



PALINOLOGIA DE TURFAS DO ALTO CURSO DO ARROIO CARÁ, COXILHA RICA, SANTA CATARINA, BRASIL

EDENIR BAGIO PERIN

Laboratório de Geodinâmica Superficial, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Campus Universitário, 88.040-970, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil.

edenir.perin@outlook.com

GISELE LEITE DE LIMA PRIMAM

Curso de Geografia, Universidade Federal da Fronteira Sul, UFFS, Rodovia SC 484, Km 02, 89815-899, Chapecó, Santa Catarina, Brasil.

glima@uffs.edu.br

MARCELO ACCIOLY TEIXEIRA DE OLIVEIRA

Laboratório de Geodinâmica Superficial, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC, Campus Universitário, 88.040-970, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil.

maroliv@cfh.ufsc.br

ABSTRACT – Palynology of peaty sediments from the high course of Cará Brook Creek, Coxilha Rica, Santa Catarina, Brazil. This paper presents the results of the palynological study of a sedimentary core collected in a bog in the upper part valley of Cará Brook Creek, in the cultural territory of Coxilha Rica, located in the Campos Gerais Plateau in Santa Catarina, Southern Brazil. The base of the core was dated in 6.900 ¹⁴C years BP (7,845–7,690 cal years BP). The identification of the palynomorphs and the cluster analysis made possible to define two distinct palynological phases, despite the predominance of grassland vegetation throughout the whole core. From 34 cm, the frequency of bryophytes decreases, accompanied by the increase of the diversity of all vegetal taxa. Throughout the core, the most frequent families are Poaceae, Cyperaceae and Apiaceae. The results indicate that the landscape of the upper course of the Brook Creek was characterized by grasslands from 6,900 ¹⁴C years BP under a regional and humid climate, with a temperature increase in the historical period.

Keywords: Middle Holocene, palynomorphs, grasslands, Araucaria forest, Highland.

RESUMO – Este trabalho apresenta os resultados do estudo palinológico de um testemunho sedimentar coletado em turfeira no alto curso do Arroio Cará, no território cultural da Coxilha Rica, situada no Planalto dos Campos Gerais em Santa Catarina, Sul do Brasil. A base do testemunho foi datada de 6.900 ¹⁴C anos AP (7.845–7.690 anos cal AP). A identificação dos palinómorfs e a análise de agrupamentos possibilitou definir duas fases palinológicas distintas, apesar da predominância da vegetação campestre ao longo de todo o testemunho. A partir de 34 cm, a frequência de briófitos diminui, acompanhada do aumento da diversidade de todos os táxons vegetais. Ao longo de todo o testemunho as famílias mais frequentes são Poaceae, Cyperaceae e Apiaceae. Os resultados indicam que a paisagem do alto curso do Arroio Cará foi marcada por campos desde 6.900 ¹⁴C anos AP sob vigência de clima regional frio e úmido, com possível aumento de temperatura em período histórico.

Palavras-chave: Holoceno Médio, palinómorfs, campos, Floresta com Araucária, Planalto.

INTRODUÇÃO

O estudo palinológico foi realizado a partir de um testemunho sedimentar com 6.900 anos AP coletado em uma turfeira no alto curso do Arroio Cará (UTM E557280 N6868188 – Datum SIRGAS'2000 – Fuso 22S), em área denominada Coxilha Rica, no município de Lages, Estado de Santa Catarina (SC), Sul do Brasil. O estudo busca identificar mudanças na composição vegetal da bacia hidrográfica do Arroio Cará durante o Holoceno Médio a Superior.

A paisagem atual do Planalto dos Campos Gerais, na área de estudo, é marcada principalmente por campos, capões com Araucária e matas de galeria, compondo mosaico vegetacional derivado das oscilações do clima ao longo do período Quaternário, sobretudo no Pleistoceno Superior. Tal mosaico teria permanecido após o aumento da temperatura e da umidade no Holoceno Inferior e Médio, desde aproximadamente 10.000 anos AP (Behling *et al.*, 2012).

Dados paleoambientais derivados de análises palinológicas indicam que as terras altas meridionais brasileiras eram

ocupadas por extensas áreas de campo desde o Pleistoceno Superior (Behling *et al.*, 2004), embora fases de expansão da floresta tenham sido documentadas antes do início do Holoceno em testemunhos de planalto e de serra sob influência litorânea em Santa Catarina, como no Planalto de São Bento do Sul (Oliveira *et al.*, 2006) e no Parque Estadual da Serra do Tabuleiro (PEST) (Behling & Oliveira, 2018). Esses pulsos de expansão arbórea precoce não representam, porém, o processo de substituição dos campos pleistocênicos pelas florestas ombrófilas durante o Holoceno, no Sul do Brasil. Os dados disponíveis indicam que esse processo teria ocorrido a partir do Holoceno Médio, em torno de 6.000 a 7.000 ¹⁴C anos AP e, também a partir do Holoceno Superior, em torno de 2.000 a 3.000 ¹⁴C anos AP.

Segundo Behling & Oliveira (2018) o início da expansão da Floresta com Araucária durante o Holoceno ocorreu há aproximadamente 3.000 ¹⁴C anos AP nas terras altas do PEST, acompanhando fase de clima úmido sem estação seca. Esse registro de expansão da Floresta com Araucária já havia sido observado por Jeske-Pieruschka *et al.* (2012), em turfeira estudada em localidade mais para o interior do parque.

Na Serra do Rio do Rastro, distante 190 quilômetros ao sul do PEST, ainda sob influência de clima litorâneo, a expansão dessa floresta ocorreu há 2.385 ± 225 ¹⁴C anos AP (Behling, 1995; 1997). No registro sedimentar da Serra da Boa Vista, a aproximadamente 32 km a oeste da Serra do Tabuleiro, essa expansão teve início após 6.930 ± 195 ¹⁴C anos AP (Behling, 1995). Resultado semelhante foi obtido por Lima (2010) no estudo de uma turfeira no Planalto de São Bento do Sul, distante 295 km ao norte do PEST, na qual a expansão da floresta ocorreu após 6.260 ± 30 ¹⁴C anos AP.

No Estado do Rio Grande do Sul, estudando turfeira em Cambará do Sul, Behling *et al.* (2004) indicaram que a expansão da Floresta com Araucária ocorreu a partir 3.523 ± 56 ¹⁴C anos AP. O mesmo padrão temporal de expansão da floresta também foi observado em outros registros nos chamados Campos de Cima da Serra do Rio Grande do Sul, em turfeiras estudadas em São Francisco de Paula (Behling *et al.*, 2001; Leonhardt & Lorscheiter, 2010). Nesses estudos os autores observaram que a expansão da Floresta com Araucária ocorreu a partir de 3.900 ¹⁴C anos AP.

Apesar da variabilidade dos dados disponíveis, no que toca ao processo de substituição dos campos por florestas nos estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul, Behling *et al.* (2001) sugeriram que a expansão marcada da Floresta com Araucária durante o Holoceno tardio teve início há aproximadamente 3.200 anos AP. Esse processo deu-se pela migração de matas galeria ao longo dos vales principais, como os vales dos rios Pelotas e Uruguai, alcançando as áreas planálticas de Santa Catarina, por meio de seus vales tributários, avançando progressivamente sobre áreas de campo nos planaltos. A expansão franca das Florestas seria ainda mais recente, a aproximadamente 1.000 anos AP (Behling, 1995; 2002).

Apesar de a expansão da Floresta com Araucária sobre áreas de campo estar bem documentada nas terras altas meridionais brasileiras, a substituição dos campos não foi

completa e áreas campestres resistiram ao avanço da floresta até períodos históricos, formando ainda hoje grandes áreas nucleares nos planaltos. Os estudos de palinologia do Quaternário revelaram ainda que a vegetação campestre predominou na paisagem dessas áreas nucleares durante todo o Holoceno.

Os dados paleoambientais obtidos por intermédio de investigação palinológica que documentam a expansão da Floresta com Araucária nas terras altas do sul do Brasil durante o Holoceno, embora derivados de pequenos núcleos campestres, estão próximos de grandes áreas da Floresta Ombrófila ou matilhas nebulares, assim como em serras voltadas para o oceano, ou nas terras altas da borda do planalto ainda sob influência litorânea. Consequentemente, o estudo do maior núcleo de campos cartografado em Santa Catarina (Klein, 1978), no entorno do Município de Lages (SC), tende a preencher hiato importante no que toca ao registro palinoflorístico de áreas campestres desenvolvidas sob clima com maior influência continental.

No presente trabalho são apresentados os resultados da análise palinológica de sedimentos turfosos com aproximadamente 6.900 ¹⁴C anos AP, provenientes de uma turfeira situada no alto curso do Arroio Cará, na localidade da Coxilha Rica, no Planalto dos Campos Gerais, ao Sul da cidade de Lages. Sua posição bastante recuada em relação à borda do planalto possibilitou o estudo de registro palinológico em ambiente de maior continentalidade, com identificação e descrição das principais famílias, gêneros e espécies dos palinomorfos.

ASPECTOS FISIOGRÁFICOS

O território cultural da Coxilha Rica localiza-se no Estado de Santa Catarina, Sul do Brasil, entre os vales dos rios Pelotas, Lava-Tudo e Pelotinhas (Figura 1). A Bacia hidrográfica do Arroio Cará, onde foi obtido o testemunho sedimentológico estudado, situa-se ao sul da cidade de Lages, no chamado Planalto dos Campos Gerais, que é caracterizado como unidade geomorfológica descontínua, pouco dissecada a planar, marcada por colinas e morros convexos. Essa unidade geomorfológica é delimitada pelos Planaltos Dissecados dos rios Iguazu e Uruguai e limitada a leste pelas escarpas da Serra Geral (Santa Catarina, 1986).

O clima da região Sul do Brasil é classificado como mesotérmico temperado, com verões quentes nas áreas mais baixas e amenos nas terras altas do interior (Nimer, 1989). A pluviosidade média no sul do Brasil é controlada pela ação do anticiclone do Atlântico Sul, que constitui sistema semipermanente de alta pressão o qual induz o transporte de umidade do oceano para o continente, sobretudo na primavera e no verão. O avanço de frentes frias antárticas, mais frequentes durante o inverno austral, também trazem precipitações para a região, justificando a ausência de estações secas bem marcadas.

De acordo com a classificação de Thornthwaite, o clima no território da Coxilha Rica é úmido, com total anual de precipitação variando entre 1.400 e 1.600 mm. A temperatura

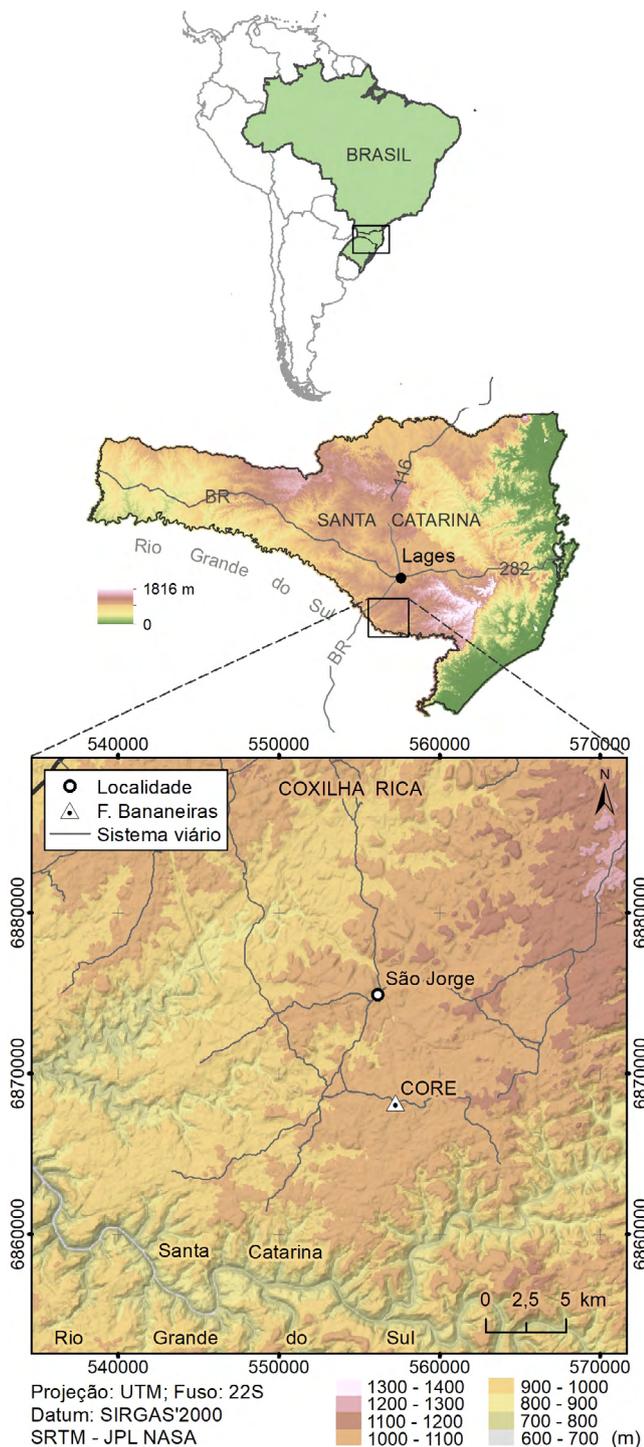


Figura 1. Localização da área de estudo - Coxilha Rica.

Figure 1. Location of the study area - Coxilha Rica.

média anual é de 14°C, com média para o mês de janeiro entre 18 e 20°C, e para julho 8 a 12°C, com total anual de insolação oscilando entre 1.800 a 2.000 horas (Santa Catarina, 1986).

A Coxilha Rica está inserida no domínio fitogeográfico dos Campos (Figuras 2 e 3), onde ocorre estacionalidade fisiológica da vegetação por ação do frio. A vegetação local é marcada pela ocorrência de campos com capões, matas de galeria e bosques de pinheiros, com predominância de

ervas, poáceas, ciperáceas, leguminosas e verbenáceas que formam “campos limpos”. Ocorrem também áreas com campos “sujos” onde predominam os gêneros *Baccharis* sp., *Eryngium* sp. e *Pteridium* sp. (Klein, 1978). Entre as poáceas, originalmente predominavam os gêneros *Andropogon*, *Stipa*, *Piptochaetium*, *Aristica*, *Paspalum*, *Panicum* e *Axonopus* (Santa Catarina, 1986).

Os capões formam agrupamentos arbóreos quase circulares, marcados pela presença periférica de arbustos e árvores de pequeno porte, como *Schinus therebinthifolius*, *Lithraea brasiliensis*, *Myrcia bombucha* e *Sebastiania commersoniana*. No interior dos agrupamentos já ocorrem árvores de maior porte como *Matayba eleagnoides*, *Capsicodendron dinisii*, *Calyptanthes concinna*, *Podocarpus lambertii* e *Araucaria angustifolia*. As florestas de galeria são compostas principalmente por espécies higrófitas, sendo comuns *Calyptanthes concinna*, *Symplocos uniflora*, *Luehea divaricata*, *Blepharocalyx salicifolius*, *Arecastrum romanzoffianum* e *Araucaria angustifolia* (Santa Catarina, 1986).

O isolamento geográfico da área da Coxilha Rica e o uso histórico dos campos naturais para a pecuária extensiva, praticada ainda hoje, não impôs alterações importantes sobre a paisagem local, mantendo preservado seu território. Compõem essa paisagem numerosas áreas alagadas, banhados e canais intermitentes, localizados nas cabeceiras de drenagem, fundos de vale e depressões fechadas. Nas cabeceiras de drenagem, ocorrem turfeiras que ocupam depressões isoladas ou geminadas, parcialmente fechadas (Figura 4), e que constituem importantes fontes de registro estratigráfico, palinológico e paleoambiental (Behling, 1995; Bockmann & Oliveira, 2013; Silva *et al.*, 2013a,b).

Trata-se de turfeiras formadas em planaltos continentais, cujos depósitos acusam a presença de fragmentos vegetais rasteiros, como restos de esfagnáceas e de plantas herbáceas. O testemunho utilizado para as análises palinológicas foi coletado no alto curso do Arroio Cará, numa turfeira situada na Fazenda Bananeiras (Figura 5).

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para a coleta do testemunho foi utilizado um amostrador do tipo “Russian”, obtendo seções de 49 cm de comprimento, em sondagens sucessivas que, somadas, forneceram um testemunho com 75 cm de profundidade. Foram selecionadas, em laboratório, 19 amostras com 0,5 cm³ de sedimento em intervalos de 4 cm de profundidade, complementadas por mais duas amostras. Essas amostras foram processadas pelo método proposto por Faegri & Iversen (1975), com adição de marcador exótico *Lycopodium clavatum* (com o objetivo de calcular a concentração de grãos de pólen, se necessário), uso de ácido fluorídrico (HF) para remoção da sílica; de ácido clorídrico (HCl) a 10% para a divisão dos carbonatos, e de hidróxido de potássio (KOH) a 10% para a dispersão dos ácidos húmicos e da matéria orgânica. Também foi realizada a acetólise que é elaborada com uma parte de ácido sulfúrico (H₂SO₄) para nove de anidrido acético (C₄H₆O₃).



Figura 2. Campos no alto curso do Arroio Cará.

Figure 2. Grasslands in the upper course of Arroio Cará.

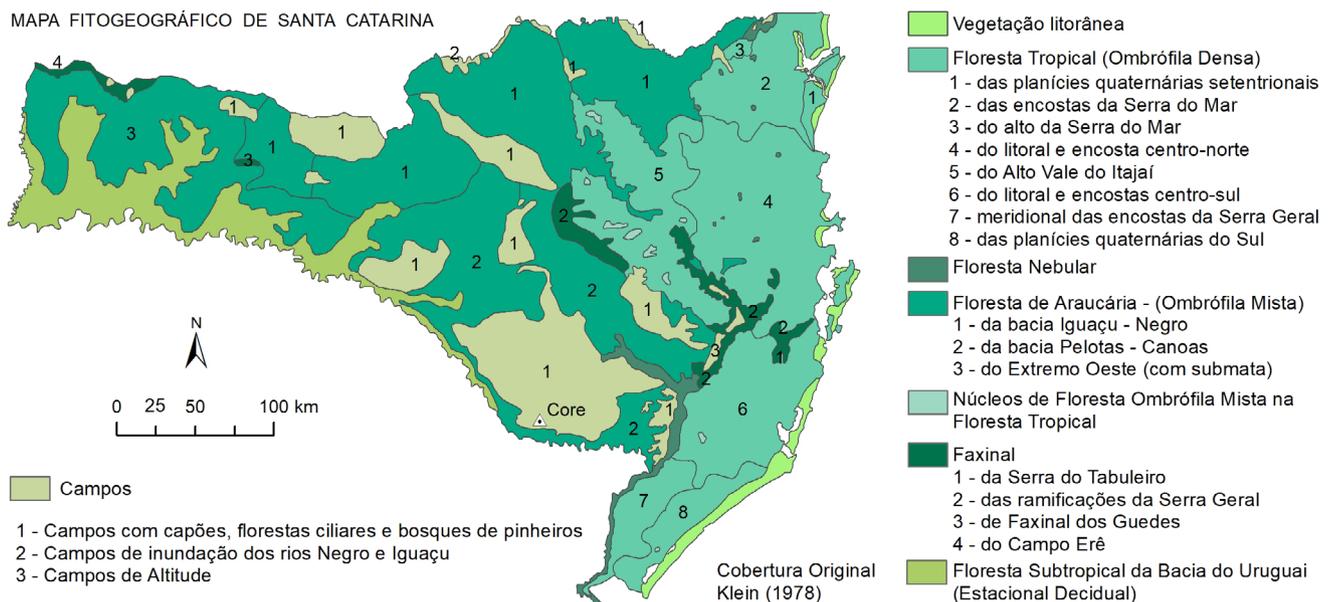


Figura 3. Mapa fitogeográfico de Santa Catarina de acordo com Klein (1978).

Figure 3. Phytogeographic map of Santa Catarina according to Klein (1978).

O processamento químico foi realizado no Laboratório de Geodinâmica Superficial da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), de acordo com as etapas propostas por Bauermann & Neves (2005) e Salgado-Labouriau (2007).

Para a identificação dos palinormorfos foram utilizados catálogos palinológicos especializados: Barth (1965; 1982); Barth & Melhem (1988); Barth *et al.* (1998); Behling *et al.*

(2005); Plá Jr. *et al.* (2006); Stanski *et al.* (2013); Radaeski *et al.* (2014) e Radaeski (2015). A contagem dos grãos de pólen e esporos foi realizada conforme definição de Bauermann & Neves (2005).

A leitura das lâminas foi realizada ao microscópio óptico Meiji, respeitando a contabilização de 200 a 300 grãos de pólen para cada amostra, juntamente com o registro de

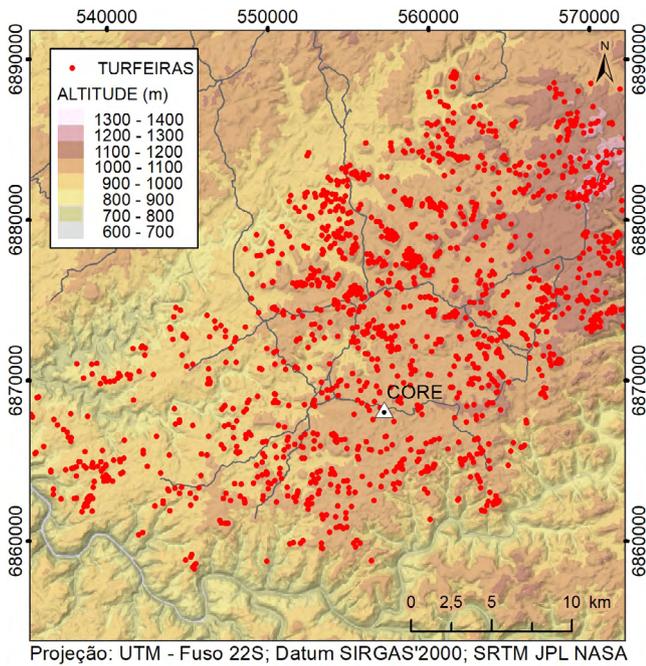


Figura 4. Distribuição de turfeiras situadas em cabeceiras de drenagem - Coxilha Rica.

Figure 4. Distribution of peat located in drainage valley head - Coxilha Rica.

esporos de samambaias, briófitos e algas. Após essa etapa, os táxons foram agrupados de acordo com suas afinidades ecológicas em habitats. Esporos de briófitos e samambaias foram contabilizados à parte e os dados representados em diagrama de porcentagem, por intermédio dos softwares Tilia e Tilia Graph (Grimm, 1987), sendo possível analisar a diversidade de palinórfos ao longo do testemunho. Também foi realizada análise de agrupamento para auxiliar na identificação das fases ambientais.

O controle geocronológico foi realizado com a datação radiocarbônica de três amostras do testemunho, utilizando o método de espectrometria de massas com aceleradores (AMS). As amostras foram escolhidas após análise preliminar do diagrama palinológico, tendo como objetivo datar níveis associados a variações composicionais dos palinórfos (Tabela 1).

RESULTADOS

Descrição do testemunho sedimentar

A análise de características morfológicas descritas em campo permite a identificação de três camadas no depósito estudado. A base do testemunho, entre 75 e 58 cm de profundidade, apresenta textura ao tato argilo-arenosa,

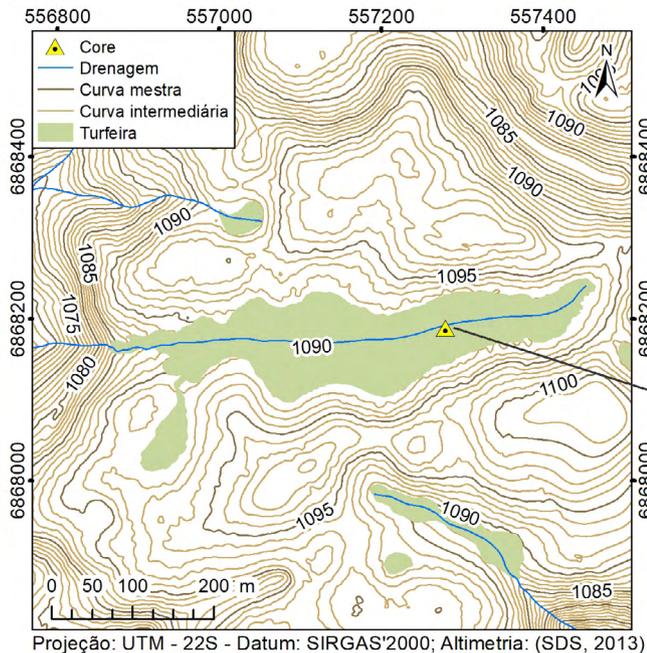


Figura 5. Fazenda Bananeiras - localização da sondagem.

Figure 5. Fazenda Bananeiras – coring location.



Fazenda Bananeiras - Core

Tabela 1. Cronologia do testemunho da Fazenda Bananeiras obtida com a datação de três amostras de sedimento.

Table 1. Chronology of Fazenda Bananeiras site.

Código	Profundidade	Idade ¹⁴ C	Idade calibrada (2 sigmas)
Beta - 487451	7 cm	360 ± 30 anos AP	1.482–1.642 Cal AD / 468–308 anos cal AP
Beta - 499965	34 cm	3.730 ± 30 anos AP	2.149–1.959 Cal AC / 4.098–3.908 anos cal AP
Beta - 420434	74 cm	6.990 ± 30 anos AP	5.895–5.740 Cal AC / 7.845–7.690 anos cal AP

Fonte: Beta Analytic. Método SHCAL13 de Hogg *et al.* (2013).

predominando a cor bruna acinzentada (10YR 5/2, úmida). A segunda camada, entre 58 e 10 cm é marcada por textura argilosa e cor cinza muito escura (10YR 3/1, úmida). Na camada superficial, o sedimento argiloso apresenta muitos fragmentos vegetais e raízes em decomposição, cor bruna acinzentada muito escura (10YR 3/2, úmida).

Pode-se verificar que na base os sedimentos são arenolamosos e se tornam mais finos e mais orgânicos para o topo, formando lama orgânica. O depósito possui características típicas de turfas minerotróficas, consistente com a posição da turfeira em cabeceira de drenagem, em ambiente com fluxo de água e de sedimentos. É notável a pouca espessura do seu horizonte superficial, indicando produção discreta do acrotelmo, provavelmente associada ao ambiente de alta energia relativa na cabeceira de drenagem.

Datações obtidas pelo radiocarbono (^{14}C) para amostras coletadas do testemunho (Tabela 1) indicam que a base apresenta 6.990 ^{14}C anos AP (7.845–7.690 anos cal AP), posicionando o início do registro palinológico no Holoceno Médio (Walker *et al.*, 2012). A profundidade intermediária do depósito indica sedimentos datados do Holoceno Superior, 3.730 ^{14}C anos AP (4.098–3.908 anos cal AP) e os sedimentos do acrotelmo indicam idades históricas. O modelo de profundidade por tempo (Figura 6) sugere taxa de acumulação relativamente uniforme para os depósitos estudados, indicando taxas de sedimentação ligeiramente maiores entre o Holoceno Médio e o Holoceno Superior.

Descrição do diagrama palinológico

Das 21 amostras analisadas ao longo do testemunho, uma não foi considerada fértil, não atingindo o valor mínimo de 200 grãos de pólen por amostra. Foram identificados 25 tipos de palinóforos, agrupados conforme suas afinidades ecológicas no diagrama palinológico (Figura 7). Em geral, o diagrama indica o predomínio de táxons campestres em todo o depósito. Esses táxons variam composicionalmente, e são acompanhados por percentuais muito reduzidos de táxons florestais. A análise de agrupamento possibilitou a identificação de duas fases ambientais distintas, denominadas como BA-1 e BA-2. Duas subfases foram identificadas na primeira fase (BA-1) e três subfases na fase BA-2, como descrito a seguir.

Fase BA-1 (7.845–7.690 anos cal AP a 4.098–3.908 anos cal AP – 74 a 34 cm, 11 amostras): nessa fase ocorre predomínio de grãos de pólen de famílias de campos (>99%), representados pelas famílias Poaceae (>50%), Cyperaceae (>20%), Apiaceae (>3%) e Asteraceae (>15%) representada pelos gêneros *Baccharis* sp. e *Senecio* sp. A floresta, apesar de pouco expressiva (<5%) está representada desde a base do testemunho pelas famílias Myrtaceae, Euphorbiaceae, Melastomataceae e Podocarpaceae, em percentuais muito baixos.

Devido à baixa proporção de táxons florestais ilustrada na Figura 8, as variações percentuais desses táxons ao longo do perfil estão representadas em gráfico de detalhe. A presença de samambaias é marcada pela ocorrência do gênero

Microgramma sp. (0,2%) e pela espécie *Dicksonia sellowiana*, em percentuais reduzidos. Briófitos são mais frequentes, representados por *Phaeoceros laevis* alcançando (>27%) e *Sphagnum* sp. (>20,7%), acusando maiores concentrações nas profundidades de 55 cm e de 40 cm abaixo da superfície. As algas *Zygnema* sp. chegam a (1,7%) e *Pseudoschizaea* sp. (1%).

Subfase BA-1.1 (74–58 cm, quatro amostras): a subfase que representa a base do testemunho é marcada pela presença das famílias Poaceae (>69%), Cyperaceae (>23%) e pelos gêneros *Baccharis* sp. (24%) e *Senecio* sp. (5%). A família Apiaceae (<3%) e o gênero *Eryngium* sp. (<2%) aparecem no final da subfase. A floresta está representada por apenas dois grãos da família Podocarpaceae. Destaca-se também esporos dos táxons *Sphagnum* sp. (>15%) e *Phaeoceros laevis* (>27%) que estão presentes ao longo de toda a subfase, com *P. laevis* tendendo a aumentar para o final.

Subfase BA-1.2 (58–34 cm, seis amostras): o percentual de grãos de pólen de *Baccharis* sp. (<21%) tende a diminuir, com pulsos de crescimento na subfase, juntamente com Poaceae (<59%). A proporção de Cyperaceae aumenta significativamente (>31%), enquanto Apiaceae (<8%) e *Eryngium* sp. (>3%) se tornam frequentes. Os poucos grãos de pólen de plantas de floresta estão representados pelas famílias Myrtaceae (<1%), Euphorbiaceae (<1%) e Melastomataceae (<1%). Picos percentuais de esporos de briófitos ocorrem nessa subfase, que apresenta os maiores percentuais no diagrama.

Fase BA-2 (4.098–3.908 anos cal AP a 468–308 anos cal AP - 32 a 02 cm, nove amostras): os palinóforos de

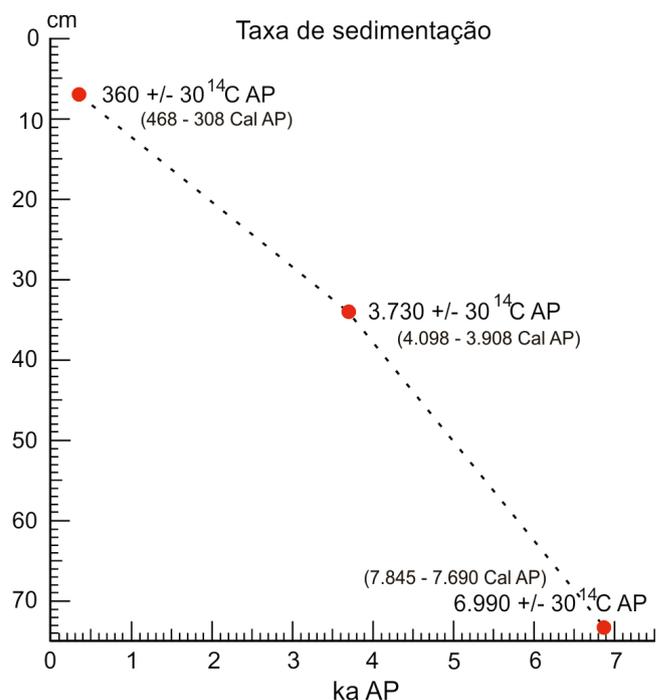


Figura 6. Modelo de profundidades do depósito em função do tempo para o testemunho da Fazenda Bananeiras com base em três datações ^{14}C .

Figure 6. Model of deposit depth as a function of time for the Fazenda Bananeiras core based on three ^{14}C dates.

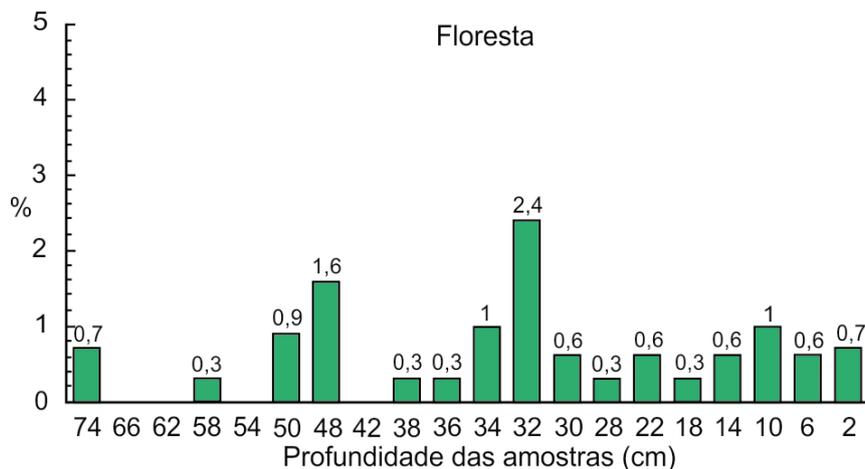


Figura 8. Percentual dos palinomorfos relacionados à floresta - Fazenda Bananeiras.

Figure 8. Percentage of forest related palynomorphs - Fazenda Bananeiras site.

DISCUSSÃO

O significado paleoambiental

O diagrama palinológico de porcentagem e a síntese dos atributos ecológicos das famílias, gêneros e espécies identificados (Tabela 2), indicam que a área de estudo é dominada pela vegetação campestre desde o Holoceno Médio há 7.845–7.690 anos cal AP. Grãos de pólen de plantas comuns em ambientes de campo, como os das famílias Poaceae, Cyperaceae, e Apiaceae e os gêneros *Baccharis* sp. e *Senecio* sp. constituem praticamente a totalidade dos palinomorfos contabilizados.

Esse registro, predominantemente ocupado por ervas é de difícil interpretação, pois não permite a leitura paleoambiental fundamentada na oposição de percentuais relativos de famílias arbóreas e famílias campestres. A sua interpretação, portanto, está fundamentada na composição provável dos campos, associada a maior ou menor ocorrência de indicadores de áreas alagadas e de famílias e de gêneros que abarcam tanto ervas quanto arbustos e árvores. As famílias típicas de florestas também são consideradas, enquanto componentes acessórios, tal como indicado pelos dados obtidos.

A presença constante de ervas como Cyperaceae e de briófitos, por exemplo, indica a ocorrência de teores de umidade do solo relativamente elevados durante o Holoceno Médio e Superior, apontando para ambiente de campos sujos os quais são mais úmidos e menos diversos entre 7.845–7.690 anos cal AP e 4.098–3.908 anos cal AP, convertendo-se em campos sujos, menos úmidos e com maior diversidade de táxons entre 4.098–3.908 anos cal AP e o presente.

De fato, *Sphagnum* sp. possui ecologia associada a ambiente subaquático ou sujeito a inundações por boa parte do ano, em brejos, pântanos e lagos rasos (Joly, 2002). O gênero também ocorre em cumes de regiões montanhosas e no interior ou bordas de florestas úmidas (Yano *et al.*, 1985), o que não é o caso da atual área estudada. Igualmente, *Phaeoceros laevis* ocupa solos úmidos e sombreados, em margens de arroios, rios e vertentes (Menéndez, 1962), compondo ambiente bastante

representativo do local estudado, indicando clima úmido sem estações secas marcadas na área estudada. Esse clima parece ter sido sempre úmido, mas mais frio na primeira que na segunda fase polínica, justificando a maior riqueza de táxons em todas as formações vegetais presentes nesta segunda fase do diagrama.

A diminuição do percentual de briófitos verificada na segunda fase (BA-2) não indica, necessariamente, diminuição das condições úmidas que estão presentes na fase anterior. A tendência observada pode ser uma resposta ao aumento relativo das temperaturas após 3.700 ¹⁴C anos AP, uma vez que esses briófitos têm ocorrência ampla nos registros que abrangem fases frias do Pleistoceno (Behling, 1995). Essa associação com o aumento de temperaturas no Holoceno Superior, após 3.700 ¹⁴C anos AP, é feita para outras áreas estudadas do planalto meridional brasileiro, estando relacionada com o início da expansão da Floresta com Araucária no Brasil, após o último ciclo glacial global (Behling *et al.*, 2001; 2004; Leonhardt & Lorscheiter, 2010).

Ainda que a presença de táxons florestais não seja estatisticamente significativa, a ocorrência dos poucos grãos de pólen contabilizados sugere a presença de capões e matas galerias em ambientes próximos ao sítio estudado. Igualmente, verifica-se o aumento, ou a maior constância, dos percentuais de táxons campestres arbustivos, como *Senecio* sp. e *Baccharis* sp. na fase BA-2. Essa fase também está associada à maior riqueza de táxons que são tipicamente florestais.

O cenário indica aumento provável da temperatura e permanência de ambiente úmido associado ao depósito. A permanência de ambiente úmido ao longo do registro também é corroborada pelo aumento da concentração de grãos de pólen do gênero *Eryngium* sp., que é mais comum em áreas alagáveis, e é o principal gênero da família Apiaceae nas áreas de campo do planalto meridional brasileiro (Irgang, 1973). O aumento da ocorrência do gênero *Eryngium* sp. está associado a presença constante de grãos da família Poaceae e do gênero *Baccharis* sp., que também denuncia a ocorrência de campos “sujos” (Behling, 1995).

Tabela 2. Síntese dos atributos ecológicos e agrupamento dos grãos de pólen e esporos identificados no estudo do testemunho da Fazenda Bananeiras.**Table 2.** Synthesis of the ecological attributes and grouping of the pollen grains and spores identified in the study of Fazenda Bananeiras site.

	Táxon	Atributos ecológicos	Agrupamento no diagrama
Algas	Zygnemataceae <i>Zygnema</i> sp.	Algas de água doce; ambiente lacustre, palustre e solos úmidos com pouca profundidade	Algas
Briófitos	Anthocerotaceae <i>Phaeoceros laevis</i>	Ambiente subaquático	Briófitos
	Sphagnaceae <i>Sphagnum</i> sp.	Ambiente subaquático e parcialmente inundado	Briófitos
Samambaias	Dicksoniaceae <i>Dicksonia sellowiana</i>	Planta terrestre do sub-bosque	Samambaias
	Polypodiaceae <i>Microgramma</i> sp.	Planta epífita ou rupestre	Samambaias
	Blechnaceae <i>Blechnum</i> sp.	Planta terrestre subarborescente ou rupestre	Samambaias
	Cyatheaceae	Planta terrestre de hábito arborescente	Samambaias
	Polypodiaceae	Planta terrestre	Samambaias
Angiospermas	Melastomataceae	Ervas, arbustos ou árvores, comuns em todas as formações vegetais	Floresta
	Myrtaceae	Árvores e arbustos, comuns em todas as formações vegetais	Floresta
	Euphorbiaceae	Ervas, arbustos, árvores ou lianas	Floresta
	Meliaceae	Árvores e arbustos	Floresta
	Valerianaceae <i>Valeriana</i>	Ervas, subarbustos ou lianas, comuns nos campos de altitude	Campo
	Betulaceae	Árvores e arbustos	Floresta
	Fabaceae	Ervas, arbustos, árvores ou lianas, comuns em todas as formações vegetais.	Campo
	<i>Eryngium</i> sp.	Ervas comuns em áreas alagáveis, podendo ocorrer em áreas secas	Campo
	Apiaceae	Ervas	Campo
	Asteraceae <i>Senecio</i> sp.	Ervas, subarbustos, arbustos e menos frequentemente árvores ou lianas	Campo
	Asteraceae <i>Baccharis</i> sp.	Ervas, subarbustos, arbustos e menos frequentemente árvores ou lianas	Campo
	Cyperaceae	Ervas comuns em áreas abertas e alagáveis e nas bordas de mata	Campo
	Poaceae	Ervas, comum em todas as formações campestres	Campo

Ressalta-se a ocorrência de esporos de *Dicksonia sellowiana*, registrados desde 50 cm de profundidade em percentuais equivalentes aos percentuais dos táxons florestais. Com efeito, essa samambaia necessita de áreas sombreadas de sub-bosque para se desenvolver (Tryon & Tryon, 1982; Mantovani, 2004), também ocorre associada à Floresta com Araucária (Sehnen, 1978), reforçando a interpretação de ocorrência de floresta em área próxima ao sítio estudado, ainda que em percentuais pouco significativos.

O número de grãos de pólen e esporos distintos, que constitui um indicador de diversidade (Figura 9) aumenta da base para o topo do testemunho, acompanhando possivelmente o aumento da temperatura e, pelo menos, a permanência da umidade no registro. Esse aumento é mais notável na fase BA-2, que pode ser associada cronologicamente à passagem do Holoceno Médio para o Holoceno Superior. Essa associação de caráter cronoestratigráfico é interessante, pois a passagem para o Holoceno Superior, em torno de 4.200 ¹⁴C anos AP, foi definida a partir de alteração climática de caráter global, marcada por período de seca com duração de aproximadamente dois séculos nos continentes africano, norte-americano e sul-americano, em torno de 4.200 ¹⁴C anos AP (Walker *et al.*, 2012).

No litoral do estado de Santa Catarina, o início do Holoceno Superior também é marcado pela maior riqueza de táxons florestais, acompanhado pelo aumento significativo de seus percentuais, a partir de aproximadamente 4.000 ¹⁴C anos AP (Behling & Oliveira, 2018). O testemunho da Coxilha Rica indica ambiente com características peculiares, distintas dos testemunhos de serras litorâneas.

Continentalidade e registros palinológicos no Estado de Santa Catarina

A maior parte dos palinomorfos identificados no testemunho da Fazenda Bananeiras está relacionada à vegetação herbácea ou de hábitos arbustivos de baixa altura. Essas características indicam que a dispersão polínica é predominantemente local ou extra local, alcançando até 10 km (Krasilov, 1975; Bauermann *et al.*, 2002). O número de palinomorfos identificados, cuja dispersão pode ultrapassar 10 km é bastante reduzido, restritos a poucos grãos de pólen das famílias Fabaceae, Myrtaceae e Podocarpaceae, sendo interpretados como representantes da vegetação regional.

O alcance do transporte dos grãos de pólen tem reflexo direto em sua presença no depósito estudado, de modo que os resultados

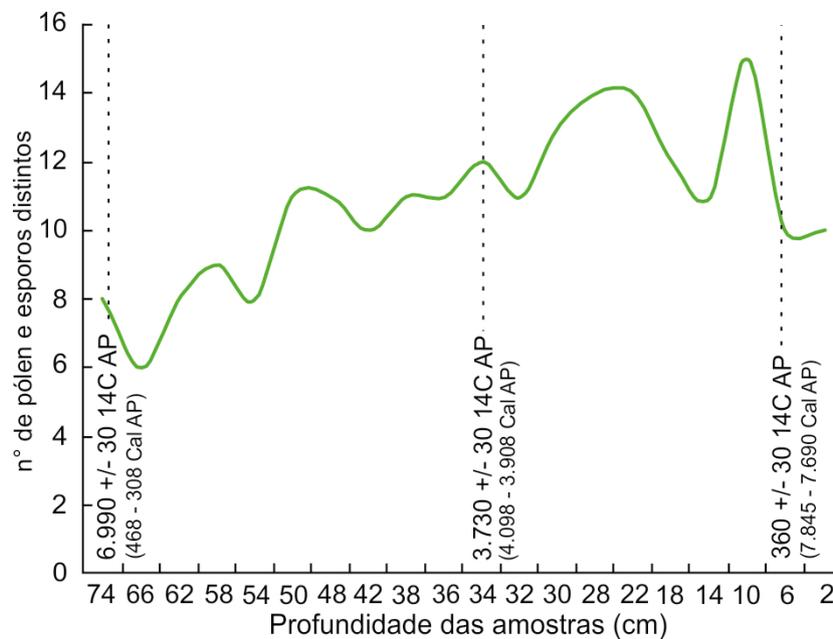


Figura 9. Diversidade de grãos de pólen e esporos holocênicos do testemunho da Fazenda Bananeiras.

Figure 9. Diversity of pollen grains and holocene spores from Fazenda Bananeiras site.

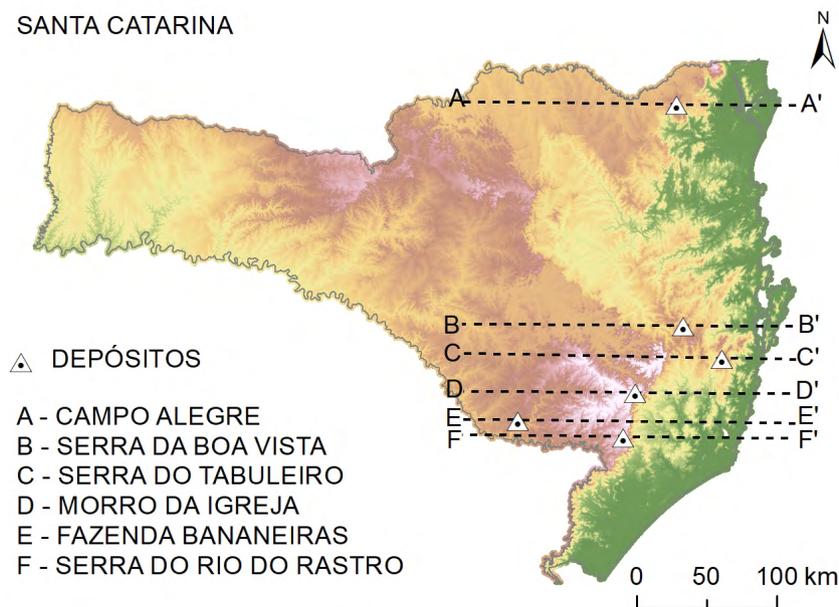


Figura 10. Localização das pesquisas palinológicas no Estado de Santa Catarina.

Figure 10. Location of palynological research in the State of Santa Catarina.

obtidos no trabalho refletem variações vegetacionais restritas ao entorno imediato da bacia hidrográfica do Arroio Cará, ou aos terrenos mais altos e relativamente planos que caracterizam o território da Coxilha Rica. A baixa representatividade de palinomorfos relacionados à floresta pode decorrer da distância entre a área de estudo e os terrenos florestados de outras regiões do planalto ou mesmo da fachada atlântica.

Os percentuais de táxons florestais identificados na Fazenda Bananeiras são inferiores aos encontrados em outras

investigações palinológicas (Behling, 1995; Lima, 2010; Jeske-Pieruschka *et al.*, 2012; Lima *et al.*, 2015) realizadas em áreas próximas, ou nucleares da Floresta Ombrófila Mista. As Figuras 10 e 11 ilustram a posição de alguns sítios estudados no Estado de Santa Catarina e em relação à circulação litorânea, com transectos topográficos no sentido Leste-Oeste.

Embora associados a campos de altitude, os depósitos da Serra da Boa Vista, Morro da Igreja e Serra do Rio

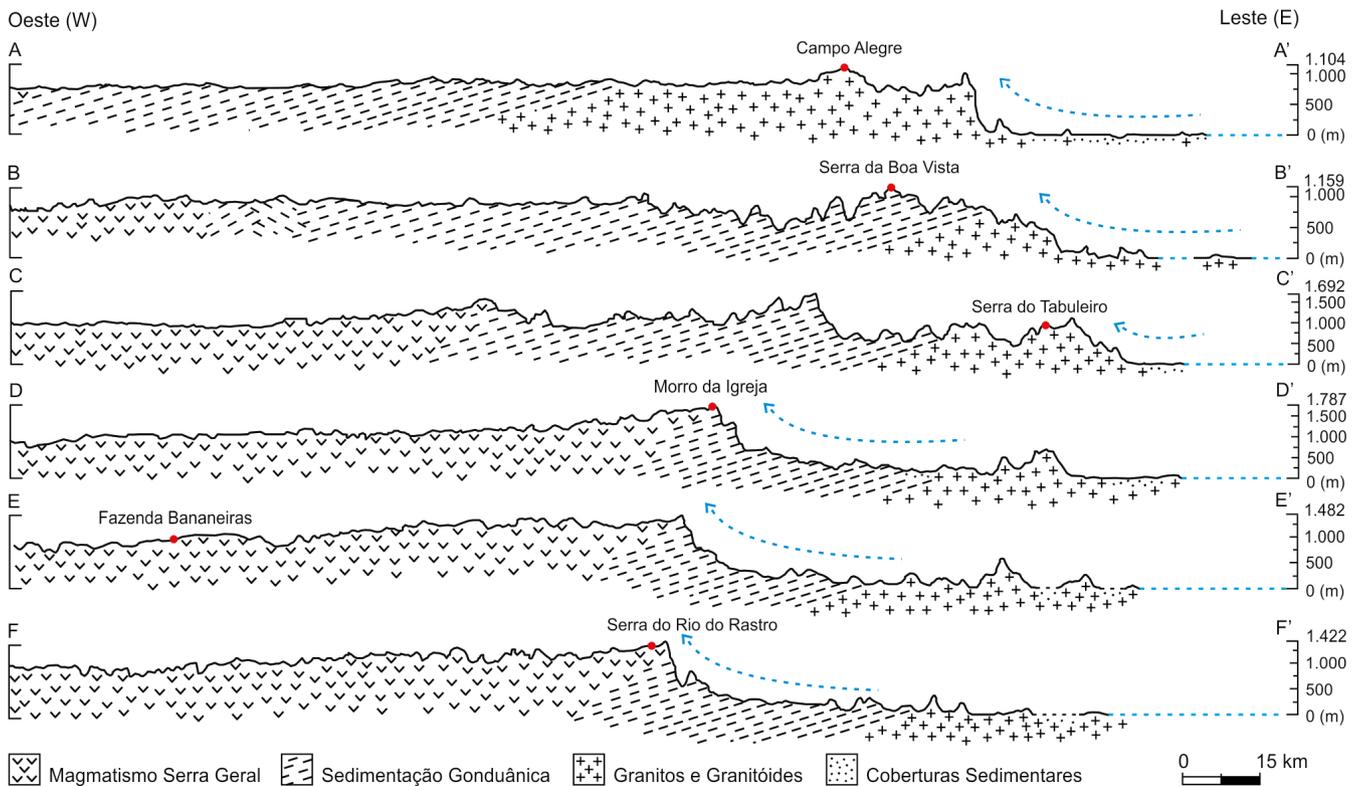


Figura 11. Perfis topográficos identificando a implantação das áreas com estudos palinológicos.

Figure 11. Topographic profiles that identify the implantation of the sites with palynological studies.

do Rastro (Behling, 1995) estão localizadas em borda de planalto (Figuras 11B, D e F). Estas áreas estão expostas a circulação atmosférica e ventos de sul e leste podem estar contribuindo significativamente para o transporte de palinomorfos depositados nelas. As turfeiras estudadas na Serra do Tabuleiro (Jeske-Pieruschka *et al.*, 2012; Behling & Oliveira, 2018) provêm de áreas nucleares de campo e Floresta com Araucária, limitadas pela altitude, mas geograficamente expostas e muito próximas da Floresta Ombrófila Densa, que domina a paisagem regional, também ao longo da fachada litorânea (Figura 9C).

Em oposição, o depósito da Fazenda Bananeiras, no alto curso do Arroio Cará, está bastante afastado da borda do planalto (90 km) (Figura 11E). A área estudada encontra-se no maior núcleo de campos conhecido em Santa Catarina, conforme dados cartográficos de Klein (1978), e o seu registro indica que, mesmo com o aumento da temperatura e da umidade no Holoceno Médio e no Holoceno Superior, a Floresta com Araucária encontrou barreiras ambientais para o seu desenvolvimento. Essas barreiras, provavelmente associadas à altitude e a umidade, impedem a ocupação de áreas de campos, mantendo o domínio de paisagem pleistocênica campestre durante o Holoceno Médio e Superior.

A predominância da vegetação campestre ao longo de todo o registro investigado decorre, portanto, da localização geográfica do depósito e reflete as características de cobertura vegetal do alto curso do Arroio Cará. O presente estudo de

caso revela o domínio da paisagem campestre ao longo de todo o registro, desde 6.900 ¹⁴C anos AP.

A análise mais atenta dos dados disponíveis revela alteração da distribuição dos indicadores de umidade e de temperatura ao longo do Holoceno Médio e Superior, como revelado pela variação de briófitos como *Sphagnum* sp. e *Phaeoceros laevis* que diminuem de frequência da fase BA-1 para a fase BA-2. De fato, esses dois gêneros de briófitos estão melhor adaptados a condições de umidade elevada e de baixas temperaturas.

A diminuição dos percentuais desses esporos na fase BA-2 pode estar associada à melhoria climática sugerida por Behling (1995; 1997; 2007); Behling *et al.* (2001; 2004); Leonhardt & Lorscheiter (2010); Lima (2010); Jeske-Pieruschka *et al.* (2012) e Behling & Oliveira (2018) a partir de dados palinológicos e também, de espeleotemas, conforme dados de Cruz Jr. (2003) para Botuverá (SC).

No Rio Grande do Sul, em Cambará do Sul, os dados de Behling *et al.* (2004) indicam expansão da Floresta com Araucária há cerca de 3.950 ¹⁴C anos AP, enquanto em São Francisco de Paula essa expansão teria ocorrido a cerca de 4.000 anos AP (Leonhardt & Lorscheiter, 2010). Ainda em São Francisco de Paula, resultados de Behling *et al.* (2001) demonstram expansão mais tardia da floresta, há 1.060 anos AP, embora apontando a vegetação de campo como a cobertura vegetal predominante. Os resultados mais recentes, portanto, indicam idades para a expansão inicial da Floresta com Araucária nas terras altas do Brasil meridional que

coincidem com os eventos globais que marcam o limite entre o Holoceno Médio e o Holoceno Superior, tal como proposto inicialmente por Walker *et al.* (2012), e mais recentemente retificado, embora com outra nomenclatura, por Cohen *et al.* (2013).

CONCLUSÕES

A principal conclusão que deriva deste estudo é que a paisagem do território cultural da Coxilha Rica, tal como ilustrada pelo registro paleoambiental da bacia hidrográfica do Arroio Cará, esteve marcada pela predominância de vegetação campestre desde, pelo menos, o início do Holoceno Médio, há aproximadamente 6.900 ¹⁴C anos AP. Essa predominância reflete herança paleoambiental do último período de glaciação global que se estende, provavelmente, à paisagem regional do Planalto dos Campos Gerais, sob domínio de clima mais frio e úmido. A ocorrência de Floresta com Araucária na área de estudo aparenta ter sido sempre pouco expressiva, limitada a áreas mais baixas e marginais dos cursos d'água, ou em pequenos grupos de árvores isolados na paisagem.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), processo n. 563307/2010-2, e à Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado de Santa Catarina (FAPESC), processo n. 14846/2011-6, pelo apoio à pesquisa.

REFERÊNCIAS

- Barth, O.M. 1965. Glossário Palinológico. Catálogo sistemático dos pólen das plantas arbóreas do Brasil Meridional. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, **63**:133–177.
- Barth, O.M. 1982. Variações polínicas em espécies brasileiras da família Rutaceae. *Paleobotânica e Palinologia na América do Sul*, Instituto de Geociências - USP, **13**:43–134.
- Barth, O.M.; Justo, R.L.; Barros, M.A.D. 1998. Catálogo sistemático do pólen das plantas arbóreas do Brasil meridional. XXX: Meliaceae. *Revista Brasileira de Biologia*, **58**:497–509.
- Barth, O.M. & Melhen, T.S. 1988. *Glossário Ilustrado de Palinologia*. Campinas, Editora da UNICAMP, 78 p.
- Bauermann, S.G. & Neves, P.C.P. 2005. Métodos de estudos em palinologia do Quaternário e de plantas atuais. *Cadernos La Salle*, **11**:99–107.
- Bauermann, S.G.; Toigo, M.M.; Behling, H. & Neves, P.C.P. 2002. Aspectos tafonômicos em palinologia do Quaternário. *Pesquisas - Botânica*, **52**:223–239.
- Behling, H. 1995. Investigations into the Late Pleistocene and Holocene history of vegetation and climate in Santa Catarina (S Brazil). *Vegetation History and Archaeobotany*, **4**:127–152. doi:10.1007/BF00203932
- Behling, H. 1997. Late Quaternary vegetation, climate and fire history in the Araucaria forest and campos region from Serra Campos Gerais, Paraná (South Brazil). *Review of Palaeobotany and Palynology*, **97**:109–121. doi:10.1016/S0034-6667(96)00065-6
- Behling, H. 2002. South and southeast Brazilian grasslands during Late Quaternary times: a synthesis. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **177**:19–27. doi:10.1016/S0031-0182(01)00349-2
- Behling, H. 2007. Late Quaternary vegetation, fire and climate dynamics of Serra do Araçatuba in the Atlantic coastal mountains of Paraná State, southern Brazil. *Vegetation History and Archaeobotany*, **16**:77–85. doi:10.1007/s00334-006-0078-2
- Behling, H.; Bauermann, S.G. & Neves, P.C.P. 2001. Holocene environmental changes in the São Francisco de Paula region, southern Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, **14**:631–639. doi:10.1016/S0895-9811(01)00040-2
- Behling, H.; Jeske-Pieruschka, V.; Schüller, L. & Pillar, V.D.P. 2012. Dinâmica dos campos no sul do Brasil durante o Quaternário Tardio. In: V.P. Pillar; S.C. Müller; Z.M.S. Castilhos & A.V.A. Jacques (eds.) *Campos Sulinos - conservação e uso sustentável da biodiversidade*, MMA, p. 13–25.
- Behling, H. & Oliveira, M.T.D. 2018. Evidence of a late glacial warming event and early Holocene cooling in the southern Brazilian coastal highlands. *Quaternary Research*, **89**:90–102. doi:10.1017/qua.2017.87
- Behling, H.; Pillar, V.D.; Orlóci, L. & Bauermann, S.G. 2004. Late Quaternary Araucaria forest, grassland (Campos), fire and climate dynamics, studied by high-resolution pollen, charcoal and multivariate analysis of the Cambará do Sul core in southern Brazil. *Paleogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **203**:277–297. doi:10.1016/S0031-0182(03)00687-4
- Behling, H.; Weng, C. & Bush, M. 2005. *Neotropical Fossil Key (software)*. Department of Geoscience, University of Bremen.
- Bockmann, A.M. & Oliveira, M.A.T. 2013. Estratigrafia de depósitos de turfeira na localidade do Campo do Ciama, Parque Estadual da Serra do Tabuleiro - SC. In: ENCUESTRO DE GEÓGRAFOS DE AMÉRICA LATINA, XIV, 2013. *Anales*, Lima, Unión Geográfica Internacional Perú.
- Cohen, K.M.; Finney, S.C.; Gibbard, P.L. & Fan, J.X. 2013. The ICS International Chronostratigraphic Chart. *Episodes*, **36**:199–204. doi:10.18814/epiiugs/2013/v36i3/002
- Cruz Jr., F.W.D. 2003. *Estudo paleoclimático e paleoambiental a partir de registros geoquímicos quaternários em espeleotemas das regiões de Iporanga (SP) e Botuverá (SC)*. Programa de Pós-graduação em Geoquímica e Geotectônica, Universidade de São Paulo, Ph.D. thesis, 172 p.
- Faegri, K. & Iversen, J. 1975. *Textbook of pollen Analysis*. New York, Hafner Press, 486 p.
- Grimm, E.C. 1987. CONISS: a Fortran 77 program for stratigraphically constrained cluster analysis by the method of the incremental sum of squares. *Computer and Geosciences*, **13**:13–35.
- Hogg, A.G. *et al.* 2013. SHCal13 Southern Hemisphere calibration, 0–50,000 years cal BP. *Radiocarbon*, **55**:1889–1903. doi:10.2458/azu_js_rc.55.16783
- Irgang, B.E. 1973. *O gênero Eryngium L. (Umbelliferae) no Rio Grande do Sul*. Programa de Pós-Graduação em Botânica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, M.Sc. thesis, 86 p.
- Jeske-Pieruschka, V.; Pillar, V.; Oliveira, M. & Behling, H. 2012. New insights into vegetation, climate and fire history of southern Brazil revealed by a 40.000-year environmental record from the State Park Serra do Tabuleiro. *Vegetation History and Archaeobotany*, **22**:299–314. doi:10.1007/s00334-012-0382-y
- Joly, A.B. 2002. *Botânica: introdução à taxonomia vegetal*. 13ª ed. São Paulo, Editora Nacional, 777 p.
- Klein, R.M. 1978. *Mapa Fitogeográfico de Santa Catarina. Flora Ilustrada Catarinense, Parte V*. Itajaí, Herbário Barbosa Rodrigues, 24 p.

- Krasilov, V.A. 1975. *Palaeoecology of territorial plants. Basic principles and Techniques*. New York, John Wiley & Sons, 284 p.
- Leonhardt, A. & Lorscheitter, M.L. 2010. The last 25,000 years in the Eastern Plateau of Southern Brazil according to Alpes de São Francisco record. *Journal of South American Earth Sciences*, **29**:454–463. doi:10.1016/j.jsames.2009.09.003
- Lima, G.L. 2010. *Estratigrafia e palinologia e depósitos turfosos e alúvio colúviais quaternários no Parque Estadual da Serra do Tabuleiro e Planalto de São Bento do Sul, Santa Catarina*. Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Santa Catarina, Ph.D. thesis, 251 p.
- Lima., G.L.; Turolo, D.S. & Oliveira, M.A.T. 2015. Análise palinológica e estratigráfica de uma turfeira na Serra do Espigão – Lebon Régis (SC). *Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Paleontologia*, **69**:48.
- Mantovani, M. 2004. *Caracterização de populações naturais de xaxim (Dicksonia sellowiana (Presl.) Hooker), em diferentes condições edafo-climáticas no estado de Santa Catarina*. Programa de Pós-graduação em Recursos Genéticos Vegetais, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, M.Sc. thesis, 90 p.
- Menéndez, G.G.H. 1962. *Estudio de las Anthocerotales y Marchantiales de la Argentina*. Tucumán, Universidad Nacional de Tucumán, Instituto Miguel Lillo, 325 p.
- Nimer, E. 1989. *Climatologia do Brasil*. 2ª ed. Rio de Janeiro, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, IBGE, 422 p.
- Oliveira, M.A.T.; Pessenda, L.C.R.; Behling, H.; Lima, G.L. & Ferreira, G.M.S.S. 2006. Registro de mudanças ambientais pleistocênicas e holocênicas em depósitos de cabeceira de vale: Campo Alegre, Planalto Norte Catarinense (SC). *Revista Brasileira de Geociências*, **36**:474–487.
- Plá Jr., M.A.; Côrrea, M.V.G.; Macedo, R.B.M.; Cancelli, R.R. & Bauermann, S.G. 2006. *Grãos de Pólen: usos e aplicações*. Canoas, Universidade Luterana Brasileira, 20 p.
- Radaeski, J.N. 2015. *Morfologia polínica de táxons de Poaceae do Rio Grande do Sul: uma abordagem para distinguir vegetações campestres e florestais no sul do Brasil*. Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas, Universidade Federal do Pampa, M.Sc. thesis, 85 p.
- Radaeski, J.N.; Evaldt, A.C.P.; Bauermann, S.G. & Lima, G.L. 2014. Diversidade de grãos de pólen e esporos dos Campos do sul do Brasil: descrições morfológicas e implicações paleoecológicas. *Iheringia*, **69**:107–132.
- Salgado-Labouriau, M.L. 2007. *Critérios e técnicas para o Quaternário*. São Paulo, Edgard Blücher, 404 p.
- Santa Catarina, 1986. *Atlas de Santa Catarina*. Rio de Janeiro, Gabinete de Planejamento e Coordenação Geral, Subchefia de Estatística, Geografia e Informática, Aerofoto Cruzeiro, 165 p.
- Sehnem, A. 1978. Ciateáceas. In: P.R. Reitz (ed.) *Flora ilustrada catarinense*, Herbário Barbosa Rodrigues, p. 1–115.
- Silva, E.V.; Silva, A.C.; Pereira, R.C.; Camargo, P.B.; Silva, B.P.C.; Barral, U.M. & Mendonça-Filho, C.V. 2013a. Composição lignocelulósica e isotópica da vegetação e da matéria orgânica do solo de uma turfeira tropical: I – composição florística, fitomassa e acúmulo de carbono. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, **37**:121–133.
- Silva, E.V.; Silva, A.C.; Silva, B.P.C.; Camargo, P.B.; Pereira, R.C.; Barral, U.M.; Botelho, A.M.M. & Vidal-Torrado, P. 2013b. Composição lignocelulósica e isotópica da vegetação e da matéria orgânica do solo de uma turfeira tropical: II - substâncias húmicas e processos de humificação. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, **37**:134–144.
- Stanski, C.; Luz, C.F.P.; Nogueira, A. & Nogueira, M.K.F.S. 2013. Palynology of species in the Astereae and Heliantheae tribes occurring in the region of Campos Gerais, Paraná State, Brazil. *Iheringia*, **68**:203–214.
- Tryon, R.M. & Tryon, A.F. 1982. *Ferns and allied plants with special reference to tropical America*. New York, Springer Verlag, 857 p.
- Walker, M.J.C.; Berkelhammer, M.; Björck, S.; Cwynar, L.C.; Fisher, D.A.; Lon, A.J.G.; Lowe, J.J.; Newnham, R.M.; Rasmussen, S.O. & Weis, H.S. 2012. Formal subdivision of the Holocene Series/Epoch: a Discussion Paper by a king Group of INTIMATE (Integration of ice-core, marine and terrestrial records) and the Sub commission on Quaternary Stratigraphy (International Commission on Stratigraphy). *Journal of Quaternary Science*, **27**:649–659. doi:10.1002/jqs.2565
- Yano, O.; Pirani, J.R. & Santos, D.P. 1985. O gênero *Sphagnum* (Bryopsida) nas regiões Sul e Sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*, **8**:55–80.