

Análise paleoambiental a partir dos principais morfotipos de fitólitos encontrados em sedimento turfoso na região de Guarapuava-Paraná

Paleoenvironmental analysis from the main phytoliths morphotypes found in peat sediment in Guarapuava region-Paraná

Deyvis Willian da Silva^{1(*)}

Mauricio Camargo Filho²

Mauro Parolin³

Luiz Gilberto Bertotti⁴

Resumo

É crescente a preocupação dos cientistas em relação aos eventos ambientais que vigoraram no passado, a fim de buscar um entendimento maior sobre processos e configurações atuais. Assim, os estudos sobre o Quaternário têm, na sua essência, a preocupação do passado com o presente, utilizando diversas técnicas e materiais. Este trabalho apresenta os resultados obtidos por meio da análise dos principais tipos de fitólitos encontrados em depósito turfoso, localizado no reverso da escarpa da Esperança, no município de Guarapuava, Paraná, em associação com duas datações ¹⁴C. Os resultados obtidos informaram que o depósito estudado é datado do Período Pleistoceno, sendo que sua idade é de 15.648 anos AP (A partir do Presente). Foi possível, também, traçar três fases paleoambientais. Na fase I, a baixa concentração fitolítica e a presença de fitólitos típicos de palmeiras, sugerem que a área estudada, com datação de 15.648 anos AP, foi dominada por vegetação do tipo

1 MSc.; Geógrafo; Doutorando no Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Estadual de Ponta Grossa, UEPG; Endereço: Avenida General Carlo Cavalcanti, 4748, Uvaranas, CEP: 84030-900, Ponta Grossa, Paraná, Brasil; E-mail: deyvis7766@hotmail.com (*) Autor para correspondência.

2 Dr.; Geógrafo; Professor Associado do Departamento de Geografia, Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGG) da Universidade Estadual do Centro-Oeste, Unicentro, Coordenador do Laboratório de Geomorfologia Dinâmica e Aplicada; Endereço: Rua Simeão Camargo Varela de Sá, 03, CEDETEG, CEP: 85040-080, Guarapuava, Paraná, Brasil; E-mail: mcamargo12@hotmail.com

3 Dr.; Geógrafo; Professor Associado do Departamento de Geografia da Universidade Estadual do Paraná - Campus de Campo Mourão, Programa de Pós-Graduação em Geografia (Mestrado e Doutorado) da Universidade Estadual de Maringá. Coordenador o Laboratório de Estudos Paleoambientais da Fecilcam e a Estação Ecológica do Cerrado de Campo Mourão; Bolsista Produtividade da Fundação Araucária; Endereço: Avenida Comendador Norberto Marcondes, 733 – Centro, CEP: 87302-060, Campo Mourão, Paraná, Brasil; E-mail: mauparolin@gmail.com

4 Dr.; Professor Associado do Departamento de Geografia, Programa de Pós-graduação em Geografia (PPGG), Pesquisador do Núcleo de Pesquisas Ambientais (NPA) da Universidade Estadual do Centro-Oeste, Unicentro; Endereço: Rua Simeão Camargo Varela de Sá, 03, CEDETEG, CEP: 85040-080, Guarapuava, Paraná, Brasil; E-mail: bertotti99@gmail.com

floresta. Em segundo momento, na fase II, ocorre, inicialmente, um significativo incremento de fitólitos no depósito. É sugestivo que tenha ocorrido uma leve abertura na vegetação, deduzida pela participação de Chloridoideae e significativa presença de Panicoideae. A vegetação foi marcada por um misto de floresta e campo. Quanto à fase III, acredita-se que as características climáticas tenham sido muito próximas às atuais. Em relação à flora, uma tendência de associação mista se manteve, porém com maior frequência de morfotipos de fitólitos relacionados à vegetação de floresta, como *Bilobates* e *Globulars*. Esses resultados, por apontar a presença de vegetação do tipo floresta, há 15.648 anos AP, sugere que a região estudada possa ter sido, no passado, um refúgio florestal.

Palavras-chave: Quaternário; turfa Guará; fitólitos.

Abstract

There is a growing concern among scientists in relation to environmental events that were effective in the past in order to seek a better understanding of processes and current settings. Thus, studies on the Quaternary have in essence the concern of the past with the present, using various techniques and materials. This paper presents the results obtained by the analysis of the main types of phytoliths found in a peat deposit located on the reverse of the rugged Esperança in Guarapuava – Paraná state, in association with two ¹⁴C datings. The results indicated that the studied deposit is dated to the Pleistocene, and its age is 15.648 years (as of the present). It was also possible to draw three paleoenvironmental phases. In phase I, the low concentration of phytoliths and the presence of typical palm phytoliths suggest that the studied area dated around 15.648 years BP was dominated by forest. In phase II there was initially a significant increase in phytoliths along the deposit. It is suggestive that there has been a slight opening in the vegetation due to the occurrence of Chloridoideae and a significant presence of Panicoideae. The vegetation was marked by a mix of forest and fields. As for phase III, it is believed that the climatic characteristics were very close to those now existing. Regarding the flora, a tendency of mixed vegetation remained, but with a higher frequency of morphotypes of phytoliths related to forest vegetation, as *Bilobates* and *Globular*. These results point to the presence of the forest vegetation for 15.648 years (as of the present). It is indicative that the studied area may have been a forest retreat.

Key words: Quaternary; Guará peat; phytoliths.

Introdução

Conceitualmente, o período Quaternário é visto como a última grande

divisão de tempo geológico da história da Terra. Compreende os últimos 2.6 Ma (milhões de anos) (SUGUIO et al., 2005). Subdivide-se em Pleistoceno e Holoceno;

o primeiro corresponde a um intervalo de tempo desde 2.6 Ma até 10.000 anos (AP), mais de 200 vezes superior ao segundo, que representa os últimos 10.000 anos (MOURA, 1994; SUGUIO, 1999, 2005; SUGUIO et al., 2005; SANT'ANNA NETTO; NERY 2005; SALGADO-LABOURIAU, 2007; GUERRA, 2009; STEVAUX; PAROLIN, 2010; GUERREIRO, 2011).

Um fator importante em relação às interpretações dos eventos passados, é que as explicações dadas, a partir dos registros obtidos, são passíveis de comparação com dados e fenômenos naturais atuais, uma vez que os processos se repetem, embora com intensidades diferentes. Além disso, deve-se considerar o grande número de espécies do passado que ainda são encontradas na atualidade. Dessa maneira, tais registros mantêm informações sobre os processos pretéritos, que ligam o passado ao presente do Planeta (CAMARGO, 2005).

Quanto ao Brasil, às modificações que ocorreram são fruto de profundas e marcantes alterações climáticas, em que prolongados períodos de clima semiárido ou menos úmido se alternaram com períodos úmidos. No primeiro caso, a vegetação campestre dominava o ambiente, e as florestas restringiram-se a áreas mais úmidas, formando as denominadas "áreas de refúgio", em que condições particulares permitiram sua sobrevivência. Já, em relação aos períodos úmidos, foi quando ocorreu a máxima expansão das florestas, sobre áreas de campo (BIGARELLA, 1964; MAACK, 1981).

Segundo Bigarella (1964), foi Maack um dos primeiros estudiosos a preocupar-se com questões referentes às mudanças climáticas quaternárias no Paraná. Em seus estudos, relacionou a vegetação existente e o clima atual. Observando as regiões de campo, atribuiu

ao clima seco sua existência estava ligada a clima seco. Nessas regiões, as florestas foram progressivamente conquistando espaço por meio de aumento no aporte hídrico, estando os campos limitados a solos menos férteis.

Na atualidade, a interpretação sobre os ambientes do Quaternário conta com a utilização de materiais e técnicas mais acuradas para relacionar vegetação e clima, como por exemplo, os isótopos da Matéria Orgânica do Solo (MOS), obtidos a partir dos resultados da análise de estratos palinológicos, sobretudo polínicos dos sedimentos de turfas e lagos (PESSENDA et al., 2005).

No Centro Sul do estado do Paraná, Brasil, na porção Leste e Nordeste do município de Guarapuava, tem-se inúmeras turfeiras com tamanhos e profundidades variadas. Esses depósitos sedimentares contêm informações singulares sobre o passado ambiental da área. Dentre esses elementos guias, podem-se considerar os morfotipos de fitólitos. Para o presente trabalho, coletou-se (esse) material em uma turfeira localizada no reverso da Escarpa da Esperança, distante, aproximadamente, 30 km a leste da cidade de Guarapuava.

A utilização desse tipo de material e técnicas de coleta e identificação vêm crescendo entre os estudiosos que se preocupam com as questões paleoambientais do Quaternário no Brasil. Como exemplo de estudos paleoambientais, com base em dados palinológicos, a partir de sedimentos turfosos, podemos citar os de Behling (1996, 1997); Pessenda et al. (2004, 2005); Parolin et al. (2006); Leonhardt e Lorscheitter (2007, 2008); Guerreiro (2011); Parolin et al. (2011); Guerreiro et al. (2012); Santos (2013); Silva (2013).

Os resultados obtidos neste trabalho permitem compreender, ao menos em parte, o passado ambiental da área.

Característica dos sedimentos turfosos

O Sistema Brasileiro de Classificação de Solos - SBCS apresentado pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa (2009) considera como material orgânico aquele que, mesmo contendo componentes minerais, tenha um mínimo de 12% de carbono orgânico se for constituído por 60% ou mais da fração argila e 8% ou mais de carbono orgânico, quando a fração argila não se faz presente ou é reduzida.

Em linhas gerais, os Organossolos são considerados pouco evoluídos e são formados por meio do acúmulo de restos de vegetais com diferentes níveis de decomposição que são armazenados em ambiente com drenagem deficiente. Assumem principalmente cores preta e cinza escura em função das altas taxas de carbono (EMBRAPA, 2009).

A distribuição global dos depósitos turfosos apresentada por Franchi et al. (2003), tendo como base os dados da Sociedade Internacional de Turfa, estabelecem que 90% das reservas encontram-se em regiões de clima frio do hemisfério Norte, com destaque para Rússia, Estados Unidos e Canadá. Esses depósitos em áreas tropicais e subtropicais, conseqüentemente, estão associados a zonas florestadas e pantanosas.

Os ecossistemas formados por turfas são caracterizados pela presença de água, próximo, junto, ou acima da superfície, mantendo-se encharcados por período prolongado de tempo, capazes de produzir indicadores de drenagem deficiente, como por exemplo, o desenvolvimento de vegetação higrófila (MENDES; DIAS, 2008).

Pela constante presença de água, a quantidade de oxigênio é reduzida impedindo a rápida oxidação. Tais fatos contribuem para a preservação dos resíduos vegetais por um

período maior de tempo. Com a contínua deposição dos restos vegetais, camadas distintas podem ser formadas, as quais, ao longo do tempo guardam informações valiosas sobre a evolução ambiental. Essa seqüência, no geral, não obedece a um padrão único e regular, pois alterações no clima, vegetação ou nível freático, interferem em toda dinâmica do depósito (BRADY, 1989).

Quando bem preservadas, as turfas podem ser consideradas verdadeiros bancos de informações, sobretudo a partir dos microfósseis que têm seu caráter preservado devido ao ambiente anóxico e de baixo pH, os quais dificultam a decomposição e oxidação da matéria orgânica. Isso permite que os estratos sedimentares contenham informações botânicas passíveis de serem identificadas, como é o caso dos chamados palinomorfs, partículas microscópicas como pólenes, tecidos vegetais, fitólitos, esporos entre outros.

Assim, os sedimentos que constituem os depósitos de turfas, são excelentes indicadores do ambiente de formação e do entorno. A grande quantidade de palinomorfs preservados vem se mostrando eficiente na interpretação de paleoambientes a partir da reconstrução vegetal, como demonstram Costa et al. (2003); Parolin et al. (2006); Leonhardt e Lorscheitter (2007, 2008); Bauermann et al. (2008); Pessenda et al. (2005); Guerreiro (2011); Guerreiro et al. (2012).

Fitólitos

As informações botânicas e paleoambientais dos fitólitos são conhecidas há bastante tempo, mas sua utilização nos estudos palinológicos com fins ambientais pode ser considerada recente. O que potencializa o seu uso é o fato de serem encontrados com relativa abundância, nos mais diversos sítios arqueológicos, e

possuírem elevada resistência, tornando-se uma alternativa eficiente em relação ao pólen, elemento amplamente difundido na reconstrução da vegetação (LEWIS, 1981; MADELLA, 2007).

Segundo Piperno (1991), a construção dos fitólitos nas plantas, em especial nas Poaceae, tem início quando a sílica hidratada dissolvida no solo é absorvida pelas raízes e distribuída via sistema vascular para as demais partes da planta. Com o passar do tempo e a evapotranspiração, essa sílica solidifica-se e passa a ser depositada nas células e espaços intercelulares, formando pequenas “pedras” de plantas, compostas basicamente de sílica e pequenas quantidades de água, conformando um dos fósseis de plantas mais resistentes conhecidos pela ciência.

Essas precipitações podem ser encontradas por toda a planta, mas é nas partes aéreas que se acumulam de maneira expressiva (PIPERNO, 1991), seguindo a orientação do eixo de comprimento da folha (TWISS et al., 1969). Cabe destacar, também, que 95% da produção fitolítica é atribuída às gramíneas.

Por serem depositados em locais específicos ao longo de toda planta, os fitólitos acabam assumindo uma morfologia distinta entre determinados grupos vegetais. Sendo assim, a forma dos fitólitos recorda a célula em que foi originada, que funciona como um “molde”, permitindo que sejam feitas separações botânicas, daí isso algumas famílias de plantas produzem fitólitos morfológicamente distintos (COE et al., 2011).

Para se compreender e interpretar um conjunto de fitólitos, faz-se necessário um acervo de informações que permitam relacionar fitólitos modernos e fósseis, para, dessa forma, permitir calcular

índices fitolíticos, para interpretação do comportamento da vegetação ao longo de um determinado estrato sedimentar e apontar questões paleoambientais (COE et al., 2011).

Porém, ainda existem desafios metodológicos a serem sanados, principalmente sobre a produção e morfologia dos fitólitos. Os registros encontrados nos perfis de depósitos sedimentares conservam características e informações válidas que atendem as necessidades para a reconstrução da vegetação passada, uma vez que os fitólitos conservam inalteradas, por um longo período de tempo, características morfológicas passíveis de identificação e classificação taxonômica (PIPERNO, 1991).

Deve-se destacar que os estudos que têm (concordância com “estudos” que está no plural) como base dados fitolíticos, não têm a pretensão de estabelecer quais espécies colonizavam um dado local, mas sim, verificar se ocorreu ou não variação na tipologia vegetal. Essa variação é reconhecida por meio da análise de uma assembleia de fitólitos que permite inferir sobre a tipologia vegetal a partir da família e da subfamília (MONTEIRO, 2012).

Por outro lado, os fitólitos apresentam uma enorme vantagem no que se refere à mobilidade, pois, diferentemente dos grãos de pólen, que podem ser carreados pelo vento e pela água, com certa facilidade, estes, mesmo podendo sofrer interferência desses fatores, são, na grande maioria, depositados no local onde a planta sucumbiu (PIPERNO, 1991). Esse caráter de baixa mobilidade dá confiabilidade aos resultados, podendo esses fósseis serem utilizados para demonstrar sensíveis variações no ambiente (LEWIS, 1981).

Resumidamente, os estudos de fitólitos podem fornecer diversas informações, não

apenas sobre o clima de uma dada área, como também, informar por quanto tempo o local foi ocupado e se houve ou não alteração na vegetação, tendo em vista que mudanças na vegetação são mostradas por meio das variações nas classes de fitólitos (LEWIS, 1981; ALEXANDRE et al., 1999).

Por essas especificidades, é que a análise fitolítica vem ganhando espaço, já que é um confiável marcador ecológico e abre leques de exploração em locais onde grãos de pólen não alcançam a devida preservação, como solos bem drenados e ambientes oxidantes (CALEGARI et al., 2011).

Localização e caracterização da área de estudos

No Terceiro Planalto Paranaense, também conhecido como Planalto de Guarapuava, é onde se situa o município de Guarapuava, cujo território abrange 3.154 km², com altitudes que variam entre 1.300 metros, a leste, no reverso da escarpa da Esperança e 940 metros, em sua porção oeste (MASCARELLO, 2009). A área de estudos propriamente dita, encontra-se nas porções mais elevadas (1.200 metros), próximo aos limites do município, como mostra a figura 1.

O Planalto de Guarapuava tem sua origem relacionada com os derrames de lavas Jurássico-cretácicas, constituintes da Formação Serra Geral (CAMARGO FILHO, 1997). Tratz (2009) destaca ser possível, no município de Guarapuava, a identificação de duas unidades distintas de rochas: as ácidas do tipo Chapecó (riolitos, latitos, dacitos e quartzo-latitos) e as básicas da Fácies Campo Erê (basaltos hipovítreos, tabulares maciços, lobados).

A paisagem do Planalto Guarapuavano é constituída por morros e amplas colinas. Os primeiros, são encontrados nas porções

pouco elevadas do terreno, enquanto que as segundas, de grandes extensões planas, ficam restritas aos pontos mais elevados, no sentido leste, isto é, nas bordas da escarpa da Esperança (CAMARGO FILHO, 1997). É possível afirmar, ainda, que a morfologia desse setor do estado do Paraná está associada aos blocos planálticos dissecados pela drenagem, assim como, pelas áreas altas e planas (platôs de Guarapuava, Entre Rios e Três Pinheiros) (TRATZ, 2009).

O clima atual de Guarapuava pode ser classificado como subtropical mesotérmico úmido, com verões amenos e invernos moderados, não apresentando estação seca, uma vez que a pluviosidade é bem distribuída ao longo de todos os meses do ano, com média anual próxima da casa dos 2.000mm. Apresenta maior pluviosidade nos meses de verão e redução nos meses de inverno, principalmente julho e agosto (THOMAZ; VESTENA, 2003).

Quanto às temperaturas, Maack (1981) destaca que a média térmica anual se encontra próxima aos 17 °C. No mês mais quente, a média é de 20,6 °C, sendo a média das máximas 24,4 °C. O mês mais frio é julho, com uma temperatura média na casa dos 12,9 °C. É comum a temperatura, no inverno, chegar a 0 °C, não sendo raro a ocorrência de geadas e noites secas e frias. Essas noites (frias e secas) são propícias para a ocorrência da chamada geada negra, como nos lembra Nimer (1973).

A vegetação do entorno é caracterizada pela presença da Floresta Ombrófila Mista em associação com Estepe (Campos), comum nas áreas planálticas do sul do Brasil, formando uma paisagem de campos com capões e florestas-de-galeria (IBGE, 2012). No estado do Paraná, essa formação ocorre desde a encosta oeste da Serra do Mar, até próximo ao vale do Rio Paraná, mas somente

nas porções mais elevadas, é entrecortada por áreas de campo (ALONSO, 1973).

Muitos autores destacam que a associação campo/floresta tem sua origem ligada ao último período glacial, onde condições de clima semiárido, que provavelmente vigorou na região durante o Quaternário Tardio, favoreceu a instalação dos campos nas vertentes suaves e levemente onduladas. Já, as florestas ficaram restritas a pequenas ilhas isoladas ou próximas a corpos hídricos. Cabe destacar que essa conformação remonta a um período em que o clima foi mais seco em comparação às condições atuais (BIGARELLA, 1964; MAACK, 1981; ALONSO, 1973; BIGARELLA et al., 1975; RODERJAN et al., 2001; CORDEIRO; RODRIGUES, 2005).

Em todo o Brasil, grandes áreas das florestas originais foram dizimadas nos últimos anos, como as florestas de Araucária, por isso, é importante obter-se o maior número de informações sobre essa unidade, uma vez que amplia o entendimento desse ecossistema. No estado do Paraná, compreender a dinâmica dessas florestas é especial, uma vez que é a área principal a partir da qual houve sua distribuição, assim como, é importante um indicador climático que possa auxiliar na reconstrução detalhada da história paleoambiental do Sul do Brasil (BEHLING, 1997).

Material e Métodos

O início dos trabalhos se deu com o reconhecimento da área de estudo e arredores a fim de se escolher um ponto representativo da área. Como as turfeiras da região apresentam características parecidas (encontram-se em mesma litologia e sem grandes variações altimétricas), optou-se por uma turfeira de fácil acesso e sem

interferência antrópica. Esta foi denominada de “Turfa Guará” por sua proximidade ao distrito de Guará, município de Guarapuava.

Após a escolha, a turfeira foi sistematicamente tratada a fim de se obter a localização do ponto mais profundo do pacote sedimentar para efetuar a coleta de um testemunho. O mais usual é coletar o material com tubo de alumínio, porém essa técnica não foi eficaz, pois resultou na compactação do sedimento. Sendo assim, optou-se pela abertura de trincheira, na parede da qual se coletou um testemunho com 153 cm de profundidade

Em laboratório, o material coletado foi inicialmente descrito macroscopicamente, considerando suas características físicas. Em seguida, fatiado a cada 3 cm, totalizando 51 amostras, que foram secadas em estufa por 72 horas. Quando secas, foram trituradas separando-se 3 cm³ de cada fatia para extração dos palinomorfs.

As coletas para análise fitolítica, seguiram a metodologia desenvolvida por Faegri e Iversen (1975), utilizada por Parolin et al. (2006); Leonhardt e Lorscheitter (2007; 2008); Macedo et al. (2007); Bauermann et al. (2008), adaptada e aperfeiçoada de acordo com a rotina do Laboratório de Estudos Paleoambientais da Fecilcam – LEPAFE.

O procedimento consiste em coletar uma quantidade de 3 cm³ de sedimento a cada 3 cm ao longo do perfil e submeter o material a tratamento químico e físico. Inicialmente, aplica-se, sobre a amostra depositada em Becker, uma solução de hidróxido de potássio na concentração de 10%. Logo após, a amostra é submetida a procedimentos de lavagem e decantação. Quando a solução estiver clara e o material residual decantar em 15 minutos, retira-se o máximo possível de água. Na sequência, é acrescentado cloreto de zinco na densidade

de 2.3 g/cm³ e, via centrifugação, ocorre a separação dos palinomorfos do restante do material. Ao final, um volume fixo de cada amostra é depositado em lâminas e lacrado com lamínula e entelan[®]. Essas lâminas estão depositadas para domínio público no LEPAFE (códigos L.191-204.C.18).

Para visualização e identificação do material, foi utilizado microscópio óptico com aumento de 40x, sendo contados 200 fósseis por seção amostrada. Quanto à sua classificação, optou-se pela contagem por formas genéricas (Figura 2), uma vez que a separação das formas por subfamílias foi possível apenas para um número muito restrito do material visado. Assim, os dados coletados são interpretados a partir da forma dos principais tipos de fitólitos e sua respectiva fonte produtora, como nos é apresentado por Coe (2009) (Quadro 1).

Finalizando as contagens, para fins de se obter a densidade de deposição fitolítica, em cada uma das unidades amostradas, foi contabilizado o total de fitólitos encontrados em um transecto direita/esquerda no centro da lâmina. Isso permite que se tenha uma ideia da produção de fitólitos em cada unidade, que muito auxilia nas interpretações.

Duas datações ¹⁴C determinaram a idade do material. Estas foram efetuadas no *Center for Applied Isotope Studies, the University of Georgia* (CAIS) e os dados obtidos calibrados no software CALIB 6.0. A metodologia utilizada para a quantificação da idade tem como princípio a meia vida do carbono (C). É utilizado um Acelerador de Partículas Acoplado a um Espectrômetro de Massa (*AMS – Accelerator Mass Spectrometry*), no qual apenas 300µg de C são ionizados, acelerados e contados (PESSENDA et al., 2005).

Por fim, a partir da junção dos dados fitolíticos e datações ¹⁴C, foi confeccionado o palinodiagrama (Figura 3).

Apresentação e discussão dos resultados

Descrição do sedimento

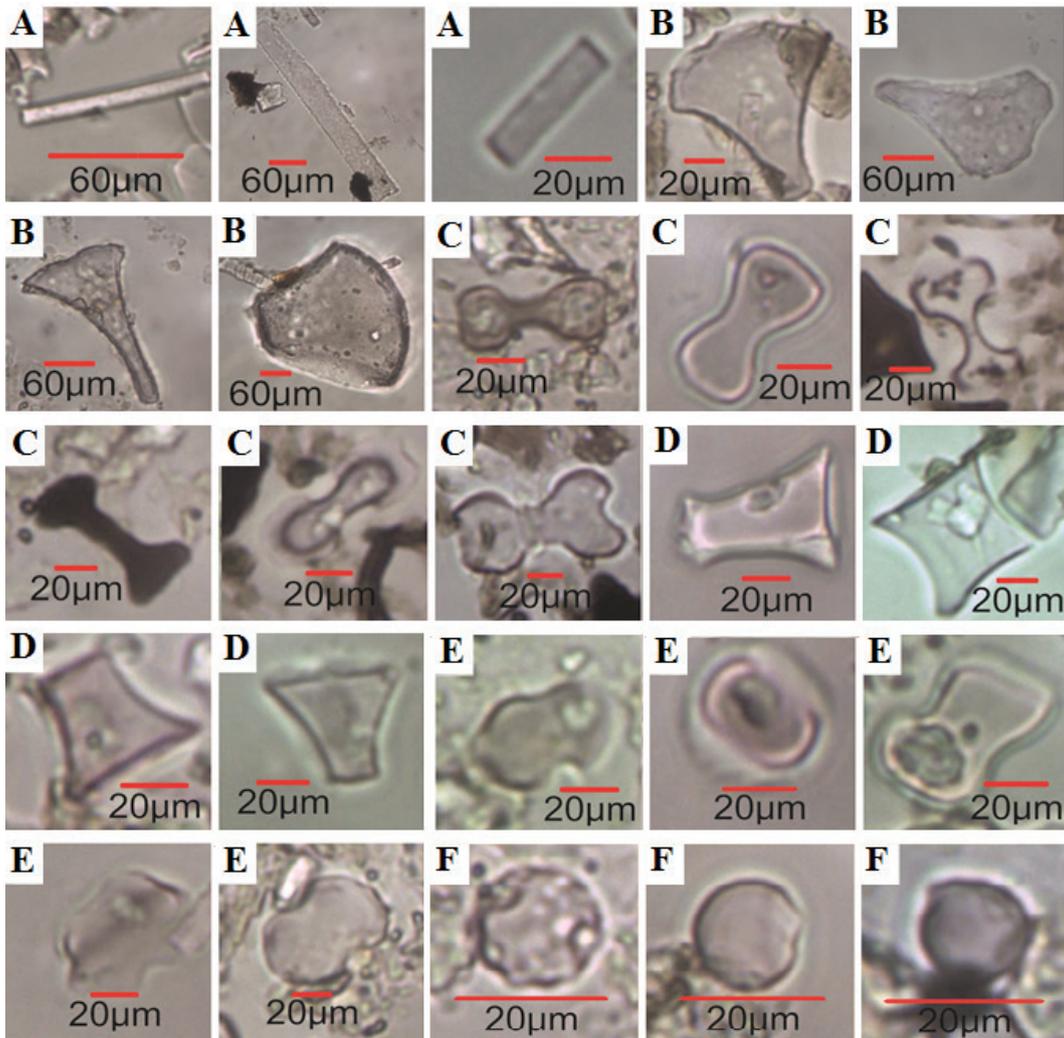
Ao longo do testemunho, a organização sedimentar permite identificar macroscopicamente cinco (5) unidades sedimentares. No topo do depósito, superfície da turfeira, há serrapilheira pouco decomposta. Seguindo, no sentido da base ou fundo do pacote sedimentar, ocorre uma camada de aproximadamente 20 cm de espessura, formada por uma grande presença de raízes.

Continuando, sentido da base, há material de coloração bruna-acinzentada muito escura (GLEY2 3/10BG, segundo a Tabela de cores MUNSELL, 2000), ainda com presença de raízes, porém com adensamento reduzido e perdurando até os 75 cm de profundidade.

De 75 cm até 120 cm, não são visíveis raízes e o sedimento assume uniformidade, tornando-se uma massa de coloração preto-esverdeada (GLEY2 2.5/10BG, segundo a Tabela de cores MUNSELL, 2000) que se acentua, justamente com a elevação do grau de decomposição. A partir de 120 cm até 150 cm, ocorre uma abrupta mudança em algumas características do material, principalmente na coloração, que passa a ser cinza-escura (5YR4/1, segundo a Tabela de cores MUNSELL, 2000).

A base do depósito é caracterizada por material de textura arenosa ao tato e coloração bruna-acinzentada muito escura (10YR 3/2, segundo a Tabela de cores MUNSELL, 2000), com mesclas cinzas e verde-claro-acinzentada (10YR 5/1 e GLEY1 6/5G, segundo a Tabela de cores

Figura 2 - Microfotografias dos principais morfotipos encontrados. A: *Elongate*; B: *Bulliform*; C: *Bilobate*; D: *Rondel*; E: *Saddle*; F: *Globular*.



Fonte: Silva, D.W. (2013).

MUNSELL, 2000), possivelmente fruto da alteração do substrato rochoso.

Material fitolítico

Dos morfotipos apresentados, os mais representativos em quantidade são os *Elongate*, correspondendo a mais de 40% do total contabilizado. Posteriormente, mesmo com a metade da representatividade dos *Elongates*, os *Bulliforms* foram encontrados em número

significativo, seguidos por *Rondel*, *Bilobate*, *Saddle* e *Globular*, respectivamente. É natural que os morfotipos *Elongates* e *Bulliforms* tenham aparecido com maior frequência, uma vez que são encontrados em todas as subfamílias da Poaceae, como mostra o quadro 1.

A forma *Elongate* (Figuras 2 e 3), além de ser encontrada em maior número, pode-se dizer que foi a que manteve maior estabilidade, apresentando apenas uma mudança abrupta ao

Quadro 1 - Representação dos morfotipos de fitólitos a partir do táxon e o ambiente característico

Forma	Táxon	Ambiente
<i>Bilobate</i>	Gramíneas, sobretudo Panicoideae alta; também algumas Panicoideae, Chloridoideae, Arundinoideae e Bambusoideae	Quente úmido, áreas à sombra, sob o dossel de florestas tropicais
<i>Saddle</i>	Gramíneas, sobretudo Chloridoideae baixas; algumas Bambusoideae, Arundinoideae	Regiões secas de baixa latitude e altitude ou condições edáficas
<i>Rondel</i>	Gramíneas, sobretudo Pooideae; também Bambusoideae	Regiões temperadas frias e altas elevações intertropicais
<i>Bulliform</i>	Gramíneas em geral	Estresse hídrico (déficit)
<i>Elongate</i>	Gramíneas em geral	
<i>Globular</i>	Palmae	Quente e úmido

Fonte: Modificado de Coe (2009).

longo do testemunho amostrado. Os *Bulliforms* (Figuras 2 e 3) seguem uma tendência proporcionalmente inversa aos *Elongates*, sendo seu maior pico de deposição encontrado desde a base do depósito até a profundidade de 135 cm. O morfotipo *Rondel* (Figuras 2 e 3) tem um comportamento ora similar aos *Elongates*, ora acompanhando a tendência dos *Bulliforms*. Sua deposição é extremamente baixa na base do depósito, em comparação com o restante do testemunho, com contagens que não ultrapassam 10 exemplares por seção, o que representa uma porcentagem de 5% do material contabilizados. Seu pico produtivo ocorre entre 117-100 cm, quando essas seções, juntas, representam quase 25% do material total visualizado.

A distribuição do morfotipo *Bilobate* seguiu uma tendência de ascensão da base para o topo do depósito. Entre 153 e 105 cm de profundidade, a média de elementos encontrados, por seção, ficou abaixo dos 5% (Figuras 4 e 5).

A quantidade e a distribuição da forma *Saddle* (Figuras 2 e 3) foi pouco expressiva em

comparação com as demais formas visualizadas. Das 51 amostras, praticamente em metade delas, obteve-se menos de 5% do total fitolítico contabilizado por seção. Em apenas dois pontos, próximos do topo do depósito, foram contabilizadas mais de 25 unidades, contribuindo em torno de 15% do total visualizado.

O morfotipo *Globular* mostra dois momentos de significativa presença; um desde a base até a altura de 120 cm e outro a partir de 30 cm até o topo do depósito. A baixa presença pode ser explicada pelo fato de a produção fitolítica ser baixa nas plantas arbóreas em comparação com as gramíneas, uma vez que os fitólitos acabam desempenhando função estrutural nas *Poaceae*, como nos lembra Monteiro (2012). Segundo Coe et al. (2007), nas *Poaceae*, as quantidades de sílica representam entre 1% e 5% do seu peso seco.

Datação

Quanto às duas datações realizadas, foi possível constatar que a idade da camada da base do depósito, no ponto amostrado, (153 cm) a idade foi de 15.648 anos AP (A

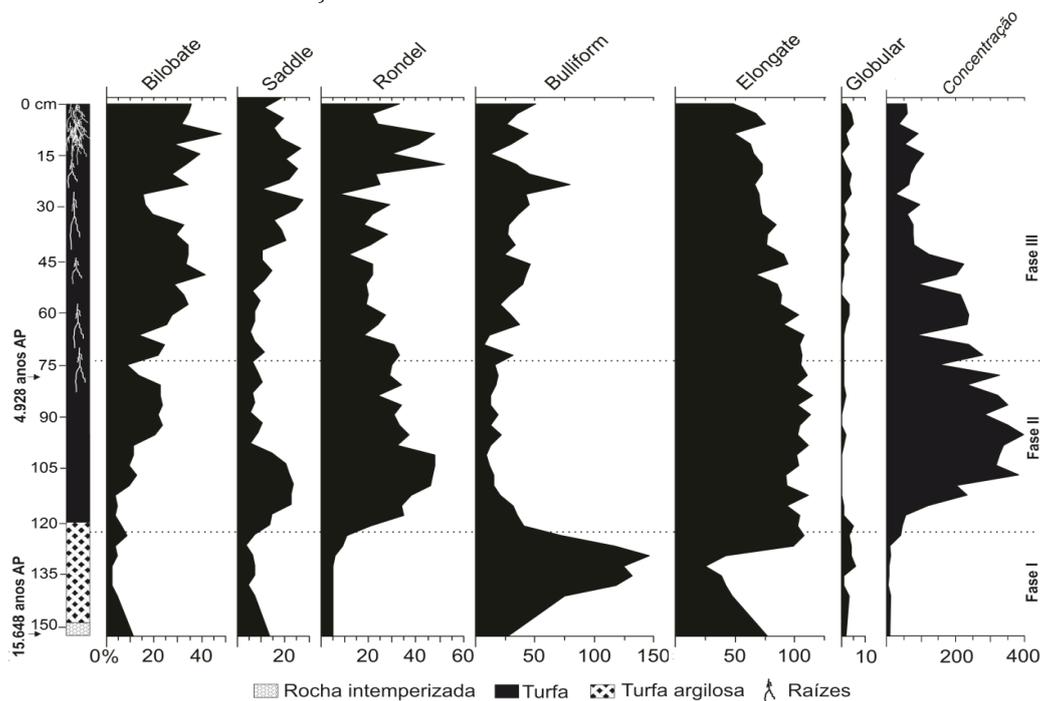
partir do Presente), como mostra a figura 3, sendo considerado como Presente, por convenção internacional, o ano de 1950 (PESSENDA et al. 2005, 1998 a). A datação nesse ponto foi possível devido à presença de fragmentos orgânicos depositados entre a rocha decomposta. Em segundo momento a idade encontrada foi de 4.921 anos AP., na profundidade de 78-81 cm. Isso indica que a turfa Guará teve origem no final do Pleistoceno, sob a ação do Último Máximo Glacial, com condições globais mais frias e secas que as atuais.

A figura 3 reúne essas informações, sendo possível estabelecerem-se três fases paleoambientais.

Fase I:

Ao se analisar a concentração de *Bulliforms*, que sugere estresse hídrico, em associação com uma considerável presença de *Globulars* produzidos pelas palmeiras relacionadas a ambiente quente e úmido, (Quadro 1) nota-se que essas informações são ambíguas. Algumas questões podem ser levantadas para justificar essa relação desconexa. Twiss et al. (1969) e Coe et al. (2011) dizem que, por serem maiores, os *Bulliforms* são mais resistentes ao intemperismo. Talvez essa situação tenha ocorrido na Turfa Guará, tendo em vista que, nas leituras do material da base do

Figura 3 - Palinodiagrama contemplando características físicas do perfil coletado, informações fitolíticas e Datações ^{14}C



Fonte: Silva, D.W. (2013).

depósito, houve predomínio de indivíduos robustos, como *Elongates* e, principalmente, os *Bulliforms*, muitos com marcas de intemperismo.

Outra situação é que a baixa concentração fitolítica demonstra a pequena presença de Poaceae. Entre o sedimento, é perceptível a existência de grande número de fragmentos de madeira e a significativa presença de *Globulars*. Registra-se que Santos (2013) chamou atenção sobre a necessidade de se conhecer melhor o morfotipo *Bulliform*, uma vez que pode ser também representativo de vegetação arbórea. É sugestivo que a área da turfa Guará, mesmo podendo ter tido um clima menos úmido que o atual, manteve níveis de umidade suficientes para permitir a existência de floresta em 15.648 anos AP.

É mais provável que os dados possam corroborar com as hipóteses estabelecidas por Ab'Sáber (1977 b), pois, segundo esse renomado pesquisador, as florestas durante o Último Máximo Glacial, reduziram-se a agrupamentos, em refúgios localizados em porções topográficas mais favoráveis à captação de umidade. Sob essa óptica, os refúgios da Serra do Mar, entre Santa Catarina e Espírito Santo, permaneceram em faixas descontínuas, nos pontos mais elevados expostos à maior umidade. Essa situação pode ter acontecido na área estudada, uma vez que é uma zona localizada em porções elevadas do terreno. Por sua vez, as terras baixas costeiras, estendidas para setores da plataforma continental, eram relativamente mais secas (AB'SÁBER, 1977b).

As interpretações estabelecidas para essa fase indicam que o predomínio de vegetação campestre nos setores mais elevados do relevo em áreas tropicais, durante os períodos mais frios do Pleistoceno tardio (BEHLING, 1996, 1997), deve

ser considerado com cautela, priorizando considerações evolutivas locais (THOMAS et al. 2001). Vale destacar, entretanto, que Behling (1997) indica para os Campos Gerais, no período entre 12.480 e 9.660 anos AP, o predomínio de vegetação de campo, com provável ocorrência de grupos espalhados de floresta tropical Atlântica e de Araucária nos vales, sugerindo climas mais secos e mais frios que os atuais.

Segundo De Oliveira et al. (2006), que estudaram duas sequências estratigráficas na região de São Bento do Sul-Santa Catarina, indicam que, durante o final do Pleistoceno, os índices evidenciam temperaturas e precipitações foram abaixo dos atuais, no entanto, as cabeceiras de vale mantinham ambientes locais relativamente úmidos.

Os dados da turfa Guará sugerem um ambiente ligeiramente úmido sob vegetação fechada destoando de outros trabalhos realizados no estado do Paraná, como os de Fernandes (2008); Rezende (2010); Pessenda et al. (1996, 2001, 2004); Guerreiro (2011); Santos (2013). Esses autores, em linhas gerais encontraram, em seus estudos, ambientes menos úmidos, em idades próximas àquelas da turfa Guará.

Diante do exposto, a pouca presença de Poaceae, a existência de fragmentos lenhosos no sedimento, de palinomorfos característicos de palmeiras e interpretações, que sugerem que os *Bulliforms* também possam ser representativos de árvores, nos permitem sugerir que, no Pleistoceno Tardio, a área da Turfa Guará poderia ser um refúgio florestal, reavivando as hipóteses levantadas por Ab'Sáber (1967, 1971, 1977a, 1977b); Bigarella (1964, 1975); Maack (1981).

Mesmo os resultados indicando vegetação florestal, o que seria uma interpretação inédita para o estado do

Paraná, algumas análises laboratoriais ainda são necessárias, como dos isótopos estáveis do C e análises polínicas, teores de matéria orgânica e aplicação dos índices fitolíticos, que já estão em andamento, para confirmar a sugestão inicial de se tratar de possível zona de refúgio florestal.

Fase II

A Fase II compreende as camadas de 75 a 120 cm de profundidade e sua idade foi datada por ^{14}C em 4.921 anos cal. AP. Esta datação corresponde ao final dessa Fase (80 cm de profundidade). Nela há um significativo incremento na concentração de fitólitos. Na verdade, é a maior concentração dentre as três fases identificadas, passando de 10/15 unidades contadas por transecto (na base do testemunho) para uma média superior a 200, chegando a 400 unidades nas camadas mais abastadas.

Calegari et al. (2011) que trabalharam com fitólitos depositados em perfil de solo no município de Guarapuava, a uma distância aproximada de 25 km a oeste da Turfa Guará, constataram, a partir de seus dados isotópicos, um misto formado por gramíneas e árvores, com valor de $\delta^{13}\text{C}$ -21‰, sugerindo uma vegetação mais aberta. Essas características parecem ter se mantido até meados do Holoceno.

Pessenda et al. (1996, 1998a-b, 2001, 2004) encontraram condições climáticas menos úmidas desde o Pleistoceno tardio até o médio Holoceno. Santos (2013), em trabalho realizado na planície do rio Ivaí (Paraná), demonstra que períodos secos foram intercalados por eventos úmidos até próximo dos 2.000 anos AP.

Essas informações parecem estar em acordo com os dados obtidos na turfa Guará, a qual passou de um ambiente menos úmido em 15.648 anos cal. AP, para um ambiente com

maior disponibilidade de água no final da Fase II (4.928 anos cal. AP), sugerindo, por meio da maior presença de fitólitos, que a vegetação era mais aberta. Essas inferências são feitas a partir da redução na participação de Chloridoideae e significativa presença de Panicoideae. Silva (2013) salienta que essa abertura da vegetação na região estudada, não chega a caracterizar uma mudança na vegetação, por exemplo, de floresta para campo, e sim sugere presença de vegetação mista.

Fase III

Esta Fase se estende desde a profundidade 75 cm até a superfície da turfeira. Sua base é quase coincidente com a datação da Fase II (4.928 anos cal. AP). De modo geral, a concentração de fitólitos decresce desde o início da Fase até 45 cm, estabilizando-se a partir dessa profundidade até o topo do testemunho (Figura 3). Ao mesmo tempo, a presença de Panicoideae atinge sua maior expressividade, assim como, a participação da família Arecaceae, sugerindo um ambiente, no geral, mais úmido e quente quando comparado com a fase anterior.

Por outro lado, observa-se uma significativa participação do morfotipo *Saddle* (sugerindo um ambiente relativamente frio), a partir da porção central da Fase até próximo à superfície (Figura 3). Ela pode estar relacionada com as próprias características ambientais da região de Guarapuava, considerada uma das mais frias do Paraná, assim como, pelo local onde a Turfa Guará está inserida, nas porções elevadas da escarpa da Esperança, em altitude superior a 1.200 metros.

Entre 4.922±59 e 1.715±29 anos AP, de acordo com Calegari et al. (2011), ocorre redução de Araucariaceae e aumento de Panicoideae e Cloridoideae, em seus estudos, para o perfil referente à Guarapuava. Essa

participação de Poaceae também foi sentida na Turfa Guará pela introdução de *Bilobate* e *Saddle*. Calegari et al. (2011) observaram também, fitólitos amarelados e fragmentos de carvão nesses limites, sugerindo a presença de incêndios, sob vigência de clima menos úmido. Talvez, o pico de menos umidade encontrado na altura de 20 cm na Turfa Guará (Figura 3), relacionado com notória presença de *Bulliforms*, que pode indicar estresse hídrico, esteja em consonância com os dados dos autores supracitados.

Acredita-se que, nessa fase, as características climáticas tenham sido muito próximas às atuais. Em relação à flora, uma tendência de vegetação mista se manteve, porém com maior frequência de morfotipos relacionados à vegetação de floresta, como *Bilobates* e *Globulars*.

Considerações finais

Diante do exposto, foram traçadas as três Fases, ficando demonstrado que, na base do testemunho, o material datado em 15.648 anos cal. AP sugere que o ambiente era formado por vegetação mais fechada, arbórea. No segundo momento, há uma redução da disponibilidade hídrica e incremento de gramíneas. No final dessa fase, o ambiente passa para mais úmido. Por fim, a terceira e última fase traçada, compreendendo praticamente os últimos 4.921 anos, que apresenta um retorno das palmeiras, constante presença do morfotipo *Bilobates*, sugerindo aumento na disponibilidade hídrica.

Dessa forma, em virtude das informações levantadas, principalmente a partir dos dados *proxi*, principalmente os da base do depósito, que acusam pouca participação de gramíneas na composição da vegetação, presença de fragmentos lenhosos, combinado com as características físicas do

ambiente em que a Turfa Guará se encontra (zonas de topo), nos permite sugerir que a área estudada constituiu uma possível zona de refúgio florestal.

É corrente no meio científico afirmar-se que, durante o Pleistoceno, perdurou um clima mais frio e seco que o da atualidade. Entretanto, os dados obtidos neste trabalho indicam que a região onde está localizada a Turfa Guará teve um ambiente mais úmido do que o sugerido na bibliografia especializada, por suas particularidades mencionadas. Porém, como já destacado anteriormente, para confirmar tal suposição de modo mais confiável, já estão sendo realizadas algumas análises laboratoriais, como, dados polínicos, teores de matéria orgânica, aplicação de índices fitolíticos e, principalmente, dados isotópicos, os quais permitirão traçar características fotossintéticas da vegetação.

Tal suposição, se confirmada, trará um resultado inédito para o estado e, passa a ser um ponto de partida para a realização de novos estudos, na tentativa de compreender melhor tanto a área estudada como seus arredores. Com isso, entender-se-á, de maneira menos subjetiva, a configuração dessas zonas e de onde partiam os pulsos de expansão e retração da vegetação frente às imposições climáticas.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Laboratório de Geomorfologia Dinâmica e Aplicada da UNICENTRO e ao Laboratório de Estudos Paleoambientais da FECILCAM – LEPAFE. Assim como, ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) a partir do projeto 472496/2011-8, pela colaboração financeira.

Referências

- AB'SÁBER, A. N. Domínios morfoclimáticos e províncias fitogeográficas do Brasil. **Revista Orientação**, São Paulo, v.3, p. 45-48, 1967.
- AB'SÁBER, A. N. Organização natural das paisagens inter e subtropicais brasileiras. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 3., Brasília, DF. **Anais...** São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo/Editora Edgar Blücher, 1971. p.1-14.
- AB'SÁBER, A. N. Os domínios morfoclimáticos na América do Sul: primeira aproximação. **Geomorfologia**, São Paulo, n. 52, p. 1-22, 1977a.
- AB'SABER, A. N. Espaços ocupados pela expansão dos climas secos na América do Sul, por ocasião dos períodos glaciais quaternários. **Paleoclimas**, São Paulo, v.3, 1977 b.
- ALEXANDRE, A.; MEUNIER, J.-D.; MARIOTTI, A.; SOUBIES, F. Late holocene phytolith and carbon-isotope record from a latosol at Salitre, South-central Brazil. **Quaternary Research**, San Diego, v. 51, p. 187-194, 1999.
- ALONSO, M. T. A. Vegetação. In: **Geografia do Brasil: Região Sul**. Rio de Janeiro: IBGE, 1973. p. 81-109.
- BAUERMANN, S. G.; MACEDO, R. B.; BEHLING, H.; PILLAR, V.; NEVES, P. C. P. das. Dinâmicas vegetacionais, climáticas e do fogo com base em palinologia e análise multivariada no Quaternário tardio do Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Paleontologia**, v. 11, n. 2, p. 87-96, 2008.
- BEHLING, H. Late Quaternary vegetation, climate and fire history from the tropical mountain region of Morro de Itapeva, SE Brazil. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, v. 129, p. 407-422, 1996.
- BEHLING, H. Quaternary vegetation, climate and fire history of the Araucaria forest and campos region from Serra Campos Gerais, Paraná State (South Brazil). **Review of Palaeobotany and Palynology**, Amsterdam, v.97, 109-121, 1997.
- BIGARELLA, J. J. Variações climáticas no quaternário e suas implicações no revestimento florístico do Paraná. **Boletim Paranaense de Geografia**, Curitiba, n. 10, 11,12, 13, 14 e 15, p. 211-231, 1964.
- BIGARELLA, J. J. ADRADE-LIMA, D.; RIEHS, P. J. Considerações a respeito das mudanças paleoambientais de algumas espécies vegetais e animais no Brasil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 47 (suplemento), p. 411-464, 1975.
- BRADY, N. C. **Natureza e propriedades dos solos**. Trad. Antônio B. Neiva Figueiredo. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1989.

CALEGARI, M. R.; TORRADO, P. V.; MADELLA, M.; PESSENDA L. C. R.; MARQUES, F. A. Reconstrução das condições de formação de horizontes húmicos em latossolos por análise fitolítica. In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO ABEQUA, 13., ENCONTRO DO QUATERNÁRIO SULAMERICANO, 3., ABEQUA Congress - The South American Quaternary: Challenges and Perspectives. 2011. Búzios. **Anais...** Búzios: [S.I.], 2011.p 6. Disponível em: <www.abequa.org.br>. Acesso em: 10 jun. 2013.

CAMARGO FILHO, M. **Aspectos fundamentais da evolução geomorfológica Cenozóica da bacia do rio Bananas- Guarapuava – PR.** 1997. 321 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC, Florianópolis, 1997.

CAMARGO, G. **O significado paleoambiental de depósitos de encosta e de preenchimento de canal no município de Lapa no sul do Segundo Planalto Paranaense.** 2005. 292 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC, Florianópolis, 2005.

COE, H. H. G.; CARVALHO, C. N.; ALEXANDRE, A.; VIDAL, D.; SILVA, A. S. Utilização de silicofitólitos extraídos de perfis de solo como indicadores da evolução da vegetação xerofítica de búzios, Rio de Janeiro, durante o Quaternário. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 31.; 2007, Gramado. **Anais...** Gramado: SBCS, 2007. p. 5.

COE, H. H. G. **Fitólitos como indicadores de mudanças na vegetação xeromórfica da região de Búzios / Cabo Frio, RJ, durante o Quaternário.** 2009. 300 f. Tese (Doutorado em Geologia e Geofísica Marinha) – Universidade Federal Fluminense, UFF, Niterói, 2009.

COE, H. H. G.; CHUENG, K. F.; GOMES, J. G. Mudanças possivelmente antrópicas na cobertura vegetal na região de Búzios, Rio de Janeiro, identificadas através de análises de fitólitos. **Revista Tamoios**, Ano VII, n 2, p.1-17, 2011.

CORDEIRO, J.; RODRIGUES, W. A. Caracterização fitossociológica de um remanescente de Floresta Ombrófila Mista em Guarapuava, PR. **Revista Árvore**, v.31, n.3, p.545-554, 2005.

COSTA, C. S. B.; IRGANG, B. E.; PEIXOTO, A. R.; MARANGONI, J. C. Composição florística das formações vegetais sobre uma turfeira topotrófica da Planície Costeira do Rio Grande do Sul, Brasil. **Acta Bot. Bras.**, v. 17, n. 2, p. 203-212, 2003.

De OLIVEIRA, M. A. T.; PESSENDA, L. C. R.; BEHLING, H; LIMA, G. L. de; FERREIRA, G. M. dos S. S. Registro de mudanças ambientais pleistocênicas e holocênicas em depósitos de cabeceira de vale: Campo Alegre, planalto norte catarinense (SC). **Revista Brasileira de Geociências**, v.33, n. 6, p. 474-487, 2006.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** Rio de Janeiro: Embrapa-SPI, 2009.

FAEGRI, K.; IVERSEN, J. **Text-book of pollen Analysis**. Munksgaard, Copenhagen: Blackwell Scientific Publications, 1975. 295 p.

FERNANDES, R. S. **Reconstrução paleoambiental da lagoa Fazenda durante o Pleistoceno Tardio na região de Jussara, Estado do Paraná, com ênfase em estudos palinológicos**. 2008. 125 f. Dissertação (Mestrado em Análise Geoambiental) – Universidade Guarulhos, Guarulhos, 2008.

FRANCHI, J. G.; SÍGOLO, J. B.; LIMA, J. R. B. de. Turfa utilizada na recuperação ambiental de áreas mineradas: metodologia para avaliação laboratorial. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 33, n. 3, p. 255-262, 2003.

GUERRA, A. J. T. **Novo Dicionário Geológico-Geomorfológico**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2009.

GUERREIRO, R. L. **Paleoambientes holocênicos da planície do alto Tibagi, Campos Gerais, sudeste do Estado do Paraná**. 2011. 86 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2011.

GUERREIRO, R. L.; GASPARETTO, N. V. L.; PAROLIN, M.; STEVAUX, J. C. Distribuição e análise de sedimentos turfosos holocênicos na planície do alto Tibagi, campos gerais, Paraná. **Revista de Ciências Ambientais**, Canoas, v.6, n.1, p. 105 a 116, 2012.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico da vegetação brasileira**. 2. ed: Rio de Janeiro: IBGE, 2012. (Manuais técnicos em Geociências)

LEPAFE. Laboratório de Estudos Paleambientais da FECILCAM. Disponível em: <<http://www.fecilcam.br/lepafe>>. Acesso em: 15 jun 2013.

LEONHARDT, A.; LORSCHREITTER, M. L. Palinomorfos do perfil sedimentar de uma turfeira em São Francisco de Paula, Planalto Leste do Rio Grande do Sul, Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 30, n.1, p.47-59, 2007.

LEONHARDT, A.; LORSCHREITTER, M. L. Pólen de gimnosperma e angiosperma do perfil sedimentar de uma turfeira em São Francisco de Paula, Planalto Leste do Rio Grande do Sul, Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 31, n.4, p.645-658, 2008.

LEWIS, R. O. Use of opal phytoliths in paleoenvironmental reconstruction. **Jornal of Ethnobiology**, v.1, p. 175-181, 1981.

MAACK, R. **Geografia física do Estado do Paraná**. Rio de Janeiro: Olympio, 1981. 350 p.

MACEDO, R. B.; CANCELLI, R. R.; BAUERMAN, S. G.; NEVES, P. C. P. das; BORDIGNON, S. A. de L. Palinologia de níveis do Holoceno da Planície Costeira do Rio Grande do Sul (Localidade de Passinhos), Brasil. **Revista Gaea Unisinos**, v.3, n.2, p. 68-74, 2007.

- MADDELLA, Q. M. Phytoliths: a terrestrial botanical dataset for paleoenvironmental reconstructions. **Geophysical Research Abstracts**, v. 9, p.60-57, 2007.
- MASCARELLO, L. V. **Estratigrafia e sedimentologia de cones de dejeção aplicadas à caracterização da dinâmica de processos erosivos em encosta: a encosta Guairacá - Guarapuava (PR)**. 2009. 127 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC, Florianópolis, 2009.
- MENDES, C.; DIAS, E. Ecologia e vegetação das turfeiras de *Sphagnum* spp. da ilha Terceira (Açores). 2. ed. **Cadernos de Botânica n. 4**. Herbário da Universidade dos Açores. Angra do Heroísmo, 2008.
- MONTEIRO, M. **Paleoambientes indicados através da análise de fitólitos e $\delta^{13}C$ em sedimentos turfosos nos Campos Gerais do estado do Paraná**. 2012. 58 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2012.
- MOURA, J. R. da S. de. Geomorfologia do Quaternário. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B da (Org.): **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. 4. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1994. p.355-364.
- MUNSELL SOIL COLLOR CHART. Baltimore, Munsell Collor Company, 2000.
- NIMER E. Clima In: **Geografia do Brasil: Região Sul**. Rio de Janeiro: IBGE, 1973. p.35-79.
- PAROLIN, M.; MEDEANIC, S.; STEVAUX, J.C. Registros palinológicos e mudanças ambientais durante o Holoceno de Taquarussu (MS). **Revista Brasileira de Paleontologia**, Porto Alegre, v.9, n.1, p.137-148, 2006.
- PAROLIN, M.; RASBOLD, G. G.; PESSENDA, L. C. R. Reconstituição paleoambiental utilizando isótopos estáveis do CEN e fitólitos em turfeira na região de Campo Mourão-PR, Brasil. In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO, 13., ENCONTRO DO QUATERNÁRIO SULAMERICANO. 3., ABEQUA Congress - The South American Quaternary: Challenges and Perspectives. 2011, Búzios. **Anais...** Búzios: [S.I.], 2011. p 5. Disponível em: < www.abequa.org.br >. Acesso em: 10 jun. 2013.
- PESSENDA, L. C. R.; VALENCIA, E. P. E.; CAMARGO, P. B.; TELLES, E. C. C.; MARTINELLI, L. A.; CERRI, C. C.; ARAVENA, R.; ROZANSKI, K. Natural radiocarbon measurements in Brazilian soils developed on basic rocks. **Radiocarbon**, Tucson, v. 38, n.2, p. 203-208, 1996.
- PESSENDA, L. C. R.; LISI, C. S.; GOUVEIA, S. E. M. Datação por ^{14}C . In: PESSENDA, L. C. R. Laboratório de C-14. **Técnicas e Aplicações Paleoambientais**. (Série Didática). 1. ed. Piracicaba: CPG/CENA, 1998a. v.2. p. 5-7.

PESSENDA, L. C. R.; GOUVEIA, S. E. M.; LISI, C. S. Isótopos estáveis do carbono da matéria orgânica do solo. uso como indicadores de trocas de vegetação e clima. In: PESSENDA, L. C. R. Laboratório de C-14. **Técnicas e Aplicações Paleoambientais**. (Série Didática). 1. ed. Piracicaba: CPG/CENA, 1998b. v. 2. p. 8-12.

PESSENDA, L. C. R.; BOULET, R.; ARAVENA, R.; ROSOLEN, V.; GOUVEIA, S. E. M.; RIBEIRO, A. S.; LAMOTTE, M. Origin and dynamics of soil organic matter and vegetation changes during the Holocene in a forest transition zone, Brazilian Amazon region. **The Holocene**, London, v. 11, n.2, p. 250-254, 2001.

PESSENDA, L. C. R.; GOUVEIA, S. E. M.; ARAVENA, R.; BOULET, R.; VALENCIA, E. P. E. Holocene fire and vegetation changes in southeastern Brazil as deduced from fossil charcoal and soil carbon isotopes. **The Journal of the International Union for Quaternary Research**, Amsterdam, v. 114, p. 35-43, 2004.

PESSENDA, L. C. R.; GOUVEIA, S. E. M.; FREITAS, H. A. de; RIBEIRO, A. de S.; ARAVENA, R.; BENDASSOLLI, J. A.; LEDRU, M. P.; SIEFEDDINE, A. F.; SCHEEL-YBERT, R. Isótopos do carbono e suas aplicações em estudos paleoambientais. In: SOUZA, C. R. de G.; SUGUIO, K.; OLIVEIRA, A. M. dos S.; DE OLIVEIRA, P. E. **Quaternário do Brasil**. Ribeirão Preto: Holos, 2005. p.75-93.

PIPERNO, D. R. The status of phytolith analysis in the American Tropics. **Journal of World Prehistory**. v. 5, n. 2, p.155-191, 1991.

REZENDE, A. B. **Espículas de esponjas em sedimentos de lagoa como indicador paleoambiental do NW do Estado do Paraná**. 2010. 65 f. Dissertação (Mestrado em Análise Geoambiental) - Universidade Guarulhos, Guarulhos, 2010.

RODERJAN, C. V.; GALVÃO, F.; KUNIYOSHI, Y. S.; SANTOS, É. P. dos. Caracterisation des unites phytogeographiques dans l'état du Paraná, Brasil, et leur etat de conservation. **Biogeographica**, Paris, n. 77, v.4, p. 129-140, dez. 2001.

SALGADO-LABOURIAU, M. L. **Crítérios e técnicas para o Quaternário**. São Paulo: Edgard Blucher, 2007. 404p.

SANT'ANNA NETO, J. L.; NERY, J. T. Variabilidade e mudanças climáticas no Brasil e seus impactos regionais. In: SOUZA, C. R. de G.; SUGUIO, K.; OLIVEIRA, A. M. dos S.; DE OLIVEIRA, P. E. **Quaternário do Brasil**. Ribeirão Preto: Holos, 2005. p.28-51.

SANTOS, J.C.A. dos. **Paleogeografia e paleoambientes do baixo curso do rio Ivaí- PR**. 2013. 82 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2013.

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

STEVAUX, J. C.; PAROLIN, M. Síntese do período Quaternário do Estado do Paraná. In: PAROLIN, M.; VOLKMER-RIBEIRO, C.; LEANDRINE, J. A. (Org.). **Abordagem ambiental interdisciplinar em bacias hidrográficas no Estado do Paraná**. Campo Mourão: Editora da FECILCAM, 2010. p. 43-58.

SUGUIO, K. **Geologia do quaternário e mudanças ambientais**. São Paulo: Oficina de Textos, 1999. 408 p.

SUGUIO, K. Introdução In: SOUZA, C. R. de G.; SUGUIO, K.; OLIVEIRA, A. M. dos S.; DE OLIVEIRA, P. E. **Quaternário do Brasil**. Ribeirão Preto: Holos, 2005. Cap 1. p. 21-27.

SUGUIO, K.; SALLUN, A. E. M.; SOARES, E. A. A. Período Quaternário: “Quo Vadis”? **Revista Brasileira de Geociências**, v.35, n. 3, p. 427-432, 2005.

THOMAZ, E. L.; VESTENA, L. R. **Aspectos climáticos de Guarapuava-PR**. Guarapuava: UNICENTRO, 2003.

THOMAS, M. F.; NOTT, J.; PRICE, D. M. Late Quaternary stream sedimentation in the humid tropics: a review with new data from NE Queensland, Australia. **Geomorphology**, v. 39, n.1, p. 53-68, 2001.

TRATZ, E. B. **As rochas vulcânicas da província magmática do Paraná, suas características de relevo e sua utilização como recurso mineral no município de Guarapuava-PR**. 2009. 196 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC, Florianópolis, 2009.

TWISS, C.; SUESS, E.; SMITH, R. M. Morphological classification of grass phytoliths. **Soil Science Society of America Proceedings**, Madison, v.3, n.3, p.109-115, 1969.