

APLICAÇÃO DA MICROMORFOLOGIA DE SOLOS AO ESTUDO DE SEDIMENTOS QUATERNARIOS EM CABECEIRAS DE VALE

FERREIRA, G. M.S. S¹.

¹Laboratório de Geodinâmica Superficial (LAGES), Departamento de Geociências, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). glaucia2506@yahoo.com.br

OLIVEIRA, M. A. T.²

²Laboratório de Geodinâmica Superficial (LAGES), Departamento de Geociências, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). maroliv@cfh.ufsc.br;

LIMA, G. L.³

³Laboratório de Geodinâmica Superficial (LAGES), Departamento de Geociências, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). glima5@yahoo.com

RESUMO

Cabeceiras de vale são unidades do relevo nas quais as coberturas superficiais contêm, com frequência, registro de processos hidrológicos relacionados à evolução de encostas e de vales fluviais. A partir dessa perspectiva, considera-se as cabeceiras de vale como unidades do relevo que, ao favorecer processos erosivos e deposicionais, propiciam a formação de estruturas sedimentares. Este trabalho tem como objetivo à caracterização de estruturas sedimentares associadas ao transporte de material ao longo de canais erosivos, visando o estabelecimento de chaves interpretativas para a caracterização paleoidrológica de depósitos preservados em cabeceiras de vale, através da aplicação da análise micromorfológica. Foram escolhidas três áreas. A primeira área, na Lapa (PR), encontra-se o depósito de canal de voçoroca histórica. A segunda área, em Palmeira (PR), apresenta o depósito de leque aluvial na desembocadura de voçoroca histórica. A terceira área, em Florianópolis, encontra-se depósito de canal erosivo em rampa arenosa. Os procedimentos metodológicos exigiram: *1*) preparação de lâminas delgadas através de impregnação de amostras com resina, corte de tabletes, fixação sobre lâminas delgadas e rebaixamento dos tabletes até a espessura de 3,5 micra; *2*) análise microscópica e divisão da lâmina em unidades com texturas diferentes, em geral conforme a deposição; e *3*) descrição micromorfológica, segundo a classificação de Bullock et al. (1985), e Castro (1999). Os resultados relacionados aos depósitos de voçorocas indicam, principalmente, estruturas criadas por processos de sedimentação, tais como laminações cruzadas e planares, alternância de lâminas de seleção variável, descontinuidades erosivas, estruturas de deformação plástica, acumulação de finos em final de escoamento, mobilização de finos por peneiramento ascendente e descendente e mudanças texturais entre unidades distintas. Características estruturais, por sua vez, influenciam os parâmetros de descrição micromorfológica utilizados, determinando sua natureza e ocorrência ao longo das amostras analisadas. A associação entre estruturas sedimentares, parâmetros micromorfológicos e dinâmica do escoamento superficial permite interpretar processos deposicionais relacionados ao trabalho de erosão, transporte e sedimentação ao longo de encostas afetadas pela erosão por voçorocas. Sendo assim, a identificação e a caracterização de estruturas sedimentares associadas a tal processo podem vir a constituir importante ferramenta de interpretação, sobretudo no que se refere à interpretação paleoambiental. De fato, a utilização da análise micromorfológica a essa linha de investigação parece promissora.

Palavras chave: cabeceiras de vale, erosão, estruturas sedimentares.

INTRODUÇÃO

Cabeceiras de vale são unidades do relevo nas quais as coberturas superficiais contêm, com frequência, registro de processos hidrológicos relacionados à evolução de encostas e de vales fluviais (Dietrich e Dunne, 1993; Oliveira 1999). A partir dessa perspectiva, considera-se as cabeceiras de vale como unidades do relevo que, ao favorecer processos erosivos e deposicionais, propiciam a formação de estruturas sedimentares.

Neste trabalho são estudadas estruturas de sedimentos seculares, decenais e atuais, preservadas em cabeceiras de vale, com o objetivo de definir chaves interpretativas para o estudo de depósitos quaternários em cabeceiras de vale. Todos os depósitos foram gerados em canais erosivos que resultaram da convergência de fluxos hidrológicos nas cabeceiras de vale do estudo, cuja geometria é, em geral, a de vertentes côncavas. Três áreas foram selecionadas, representando diferentes situações em cabeceiras de vale afetadas por processos erosivos (figura 1).

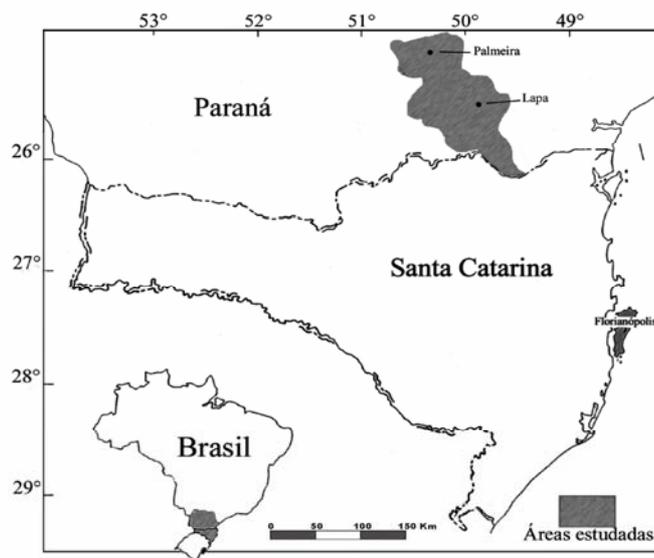


Figura 1: Mapa de localização das áreas de estudo.

ÁREAS DE ESTUDO

A *primeira área*, denominada Arroio da Colher pertence ao município de Lapa, no Estado do Paraná. É caracterizada por canal de voçoroca colmatado por depósitos associados ao processo erosivo. A incisão erosiva pode datar de 50 a 200 anos, segundo estimativa feita através de fotos aéreas do local. A área está localizada aproximadamente entre os pontos 25°33'00" de Latitude Sul e 49° 55' 00" de Longitude Oeste. O embasamento geológico nesta área é representado pelos sedimentos do Grupo Itararé (Super-Grupo Tubarão), localmente indicados por arenitos, tilitos e arenitos síltico-conglomeráticos. As características litológicas possuem um papel fundamental na conformação do relevo local. O arenito do topo, mais resistente à erosão origina patamares bem definidos no terreno, conseqüentemente as encostas apresentam declividades maiores na parte superior.

A *segunda área* localiza-se na chamada Colônia Quero-Quero, no município de Palmeira, Estado do Paraná. É caracterizada por depósito de voçoroca ativa desenvolvido

na desembocadura de pequeno leque aluvial. Tem idade de aproximadamente 30 anos, estimada por meio de fotografias aéreas. Localiza-se entre os pontos 25°23'06" de Latitude Sul e 49°56'49" de Longitude Oeste no Segundo Planalto do Paraná ou Planalto de Ponta Grossa. Trata-se de lineamento orográfico formado principalmente por rochas sedimentares da Era Paleozóica (Maack, 1981, apud Paisani, 1998). Na localidade de estudo, o substrato é formado por arenitos e folhelhos arenosos de origem glacial e periglacial do Carbonífero Superior, pertencentes ao Grupo Itararé (Super-Grupo Tubarão) (Fuck, 1966, apud Paisani, 1998). Os arenitos representam degraus estruturais nos interflúvios das cabeceiras de vale, enquanto os folhelhos arenosos afloram nos fundos dos vales.

A *terceira área* localiza-se entre os pontos 27° 35' 55" de Latitude Sul e 48° 26'03" de Longitude Oeste, na Praia Mole, setor leste da Ilha de Santa Catarina. É formada por rampa arenosa afetada por voçoroca ativa na qual o depósito estudado pertence ao material transportado no fundo do canal erosivo durante evento chuvoso registrado entre os dias 30/09/2001 e 01/10/2001, período no qual a precipitação atingiu 105 milímetros acumulados em 24 horas.

A área de estudo está situada a 60 metros de altitude e é formada por espesso recobrimento de sedimentos eólicos, misturados com material coluvial, proveniente de encosta granítica. No conjunto da Ilha de Santa Catarina, as áreas elevadas fazem parte da Unidade Geomorfológica Serras do Leste Catarinense. Os campos de dunas estabilizadas, as rampas de dissipação, a restinga e as praias compõem a Unidade Geomorfológica Planícies Costeiras.

METODOLOGIA

A metodologia utilizada neste trabalho implicou: *a)* preparação de lâminas delgadas; *b)* cadastro de lâminas delgadas de solos, paleossolos e estruturas sedimentares de detalhe; e *c)* análise microscópica. Esta análise se fundamenta na classificação de Bullock et al. (1985), e Castro (1999). Trata-se, portanto, de aplicação de análise micromorfológica ao estudo de estruturas sedimentares recentes.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados obtidos e as discussões serão apresentados de acordo com a idade presumida da feição erosiva e dos depósitos gerados, dos mais antigos aos mais recentes.

Estruturas preservadas em depósito de canal de voçoroca “secular” no município de Lapa (PR)

Trata-se de canal erosivo entulhado por sedimentos que foram depositados nas proximidades do entroncamento entre a voçoroca e o canal fluvial. O depósito está confinado no canal erosivo e guarda características de hidromorfia, com desenvolvimento de cores de baixo matiz associadas à preservação de zonas de saturação de água. Predomina no depósito laminação e acamadamento plano-paralelo.

A figura 2A é uma ilustração de fatia da amostra coletada, denominada CCV 4, que apresenta estruturas sedimentares comuns no depósito. Nessa fatia observamos lentes de granulometria variada, estruturas paralelas, cruzadas e cascalhos orientados. A direção provável de fluxo se daria da esquerda para a direita da figura, tal como sugerido pela orientação geral do depósito ao longo do canal erosivo.

A figura 2B mostra a lâmina delgada CCV 4-5 com as principais unidades analisadas. Podemos observar que foram individualizadas na lâmina três unidades principais (linhas pontilhadas).

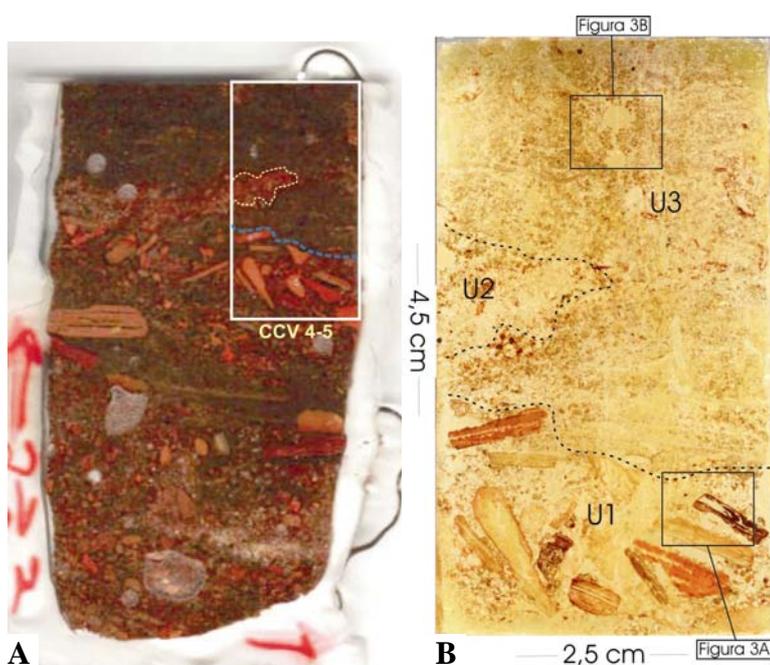


Figura 2A: Foto da fatia CCV 4 de amostra coletada em material de preenchimento de voçoroca. Notar a demarcação onde foi feita a lâmina delgada CCV 4-5. Figura 2B: Lâmina delgada CCV 4-5 e principais unidades delimitadas (U1, U2, U3).

A lâmina delgada CCV 4-5 apresenta variação granulométrica importante na unidade 1, com predomínio de grânulos de argilito e siltito bastante alterados (figura 3A). A imbricação geral dos grânulos nessa unidade poderia indicar orientação associada à direção predominante de escoamento. A unidade 2 é a extremidade de uma lente (ver figuras 2A e 2B), que se diferencia bastante das demais unidades em textura e distribuição relativa. A unidade 3 é composta por material relativamente homogêneo, sem organização preferencial, de textura fina, com grande variedade de poros (de canal, de cavidade, fissurais e de empilhamento) (figura 3B). À semelhança da unidade 1, a unidade 3 possui matriz impregnada por matéria orgânica.

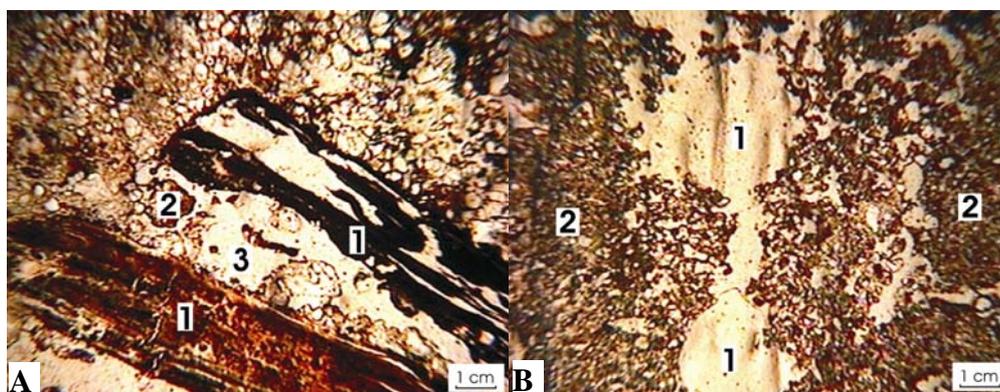


Figura 3A: Fotomicrografia mostrando grânulos de siltito (1), cutã de agregado (2) e poros intergranulares (3), compondo a textura conglomerática da unidade 1. Figura 3B: Fotomicrografia mostrando as características da unidade 3. Notar poros de câmara no centro da imagem (1). Predomina na unidade fundo matricial composto por material isótico (2), característico de colóides orgânicos.

As principais características micromorfológicas observadas na lâmina delgada CCV 4-5 indicam a presença de orto e metaporos de conformação variada (irregular, planar, mamelonados e aciculares), assim como sua morfologia (intergranular, de canal, de alvéolos e fissurais). O plasma é composto por óxidos e hidróxidos de ferro e matéria orgânica, com estrutura plásmica asséptica silasséptica e grau de orientação indeterminado. A lâmina apresenta hipocutãs de poros, constituídos de ferrãs e ferriargilãs, com revestimento típico e contraste leve. A fábrica interna dos hipocutãs é não laminada, com orientação indeterminada, apresentando contato claro e estrutura plásmica asséptica silasséptica e isotrópica isótica em partes. Os nódulos apresentam morfologia interna indiferenciada e externa agregada; grau de pureza moderadamente impregnada e limite externo nítido.

A lâmina CCV 4-5 ilustra material formado sob efeito de alternância de competência do agente deposicional ou de variação de disponibilidade de material nas áreas fonte. Ocorre variação importante de características texturais e de organização preferencial.

Estruturas de Cone aluvial em desembocadura de voçoroca decenal no município de Palmeira (PR)

Trata-se de pequeno leque aluvial acumulado na desembocadura de voçoroca desconectada da rede hidrográfica, localizada no município de Palmeira (PR), a jusante de cabeceira de vale suspensa. Os depósitos apresentam grande quantidade de estruturas sedimentares, associados a preenchimento de canal e ao espraiamento do cone.

Foi aberta trincheira no cone aluvial e coletada amostra, cujo padrão estrutural é ilustrado pela figura 4A. Trata-se de estrutura de acreção lateral, associada à estratificação cruzada em calha que sofreu deformação pós-deposicional. No detalhe pode-se observar: estrutura maciça, estrutura de escape, estruturas de deformação plástica e estruturas paralelas inclinadas.

A figura 4B mostra a lâmina delgada QQ3-3 com várias demarcações (pontilhado), individualizando 13 unidades ao longo da amostra.

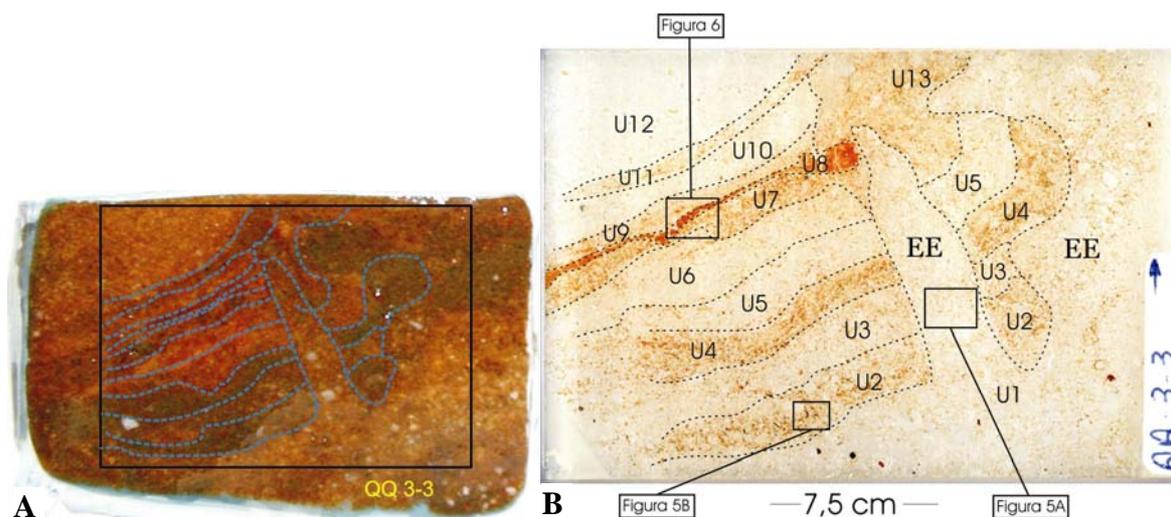


Figura 4A: Foto da Fatia da amostra denominada QQ3. Nota-se limites (em preto) com a localização da lâmina mamute QQ 3-3. Figura 4B: Lâmina delgada QQ 3-3 e principais unidades analisadas. Notar disposição das diferentes unidades, inclinadas para esquerda da figura.

Observa-se grande variação textural entre as unidades deposicionais. O material da unidade 1 (de variação arenosa) foi remobilizado através de estrutura de escape (comparar figuras 4B e 5A). Nessa unidade ocorre grande variação granulométrica, pouca presença de material fino e muitos poros. A unidade 1 se diferencia das demais, principalmente, pela textura e grau de seleção. Da unidade 2 à unidade 11 predomina laminação inclinada, com intercalação de lâminas espessas (1-0,3 cm), ora com plasma (porfírico) e granulometria fina (areia), ora sem plasma (mônica) e granulometria grossa (areia variada), (figuras 4B e 5B).

Nestas unidades os parâmetros mais importantes são: textura, grau de seleção dos grãos e da matriz e distribuição relativa. A unidade 12 é formada por material arenoso, sem matriz, diferenciando-se das demais pela textura e distribuição relativa. A unidade 13 não apresenta organização preferencial (estrutura maciça), diferenciando-se pela textura e distribuição relativa.

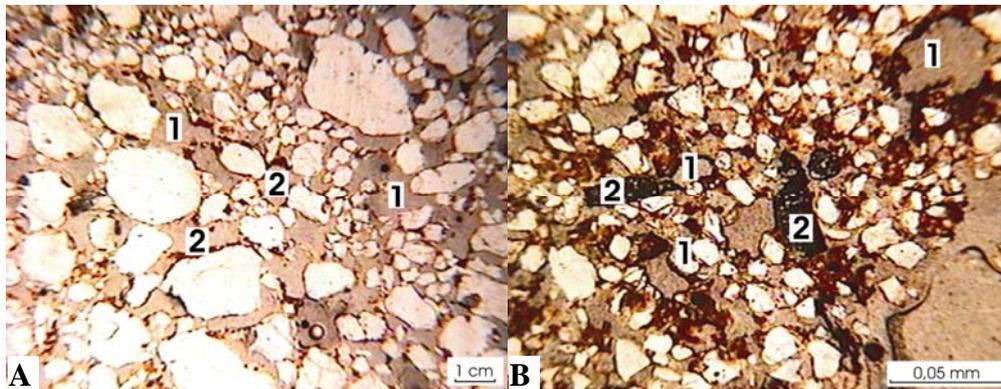


Figura 5A: Fotomicrografia mostrando as características da unidade 1 na estrutura de escape como: poros intergranulares (1); e cutãs de grão e poros (2). Figura 5B: Fotomicrografia da unidade 2 mostrando cutãs de grão e poros (1) e fragmentos de orgânicos (2).

Observa-se variação considerável dos parâmetros descritivos. Os mais importantes para a diferenciação das unidades são a textura, o grau de seleção e a distribuição relativa. A alternância entre unidades com distribuição relativa mônica (textura mais grossa) e porfíricas, enáulicas e quitônicas (material mais heterogêneo) reflete alternâncias visíveis macroscopicamente (Figura 6). Essa alternância é interpretada como produto de variação de escoamento durante a formação de estrutura. As unidades com distribuição relativa mônica são associadas à escoamento mais competente (unidades 1, 3, 5, 6, 10 e 12), enquanto as demais unidades apresentam características que podem estar relacionadas a períodos de defluxo, ocasionando impregnação de finos ao final do escoamento. A transição entre as unidade 6, 7, 8 e 9 é bastante ilustrativa (comparar figuras 4B e 6).

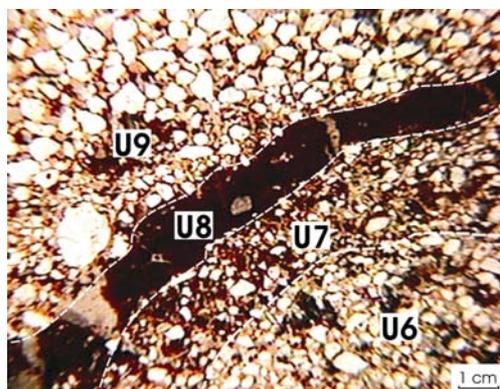


Figura 6: Fotomicrografia mostrando limites e principais características das unidades 6, 7, 8 e 9 e suas transições.

As feições nessas transições sugerem diminuição gradual da energia do escoamento entre as unidades 6, 7 e 8. A unidade 8 é formada por acumulação de material fino, constituída de óxidos e hidróxidos que só poderiam ser depositados sob regime de fluxo praticamente nulo. A unidade 7 apresenta poros preenchidos por colóides oriundos da unidade 8, enáulica. A deposição da unidade 9 sugere reativação do escoamento, originando depósito que compacta o material da unidade 8, expulsando-o ao longo dos poros e propiciando concentração plásmica na base da unidade 9, atribuindo ao setor distribuição relativa quitônica. A figura 6 ilustra, portanto, alternâncias no regime de escoamento que levaram à definição das características texturais do depósito.

A lâmina delgada QQ 3-3 apresenta unidades com matriz na qual o plasma é composto por matéria orgânica, óxidos e hidróxidos de ferro, com estrutura plásmica asséptica silasséptica; orientação manchada e indeterminada. Predominam ortoporos de conformação, mormente irregular e morfologia intergranular, de cavidade e fissural. Encontram-se cutãs de grãos e de poros constituídos de ferrãs, com revestimento típico e de capeamento; contraste variando de leve a forte. A fábrica interna é não-laminada, com orientação predominantemente indeterminada, limites de contato nítido, claro e difuso. Apresenta estrutura plásmica asséptica silasséptica e isotrópica isótica em partes.

A amostra analisada ilustra estrutura cruzada acanalada na qual se verifica processo de acreção lateral, seguido de deformação plástica pós-deposicional. Tal como sugerido pela análise micromorfológica, o processo de acreção lateral evoluiu sob alternâncias de energia do escoamento canalizado, ora carreando areias, ora carreando plasma composto principalmente por hidróxidos, nos períodos de defluxo. Essas alternâncias de energia do escoamento superficial implicam diferenciação granulométrica e individualização de unidades com distribuições relativas distintas.

Estruturas de canal erosivo em rampa arenosa no município de Florianópolis (SC)

O depósito está associado ao processo erosivo atual. A amostra utilizada foi coletada no dia seguinte a evento chuvoso que acumulou precipitação de 105 mm em 24 horas. O canal da voçoroca, no qual foi coletada a amostra, apresenta degraus formados pela diferença de coesão entre paleossolos enterrados e os sedimentos eólicos que compõem a rampa arenosa (Oliveira, 1999). Abaixo de um desses degraus, formou-se depósito associado ao extravasamento de poça de queda d'água, ativada durante o evento chuvoso. Após esse evento chuvoso, um bloco de solo proveniente da parede do degrau desmoronou e caiu

sobre o depósito de escoamento, compactando as unidades deposicionais mais superficiais. A amostra estudada foi coletada na zona de transição entre o depósito compactado e o depósito não compactado.

Da amostragem citada foram geradas várias fatias, dentre as quais selecionou-se a fatia denominada PM 4-1. A figura 7A mostra a fatia da qual foi feita a lâmina delgada para análise das principais unidades encontradas. Estruturas como lâminas paralelas e possíveis marcas onduladas podem ser observadas na fatia escolhida. Nessa figura, a direção predominante de fluxo se daria da esquerda para a direita.

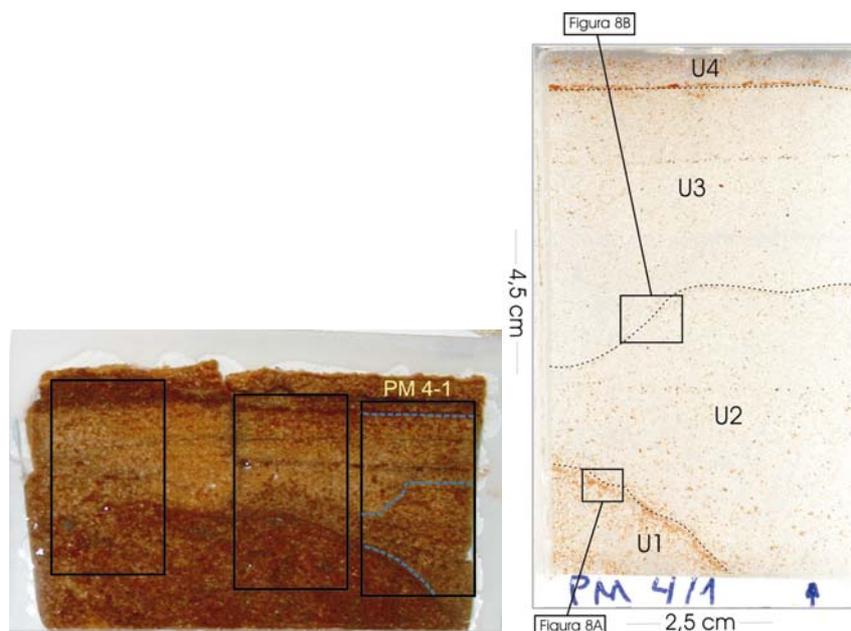


Figura 7A: Foto da fatia PM 4-1 com demarcação da lâmina analisada. Figura 7B: Foto da lâmina delgada PM 4-1 e principais unidades observadas.

Devido à semelhança encontrada entre as unidades das lâminas delgadas dessa amostra, apenas a lâmina PM 4-1 foi escolhida para integrar este trabalho. A figura 7B ilustra a lâmina PM 4-1 dividida em quatro unidades principais.

Todas as unidades analisadas nessa amostra são muito semelhantes, devido provavelmente às características da área fonte (depósito eólico retrabalhado pelo escoamento superficial concentrado). Novamente, as unidades de coloração mais escura, associadas a maior proporção de argila, se diferenciam através de distribuição relativa. Quanto a esse parâmetro, as unidades formadas como carga de fundo apresentam padrão mônico, enquanto unidades associadas a diminuição ou interrupção do escoamento apresentam padrão enáulico (figura 8A).

Mudanças texturais sutis marcam as diferentes unidades, principalmente em função de variação no tamanho da areia. A acumulação de material fino (hidróxidos, argila e silte)

nos limites entre as unidades é visível macroscopicamente e ocorre, provavelmente, em função da diminuição do escoamento, implicando decantação.

No entanto, ao microscópio essas diferenças entre as unidades são de difícil percepção. De fato, tal como ilustrado pela figura 8B, a separação entre unidades pode ser notada somente em função do tamanho médio dos grãos.

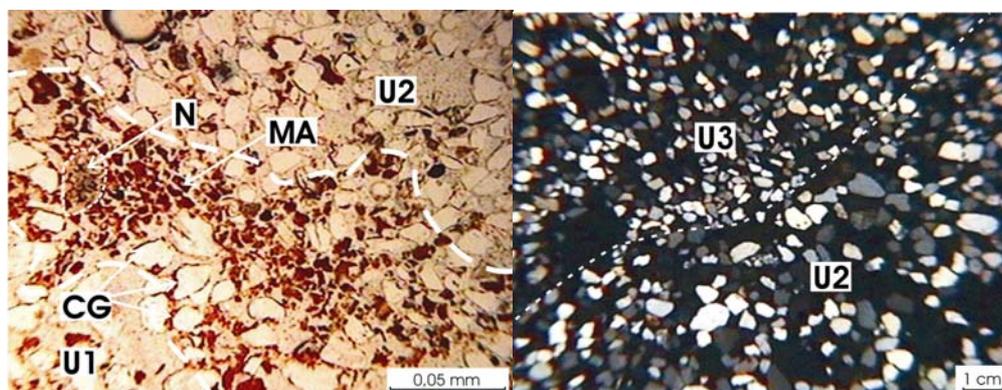


Figura 8A: Fotomicrografia entre as unidades 1 e 2, onde pode-se observar a matriz fragmentada em ilhas (MA), a presença de cutã de grão (CG); e nódulo (N). Notar variações de textura relacionadas à diferenciação da distribuição relativa. Figura 8B: Fotomicrografia entre o limite das unidades 2 e 3 (U2 e U3). Notar diferença textural que marca a transição entre as duas unidades.

As principais características micromorfológicas da lâmina delgada PM 4-1 apresentam ortoporos de conformação irregular e planar e morfologia intergranular e de cavidade. As unidades que contêm plasma o apresentam composto por óxidos e hidróxidos de ferro, com estrutura plásmica assépica silassépica. Poucos cutãs de grãos foram encontrados, localizados principalmente nos limites das unidades, com orientação não resolvível e do tipo manchada. No limite superior da unidade 1 (figura 8A), por exemplo, foi constatada a formação de nódulo através de reorganização de ferriargilãs, caracterizado por morfologia interna do tipo de fábrica e externa agregada, grau de pureza moderadamente impregnada e limite externo difuso.

Foram observadas na fatia PM 4-1, estruturas sedimentares como lâminas paralelas, contatos diferenciados entre unidades e lâminas milimétricas de minerais pesados. No entanto, devido à influência do ambiente deposicional - rampa arenosa - as lâminas delgadas não salientam estruturas, camadas, ou feições bem definidas. A distinção entre unidades deposicionais, embora visível a olho nu, não apresenta diferenciação nítida ao microscópio. Essa dificuldade está associada, provavelmente, a relativa homogeneidade do material transportado (areias eólicas), mascarando a existência de estruturas formadas por seleção hidrodinâmica. As zonas de contato entre as unidades apresentam enriquecimento em plasma, provavelmente associado à interrupção ou diminuição de fluxos de chuva, propiciando decantação.

CONCLUSÕES

A análise das lâminas delgadas utilizadas neste trabalho está associada à ocorrência de estruturas deposicionais, relacionadas ao escoamento superficial, ao longo de incisões erosivas desenvolvidas em cabeceiras de vale. Nesses depósitos de encosta foram observadas feições microscópicas que indicam, principalmente, estruturas criadas por processos de sedimentação, tais como laminações cruzadas e planares, alternância de lâminas de seleção variável, descontinuidades erosivas, estruturas de deformação plástica, acumulação de finos em final de escoamento, mobilização de finos por peneiramento ascendente e descendente e mudanças texturais entre unidades distintas.

Além dos parâmetros texturais, mais diretamente associados ao arranjo estrutural dos sedimentos, foi destacada no trabalho a relação da textura com parâmetros mais específicos da descrição micromorfológica, como o de distribuição relativa. Com efeito, a associação entre processos deposicionais e a definição de padrões de distribuição relativa foi salientada em algumas passagens do trabalho. Matrizes de padrão mônico, por exemplo, são associadas a fluxos de maior poder de seleção, enquanto padrões de distribuição porfírico, enáulico e quitônico são associados tanto a depósitos mais finos, característicos de final de escoamento, quanto a material mal selecionado, carregado por fluxos mais viscosos. Tal associação entre estruturas sedimentares, parâmetros micromorfológicos e dinâmica do escoamento superficial permite interpretar processos deposicionais relacionados ao trabalho de erosão, transporte e sedimentação ao longo de encostas afetadas pela erosão por voçorocas. Com base nos resultados obtidos, a utilização da análise micromorfológica a depósitos “modernos” e a depósitos quaternários está sendo avaliada em áreas investigadas pela equipe nos estados de Santa Catarina e Paraná.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bullock, P.; Fedoroff, N.; Jongerius, A.; Stoops, G. & Tursina, T. 1985. **Handbook of soil thin section description**. Waine Research, Albrington, United Kindon, 152 p.
- Castro, S. S. 1989. **Micromorfologia de Solos – Pequeno guia para descrição de lâminas delgadas**. Universidade Federal de São Paulo, 90 p.
- Dietrich, W. E. & Dunne, T. 1993. The channel head. In Beven, K. & Kirkby, M. J. (Eds), **Channel network hidrology**. Jonh Wiley & Sons. p. 175-219.

Oliveira, M. A. T. 1999. Processos erosivos e preservação de áreas de risco de erosão por voçorocas. In: Guerra, A. J. T; Silva, A.S.; & Botelho, R. G. M. (ed.). **Erosão e Conservação dos Solos: Conceitos Temas e Aplicações**. Bertrand Brasil. p. 57-95.

Paisani, J. C. 1998. **Descontinuidades hidrológicas, escoamento superficial e desenvolvimento de incisões em áreas de cabeceiras de drenagem: estudo de caso na Colônia Quero-Quero, Palmeira (PR)**. Florianópolis. 184 p. Dissertação de Mestrado em Geografia, Departamento de Geociências, Universidade Federal de Santa Catarina.