

Plano de Atividades – Mestrado

Análise palinológica de alta resolução do Holoceno Tardio na região central do Paraná, sudeste do Brasil: vegetação, clima e o papel da influencia humana

Orientado: Leonardo Michel Angelo

Supervisão: Dr. Paulo E. De Oliveira

Instituição Principal: Laboratório de Micropaleontologia

Departamento de Geologia Sedimentar e Ambiental

Instituto de Geociências-IGC, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil

Resumo

Pólen, esporos, diatomáceas, pigmentos sedimentares de plantas e micropartículas de carvão vegetal de alta resolução serão analisados nos sedimentos de Lagoa Dourada, onde o início da deposição de uma coluna de 12 metros de profundidade é datada em 11.000 anos BP. O objetivo deste estudo é determinar mudanças na vegetação passada e nos níveis lacustres para inferior paleoclimas. Os resultados serão integrados aos cenários paleoclimáticos derivados de perfis de isótopos de oxigênio em espeleotemas de cavernas.

1. Introdução

Diferentes interpretações de registros microfósseis como frústulas de pólen-esporos-diatomáceas preservadas no sedimento lacustre do Pleistoceno Tardio e Holoceno tem comprometido o entendimento completo das mudanças climáticas no recente passado do Brasil. Esse problema se torna evidente na literatura palinológica disponível das décadas de 1980 e 1990, quando a datação por radiocarbono de amostras lacustres necessitava de amostragem de grandes intervalos de perfis depositados sob baixíssimas taxas de sedimentação. Além disso, outro problema é a interpretação climática dados polínicos derivada de interpretações controversas de certos táxons. Esse último é exemplificado pelo sinal de pólen de gramíneas, como por exemplo grãos monoporatepsilado pertencendo a Poaceae, uma grande família de ervas aquáticas e terrestres, bamboos e táxons de cereais. A dicotomia da interpretação é tamanha que alguns autores relacionam o aumento em pólen de gramíneas em sedimentos diretamente com o aumento de climas semi-áridos, enquanto outros investigadores tem avisado que utilizar o sinal polínico das gramíneas como principal elemento de suas conclusões em ecossistemas tropicais pode ser ambíguo, pois este, além de poder ter sido derivado de vegetação de savana, também pode ser derivado de plantas pertencentes ao táxon bambusóide vivendo no sub-bosque de densas florestas tropicais ou de vegetação aquática crescendo em tapetes de grama flutuantes ou vegetação marginal aquática representada por macrófitos e, nesses casos, não representar condições áridas (Bush, 2002; Bush et al., 2004; Colinvaux et al. 1996; Colinvaux et al., 1999; Colinvaux & De Oliveira, 2000; De Oliveira et al., 2014).

Interpretação de pólen também pode contribuir com erros à compreensão de paleoclimas por outro problema não adequadamente abordado por palinólogos, que interpretam erroneamente os valores de concentração de pólen no começo da deposição sedimentary dentro das bacias. Em alguns casos, esses autores simplesmente correlacionam baixos valores de pólen como uma função do clima, ignorando o conceito de sucessão ecológica em ambientes abertos depois de alguma perturbação. Depois que uma bacia é formada, esta começará a coletar sinais de pólen originados de diferentes fontes como o novo ecossistema marginal, por exemplo, fontes aéreas (grãos de pólen anemófilos) e pólen de vegetação distante trazido pela água e escoamento superficial. Logo, é evidente que as fases iniciais de sedimentação em lagos podem ser caracterizadas por baixas concentrações de pólen como uma consequência direta de bacias iniciais pequenas e captação relativamente pequena e não como uma consequência de climas secos, áridos ou semi-áridos.

Um exemplo desse problema é dado pelas interpretações passadas dos sinais paleoclimáticos derivados dos estudos de pólen e diatomáceas no Holoceno dos sedimentos de Lagoa Dourada, Estado do Paraná, sudeste do Brasil. De acordo com Lorscheiter & Takeda (1995) baixas concentrações de pólen no início da deposição de Lagoa Dourada anterior a 11.000 anos BP foram interpretados como consequência de uma fase semi-árida no clima, enquanto que a presença mais frequente de elementos arbóreos e diversificação indicava um regime climático mais úmido no período de 11.000 a 8.000 anos BP. Esse *modus operandi* de alguns palinólogos de relacionar sinal de pólen de gramíneas com climas dessecantes levou a uma visão geral de que durante o glacial tardio do sudeste do Brasil condições semi-áridas favoreceram a substituição de florestas de gimnospermas dominadas por *Podocarpus* e *Araucaria* por pradarias secas (Behling, 1997a, 1997b; Behling, 1998; 2002.) em contraste com os cenários de período glacial úmido relatados para a região por dados de $\delta^{18}\text{O}$ em espeleotemas de cavernas (CHICO XXXXX).

Outro ponto de discussão sobre a vegetação e o clima do sudeste do Brasil se relaciona com a hipótese de que o domínio generalizado de Florestas de Araucária podem ter sido produtos de manipulação humana de *Araucaria angustifolia*, hipótese essa suportada por dados arqueológicos expressivos (Bitencourt & Krauspenhar, 2006). De acordo com esses autores, dados arqueológicos revelam que grupos de caçadores-coletores produtores de cerâmica ocupando os planaltos do sudeste do Brasil de 2.000 anos BP até 200 anos BP colhiam nozes de *Araucaria* e construíam *pit houses* (casas parcialmente abaixo da superfície), algumas das quais eram feitas com a própria madeira dessa espécie. Logo, suas atividades passadas podem estar correlacionadas com a forte expansão da *Araucaria angustifolia* nos últimos 2.000 anos causado por um manejo agroflorestal dessa espécie e não por pura consequência de mudanças climáticas (Behling, 2002).

Por consequência fica claro que os cenários paleoclimáticos derivados para o Estado do Paraná, sudeste do Brasil baseados em análise polínica encontrados na literatura podem ser influenciados pelos problemas na interpretação desses perfis de gramíneas e fatores antropogênicos. A fim de abordar esses problemas e contribuir para um melhor entendimento

das mudanças paleoclimáticas do sudeste do Brasil, este projeto analisará vários proxies de Lagoa Dourada, Estado do Paraná, localizados no antigo domínio da contígua floresta de Araucária do sudeste do Brasil. Lá, uma sequência sedimentar contínua de 12 metros foi estabelecida durante 11.000 anos BP (Melo et al., 2003). Outro local de interesse é Lagoa Tarumã, onde cinco metros de sedimentos foram datados em 6.500 anos BP (Colinvaux, personal communication).

Análise polínica será empregada na determinação de plantas arbóreas, arbustivas e herbáceas (ambas terrestre e aquática) e análise de esporos para a reconstrução de vegetação aquática composta principalmente por briófitas, pteridófitas, bem como esporos de algas (Berglund, 2003).

Variações de níveis lacustres para inferir paleoclimas durante o Holoceno Tardio serão explicados por perfis de diatomáceas contendo táxons plantônicos como *Aulacoseira*, *Cyclotella*, dentre outros e gêneros e espécies perifíticos como *Eunotia*, *Pinnularia*, e outros (Berglund, 2003; Round et al, 2003). A paleoinformação derivada from essas proxies também será comparada com pigmentos sedimentares de plantas (sobretudo clorofila e derivados de carotenóides) que são suscetíveis a preservação em sedimentos anóxicos e sua ausência em níveis oxidados pode ser usada para determinar eventos paleoclimáticos mais secos (Bengtsson&Enell, 2003; De Oliveira, 1992). Esses resultados igualmente podem ser comparados com análises de isótopos de carbono, uma ferramenta adicional na determinação de umidade em panoramas durante crescimento substancial de pólen de gramíneas em perfis sedimentares.

Mudanças de paisagem antigas associadas a impactos humanos serão indiretamente determinados por carvão vegetal (partículas carbonizadas) contadas no resíduo polínico. Essas partículas carbonáticas, resultantes de incêndios florestais, podem ser bem preservadas em sedimentos lacustres e na base de sua morfologia microscópica eles podem ser distinguidos de outras partículas carbonáticas derivadas de combustão de óleos e carvão mineral. Essas/aquelas são identificadas pelos seus ângulos agudos e aparência opaca sob observação de microscopia ótica. Quando combinadas com outras proxies (pólen, diatomáceas, pigmentos sedimentares) essas estruturas biológicas podem levar a uma compreensão da sucessão ecológica e suas causas, especialmente as relacionadas à interferência humana na paisagem local. A lógica desta técnica é ligada a queima de vegetação induzida pelo homem e pelo consequente estabelecimento de partículas carbonizadas transportadas pelo ar em bacias lacustres, de tamanhos variados em função da distância ao fogo (origem destas).

Segundo Tolonen (2003) e Duffin et al. (2008), partículas carbonizadas menores que 50 µm indicam incêndios de longa distância enquanto que partículas maiores que 100 µm indicam queimadas dentro da bacia de captação.

2. Área de Estudo

Lagoa Dourada (Fig. 1) é um lago de forma circular localizado no Parque Estadual de Vila Velha ($25^{\circ} 14'20''\text{S}$, $50^{\circ} 02'35''\text{W}$, 798 m), no distrito de Ponta Grossa, Estado do Paraná, sul do Brasil. Sua bacia com 200 m de diâmetro e profundidade de 5,4 m contém pelo menos 12,2 m de sedimentos do Pleistoceno Tardio e Holoceno Tardio (Melo et al., 2003;). Duas datas radiométricas padrão de restos vegetais revelaram idades de 11.170 ± 110 anos não calibrados B.P. a 11,9 m de profundidade e 8720 ± 150 não calibrados a 10,6 m (Lorscheitter e Takeda, 1995; Moro, 1998). Segundo Melo et al. (2003), esses dados permitiram a determinação de taxas de sedimentação de 0,52 mm ano⁻¹ para o intervalo entre 11,9 e 10,6 m e 1,22 mm ano⁻¹ para o intervalo entre 10,6 m e a interface sedimento/água. As taxas aparentemente mais lentas nos sedimentos mais profundos provavelmente se devem ao efeito mais forte da compactação.



Fig. 1. Lagoa Dourada tem uma bacia de format circular e é cercada pelas florestas de Araucaria-Podocarpus, no Parque Estadual Vila Velha.



Fig. 2. Lagoa Tarumã, também localizada no Parque Estadual de Vila Velha, próximo a Lagoa Dourada a 25°14'S, 50°01'W, 798 m elevação.

3. Objetivos

Os principais objetivos deste estudo são:

- ✓ Realizar análises de alta resolução de pólen, esporos e frutículos de diatomáceas nos sedimentos da Lagoa Dourada e Lagoa Tarumã, Paraná, sul do Brasil,
- ✓ Determinar os níveis dos lagos com base em diatomáceas e pigmentos de plantas sedimentares e estabelecer sua relação com as mudanças climáticas,
- ✓ Determinar a interferência humana passada na paisagem local por meio de análises de pólen e partículas carbonizadas,
- ✓ Integrar resultados de análises palinológicas, de diatomáceas e de cloroilos com o cenário paleoclimático do sul do Brasil, derivados de 180 registros de espeleotemas de cavernas.

4. Plano de Trabalho

4.1 Amostragem de sedimentos e Métodos de Laboratório

Sedimentos serão coletados manualmente do lago utilizando "livingstone piston corer", modificado por Colinvaux-Voughnout (Colinvaux et al., 1999). Essa operação, detalhada pelos autores, envolve o uso de uma plataforma de madeira apoiada por dois botes infláveis, mantidos em posição por três âncoras amarradas em cordas. Sedimentos são retirados da plataforma em seções de 1m, que são selados e posteriormente transportados ao Laboratório de Micropaleontologia do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo. Os testemunhos de sedimentos serão abertos para a determinação de litologia, cor e subsequente sub-amostragem para pólen, diatomáceas, pigmentos sedimentares e partículas carbonizadas.

As análises de pollen seguirão protocolos internacionais (Faegri&Iversen, 1975; Colinvaux et al. 1999) envolvendo a remoção de conteúdo mineral com ácido fluorídrico quente e eliminação de conteúdo orgânico de palinomorfos reação de acetólise (9 partes de anidrido acetic : 1 parte ácido sulfúrico) por 5 minutos em bloco aquecedor. Para amostras com sedimentos orgânicos, tratamento adicional com KOH 10% será realizado. Serão adicionados um ou dois tabletes de *Lycopodiumclavatum* (esporo exótico) de concentração conhecida a todas as amostras de sedimento antes do tratamento químico, para possibilitar acesso a concentrações individuais de táxons de pólen (Stockmar, 1971). Esses tabletes serão dissolvidos em cada tubo de centrifuga anteriormente ao tratamento químico. Resíduos finais serão dispersados em glicerina, que permitirá rolamento dos palinomorfos sob análise microscópica.

Os resíduos serão montados em lâminas de vidro e os palinomorfos serão contabilizados com magnificação de 500x e 1000x no microscópio de Zeiss Axyolab, que possui capacidade de contraste de fases (DIC).

Identificação taxonômica dos palinomorfos será realizada após comparação com pólen, esporos, cistos algais descritos na literatura (Colinvaux, 1999; De Oliveira, 1992; Lorente et al., 2017; Salgado-Labouriau, 1973)" e com a moderna coleção de referência de pólen do Laboratório de Micropaleontologia do Instituto de Geociências da USP, que contém c. 8000 taxóns de pólen tropical. Serão contados no mínimo 300 grãos de pólen e as somas de pólen conterão taxóns de arbóreas, arbutivas, ervas terrestres e pólen liana. Taxóns de pólen aquático e curvas de esporos de plantas e algas serão determinadas em relação ao táxon polínico.

Preparação de diatomáceas seguirão protocolo descrito em Batterbee (2003) e envolverão digestão do conteúdo orgânico de cada amostra com peróxido de hidrogênio em placa aquecida a 40°C com adição de um pouco de ácido acético. O resíduo nos béqueres será então lavado com água destilada e deixado de repouso por 24 horas. Essa etapa será repetida até neutralização do pH na amostra. Os resíduos serão montados em "Permunt or Naphrax mounting media" e examinados sob aumento de 1000x. Táxon será determinado após análise de comprimento, espessura e números de estrias em 10 µm na seção media das válvulas e comparados com descrições morfológicas de táxons conhecidos e descritos na literatura (Round et al, 1990; Battarbee, 2003). Um mínimo de 500 frústulas de diatomáceas serão contadas em cada amostra de sedimento.

A análise dos pigmentos sedimentares de plantas seguirá o protocolo dado em detalhe em Bengtsson&Enell (2003), dissolvendo um centímetro cúbico de amostra sedimentary em 90% de acetone, no escuro. Os derivados de clorofila serão determinados espectrofotometricamente no extrato de acetone com 90% de acetone “as blank” usando uma “slitband” com menos de 0.06 mm no intervalo 664-667 nm (pico de absorção de clorofila) e em 455 nm (pico de absorção de carotenóides). Os resultados são expressos em SPDU - Sedimentary Pigment Units por centímetro cúbico de sedimento.

Referências

- Battarbee, R. W. 2003. Diatom Analysis. In: Berglund, B.E. (ed.). Handbook of Holocene Palaeocology and Paleohydrology. John Wiley & Sons Ltd. P. 527-570.
- Bengtsson, L. & Enell, M. 2003. Chemical Analysis. In: Berglund (ed.). Handbook of Holocene Palaeocology and Paleohydrology. John Wiley & Sons Ltd. 423 -451.
- Berglund, B. E. & Ralska-Jasiewiczowa, M. 2003. Pollen analysis and pollen diagrams. In: Berglund (ed.). Handbook of Holocene Palaeocology and Paleohydrology. John Wiley & Sons Ltd. 455-484.
- Bitencourt, A.L.V., Krauspenhar, P.M. 2006. Possible prehistoric anthropogenic effect on *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze expansion during the Late Holocene. *Revista Brasileira de Paleontologia* 9 (1): 109-116.
- Bush, M. 2002. On the interpretation of fossil Poaceae pollen in the lowland humid neotropics. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Paleoecology*, v. 177: 5-17.
- Bush, M.B., De Oliveira, P.E., Colinvaux P.A., Miller, M.C. & Moreno, E. 2004. Amazonian paleoecological histories: one hill, three watersheds. *Paleogeography Paleoclimatology, Paleoecology*, 214. p.330-345.
- Colinvaux, P.A.; De Oliveira, P.E., Patiño, J. E. M. 1999. Amazon Pollen Manual and Atlas. Dordrecht: Harwood Academic Publishers, 332p.
- Colinvaux, P.A.; De Oliveira, P.E.; Bush, M.B. 2000. Amazonian and neotropical plant communities on glacial time-scales: The failure of the aridity and refuge hypotheses. *Quaternary Science Reviews* 19: 141-169.
- Colinvaux, P. & De Oliveira, P.E. 2000. Palaeocology and climate of the Amazon Basin during the last glacial cycle. *Journal of Quaternary Science*, v. 15: 347-356.
- De Oliveira, P. E., Behling, H., Ledru, M.-P., Barberi, M., Bush, M. Salgado-Labouriau, M.L., Garcia, M.J., Medeanic, S., Barth, M. O., Barros, M., Scheel-Ybert, R. 2005. Paleovegetação e paleoclimas do Quaternário do Brasil. In: Souza, C.R., Suguio, K., Oliveira, A.M., De Oliveira (eds.). Quaternário do Brasil. Ribeirão Preto, SP: Ed. Holos. Capítulo 3: 52-74.
- Duffin, K.I., Gillson, L. & Willis, K.J. 2008. Testing the sensitivity of charcoal as an indicator of fire events in savanna environments: quantitative predictions of fire proximity, area and intensity. *Holocene* 18, 2: 279-291.
- Fægri, K. & Iversen, J. 1975. Textbook of Pollen Analysis. Munksgaard, Copenhagen.

Lorscheitter, M.L., Takeda, I.J.M., 1995. Reconstituição paleoambiental da região dos Campos Gerais, Paraná, através da palinologia de sedimentos da Lagoa Dourada. Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário, 5, Niterói, 1995. Anais. Niterói, ABEQUA, 18-21.

Melo, M. S., Giannini, P.C.F., Pessenda, L.C.R., Brandt Neto, M. Holocene paleoclimatic reconstruction based on the Lagoa Dourada deposits, southern Brazil. *Geologica Acta*, v. 1, n. 3, p. 289-302, 2003.

Moro, R.S., Bicudo, C.E.M., 1998. Flutuações climáticas no Pleistoceno tardio e Holoceno na Lagoa Dourada, Estado do Paraná, Brasil. *Acta Limnológica Brasiliensia*, 10(2), 47-58.

Round, F.E., Crawford, R. M. and Mann, D. G. 1990. *The Diatoms. Biology and Morphology of the Genera*. Cambridge University Press. Cambridge, England, 747pp.

Stockmarr, J. 1971. Tablets with spores used in absolute pollen analysis. *Pollen et Spores* 13: 615-621.

Tolonen, K. 1986. Charred particulate analyses: In, B. E. Berglund *Handbook of Holocene Palaeoecology and Palaeohydrology*. New York: John Wiley and Sons. p.485-490.