

UTILIZAÇÃO DA ESTRATIGRAFIA E PALINOLOGIA DO QUATERNÁRIO PARA A CARACTERIZAÇÃO PALEOAMBIENTAL DE DEPÓSITOS ALÚVIO-COLUVIAIS: PLANALTO DE SÃO BENTO (SC)

Gisele L. Lima^{1,2}, Marcelo A. T. Oliveira², Soraia G. Bauermann³

RESUMO:

A integração da análise estratigráfica à análise palinológica permite a caracterização paleoambiental de ambientes de sedimentação alúvio-coluvionar. O presente trabalho demonstra, através da apresentação da estratigrafia, de dados físicos (cor da matriz, textura ao tato, estrutura, tipo de contato e análise granulométrica) e químicos (teor de matéria orgânica) obtidos para seção levantada em área planáltica de Santa Catarina, o potencial de depósitos alúvio-colúviais para estudos palinológicos, possibilitando a geração de quadro paleoambiental mais amplo.

PALAVRAS-CHAVE: paleoambiente; Quaternário; alúvio-colúvio

ABSTRACT:

Paleoenvironmental alluvial and colluvial settings may be characterized by the integrated analysis of stratigraphic and palynologic data. In this work, stratigraphic, physic and chemic data are used to demonstrate the potential use of alluvial and colluvial deposits for palynologic studies in highland areas of Santa Catarina state, in southern Brazil. Integration between stratigraphy and Palynology allows definition of wider paleoenvironmental scenarios.

KEY WORDS: palaeoenvironmental; Quaternary; alluvia-colluvia

INTRODUÇÃO:

A análise estratigráfica associada à análise palinológica pode prover subsídios para a caracterização paleoambiental. Esse tipo de integração não é algo novo e vem sendo realizado desde a década de 1980. Um bom exemplo dessa integração é representado pelo trabalho de Dietrich e Dorn (1984) na Califórnia (EUA). Os autores estudaram depósitos colúviais em área de cabeceira de vale e a associação entre dados estratigráficos e palinológicos possibilitou melhor compreensão do quadro de evolução ambiental da área estudada. O estudo sugeriu que os episódios de colúviação ocorridos no início do Holoceno foram, em parte, resultado de uma vegetação rala, decorrente de queimadas que se tornaram mais freqüentes neste momento. No Brasil esse tipo de estudo se intensificou nos últimos anos e seus resultados têm permitido compreensão mais ampla das mudanças ambientais ocorridas a partir do Pleistoceno tardio (THOMAZ, 2000; STEVAUX, 2000; MEDEANIC *et al.*, 2004; MELO *et al.*, 2003; ETCHEBEHERE *et al.*, 2003).

O presente trabalho apresenta os resultados de pesquisa que está sendo desenvolvida desde 2003 na localidade de Cerro do Touro, no Planalto de São Bento do Sul (SC) (**Fig. 1**). Inicialmente, os trabalhos realizados na área tinham como um dos objetivos avaliar a utilização de dados

¹ Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), Chapecó (SC), Brasil, giselelima99@gmail.com;

² Departamento de Geociências, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis (SC), Brasil, maroliv@cfh.ufsc.br

³ Laboratório de Palinologia, Universidade Luterana do Brasil, Canoas (RS), Brasil, soraia.bauermann@ulbra.br

sedimentológicos como indicadores de mudanças paleoambientais. Os primeiros resultados foram promissores, no entanto, persistiam dúvidas sobre o real significado dessas mudanças na área estudada e a palinologia surgiu como ferramenta que poderia ser útil para responder essa questão. Dessa forma, a partir dos dados estratigráficos obtidos, foram selecionados intervalos estratigráficos nos quais, em decorrência de determinadas características, havia potencial para estudos palinológicos.

O Planalto de São Bento do Sul está assentado sobre substrato geológico formado por rochas da Bacia de Campo Alegre, que é composta essencialmente de riolitos e traquitos, e em menores proporções de basaltos e andesitos, tufos e sedimentos vulcanogênicos (BIONDI *et al.*, 2002). Em função da altitude, entre 850 e 950 m (SANTA CATARINA, 1986), o clima desse planalto está inserido no domínio mesotérmico brando, subdomínio superúmido, sem estação seca (BRAGA & GHELLRE, 1999). A temperatura média é 16,4°C e as chuvas são bem distribuídas ao longo do ano, sendo que o total anual varia de 1.600 a 1.800 mm (SANTA CATARINA, 1986). Duas formações vegetais caracterizam esse planalto: a Floresta com Araucária e os Campos, que interrompem o domínio da *Araucaria angustifolia* (KLEIN, 1974; 1978). Pesquisas geomorfológicas demonstram rico registro sedimentar quaternário, com presença de horizontes pedológicos enterrados e de estruturas sedimentares bem preservadas (LIMA, 2005; OLIVEIRA *et al.*, 2006). Os sedimentos estudados apresentam idades entre 90 a 6,6 ka (LOE), possibilitando reconstituição ambiental a partir do Estágio Isotópico Marinho 5.

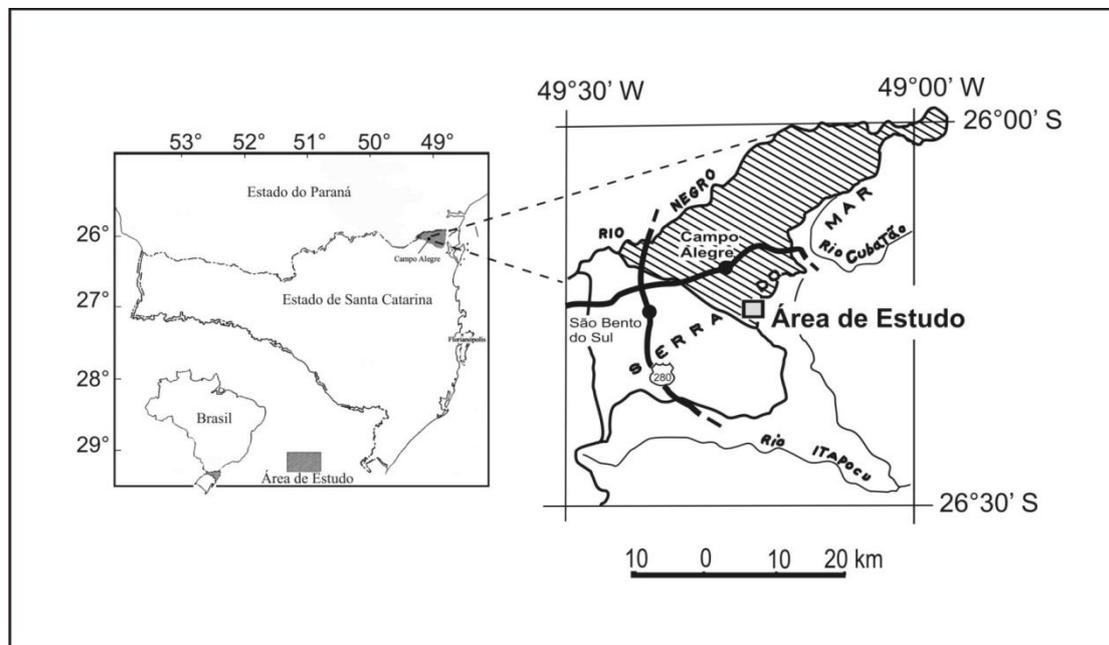


Figura 1 Mapa de localização da Seção Pedostratigráfica Vale Nordeste

MATERIAIS E MÉTODOS:

A seção estratigráfica utilizada nessa pesquisa foi levantada diretamente com auxílio de trado manual. A individualização camadas estratigráficas foi realizada a partir das características levantadas em campo, como: cor da matriz, textura ao tato, estrutura pedológica e tipo de contato. Amostras selecionadas dessas camadas foram submetidas à análise granulométrica (SUGUIO, 1973), análise do teor de matéria orgânica (método Walkley-Black), datação (Carbono 14 e Termoluminescência - TL) e análise palinológica (FAEGRI & IVERSEN, 1975).

RESULTADOS:

A área na qual foi levantada a seção, nominada de Seção Pedostratigráfica Vale Nordeste (**Fig. 2**) consiste de vale tributário bastante dissecado, com canal de primeira ordem (em afluente do rio Turvo), escalonado em compartimento topográfico de origem estrutural, que criou nível de base local, a montante do qual o vale foi entulhado por aluviões.



FIGURA 2 Vista parcial do terraço aluvial formado por afluente do rio Turvo. A seta indica o local em que foi levantada a seção (Foto: Marcelo Oliveira, 2003).

Partindo do manto de alteração, foram individualizadas 19 camadas a partir de características físicas como cor da matriz, textura ao tato, estrutura pedológica e tipo de contato (**Fig. 3**). Tais características físicas e a estratigrafia desta seqüência sugerem a ocorrência de horizontes pedológicos

(unidades 2, 6 e 18) intercalados a camadas coluviais (unidades 1 e 3), camadas aluviais (unidades 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16 e 17) e camada aluvio-coluvial (unidade 19). Os tipos de contato entre determinadas camadas, como, por exemplo, entre as unidades 2 e 3, entre as unidades 3 e 5, entre as unidades 6 e 7, definidos como abruptos, apontam para fases de erosão.

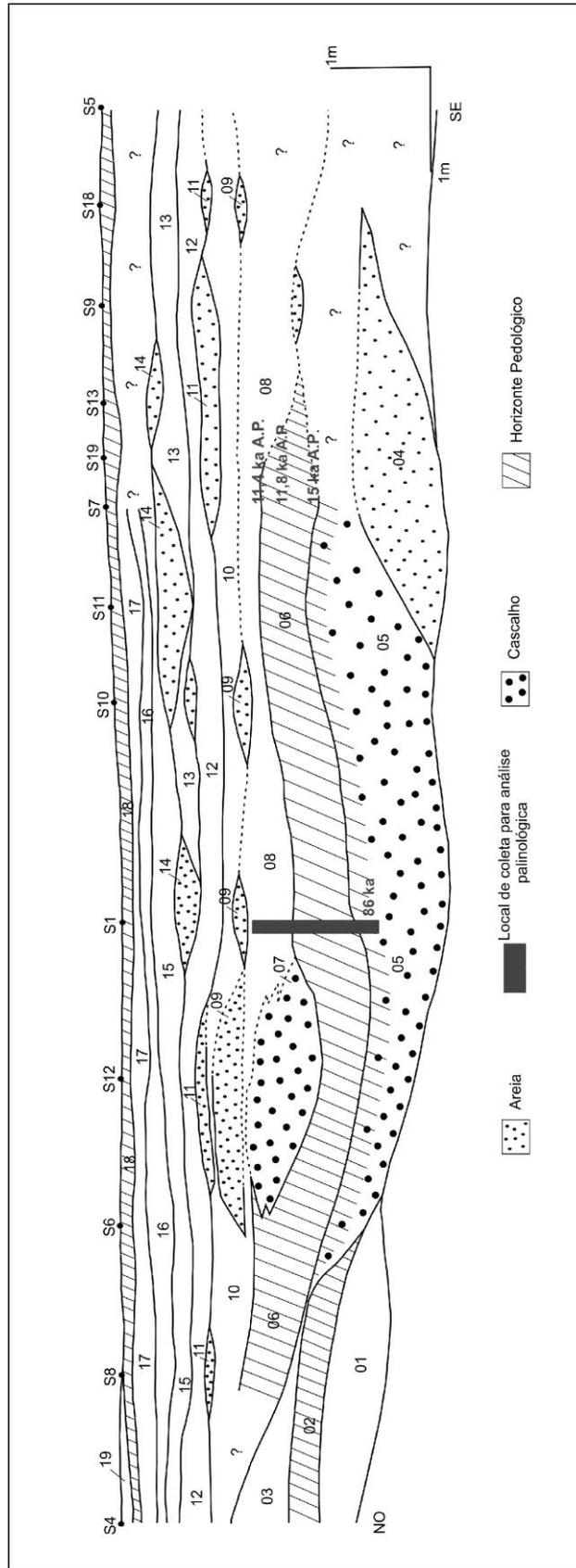


Figura 3 Seção Pedostratigráfica Vale Nordeste

Amostras selecionadas dessas camadas foram submetidas à análise granulométrica, totalizando 103. Segundo a classificação de Flemming (2000), os materiais encontrados nessa seção foram classificados como: *areia lamosa* (B, 25-50% lama), *lama arenosa* (C, 50-75% lama), *lama levemente*

arenosa (D, 75-95% lama) e lama (E, >95% lama), com as seguintes classes: *areia siltosa* (B-II), *lama arenosa siltosa* (C-III), *lama arenosa argilosa* (C-IV), *lama levemente arenosa siltosa* (D-III), *lama levemente arenosa argilosa* (D-IV), *silte* (E-I), *silte levemente argiloso* (E-II), *silte argiloso* (E-III) e *argila siltosa* (E-IV).

Trinta e sete amostras foram submetidas à análise do teor de matéria orgânica, englobando 14 das 19 camadas individualizadas nesta seção estratigráfica. A síntese dos resultados das análises granulométricas e do teor de matéria orgânica pode ser observada **Tab. 1**.

Tabela 1 Síntese dos resultados da Seção Pedostratigráfica Vale Nordeste

Unidade	Classificação textural, segundo Flemming (2000)	Matéria orgânica (%)	Idade
19	Não determinado	Não determinado	---
18	Não determinado	Não determinado	---
17	D e E	14,88	---
16	D e E	1,83 a 3,77	---
15	D	1,12 a 1,37	---
14	B, C e E	1,54	---
13	D e E	Não determinado	---
12	D e E	1,50 a 2,82	---
11	C, D e E	2,66	---
10	D e E	1,66 a 2,23	---
9	C	2,46	---
8	D	9,03	---
7	Não determinado (lente de areia)	Não determinado	---
6	D e E	1,01 a 19,28	11.370 +/- 60 anos AP (topo) (¹⁴ C) 11.850 +/- 70 anos AP (porção intermediária) (¹⁴ C) 15.031 +/- 127 anos AP (base) (¹⁴ C)
5	C e D	1,67 a 18,53	86.000 +/- 10.500 anos (TL)
4	Não determinado (lente de areia)	1,38 a 2,15	---
3	D	0,12	---
2	E	3,0 a 6,41	---
1	D	1,13	---

A seqüência de eventos inicia em período anterior a 86 ka, quando houve a formação de camada coluvial (camada 1), que foi posteriormente pedogenizada, formando o horizonte pedológico (A proeminente) referente à camada 2. Nova fase de colúviação possibilitou a deposição de outra camada coluvial (camada 3), que recobriu o horizonte pedológico anteriormente desenvolvido (camada 2). Após a formação dessas duas camadas seguiu-se período de intensa erosão que

impossibilitou a geração de registro sedimentar, restando como registro desse período, as camadas 4 e 5.

Esse período de importante atividade erosiva, evidenciando lacuna deposicional pleistocênica, foi seguido pelo desenvolvimento da turfeira que apresenta as seguintes idades: 15.031 +/- 127 anos AP, na base (inédito); 11.850 +/- 70 anos AP no nível intermediário (LIMA, 2005) e 11.370 +/- 60 anos AP, no topo (OLIVEIRA *et al.*, 2006).

O desenvolvimento dessa turfeira foi interrompido por nova fase erosiva, que possibilitou a incisão de canais que foram posteriormente preenchidos. Registro dessa fase é representado pela unidade 7.

A incisão desses canais é seguida pelo início da formação da planície de inundação. Camadas de materiais finos (camadas 8, 10, 12, 13, 15, 16 e 17) estão intercaladas a camadas de material mais grosso (camadas 9, 11 e 14). Os depósitos mais grossos sugerem pulsos de maior energia durante os períodos de cheias e foram classificados por Lima (2005) como depósitos de rompimento de diques marginais. A identificação de provável área pantanosa (unidade 10) na seqüência estratigráfica, corrobora a classificação daquelas camadas como depósitos de planície de inundação. Na camada 10 foram observadas marcas de folhas na posição vertical, indicando que estas achavam-se em posição de vida, habitando o banhado limitado, de um lado, pela rampa, e de outro, pela lente de areia que forma a camada 9 (**Fig. 3**).

Essa seção apresenta seqüência sedimentar formada a partir da atuação de processos colúviais e aluviais. Esses processos são descritos através dos depósitos sedimentares que se acham ali preservadas, tais como: depósitos colúviais, (unidades 1 e 3); depósitos de canais (unidades 5 e 7) e depósitos de planície de inundação com presença de depósitos de rompimentos de diques marginais (unidades de 8 a 17).

Com base em critérios como maior concentração de matéria orgânica e percentual importante de lama foram selecionadas amostras das unidades 2, 5, 6, 8, 10, 12, 15, 16, 17 e 18 para serem submetidas à análise palinológica. Foram analisadas 17 amostras, no entanto, somente amostras das unidades 5, 6, 8, 10 e 12 mostraram-se férteis. Os resultados palinológicos para as amostras das unidades 5 e 8 podem ser observados na **Fig. 4**. Os dados referentes à unidade 6 foram apresentados em trabalho anterior (OLIVEIRA *et al.*, 2006). Os resultados obtidos para as camadas 10 e 12 não serão abordados nesse trabalho.

Na camada 5 há predomínio da vegetação de campo (90%), destacando-se as famílias Poaceae (70 a 80%) e Asteraceae (20%), seguidos por Cyperaceae e *Croton* (<5%). No conjunto dos táxons florestais (10%) destacam-se a *Myrsine*, Myrtaceae e *Alchornea*. Nessa camada os pteridófitos são representados, essencialmente, pelo *Blechnum*. Fungos e Briófitos são pouco frequentes.

Na unidade 8 observa-se o recuo do campo e a expansão da floresta. O campo continua a ser dominado por espécies das famílias Poaceae (60 a 80%) e Asteraceae (<20%). A floresta se torna mais diversificada, com presença de *Clethra*, *Lamanonia speciosa*, Melastomataceae, *Symplocos* e

Weinmannia, além *Myrsine*, Myrtaceae e *Alchornea*, que já estavam presentes na unidade 5. Os pteridófitos aumentam nessa unidade, com destaque para *Blechnum*, Cyatheaceae e *Dicksonnia sellowiana*.

Uma amostra superficial foi submetida à análise palinológica. Conforme demonstrado pela **Fig. 5** o espectro palinológico atual da área sugere predomínio da vegetação de campo (> 70%), com maior expressão de espécies da família Poaceae e Asteraceae. O gráfico indica a retração da floresta no período atual. Na transição Pleistoceno-Holoceno os táxons florestais correspondiam a 40% do total (OLIVEIRA *et al.*, 2006). Atualmente esse percentual não ultrapassa 30%, possivelmente devido à pressão antrópica a que estes ecossistemas estão submetidos. A importante presença de pteridófitos, sobretudo da família Cyatheaceae, sugere presença de floresta (de galeria), uma vez que essas plantas se desenvolvem, preferencialmente, em locais sombreados.

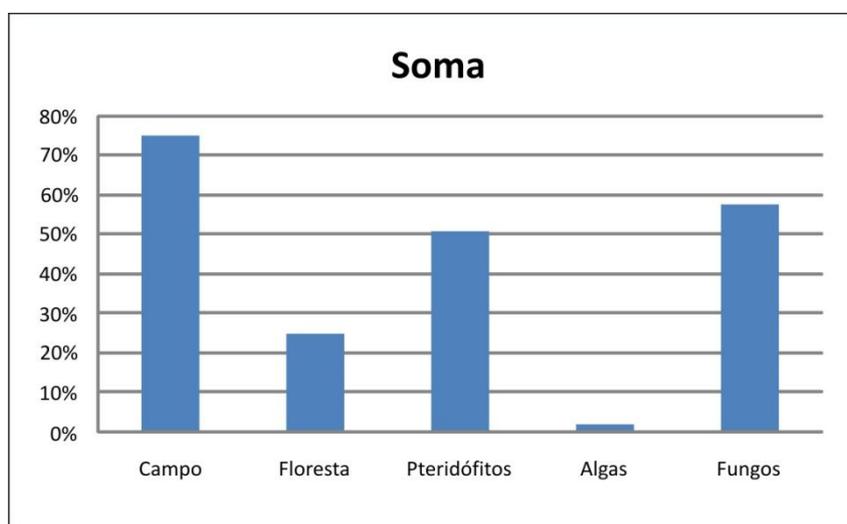


Figura 5 Gráfico de porcentagem do somatório dos conjuntos dos táxons encontrados na amostra superficial da Seção Pedostratigráfica Vale Nordeste

DISCUSSÃO:

Os dados geomorfológicos, estratigráficos, sedimentológicos, palinológicos e geocronológicos gerados possibilitaram a reconstituição parcial da atividade fluvial passada, responsável pela formação desta planície.

A seqüência inicia em período anterior a 86 ka AP e seu registro aponta para a alternância de períodos de morfogênese e pedogênese. Seguiu-se fase de intensa atividade morfogenética, responsável pela formação de espessos depósitos alúvio-colúviais, datados de 86 ka. Esses depósitos evidenciam elevada presença de materiais clásticos e de água no sistema. A presença de depósitos heterogêneos, com estratificação incipiente e mistura com a massa de sedimentos de origem orgânica, como galhos e folhas bem preservados, evidenciam o caráter episódico da formação dessa camada.

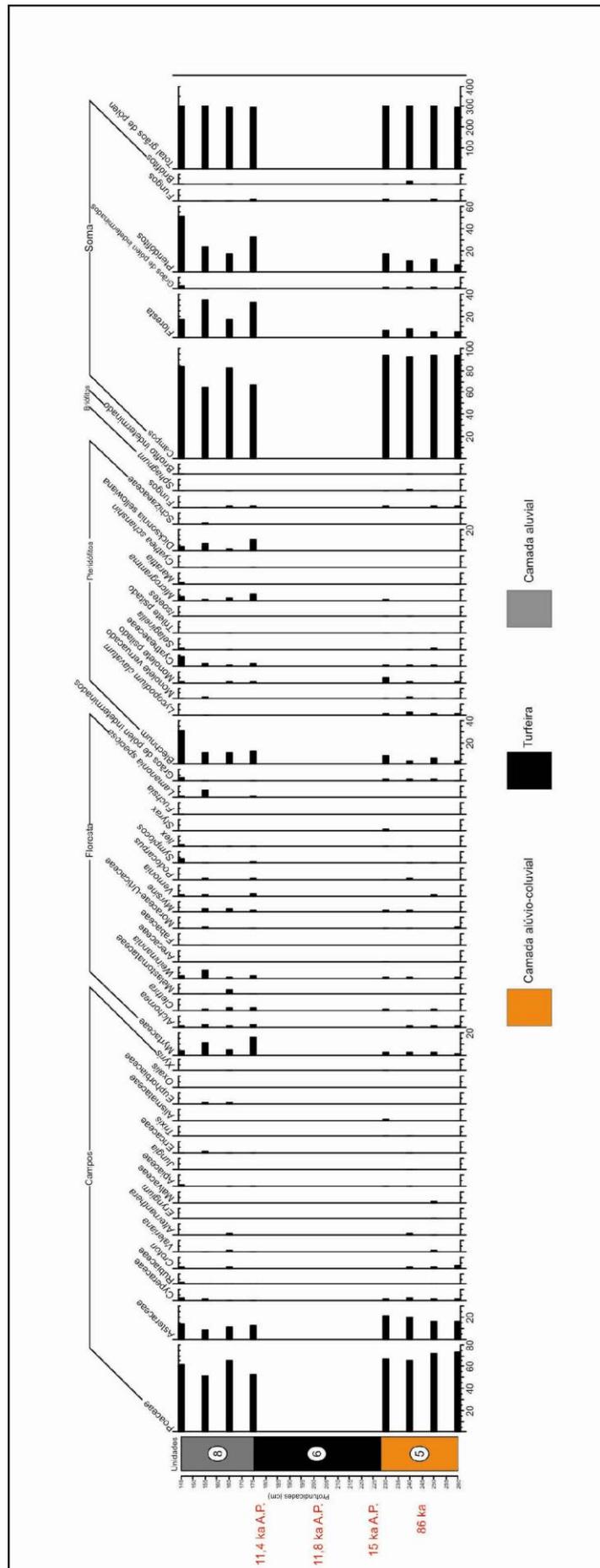


Figura 4 - Diagrama palinológico percentual das unidades 5 e 8 da Seção Pedostratigráfica Vale Nordeste .

Essa fase de intensa atividade erosiva impossibilitou a geração de registro sedimentar até 15 ka A.P., quando houve o desenvolvimento de turfeira (camada 6) até aproximadamente 11,3 ka A.P., em ambiente cada vez mais úmido e mais quente que no período anterior, como sugerido pelo registro palinológico para o período, que aponta para o início da expansão da floresta (OLIVEIRA *et al.*, 2006).

Após o período de formação dessa turfeira, seguiu-se nova fase de erosão, assinalada pela incisão e posterior preenchimento de canal, evidenciada pela estrutura de corte e preenchimento. Essa estrutura sugere a atuação de fluxos de alta velocidade capazes de erodir camada formada, essencialmente, por lama (NICHOLS, 1999) e carrear areia de granulação grossa e cascalho.

As camadas posteriormente depositadas consistem dos finos de planície de inundação intercalados com depósitos de rompimento de diques marginais. Tais depósitos indicam que a velocidade de fluxo diminuiu, mas, ainda com presença de fluxos de alta velocidade durante as cheias.

Os fluxos diminuem em direção ao topo da seqüência, como evidenciado pela ausência dos depósitos de rompimento de diques marginais. A presença dos depósitos de finos de planície de inundação sugere ambiente de baixa energia deposicional e formação de horizonte pedológico que é recoberto por depósitos coluviais no setor mais afastado do canal, apontando para atuação de escoamento superficial. A retração da floresta observada nesse período pode ser o resultado da colonização, iniciada no século XIX (KORMANN, 1989).

CONCLUSÃO:

1. Os dados apresentados neste trabalho apontam para o potencial da utilização de dados sedimentológicos como indicadores de mudanças ambientais:
 - A) A formação dos depósitos alúvio-coluviais datados de 86 ka podem ser correlacionados a transição do estágio 5b para o interestádio 5a, que apresenta tendência ao aquecimento (WILSON *et al.*, 2000), mesma tendência encontrada nos resultados de $\delta^{18}\text{O}$ das estalagmites das cavernas de Botuverá, no Estado de Santa Catarina (CRUZ *et al.*, 2009).
 - B) O início da formação da turfeira pode estar correlacionada à Inversão Antártica, período com tendência ao resfriamento. O desenvolvimento dessa turfeira atravessa período correlacionável ao *Younger Dryas*, fase que no Hemisfério Norte apresenta tendência ao resfriamento.
 - C) O topo da turfeira está correlacionado à transição Pleistoceno-Holoceno, período marcado nos trópicos úmidos pelo aumento das precipitações (THOMAS *et al.*, 2000).
2. Sedimentos alúvio-coluviais apresentam potencial para estudos palinológicos, que podem detalhar o nível de resolução das interpretações paleoambientais;
3. Dados palinológicos desses ambientes quando associados à estratigrafia podem prover informações que possibilitam reconstituição ambiental mais ampla.

AGRADECIMENTOS:

Este trabalho foi realizado com o apoio do CNPq através de concessão de bolsa de doutorado.

REFERÊNCIAS:

BRAGA, H. J.; GHELLRE, R. Proposta de diferenciação climática para o estado de Santa Catarina. In: XI Congresso Brasileiro de Agrometeorologia. Anais... Florianópolis, 1999 (CD-ROM).

BIONDI, J. C.; VASCONCELLOS, E. M. G. & VANZELA, G. A. Estudo comparativo entre os minérios da mina Bateias e de outras minas da região de Campo Alegre (Santa Catarina). Revista Brasileira de Geociências, Rio de Janeiro, v. 32, n. 2, p. 245-254, junho de 2002.

CRUZ JUNIOR, Francisco William da ; VUILLE, Mathias ; BURNS, Stephen J. ; WANG, Xianfeng ; CHANG, Hai ; WERNER, M. ; R. Lawrence Edwards ; [KARMANN, Ivo](#) ; AULER, Augusto ; NGUYEN, H. . Orbitally driven east-west anti-phasing of South American precipitation. Nature Geoscience, v. 2, p. 210-214, 2009

DIETRICH, W. E. & DORN, R. Significance of thick deposits of colluvium on hillslopes: a case study involving the use of pollen analysis in the coastal mountains of northern California. The Journal of Geology, Chicago, v. 92: p. 147-58, 1984.

ETCHEBEHERE, M. L.; SAAD, A. R.; GARCIA, M.J.; BRANDT NETO, M.; ZANARDO. A. Fácies Peíticas em Depósitos de Terraços no Vale do Rio do Peixe, Região Ocidental Paulista, Brasil: Considerações Paleoambientais e Econômicas. Geociências, São Paulo, v. 22, n. 1, p. 17-31, 2003.

FAEGRI, K.; IVERSEN, J. Textbook of pollen analysis. New York: Hafner Press, 1975.

FATMA (Fundação de Amparo à Tecnologia e ao Meio Ambiente). Parque Estadual da Serra do Tabuleiro: Diagnóstico dos Meios Físico e Biótico – Produto Básico de Zoneamento. Florianópolis, 2005. (CD-ROM)

FLEMMING, B. W. A revised textural classification of gravel-free muddy sediments on the basis ternary diagrams. Continental Shelf Research, Amsterdam, n. 20, p. 1125-1137, 2000.

KLEIN, R. M. Importância e fidelidade das Lauráceas na “Formação de Araucária” do estado de Santa Catarina. Insula, Boletim do Horto Botânico. N°7, p.1-19. Florianópolis, agosto de 1974.

KLEIN, R. M. Mapa Fitogeográfico do Estado de Santa Catarina. Itajaí, 1978. 1 mapa. Escala: 1:600.000

KORMANN, Jose. Histórico da estrada Dona Francisca: de Joinville por Campo Alegre, São Bento do Sul e Rio Negrinho a Mafra. Florianópolis: IOESC, 1989.

LIMA, G. L. Caracterização Pedostratigráfica de Depósitos de Encosta e de Vale, Localidade de Cerro do Touro, Campo Alegre, Estado de Santa Catarina. Dissertação de Mestrado. UFSC, Florianópolis, 2005.

MEDEANIC, S.; GARCIA, M.J.; STEVAUX, J. C. A importância dos palinórfos de fungos e de algas nas reconstruções paleoambientais por meio de estudos em sedimentos Alto Rio Paraná, Taquaruçu, MS, Brasil. Revista da Universidade de Guarulhos, Guarulhos, v. IX, n. 6, p. 19-40, 2004.

MELO, M. S.; MEDEIROS, C.V.; GIANNINI, P. C. F.; GARCIA, M. J.; PESSEDA, L. C. R. Sedimentação Quaternária no Espaço Urbano de Ponta Grossa, PR. *Geociências*, São Paulo, v. 22, n. 1, p. 33-42, 2003

NICHOLS, S. *Sedimentology & Stratigraphy*. Blackwell Science Ltd, 1999.

OLIVEIRA, M. A. T.; PESSEDA, L. C. R.; BEHLING, H.; LIMA, G. L.; FERREIRA, G. M. S. S. Registro paleoambiental em depósitos aluvio-coluviais de cabeceira de vale: município de campo alegre, Planalto Norte Catarinense. *Revista Brasileira de Geociências*, Rio de Janeiro, v. 36, n. 3, p. 474-487, 2006.

SANTA CATARINA, GABINETE DE PLANEJAMENTO E COORDENAÇÃO GERAL, SUBCHEFIA DE ESTATÍSTICA, GEOGRAFIA E INFORMÁTICA. Atlas de Santa Catarina. Rio de Janeiro, 1986. 1 atlas. Escalas variam.

STEVAUX, J. C. Climatic events during the Late Pleistocene and Holocene in the Upper Parana River: Correlation with NE Argentina and South-Central Brazil. *Quaternary International*, Amsterdam, v. 72, p. 73-85, 2000.

SUGUIO, K. Introdução a Sedimentologia. São Paulo: Edgard Blücher LTDA, 1973.

THOMAS, M. F. Late Quaternary environmental changes and the alluvial record in humid tropical environments. *Quaternary International* 72: p. 23-36, 2000.

THOMAZ, S. L. Paleopalinologia e paleoecologia de depósitos holocênicos da planície aluvial do Alto Rio Paraná na região de Porto Rico, Estado do Paraná (Brasil). *Cadernos de Geografia*, Coimbra, n. 19, p. 135-160, 2000.

WILSON, R. C. L.; DRURY, S. A.; CHAPMANN, J. L. *The Great Ice Age*. Routledge. London, 2000.