientimetricos. **Ciência da Informação**, Brasília - DF, v. 27, n. 2, p. 141-148, 1998. Disponível em: <https://revista.ibict.br/ciinf/article/view/795>. Acesso em: 01 ago. 2022.

STEVANATO, M. **Caracterização paleobiogeográfica de paleossolo em Inácio Martins – PR com base em dados proxy**. 2018. 59 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Estadual de Maringá, Maringá - PR, 2018.

STEVANATO, M.; RASBOLD, G. G.; PAROLIN, M.; LUZ, L. D.; LO, E.; WEBER, P.; TREVISAN, F.; CAXAMBU, M. G. New characteristics of the papillae phytolith morphotype

recovered from eleven genera of Cyperaceae. **Flora [online]** v.253, p. 49-55, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0367253018303712>. Acesso em: 02 ago 2022.

SUGUIO, K. Introdução. In: SOUZA, C. R. de G.; SUGUIO, K.; OLIVEIRA, A. M. dos S.; OLIVEIRA, P. E. **Quaternário do Brasil**. Holos Editora: Ribeirão Preto, 2005.

VANTI, N. A. P. Da bibliometria à webometria: uma exploração conceitual dos mecanismos utilizados para medir o registro da informação e a difusão do conhecimento. **Ciência da Informação**, Brasília - DF, v. 31, n. 2, p. 152-162, 2002. Disponível em: <https://revista.ibict.br/ciinf/article/view/970>. Acesso em: 01 ago. 2022.

VILLWOCK, F. H. **Identificação da paleovegetação associada as áreas de cerrado na mesorregião centro oriental paranaense**. 2018, p. 71. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Estadual de Maringá. Maringá – PR, 2018.

VILLWOCK, F. H.; EDUVIRGEM, R. V.; PAROLIM, M. PESQUISAS PALEOAMBIENTAIS NO CERRADO DE JAGUARIAÍVA, PARANÁ, BRASIL. In: MARCATTO, F. S.; OLIVEIRA, T. P.; GARBIN, E. P.; ENDLICH, A. M. (Org.). **Construindo o saber geográfico: 20 anos do PGE-UEM**. 1 ed. Maringá - PR: PGE Editora, v. 1, 2019, p. 158-173.

Data de recebimento: 14 de setembro de 2022.

Data de aceite: 22 de novembro de 2022.