

DEPÓSITO DE ENCOSTA (PEDIMENTO DETRÍTICO) NO CURSO MÉDIO DO RIO PARDO, MUNICÍPIO DE CANDELÁRIA, RS

FETT JÚNIOR, N¹.

¹Laboratório de Geodinâmica Superficial (LAGES), Departamento de Geociências, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). ney_fett_jr@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

RESUMO

O presente resumo trata da caracterização de depósito quaternário de encosta no sopé do Morro do Facão, município de Candelária, Estado do Rio Grande do Sul. O afloramento descrito está situado no curso médio do Rio Pardo, importante tributário da margem esquerda do Rio Jacuí, no contato entre as unidades geomorfológicas do Planalto Meridional e da Depressão Periférica (AB'SABER, 1970). O estudo é fundamentado na análise integrada de aspectos morfológicos, estratigráficos e sedimentológicos, empregando o método da arquitetura deposicional proposto por Miall (1985; 1996). Em síntese, dois eventos paleoambientais são reconhecidos nessa seção estratigráfica (FETT JÚNIOR, 2005): o primeiro é representado por camada de rudáceos, associada aos movimentos de massa com concentrações elevadas de cascalho, de idade anterior a 48.700 ± 5.500 anos AP (LOE). O segundo evento é assinalado por camadas sucessivas de textura areno-lamosa, depositadas a partir de 48.700 ± 5.500 anos AP (LOE), idade que coincide com o Estágio Isotópico Marinho 3 (EIM 3), período que tem como principal característica a alternância entre condições climáticas mais quentes e mais frias, tendendo ao esfriamento gradual, até culminar no Último Máximo Glacial. É possível correlacionar os eventos que estão registrados na encosta com aqueles observados na sedimentação da planície de inundação no curso médio do Rio Pardo (FETT JÚNIOR, 2005). Finalmente, o depósito no sopé do Morro do Facão tem estrutura semelhante à definida para pedimentos detríticos (BIGARELLA & BECKER, 1975). Ambos são descritos como seqüências espessas de material arenoso e/ou lamoso, sobrepostas ao acamamento rudáceo depositado diretamente na superfície dissecada da rocha, constituindo rampa de inclinação suave, dominada por processos deposicionais. Novos estudos estão sendo desenvolvidos nessa área, aplicando outras técnicas na tentativa de reconstituir paisagens pretéritas de vales fluviais situados na borda do Planalto Meridional, na região Sul do Brasil.

Palavras-chave: Arquitetura deposicional; depósito de encosta; pedimento detrítico; Período Quaternário.

INTRODUÇÃO

Há importantes lacunas nos estudos sistemáticos sobre a dinâmica geomorfológica do Quaternário continental no Estado do Rio Grande do Sul, pois a maioria das pesquisas trata da área costeira do território gaúcho. Esse trabalho deriva de Dissertação de Mestrado, que abordou a caracterização de depósitos quaternários e estabeleceu cronologia preliminar de eventos paleoambientais no curso médio do Rio Pardo (município de Candelária).

Iniciado há aproximadamente 1,8 milhões de anos, o Período Quaternário é assinalado por mudanças climáticas em escala global, geradas por alterações na incidência de radiação solar e nos padrões de circulação atmosférica e oceânica (BLUM &

TÖRNQVIST, 2000). Os depósitos quaternários estão distribuídos em formas de relevo distintas, comumente apresentando alguma relação genética com as feições constituintes da paisagem (MOURA, 1994). Tais depósitos geralmente são assinalados por eventos raros e de alta magnitude, conhecidos como sedimentação episódica; esse registro é formado pelos vários desvios em relação a um comportamento médio (ou padrão) de cada ambiente deposicional, e compreende intervalos de tempo que oscilam de dezenas a milhares de anos (DOTT, 1983). Embora a sedimentação episódica seja imprescindível na compreensão de depósitos quaternários, Dott (1983) reconhece que talvez existam vários eventos comuns obliterando essas seqüências deposicionais. Portanto, associar elementos morfológicos, estratigráficos e sedimentológicos é fundamental no estudo do registro sedimentar quaternário (BLUM & TÖRNQVIST, 2000). O método da arquitetura deposicional, concebido por Miall (1985; 1996) reúne essas três perspectivas.

Critérios como tamanho de grão, tipos de estruturas sedimentares e, sobretudo, geometria do depósito, possibilitaram que Miall (1985; 1996) definisse oito elementos arquitetônicos básicos: canais (CH); barras e formas de leito de cascalho (GB); sedimentos de fluxos gravitacionais (SG); formas de leito arenosas (SB); camadas tabulares de areias laminadas (LS); depósitos de acreção lateral (LA); camadas frontais (FM); e depósitos finos de planície de inundação (FF). Embora haja considerável variação de escala e complexidade, todos os depósitos fluviais são constituídos por diferentes proporções desses elementos, cuja combinação resulta em estilos fluviais (MIALL, 1985; 1996).

Nesse trabalho, serão apresentados alguns resultados que ilustram a estrutura de depósito de encosta no sopé do Morro do Facão, no curso médio do Rio Pardo, e o possível significado paleoambiental como pedimento detrítico (FETT JÚNIOR, 2005).

ÁREA DE ESTUDO

A Bacia do Rio Pardo abrange área de 3.673 km², localizada na porção centro-oriental do Estado do Rio Grande do Sul, sendo uma importante contribuinte da margem esquerda do Rio Jacuí (Fig. 1). De forma alongada na direção norte-sul, engloba parte de duas unidades geomorfológicas: o Planalto Meridional e a Depressão Periférica (AB'SABER, 1970).

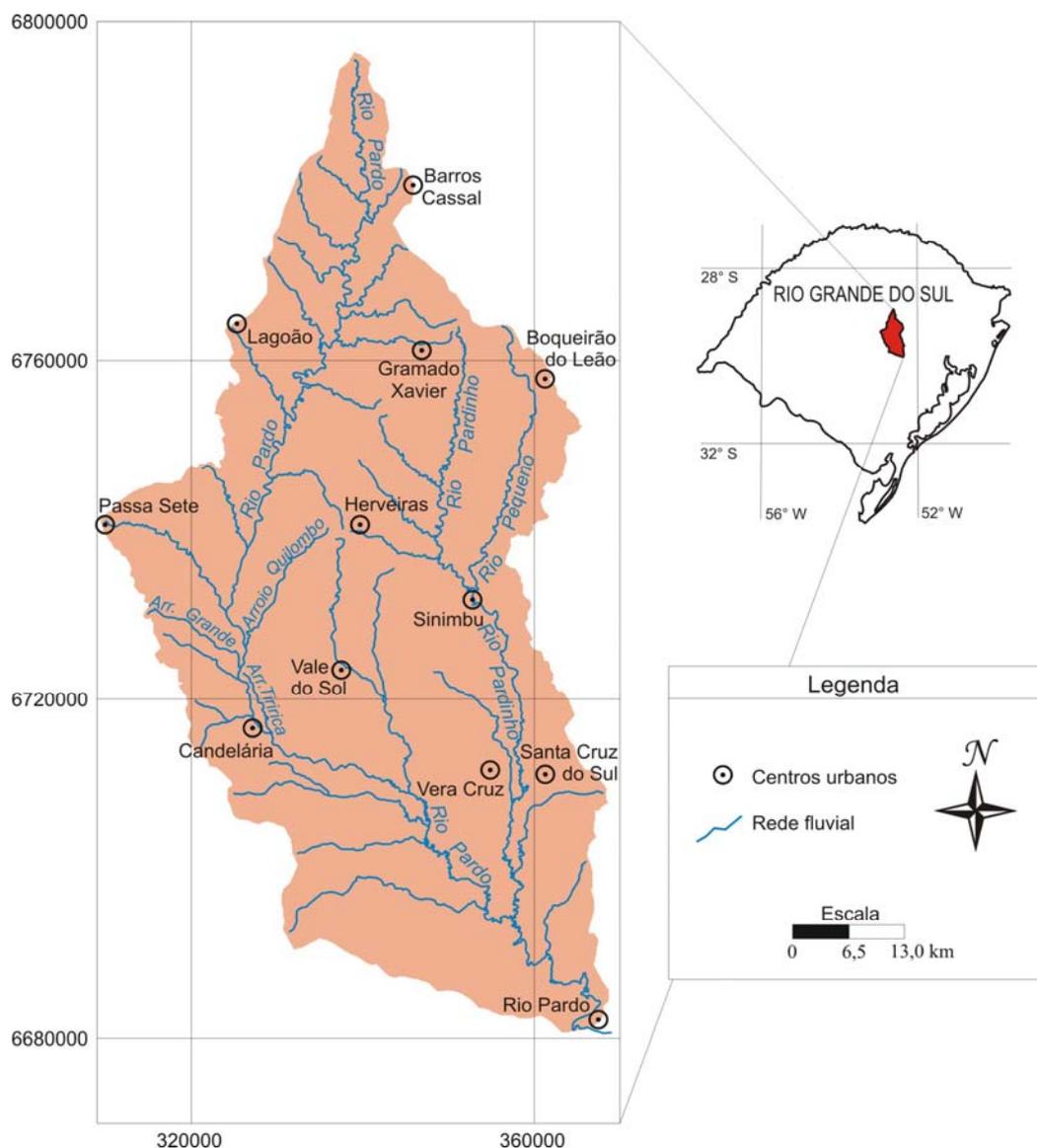


Figura 1: Mapa da bacia do Rio Pardo.

O Planalto Meridional é uma superfície suavemente inclinada para oeste, estruturado em rochas efusivas básicas e ácidas da Formação Serra Geral; as formas de relevo apresentam profunda dissecação e forte controle estrutural, principalmente através de falhas e fraturas de orientações diversas (PROJETO RADAMBRASIL, 1986). Na borda do planalto, surgem morfologias aplainadas e suavemente inclinadas nas formações sedimentares adjacentes, associadas às rampas de colúvio, patamares estruturais e pedimentos (Fig. 2).

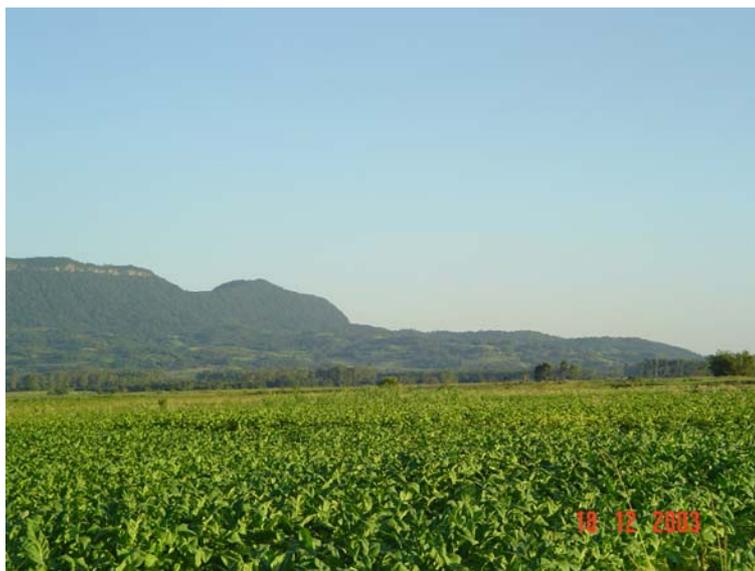


Figura 2: Vista longitudinal de extensa superfície suavemente inclinada no sopé do Morro do Facão.

A Depressão Periférica é uma área baixa, sem variações altimétricas consideráveis, na qual os processos erosivos esculpíram predominantemente as rochas sedimentares triássicas, originando colinas suaves e alongadas, conhecidas na região como coxilhas (PROJETO RADAMBRASIL, 1986).

A área de estudo foi delimitada da foz do Arroio Quilombo, ao norte, até a foz do Arroio Tiririca, ao sul, caracterizada pela transição entre o controle estrutural do Planalto Meridional e a sedimentação da planície de inundação na Depressão Periférica.

O clima na área é subtropical úmido, assinalado por temperatura média anual de 18° C e precipitação média anual de 1.750 mm (PROJETO RADAMBRASIL, 1986); tais valores, porém, oscilam bastante durante o ano. A cobertura vegetal nativa é representada pela Floresta Estacional Decidual, cujos remanescentes atuais estão distribuídos pelas encostas íngremes; na planície de inundação, a vegetação foi substituída por cultivos agrícolas em função da fertilidade do solo (PROJETO RADAMBRASIL, 1986).

METODOLOGIA

A descrição do depósito de encosta localizado no sopé do Morro do Facão adotou critérios de Miall (1985; 1996), levantando características como: geometria externa; extensão e espessura do depósito; tipo de contato entre as camadas; e conjunto de litofácies (MIALL, 1996). Também foi realizado o levantamento sistemático da seção, de modo a reconstituir o depósito em escala adequada. A técnica consiste na definição, com auxílio de nível topográfico, de linha horizontal como referência para o desenho das feições

sedimentares expostas. Finalmente, foram coletadas amostras para análises texturais em laboratório.

A análise granulométrica foi fundamentada, em parte, no método abordado por Suguio (1973). Os sedimentos grossos (cascalho e areia) foram peneirados a intervalos de 1 ϕ , enquanto o material fino (silte e argila) foi separado por pipetagem. Dentre os parâmetros estatísticos de Folk & Ward (1957 *apud* SUGUIO, 1973), foram utilizados apenas o diâmetro médio de grão (Mz) e o grau de seleção (σ) para a interpretação de cada amostra. Como foram adotados intervalos inteiros entre as classes granulométricas, a curva de frequência acumulada apresentava algumas imprecisões, inviabilizando o emprego de outros parâmetros, como grau de assimetria e curtose. Os percentuais de areia, silte e argila foram representados no Diagrama Triangular de Shepard (1954 *apud* SUGUIO, 1973), determinando a textura dos sedimentos.

Os cascalhos foram classificados pelo grau de arredondamento, conforme o método visual de Krumbein (1941). Essa técnica é baseada na comparação entre a projeção máxima do contorno da partícula e uma seqüência de imagens, cujo arredondamento foi previamente calculado. Nas camadas de sedimentos rudáceos, foram avaliados 100 clastos, que eram diferenciados segundo a litologia e o diâmetro médio.

Enfim, foi coletada uma amostra da camada C-III, apresentando elevado teor de quartzo, para datação por luminescência opticamente estimulada (LOE) da luz verde. A datação foi realizada pelo Laboratório de Vidros e Datação, da Faculdade de Tecnologia de São Paulo.

A seguir, serão apresentados e discutidos os resultados referentes à seção estratigráfica localizada na encosta inferior do Morro do Facão (FETT JÚNIOR, 2005).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

O afloramento descrito consiste de corte na base de superfície suavemente inclinada, situada no sopé do Morro do Facão, próximo da rodovia estadual RST – 287 (entre as cidades de Candelária e Santa Cruz do Sul), tendo 8,9 m de extensão lateral e espessura variando entre 2,61 e 6,42 m (Fig. 3 e 4).

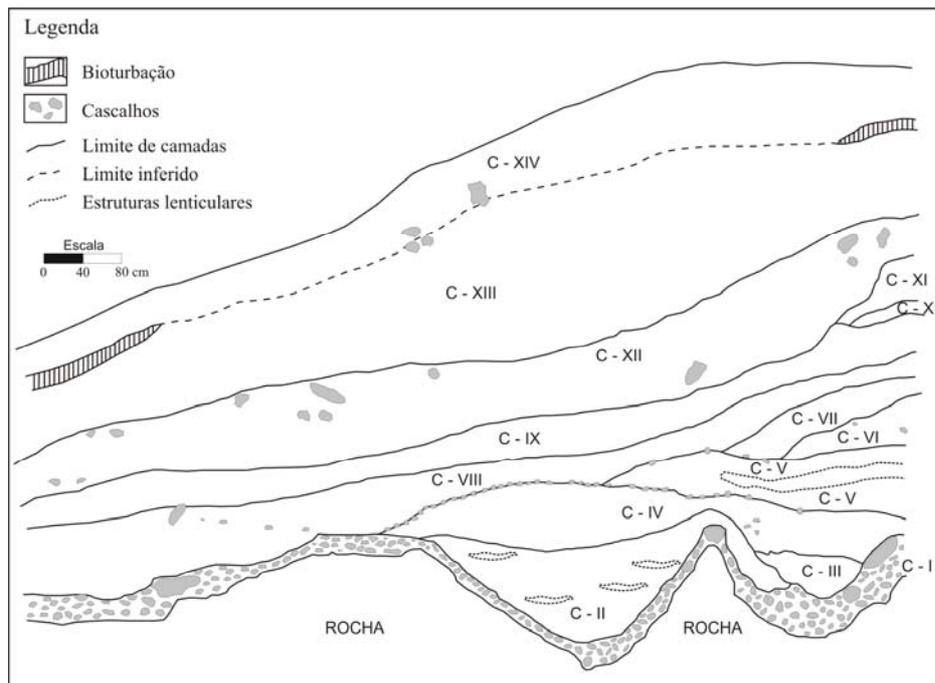


Figura 3: Seção estratigráfica da encosta inferior do Morro do Facão.

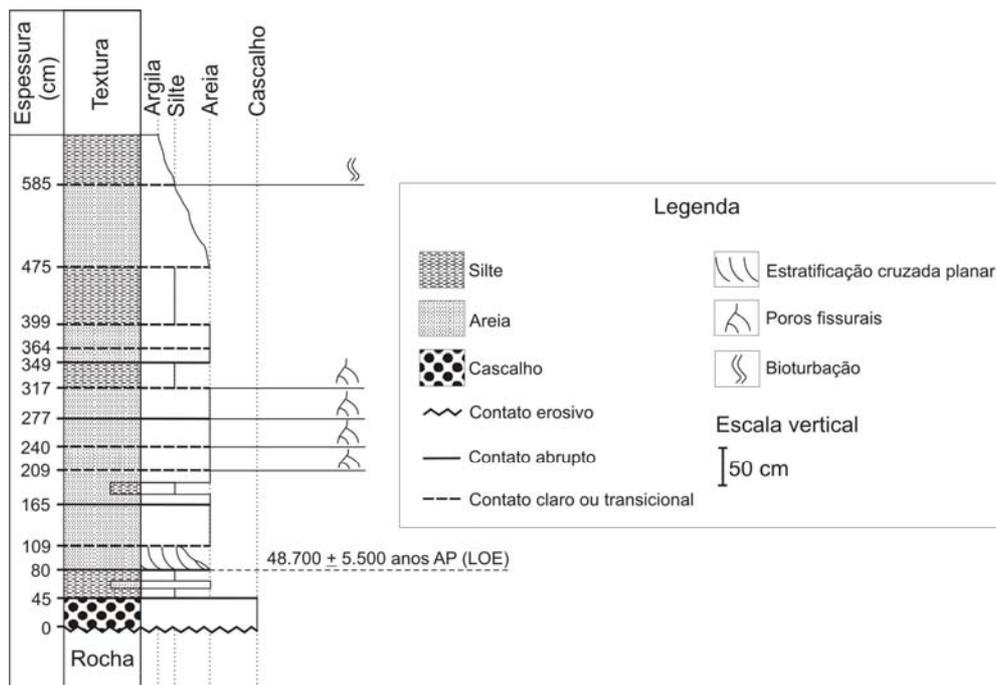


Figura 4: Perfil vertical do depósito situado na encosta inferior do Morro do Facão.

Na base do afloramento, ocorre siltito avermelhado do Membro Alemoa, topo da Formação Santa Maria (Triássico), exibindo direção geral de mergulho do acamamento para 38° N. A rocha apresenta superfície bastante dissecada, evidenciada por formas acanaladas (Fig. 3).

Sobreposta à rocha e separada por contato erosivo irregular, há uma camada maciça de material rudáceo (C-I), suportada por clastos. Predominam seixos basálticos (82%), que

são classificados principalmente como arredondados (45%), subarredondados (20%) e bem arredondados (16%). Os sedimentos rudáceos estão bastante alterados, às vezes sendo possível desagregá-los com as mãos. A espessa camada é pobremente selecionada, e o diâmetro médio do material é equivalente a seixo.

Logo acima da camada C-I, um contato abrupto marca a base das camadas C-II e C-III (Fig. 4). Trata-se de dois depósitos semelhantes, que representam estruturas tipo *corte e preenchimento*. A camada C-II é espessa, exibindo extensão lateral maior que a unidade C-III. Os sedimentos sílticos argilo-arenosos da camada C-II estão preenchendo quase totalmente as duas concavidades entalhadas na rocha. Pouco distinguíveis do restante da unidade, existem algumas finas estruturas lenticulares, de constituição mais arenosa. A seleção da camada C-II é considerada pobre, sendo o diâmetro médio das partículas classificado como silte grosso.

A camada C-III tem espessura média e é caracterizada por gradação normal incipiente. Na base, há elevada concentração de cascalhos (28%), principalmente grânulos e seixos pequenos; para o topo, predominam sedimentos areno-siltosos, enquanto o percentual de cascalhos diminui para apenas 1%. As partículas na base da camada C-III têm o diâmetro médio equivalente à areia média e grau de seleção muito pobre; no topo, o diâmetro médio de grão é de areia muito fina, e seleção pobre. Destaca-se a existência de tênue laminação cruzada, muito pouco distinguível no topo do depósito arenoso.

A espessa camada C-IV é limitada na base por contato transicional e irregular, formada por areia silto-argilosa, material caracterizado por grau de seleção pobre; o diâmetro médio de grão é igual ao de silte grosso. No topo, ao longo de toda a camada, há clastos rudáceos, sobretudo seixos pequenos.

A camada C-V, sobreposta a contato irregular abrupto, exhibe geometria lenticular. O acamamento espesso é constituído por areia silto-argilosa, pobremente selecionada. Na parte intermediária da camada, há uma lente de silte argilo-arenoso, maciça, tendo também grau de seleção pobre. Todo o material da unidade C-V tem o diâmetro médio igual ao de silte grosso.

As camadas C-VI, C-VII, C-VIII e C-IX apresentam *poros fissurais*, que possivelmente estão associados a processos pedogenéticos pretéritos. Os poros, inicialmente esparsos na camada C-VI, gradualmente adquirem densidade e distribuição mais complexa ao longo de 1,86 m de espessura total. Aparentemente, os poros fissurais são preenchidos por óxidos de manganês, exibindo coloração bastante escura.

A camada C-VI é limitada na base por contato claro com a unidade C-V; os sedimentos são compostos por areia silto-argilosa, selecionados pobremente. Na unidade, considerada espessa, o diâmetro médio das partículas é igual ao de silte grosso.

Sobre o contato irregular transicional no topo da unidade C-VI está depositada a camada C-VII, cuja espessura é classificada como média. O acamamento também é formado por areia silto-argilosa maciça. Os sedimentos têm seleção pobre, com diâmetro médio equivalente ao de silte grosso.

A camada C-VIII está situada acima de contato abrupto com as unidades C-VII, C-V, C-IV e C-I. O acamamento é espesso, constituído por material areno-siltoso, de seleção pobre e diâmetro médio igual ao de silte grosso.

Finalmente, os poros fissurais também estão registrados na camada C-IX, sobreposta a contato transicional com a unidade C-VIII. A espessa unidade é formada por silte argilo-arenoso, pobremente selecionado, exibindo diâmetro médio de grão de silte grosso.

A camada C-X tem espessura média e curta extensão, separada por contato abrupto da unidade C-IX. Os sedimentos areno-siltosos são pobremente selecionados, e o diâmetro médio corresponde ao de areia muito fina.

Limitada na base por contato transicional com o acamamento subjacente, a espessa camada C-XI também tem extensão reduzida. O material é areno-siltoso, sendo a seleção pobre; assim como na unidade C-X, o diâmetro médio das partículas equivale à areia muito fina.

Acima de contatos transicionais e irregulares com as unidades C-IX, C-X e C-XI estão depositados os sedimentos que compõem a camada C-XII. O acamamento espesso é formado por lama cascalhosa, cujo grau de seleção é muito pobre; há alguns blocos de basalto esparsos pela unidade. O diâmetro médio do material é igual à silte grosso.

A camada C-XIII está situada sobre contato claro irregular no topo da unidade C-XII, sendo a mais espessa da seção descrita. Consta-se tênue gradação normal no acamamento, predominando areia silto-argilosa na base, que gradualmente passa para material silto-arenoso no topo. A camada C-XIII tem grau de seleção pobre, com diâmetro médio de grão classificado como silte grosso.

Enfim, no topo da seção, a camada C-XIV está sobreposta a contato claro e irregular. O acamamento espesso é constituído por silte argilo-arenoso (base) e argila silto-arenosa (topo), de seleção pobre, tendo diâmetro médio de grão igual ao de silte grosso. Na

base, há abundante bioturbação, caracterizada por raízes e escavações de insetos no solo atual.

Significado paleoambiental

Conforme o método da arquitetura deposicional sugerido por Miall (1985), o afloramento é classificado como o elemento *sedimentos de fluxos gravitacionais* (SG). A base de cada unidade tem formas irregulares e não-erosivas, geralmente dispostas acima de canais pré-existentes ou sobre a topografia irregular formada pelos movimentos de massa anteriores (MIALL, 1985).

Os cascalhos na base da seção podem ser considerados como a litofácies *cascalho maciço suportado por clastos* (Gcm), proposta por Miall (1996), apontando para fluxos de detritos com elevada concentração de rudáceos. Na seqüência, a camada C-III é passível de ser enquadrada na litofácies *areia com estratificação cruzada planar* (Sp), presente na nomenclatura idealizada por Miall (1996); essa litofácies é originada por formas de leito subaquosas. As unidades C-IV, C-VI, C-VII, C-VIII, C-X e C-XI, sobrepostas, constituem a litofácies *areia maciça* (Sm), e sua provável gênese é atribuída a movimentos de massa.

A amostra para datação, coletada na camada C-III, indica idade de 48.700 ± 5.500 anos AP (LOE). Esse valor aponta para o Pleistoceno Superior, no começo do Estágio Isotópico Marinho 3 (EIM 3). O interestádio do EIM 3 é marcado por oscilações entre condições climáticas quentes e frias, com tendência ao esfriamento gradual (VAN ANDEL, 1985 *apud* FETT JÚNIOR, 2005).

A seqüência de camadas na seção da encosta inferior do Morro do Facão apresenta disposição semelhante àquela reconhecida em depósitos fluviais (FETT JÚNIOR, 2005). Na base do perfil da encosta, há o predomínio de cascalho bastante alterado, maciço e de seleção pobre. O material rudáceo está disposto caoticamente sobre a rocha, preenchendo parcialmente concavidades na sua superfície dissecada. Essa unidade (camada C-I) é similar ao primeiro estilo fluvial, igualmente dominado por cascalhos, e formou-se em período igual ou anterior ao EIM 3.

Acima do nível rudáceo da unidade C-I, há uma sucessão de camadas de textura areno-lamosa, indicando significativa mudança nos tipos de movimentos de massa atuantes ao longo da encosta. Essas unidades possivelmente foram depositadas a partir de 48.700 ± 5.500 anos AP (LOE), e são contemporâneas ao segundo estilo fluvial, assinalado por sedimentos lamosos em planícies de inundação. A camada C-II foi parcialmente erodida pela ação de fluxo em canal erosivo, possivelmente durante alguma flutuação climática no

início do EIM 3. Posteriormente, houve entulhamento do canal, representado pela unidade C-III. No topo da camada C-IV, é registrada a ocorrência de uma *linha de pedras* (“*stoneline*”); conforme Ab’Saber (1969), a provável origem da feição é atribuída a processos coluviais, desencadeados em fases de climas secos. No EIM 3, houve alternância entre períodos mais secos e mais úmidos do clima, fato condizente com a gênese da linha de pedras. Sobrepostas, as camadas C-VI, C-VII, C-VIII e C-IX apresentam poros fissurais, preenchidos por óxidos de manganês. Esses poros podem ser marcas de antigas raízes de gramíneas, ou de fissuras causadas por dessecação.

O significado paleoambiental do registro nesta seqüência ainda não está suficientemente esclarecido, mas oscilações entre fases de clima mais úmido e mais seco não podem ser completamente descartadas.

De fato, considerando o estudo sobre superfícies de erosão, realizado por Bigarella & Becker (1975 *apud* PASSOS & BIGARELLA, 1998), é possível enquadrar o depósito da encosta inferior do Morro do Facão na categoria de *pedimento detrítico*, pois ambos têm estruturas análogas. Trata-se de seqüências relativamente espessas de material areno-lamoso, dispostas acima de sedimentos rudáceos situados diretamente na rocha dissecada, constituindo rampa de inclinação suave, dominada por processos deposicionais.

CONCLUSÕES

A descrição da seção estratigráfica em campo foi fundamental para identificar a arquitetura deposicional. A análise foi complementada pela caracterização dos sedimentos – grau de arredondamento (cascalhos), grau de seleção, diâmetro médio e textura. Dois eventos paleoambientais foram identificados:

O primeiro está relacionado aos cascalhos na base da seção, registro de movimentos de massa com elevadas concentrações de rudáceos. É possível que a deposição tenha ocorrido durante o EIM 3 ou em algum estágio anterior.

O segundo evento, referente ao EIM 3, é assinalado por sedimentos areno-lamosos, indicando movimentos de massa que praticamente não transportavam cascalhos ao longo da encosta. Durante o EIM 3, prevaleceram condições climáticas relativamente mais quentes e mais úmidas em nível global.

Os resultados obtidos enfatizam a importância da análise conjugada entre Geomorfologia, Estratigrafia e Sedimentologia, que constituem base metodológica importante no estudo de registros sedimentares quaternários e, por conseguinte, da

evolução da paisagem. A análise será enriquecida com a incorporação de outras abordagens, como a pedostratigrafia e a análise isotópica do carbono. Há também a necessidade de incorporar maior quantidade de dados cronológicos, através de datações por diferentes métodos, buscando estimar de modo mais preciso a sucessão de eventos quaternários registrados no curso médio do Rio Pardo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB'SABER, A. N. Contribuição ao estudo das "*stone lines*" do Sul do Brasil. **Geomorfologia**, São Paulo, n. 10, p. 11-12, 1969.

_____. Províncias geológicas e domínios morfoclimáticos no Brasil. **Geomorfologia**, São Paulo, n. 20, p. 1-26, 1970.

BLUM, M. D. & TÖRNQVIST, T. E. Fluvial responses to climate and sea-level change: a review and look forward. **Sedimentology**, n. 47, p. 2-48, 2000. Supplementum 1.

DOTT, R. H. Episodic sedimentation – How normal is average? How rare is rare? Does it matter? **Journal of Sedimentary Petrology**, v. 53, n. 1, p. 5-23, 1983.

FETT JÚNIOR, N. **Aspectos morfológicos, estratigráficos e sedimentológicos de depósitos quaternários no curso médio do Rio Pardo (município de Candelária, RS)**. 2005. 164 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

KRUMBEIN, W. C. Measurement and geological significance of shape and roundness of sedimentary particles. **Journal of Sedimentary Petrology**, v. 11, n. 2, p. 64-72, 1941.

MIALL, A. D. Architectural-element analysis: a new method of facies analysis applied to fluvial deposits. **Earth Science Reviews**, n. 22, p. 261-308, 1985.

_____. **The geology of fluvial deposits: sedimentary facies, basin analysis and petroleum geology**. New York: Springer-Verlag, 1996. 582 p.

MOURA, J. R. S. Geomorfologia do Quaternário. In: GUERRA, A. J. T. & CUNHA, S. B. **Geomorfologia, uma atualização de bases e conceitos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1994. p. 335-364.

PASSOS, E. & BIGARELLA, J. J. Superfícies de erosão. In: CUNHA, S. B. & GUERRA, A. J. T. **Geomorfologia do Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998. p. 107-141.

PROJETO RADAMBRASIL. **Folha SH. 22/Porto Alegre e parte das folhas SH. 21/Uruguaiana e SI. 22/ Lagoa Mirim: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra**. v. 32. Rio de Janeiro: IBGE, 1986. 796 p.

SUGUIO, K. **Introdução à Sedimentologia**. São Paulo: Edgar Blücher – EDUSP, 1973.
317 p.