

PROCESSOS DEPOSICIONAIS EM CABECEIRAS DE VALE ENTRE O ÚLTIMO GLACIAL (EIM 3) E O HOLOCENO MÉDIO: MUDANÇAS GLOBAIS E EVOLUÇÃO DO RELEVO NO PLANALTO NORTE CATARINENSE.

OLIVEIRA, M. A. T.¹

¹Depto. de Geociências, UFSC, E-mail: maroliv@cfh.ufsc.br

LIMA, G. L.¹

¹Depto. de Geociências, UFSC, E-mail: glima5@yahoo.com

BEHLING, H.²

²Dept. of Palynology and Climate Dynamics, Universidade de Göttingen, E-mail: Hermann.Behling@bio.uni-goettingen.de

PESSENDA, L. C. R.³

³Lab. ¹⁴C, CENA, USP-Piracicaba, E-mail: pessenda@cena.usp.br

FERREIRA, G. M. S. S.¹

¹Depto. de Geociências, UFSC, E-mail: glaucia2506@yahoo.com.br

DUZZIONI, R.¹

¹Depto. de Geociências, UFSC, E-mail: renataduzzioni@yahoo.com.br

RESUMO

Coberturas superficiais alúvio-coluvionares são muito comuns no Brasil e têm sido estudadas no contexto de pesquisas sobre o Quaternário. Apesar de volume importante de material científico produzido, a utilização dessas coberturas como elemento de interpretação paleoambiental é considerada com ceticismo. Este trabalho tem como principal objetivo demonstrar que o estudo de depósitos alúvio-coluvionares pode, em determinadas condições, propiciar o levantamento de dados representativos passíveis de interpretação paleoambiental. O estudo inicia com a caracterização de coberturas superficiais retidas em cabeceiras de vale no Planalto Norte do estado de Santa Catarina, nos municípios de Campo Alegre e Jaraguá do Sul. O registro estudado tem revelado quantidade importante de evidências preservadas nas cabeceiras de vale locais. Análises estratigráficas, sedimentológicas, geomorfológicas, palinológicas, isotópicas e geocronológicas são associadas e aplicadas. Os resultados indicam mudanças ambientais locais, cujas idades coincidem com os Estágios Isotópicos Marinhas (EIM) 5b; 3 e 1. Apesar de evidências de temperaturas e precipitações menores do que as atuais durante o Pleistoceno, a evolução das cabeceiras de vale estudadas indica influência de ambiente local relativamente úmido, propiciando a formação de zonas de saturação do solo e de escoamento superficial sobre encostas. A organização interna de depósitos de escoamento superficial sugere ocorrência de regime climático sazonal, com estação seca pronunciada, durante Holoceno Médio. Em geral, o registro estudado indica regime hídrico controlado pelo escoamento de água sobre encostas, sob a forma de escoamento difuso e concentrado, sugerindo paleoidrologia caracterizada por relativo excesso de precipitação em relação às taxas de evapo-transpiração, do EIM3 ao Holoceno Médio.

Palavras-Chave: Cabeceiras de vale; alúvio-colúvio, paleoidrologia

INTRODUÇÃO

A caracterização de cabeceiras de vale, explicitada na década iniciada em 1990, deu ênfase a unidades do relevo nas quais mecanismos de produção e preservação de sedimentos alúvio-coluvionares seriam recorrentes (Dietrich and Dunne 1993). No entanto, estudos de Geomorfologia do Quaternário conduzidos no Brasil desde a década que teve

início em 1970 já vinham enfatizando o desenvolvimento de rampas alúvio-coluvionares em locais que hoje seriam caracterizados como cabeceiras de vale (Meis & Machado 1978). Apesar de coberturas alúvio-coluvionares serem muito comuns no Brasil, sua utilização como indicadores paleoambientais ainda desperta ceticismo (Thomas et al. 2001). Neste trabalho, damos prosseguimento aos estudos sobre o tema, caracterizando coberturas superficiais em cabeceiras de vale e propondo interpretações de cunho paleoambiental.

ÁREA DE ESTUDO

A área do estudo se situa na localidade de Cerro do Touro, entre os municípios de Campo Alegre e Jaraguá do Sul, no Norte do Estado de Santa Catarina, no Planalto de São Bento do Sul (Figura 1). O substrato local é formado por rochas Neo-Proterozóicas da bacia vulcano-sedimentar de Campo Alegre. Altitudes variam de 850 a 1.046 metros e o clima é mesotérmico, com verões relativamente frescos (tipo Cfb de Köppen). A temperatura média anual é de 16,4° C e as precipitações anuais oscilam entre 1.600 e 1.800 mm. A vegetação natural é a Floresta Ombrófila Mista. Campos de Altitude são comuns, com matas galeria nos vales e depressões topográficas.

METODOLOGIA

Este trabalho apresenta resultados de 3 seqüências deposicionais descritas em cortes de estrada, frentes de mineração e toposeqüências. As seqüências foram abordadas através da caracterização geral de unidades deposicionais e da aquisição de material para análises geomorfológicas, sedimentológicas, isotópicas, micromorfológicas, palinológicas e geocronológicas, que foram integradas de modo a explorar todo o potencial das coberturas alúvio-coluvionares (Oliveira & Lima, 2004; Oliveira & Ferreira, 2004).

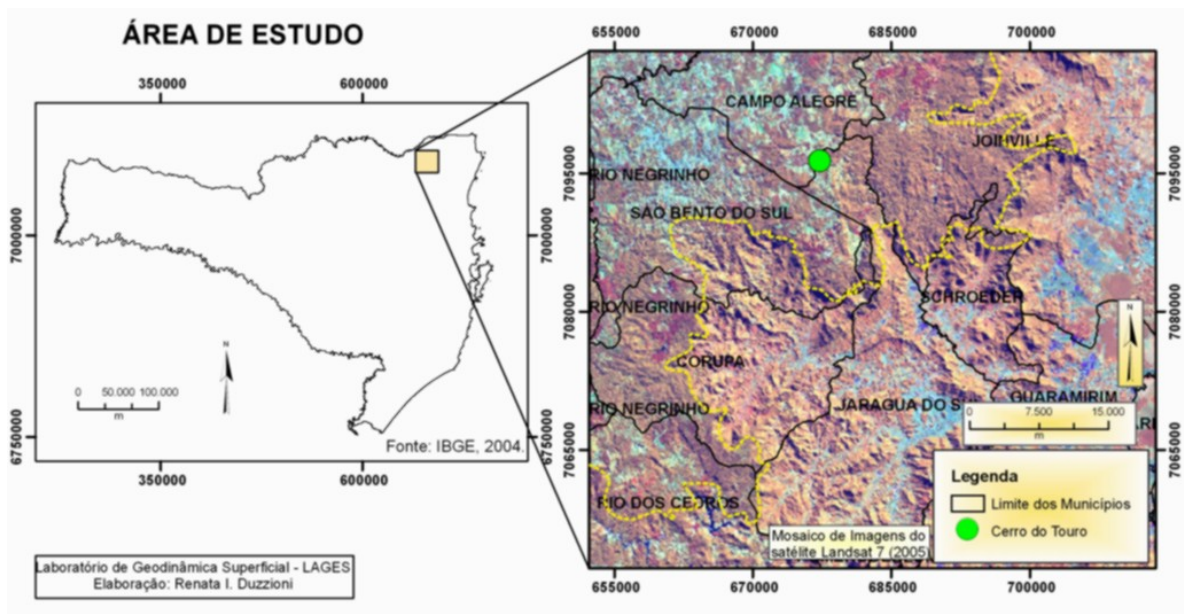


Figura 1: Localização da área de estudo. Notar Planalto de São Bento do Sul delineado em amarelo, a partir dos contrafortes da Serra do Mar, ao Sudeste.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

As Figuras 2, 3 e 4 ilustram seqüências pedoestratigráficas levantadas em torno da localidade do Cerro do Touro (SC). As três seqüências estão separadas por distâncias que variam de 0,5 a 2,0 quilômetros.

A seqüência da Figura 2 foi estudada no interior de mina de argila no município de Campo Alegre.



Figura 2: Seqüência deposicional no interior de mina de argila. Notar camadas alúvio-coluvionares intercaladas com horizontes de solo. 1- turfa enterrada (idade ^{14}C : 49.300 + 9.700 – 4.250 A.P.); 2- paleossolo truncado por erosão (idade ^{14}C : 37.000 \pm 1.425).

A seqüência da Figura 3 foi estudada em corte ao longo de via de acesso, no município de Jaraguá do Sul.

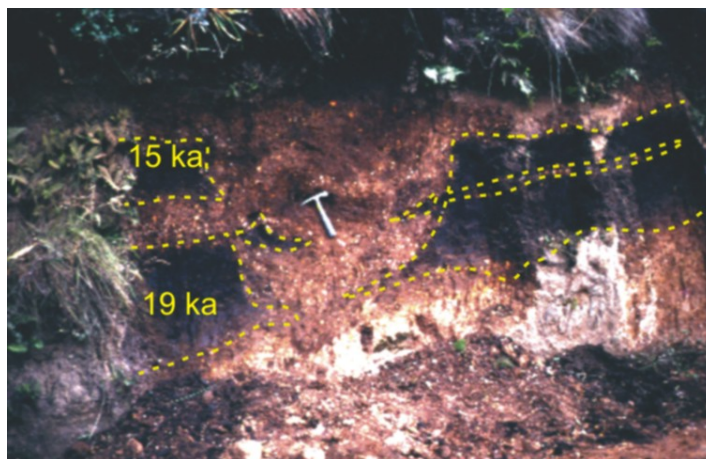


Figura 3: Seção estratigráfica do Cerro do Touro. Os números referem às idades ^{14}C dos paleossolos identificados: 19.130 ± 110 A.P. (19 ka) e 15.260 ± 80 A.P. (15 ka). Notar horizontes húmicos espessos, truncados por estrutura de corte e preenchimento no centro da figura.

A seqüência da Figura 4 foi estudada através de sondagens por trado manual e abertura de trincheira em terraço aluvial no município de Jaraguá do Sul.

Essas seqüências pedoestratigráficas foram sintetizadas em seção colunar esquemática, representando a espessura máxima das unidades investigadas e enfatizando suas principais características (Figura 5). As principais unidades enumeradas na figura são: 1 – colúvio, composto por lentes subparalelas de cascalho; 2 – turfa pleistocênica soterrada; 3 – colúvio maciço hidromorfizado; 4 – paleo-horizonte A moderado, truncado e soterrado; 5 – colúvio, composto por lentes lamosas com presença de grânulos; 6 – horizonte A húmico truncado e soterrado; 7 - colúvio, composto por lentes lamosas com presença de grânulos; 8 – horizonte A húmico, truncado e soterrado; 9 – colúvio composto por lentes lamosas com grânulos, alternadas com lentes de seixos e blocos; 10 – turfa truncada e soterrada; 11 – cascalho lamoso, com grânulos, em gradação normal; 12 – alúvio-colúvio finamente estratificado, alternando lentes grossas (grânulos e areia) e lamosas (silte e argila).

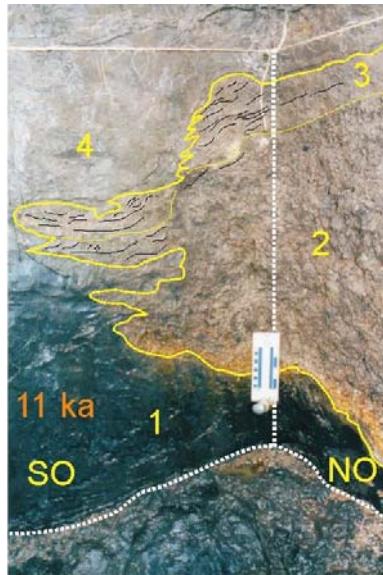


Figura 4: Detalhe de seqüência exposta em trincheira aberta sobre terraço aluvial. Notar: a) orientação das faces expostas na trincheira (SO: sudoeste; NO: noroeste); b) unidades deposicionais: 1 – turfa erodida e enterrada; 2 - lente de cascalho e lama; 3 - areia grossa laminada; 4 – lama levemente arenosa. Datação da unidade 1 (turfeira enterrada) indica idade ^{14}C de 11.850 ± 70 A.P.

Deve-se salientar, no entanto, que a Figura 5 representa seqüências pedostratigráficas espacialmente distintas, empilhadas na figura em função das datações obtidas, de modo a salientar a hipótese evolutiva que estaremos defendendo neste trabalho.

Apesar do pressuposto implícito na Figura 5, outras hipóteses evolutivas poderiam ser avançadas. De fato, se tomarmos apenas as discontinuidades erosivas representadas nessa figura, por exemplo, três hipóteses poderiam ser contempladas:

1ª Hipótese - Dissecação linear em períodos de transição climática que coincidem com: a) final do ciclo de Dansgaard/Oeschger número 9, no Estágio Isotópico Marinho número 3 - EIM 3 - (38 ka); b) transição entre o EIM 2 e EIM 1 (15 ka); c) Holoceno Médio (6,6 ka).

2ª Hipótese - Eventos erosivos isolados, teriam afetado aleatoriamente as formações superficiais locais.

3ª Hipótese - Evento erosivo no Holoceno Médio (6,6 ka), teria afetado formações superficiais mais antigas, de idades variadas.

Portanto, ao optarmos pela representação feita na Figura 5, estamos assumindo, agora explicitamente, a primeira hipótese, a saber: a de que as discontinuidades erosivas na área do estudo registram oscilações hidrológicas que coincidem cronologicamente com mudanças globais associadas a transições estadiais e interestadiais, entre o EIM 3 e o EIM 1. Além de estar fundamentada nas evidências locais disponíveis, essa hipótese também é corroborada por datações obtidas na área do estudo e em outras áreas estudadas pela equipe

nos Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, sugerindo a ocorrência de sinal paleoambiental relativamente consistente (Figura 6).

A seguir, sintetizamos os principais resultados e interpretações disponíveis.

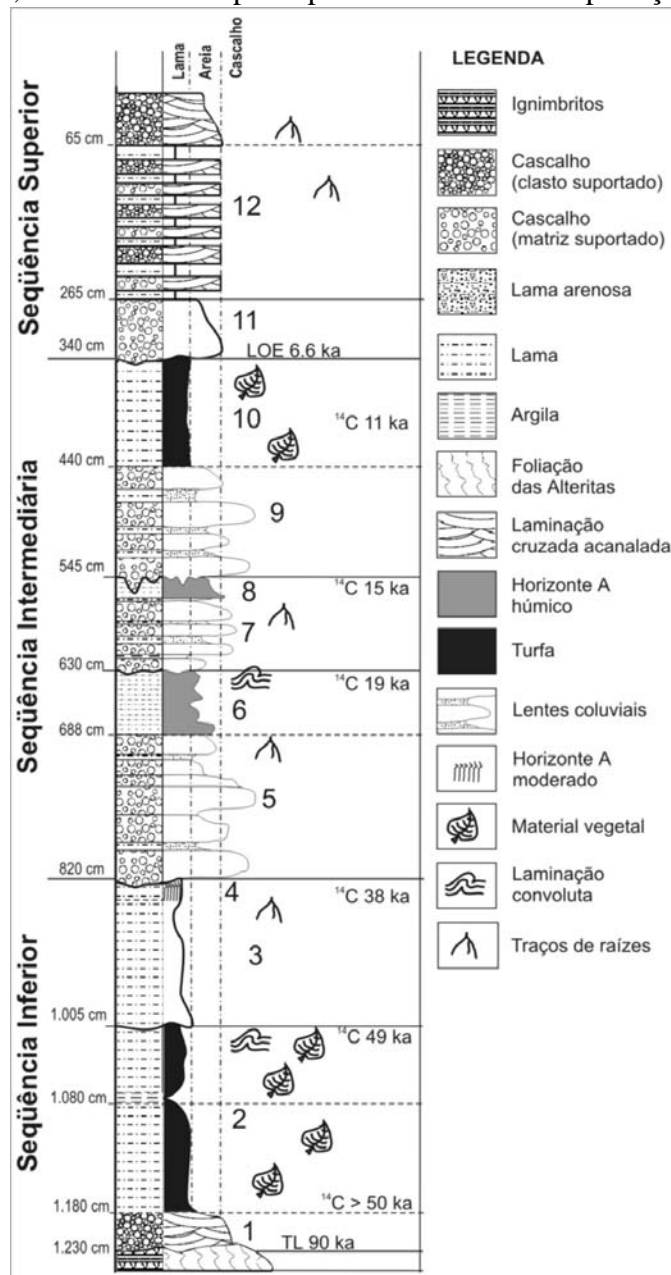


Figura 5: Sessão colunar das seqüências deposicionais estudadas. Principais unidades deposicionais: 1, 2 etc. Notar: a) idades estimadas; b) subdivisão em Seqüência Inferior, Média e Superior, de acordo com as principais descontinuidades erosivas.

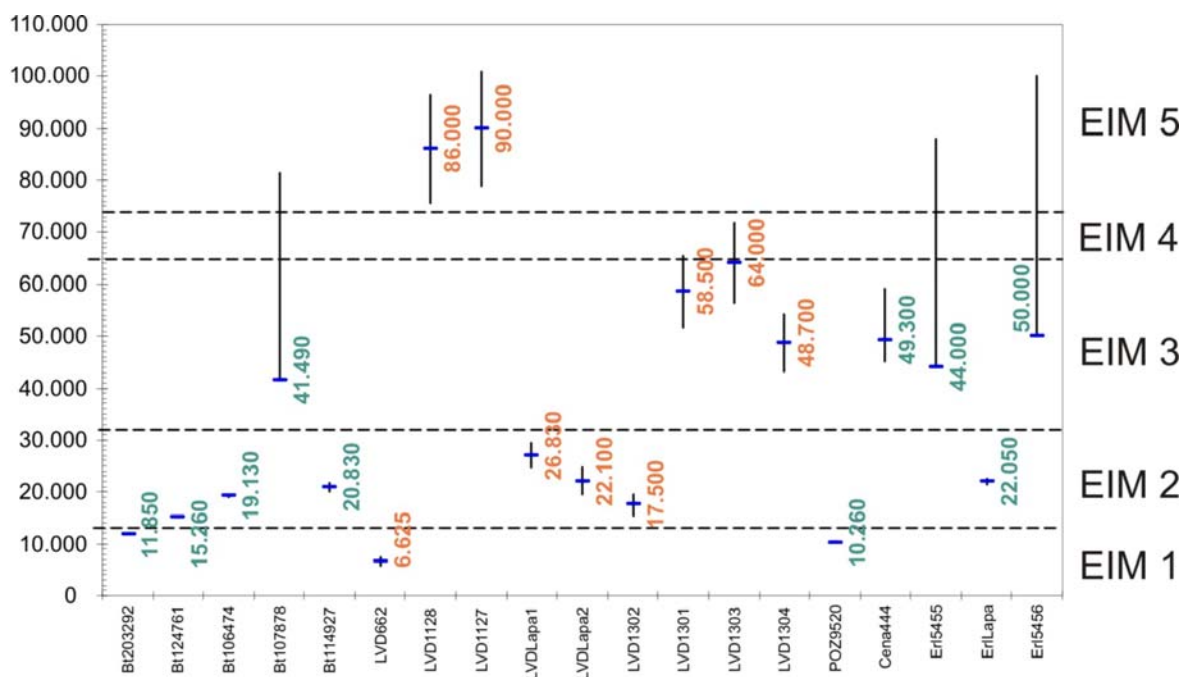


Figura 6: Datações obtidas nos Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Eixo esquerdo: tempo, em anos. Idades em laranja: LOE e TL. Idades em verde: ^{14}C .

Seqüência Inferior: sedimentação, pedogênese e hidromorfia durante o EIM 3

Segundo a cronologia estabelecida, a Seqüência Inferior preserva depósitos minerais que datam do início da última glaciação (unidade 1). Solos orgânicos (turfas) se desenvolveram durante período equivalente ao interestádio do EIM 3 (unidade 2).

Amostras da unidade 2 foram coletadas para análise polínica e para análise do carbono orgânico do solo. A Figura 7 (ver ao final do texto) ilustra diagrama sumário do percentual de polens e dendograma de análise de agrupamento, que divide a unidade 2 em duas zonas polínicas: Zona I (mais antiga) e Zona II (mais recente). O diagrama do percentual de polens (Figura 8, ver ao final do texto) ilustra a distribuição de famílias e gêneros nessas duas zonas polínicas. Segundo esses diagramas, a Zona Polínica I se desenvolveu sob clima ligeiramente mais quente e mais seco do que o do período mais recente da Zona Polínica II, tal como sugerido pela presença mais importante de *Podocarpus* e pela raridade de *Weinmannia* na Zona Polínica II. De fato, *Podocarpus* necessita de ambiente relativamente úmido, enquanto *Weinmannia* tem pouca tolerância a baixas temperaturas. Os diagramas polínicos sugerem, portanto, período mais antigo, sob clima mais seco e quente (Zona I), sucedido por período com clima mais frio e úmido (Zona II). A análise do carbono do solo na unidade 2 sugere o predomínio de espécies arbóreas ao longo de toda a unidade (Figura 9).

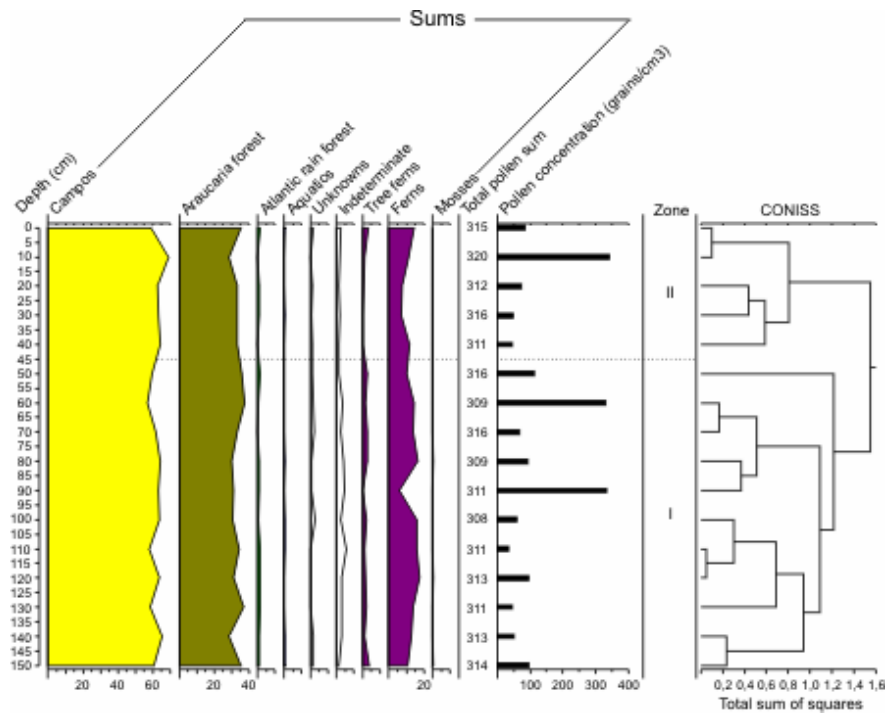


Figura 7: Diagrama sumário do percentual de polens ao longo da unidade 2. Notar dendrograma de análise de agrupamento, à direita, indicando a delimitação de duas zonas polínicas distintas (zonas I e II).

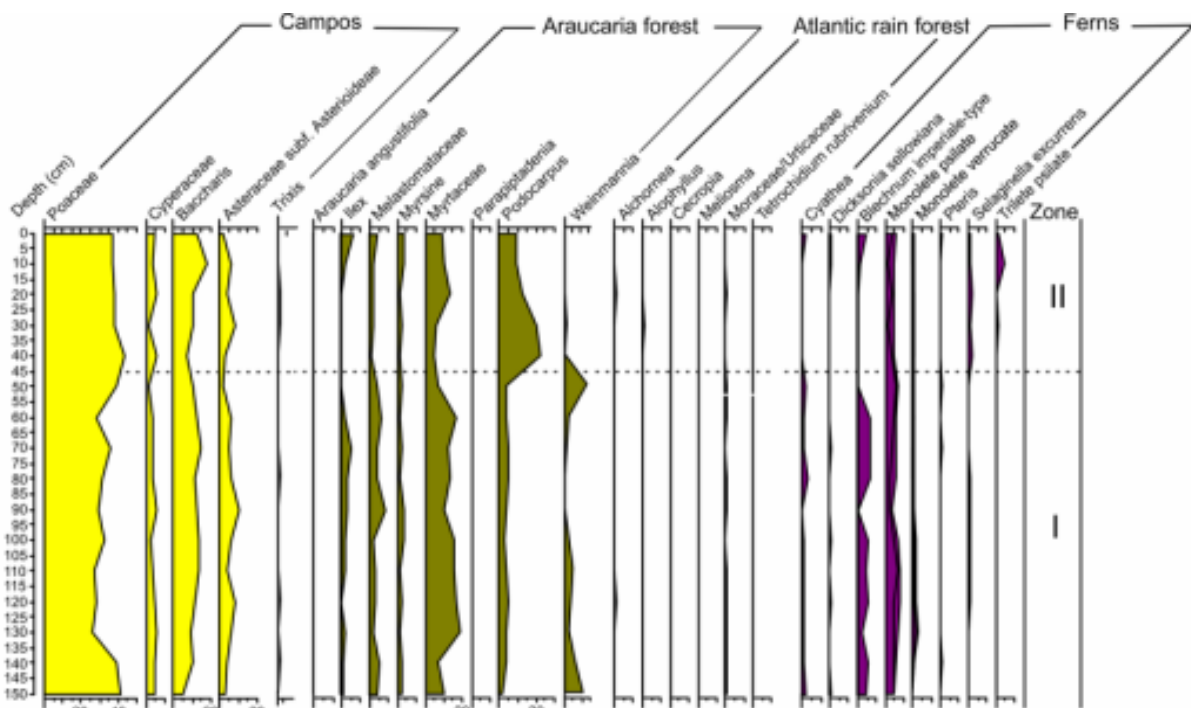


Figura 8: Diagrama parcial do percentual de polens ao longo da unidade 2. O diagrama apresenta apenas as famílias mais frequentes de cada bioma.

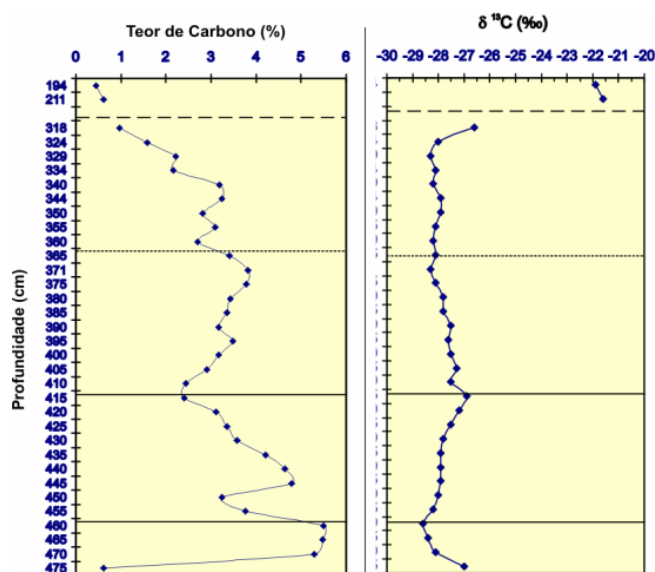


Figura 9: Distribuição do percentual de C e do índice ^{13}C ao longo da unidade 2. As amostras entre 194 cm e 211cm pertencem à unidade 4 da Figura 5 (paleoorizonte A moderado). Valores de ^{13}C entre -30 e -22 indicam plantas do tipo C_3 (árvores). Valores entre -17 e -9 indicam plantas do tipo C_4 (gramíneas).

A Seqüência Inferior do estudo é caracterizada pela alternância de períodos de erosão e sedimentação e períodos de pedogênese em ambiente hidromórfico, com nível local do lençol freático relativamente elevado, em torno de 50.000 A.P., tal como sugerido pela turfa da unidade 2. Os diagramas polínicos obtidos para essa turfa enterrada sugerem transição de período com clima mais quente e seco, no início, para clima mais frio e úmido, ao final do desenvolvimento da turfa. A unidade 3 é composta por colúvio lamoso completamente hidromorfizado, sem estruturas discerníveis, sugerindo ainda o predomínio de condições locais relativamente úmidas. Os diagramas de carbono do solo indicam ambiente local relativamente úmido a 50 ka (unidade 2), propiciando suporte a plantas C_3 , seguido de ligeira deterioração do clima durante o desenvolvimento da unidade 4 (38 ka), tal como sugerido pela ocorrência de paleoorizonte A moderado nessa unidade. A Seqüência Inferior indica, portanto, relativa disponibilidade hídrica para processos de geodinâmica superficial durante o EIM 3.

Seqüência Intermediária: pedogênese e morfogênese entre o Último Máximo Glacial (EIM 2) e o Younger Dryas

Segundo a cronologia estabelecida, a Seqüência Intermediária preserva depósitos coluviais, horizontes A húmicos e turfa, que se desenvolveram, provavelmente, entre o Último Máximo Glacial (UMG) e o final do Younger Dryas (YD). Os horizontes húmicos têm idades ^{14}C de aproximadamente 19.000 anos A.P. (Unidade 6) e de 15.000 anos A.P.

(Unidade 8), enquanto a turfa (Unidade 10) tem idade ^{14}C de aproximadamente 11.000 anos A.P. As características mais notáveis dessa seqüência são: a) desenvolvimento de camadas espessas de colúvio antes e durante o UMG (EIM 2), e na transição entre o EIM 2 e o EIM 1 (unidades 5, 7 e 8); b) desenvolvimento de horizontes A húmicos durante o UMG e em período de transição entre EIM 2 e EIM 1 (unidades 6 e 8); c) dissecação de toda a seqüência do UMG por ravinas e voçorocas, após 15.000 anos A.P. (ver Figura 3); d) desenvolvimento de depósito orgânico (turfa) ao final do YD (unidade 10).

A análise do carbono do solo nas unidades 6 (19 ka) e 8 (15 ka) não permite distinguir entre o predomínio de árvores ou de gramíneas, com valores do $\delta^{13}\text{C}$ entre -22 e -19 , indicando mistura de plantas C_3 e C_4 (vegetação Cerrado/Campo). Como essas unidades foram estudadas em seção que se encontra próxima dos interflúvios, sugere-se a ocorrência local de vegetação mista nas proximidades dos divisores de água durante o EIM 2.

Esse registro de alta encosta da Seqüência Intermediária é interpretado como característico de ambiente local que foi influenciado por relativo superávit de umidade, mesmo durante o UMG. Além da evidência isotópica ($\delta^{13}\text{C}$), espessos horizontes húmicos se intercalam com camadas coluviais. Os materiais coluviais, mal selecionados, indicam padrão deposicional característico da chamada fácies de piemonte (Oliveira & Lima 2004). Esse padrão evolutivo foi alterado após 15 ka, na transição entre o EIM 2 e o EIM 1, implicando escoamento superficial concentrado e erosão por ravinas e voçorocas. A seqüência termina com turfa (Unidade 10), que se desenvolveu entre o YD e o Holoceno (11 ka), indicando condições locais plenamente úmidas.

Seqüência Superior: erosão e degradação ambiental durante o Holoceno Médio

A Seqüência Superior inicia com o truncamento da unidade 10. Datação de areias ao longo da descontinuidade erosiva criada sugere erosão da unidade no Holoceno Médio, em torno de 6.000 A.P. (ver Figura 5). A unidade foi coberta por aproximadamente 3 metros de depósito alúvio-coluvial (unidades 11 e 12), sugerindo acumulação em leque aluvial, em ambientes de encosta, e em depósitos de canal, em ambientes de vale.

Estruturas sedimentares de detalhe foram analisadas através de lâminas delgadas, aplicando-se a análise micromorfológica aos depósitos. Em geral, predominam variações texturais similares às que podem ser verificadas em depósitos atuais de fluxos de chuva, sobre encostas. A descrição de unidades deposicionais através da micromorfologia revela como principais parâmetros descritivos a distribuição relativa; a distribuição do esqueleto;

a fábrica; o grau de seleção, o contato entre os grãos e a textura, nessa ordem (Oliveira & Ferreira, 2004).

Em geral, as estruturas preservadas na seqüência superior sugerem: **a)** degradação ambiental no Holoceno Médio; **b)** retração da vegetação e incêndios eventuais no período; **c)** topografia exposta à erosão por escoamento superficial difuso.

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos confirmam o potencial do estudo de cabeceiras de vale para a identificação de depósitos representativos. Os depósitos da Seqüência Inferior sugerem temperaturas e precipitações menores do que as atuais, associadas à manutenção de ambiente local relativamente úmido em período que coincide com EIM 3. A Seqüência Intermediária revela lentes de colúvio intercaladas com horizontes húmicos, indicando ambiente que pressupõe relativa disponibilidade hídrica para a manutenção de vegetação arbustiva nos interflúvios, durante o EIM 2. Em período de transição entre o EIM 2 e o EIM 1, ravinas afetam a área, refletindo o aumento de água no sistema. Esse aumento de umidade é confirmado pelo desenvolvimento de turfas, ao final do Younger Dryas. Os depósitos da Seqüência Superior sugerem fluxos de chuva sob regime de precipitação sazonal durante o Holoceno Médio.

O registro estudado indica regime ambiental controlado pela acumulação e escoamento de água superficial, sugerindo paleoidrologia caracterizada por relativo excesso de precipitação em relação às taxas de evapo-transpiração, entre o EIM 3 e o Holoceno Médio, influenciando a geomorfogênese local.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DIETRICH, W.E.; DUNNE, T. 1993. The channel head. In: BEVEN, K. e KIRKBY, M.J. (Eds.), Channel Network Hydrology, John Willey and Sons Ltd, p. 175-219.
- MEIS, M.R.M., MACHADO, M.B. 1978. A morfologia de rampas e terraços do médio Vale do rio Doce. Finisterra 13 (26): 201-218.
- THOMAS, M.F., NOTT, J., PRICE, D.M. 2001. Late Quaternary sedimentation in the humid tropics: a review with new data from NE Queensland, Australia. Geomorphology 39: 53-68.

- OLIVEIRA, M. A. T.; LIMA, G. L. 2004. Classificação de sedimentos quaternários em cabeceiras de vale através da aplicação do diagrama de Flemming: município de Campo Alegre, Norte de Santa Catarina. *Geociências* 23 (1/2): 67-78.
- OLIVEIRA, M. A. T.; FERREIRA, G. M. S. S. 2004. Descrição micromorfológica de estruturas sedimentares em colúvios e aluviões recentes. In: *Simpósio de Geodinâmica de Superfície - XLII Congresso Brasileiro de Geologia, 2004, Araxá, MG. Anais. Belo Horizonte : SBG, 2004: 985-987.*