
Pedogeomorfologia: uma nova disciplina para a análise ambiental

*Carla Maciel Salgado**

Resumo

Vem-se discutindo, cada vez mais, a interação entre solo e relevo. Para isto, os pesquisadores estão buscando a integração de conceitos e conhecimentos de Pedologia e Geomorfologia, com destaque também para aspectos relacionados à Estratigrafia. A partir desta abordagem integradora, vem se constituindo uma nova disciplina, denominada Pedogeomorfologia.

Expõem-se, aqui, modelos conceituais e metodologias que integram esta nova disciplina, apresentando-se, ainda, estudos que seguem esta linha de análise – cujo enfoque principal refere-se à dinâmica evolutiva da paisagem.

Palavras-chave: solos, estratigrafia, catena, sistema solo-paisagem, k-ciclos, relevo.

Introdução

Com a crescente discussão sobre a necessidade de interdisciplinaridade para os diversos tipos de estudos, principalmente os de ordem ambiental, a Pedogeomorfologia já nasce englobando conhecimentos de cunho geomorfológico e pedológico, apreendendo, ainda, noções de Estratigrafia.

A abordagem interdisciplinar vem auxiliando, por exemplo, em situações em que há dificuldades de se identificarem causas para mudanças no sistema geomorfológico, quando as formas já se encontram ajustadas ao processo. Os resquícios deste processo podem ser reconhecidos analisando-se as características de depósitos sedimentares e/ou solos presentes na área (Mcfadden & Knuepfer, 1990, p. 198; Johnson, Keller & Rocwell, 1990, p. 309).

Em vários trabalhos vem-se discutindo a constituição dessa nova disciplina e apontando sua importância para estudos sobre a evolução da paisagem (Birkeland, 1990; Mcfadden & Knuepfer, 1990; Gerrard, 1990, 1993). Já se publicaram até mesmo livros específicos sobre o tema (Birkeland, 1984; Daniels & Hammer, 1992). A abordagem evolutiva como enfoque principal em Pedogeomorfologia segue a mesma tendência observada nas atuais discussões dentro da Geomorfologia. A revitalização desta abordagem está calcada em importantes modificações relacionadas ao nível de conhecimento científico obtido e à disponibilidade de instrumentais tecnológicos, não havendo uma preocupação de elaborar leis gerais, mas sim de compreender os eventos que determinam a configuração de uma paisagem.

Expõem-se, aqui, os principais conceitos que vêm fornecendo um corpo teórico-metodológico à disciplina, bem como a aplicação que tiveram em alguns estudos.

Definindo-se a Pedogeomorfologia

Enquanto propriedades pedológicas, as características do relevo como declividade ou formas côncavas, relacionadas à erodibilidade ou gênese dos solos, são importantes para estudos geomorfológicos acerca de processos erosivos ou de evolução de encostas pois imprimem determinados aspectos no solo. Dentro dessa perspectiva, vários autores enfatizam a necessidade de integrar estudos geomorfológicos e pedológicos, surgindo, a partir daí, uma nova disciplina, a Pedogeomorfologia (*soil geomorphology*, termo proposto inicialmente por Conacher & Dalrymple, 1977, p. 144).

Embora a definição dessa disciplina não esteja ainda bem estabelecida, assim como seus métodos de análise, há um número crescente de pesquisadores abordando o assunto e propondo linhas de ação. Birkeland (1990, p. 208), por exemplo, sugere estudos pedogeomorfológicos em quatro áreas: desenvolvimento de um arcabouço de cronosequência de solo para estimar a idade de depósitos superficiais; uso do solo como indicador da estabilidade da paisagem; determinação de propriedades do solo que indiquem mudança climática; interação de informações sobre o desenvolvimento de um solo na encosta, escoamento superficial e infiltração da chuva e processo erosivo.

Já Olson (1989, p. 131) afirma que estudos pedogeomorfológicos podem envolver três partes: apreensão de estratigrafia superficial e material parental de uma área; a definição de uma superfície geomórfica no tempo e espaço, bem como a correlação de propriedades pedológicas com feições da paisagem.

Esses autores, entre outros (Burns & Tonkin, 1982; Mcfadden & Knuepfer, 1990; Gerrard, 1993), enfatizam, ainda, a importância de se integrarem as análises estratigráficas aos dados pedológicos e geomorfológicos, para a melhor apreensão das transformações da paisagem através de depósitos sedimentares, já que tais depósitos recobrem vários segmentos do relevo e constituem o material de origem de diversos solos. Daniels & Hammer (1992, p. 10) defendem, também, a necessidade de estudos sobre a Hidrologia, que regula processos pedogenéticos e geomorfológicos e é igualmente influenciada pelas formas de relevo e características dos depósitos sedimentares/solos.

Os trabalhos desenvolvidos na linha pedogeomorfológica ainda empregam métodos distintos, relacionando-se, em muitos casos, à experiência do pesquisador. Quando este é um pedólogo, geralmente utiliza dados geomorfológicos na caracterização regional ou em uma primeira aproximação de unidades espaciais definidas para a coleta de amostras. Já um geomorfólogo, na maior parte das vezes, considera apenas as características gerais do solo referentes à sua classificação e/ou sua posição na paisagem. Observando-se a bibliografia em revistas científicas, verifica-se que a primeira situação é mais comum, pois, historicamente, os geomorfólogos têm usado mais dados lito-estruturais, estratigráficos e hidrológicos, embora atualmente o número de pesquisas integrando os atributos pedológicos à análise geomorfológica venha aumentando (Mcfadden & Knuepfer, 1990, p. 199).

Principais Modelos Conceituais e Aplicações em Trabalhos

A integração da Geomorfologia à Pedologia vem sendo concretizada pela elaboração de modelos conceituais como Catena (Milne, 1935, apud Birkeland, 1984), Sistema Solo-Paisagem (Huggett, 1975) e K-ciclos (Butler, 1959, apud Burns & Tonkin, 1982). Segundo Burns & Tonkin (1982, p.27), os dois primeiros modelos dão ênfase às relações espaciais, ao passo que o último refere-se mais à dimensão temporal.

O modelo conceitual de catena proposto por Milne foi formulado devido ao reconhecimento de que determinadas formas de encosta estavam associadas a seqüências de solos específicas (Gerrard, 1992, p. 29). Deste modo, uma catena corresponde à variabilidade lateral das propriedades do solo ao longo de uma encosta, relacionada às diferenças de posição e características de drenagem dos solos. Embora este conceito constitua exemplo de modelo espacial de solos, figura também a componente temporal relativa à redistribuição de sólidos e soluções dentro do sistema de encosta (Burns & Tonkin, 1982, p. 27).

Esse modelo foi aplicado em várias áreas com materiais de origem e tipos climáticos diferentes. No Brasil, Mousinho & Bigarella (1965, p. 58) descrevem uma catena associada à variação do material de origem do topo da encosta até o fundo de vale:

“o colúvio seria encontrado recobrendo os segmentos médio e inferior da encosta, entrando em contato com o alúvio no fundo do vale; no segmento superior da vertente predominaria o elúvio ou, em alguns casos afloraria a rocha sã”.

O estudo da catena, no entanto, abrange somente duas dimensões, indo do topo da encosta até o fundo do vale, não conseguindo apreender relações cronoestratigráficas de solos interdigitados e/ou superpostos, assim como a existência de segmentos topográficos onde podem estar predominando processos erosivos ou deposicionais (Birkeland, 1984, p. 240). Scheidegger (1986, apud Gerrard, 1990), aplicando esta concepção à integração de processos geomorfológicos e pedológicos em regiões temperadas úmidas, ampliou o conceito de catena, estendendo-o à paisagem como um todo, considerando-a resultado de uma superposição e justaposição de fluxos d'água e de matéria, produzindo solos complexos.

No "sistema solo-paisagem" (Huggett, 1975, p. 9), também seguindo a perspectiva espacial, considera-se a cabeceira de drenagem como a unidade básica de organização dos "sistemas pedológicos" e integrada a outros sistemas ambientais.

Dentro desta unidade geomorfológica, são reconhecidos dois elementos básicos: as partículas clásticas – que constituem o esqueleto do solo, relativamente estáveis e imóveis, relacionadas ao sistema geomorfológico – e a solução do solo, instável e móvel, relacionada ao sistema hidrológico.

Utilizando a concepção sistêmica, este modelo conceitual tem como base a idéia de troca de fluxos de matéria e energia entre solo e ambiente controlada pelo clima. Percebe-se, assim, que da mesma forma que no modelo de catena, a conotação climática é muito forte. Burns & Tonkin (1982) e Johnson, Keller & Rockwell (1990), discutindo estes tipos de modelos, defendem a importância de se incluírem as noções de limites críticos (*threshold*) e retroalimentação (*feedback*) nos estudos pedogeomorfológicos para uma melhor apreensão da variabilidade espaço-temporal dos solos.

O modelo de K-ciclos (Butler, 1959, apud Burns & Tonkin, 1982), enfatizando a dimensão temporal no desenvolvimento dos solos na paisagem, sugere a existência de uma fase de instabilidade ambiental seguida de outra estável, sendo ambas identificadas e analisadas por meio de técnicas estratigráficas e pedológicas. Na primeira fase, predominam processos de erosão e deposição que podem atingir somente algumas áreas (Fitzpatrick, 1980, p. 302), equivalendo, segundo Burns & Tonkin (1982), à noção de limite crítico. Durante a fase de estabilidade ambiental, ocorre o predomínio dos processos pedogenéticos, que, operando nos sedimentos depositados no período anterior, vão constituir novos perfis de solo. Estes, se não sofrerem remoção parcial, total ou soterramento em um segundo K-ciclo, serão submetidos a novos processos pedogenéticos influenciados, se for o caso, por novas condições climáticas (Fitzpatrick, 1980, p. 302), ou ainda, podem ser parcialmente recobertos enquanto a pedogênese opera.

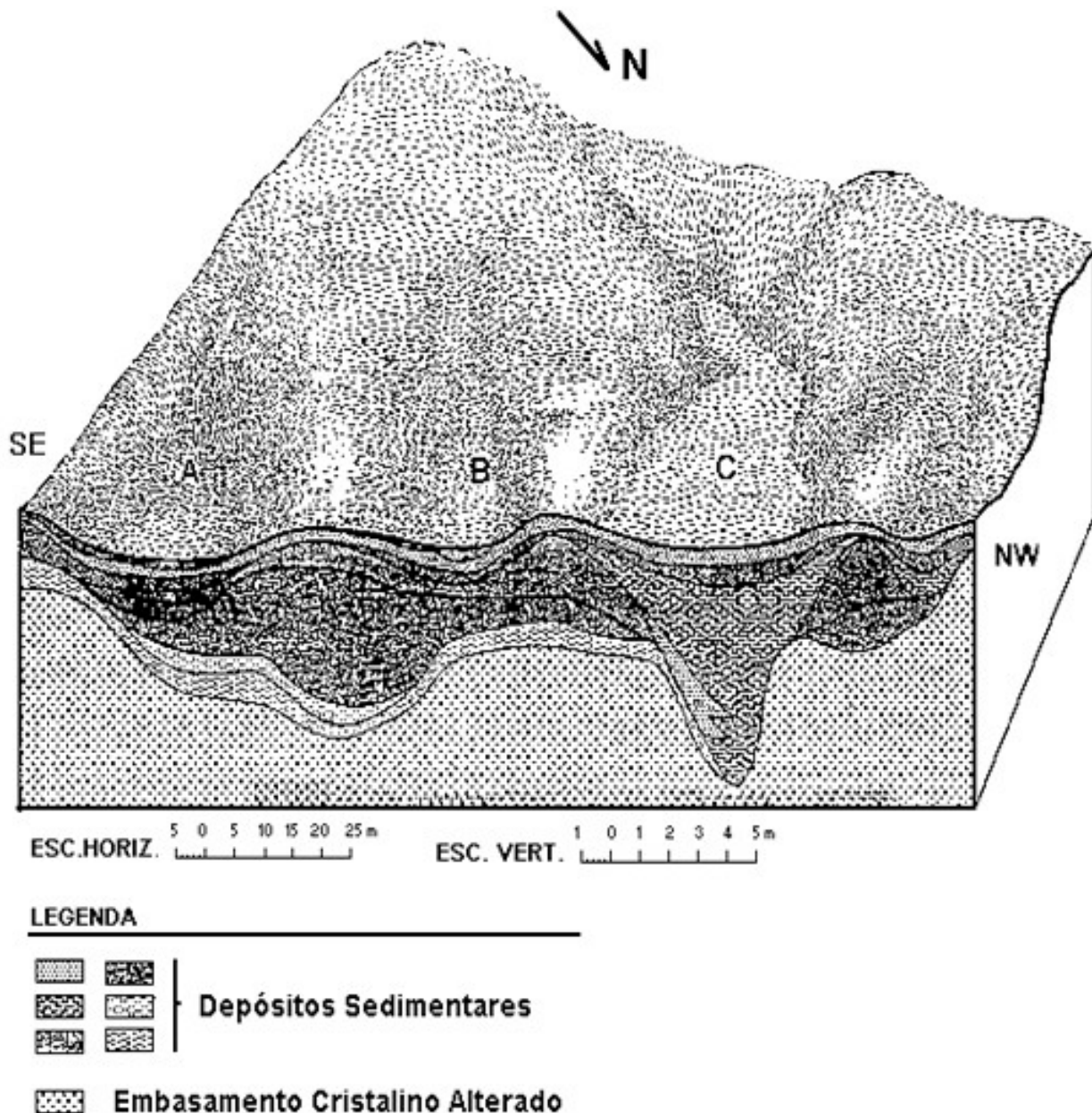
Ao se analisarem os três modelos, percebe-se a importância da visão tridimensional e do conhecimento do material de origem do solo (estratigrafia) para compor os estudos pedogeomorfológicos, principalmente sobre evolução da paisagem nos trópicos úmidos.

Inserido nesta perspectiva, encontra-se o modelo de evolução das encostas no Planalto Sudeste do Brasil, elaborado por Meis et al. (1979). Neste modelo, a Estratigrafia é conjugada principalmente a análises geomorfológi-

cas, levando, inicialmente, à identificação de feições deposicionais desenvolvidas nas encostas, típicas na região – complexo de rampas de colúvio.

O termo rampa de colúvio foi apresentado por Bigarella, Mousinho & Silva (1965, p. 156) para definir formas de fundo de vale sub-horizontais, compostas por depósitos colúviais que se encontram interdigitados e/ou recobridos os depósitos aluviais na região. Entretanto, em estudos mais detalhados destas feições deposicionais, desenvolvidos no médio vale dos rios Doce e Paraíba do Sul, reconheceu-se a existência de segmentos erosivos e deposicionais, bem como o retrabalhamento parcial de camadas colúviais mais antigas, encontradas na porção superior das encostas, resultando na produção de depósitos mais recentes, localizados na base dos anfiteatros, constituindo os complexos de rampa (Meis & Monteiro, 1979, p. 251). O emprego de análises estratigráficas nos pacotes colúviais comprova a existência de truncamentos e descontinuidades nestas camadas, documentando a dinâmica sucessiva de retrabalhamentos dos materiais de encosta (Meis & Moura, 1984).

Figura 1— Bloco diagrama apresentando a relação entre as camadas sedimentares/solos e as formas das cabeceiras de drenagem em anfiteatro (modificado de Moura, 1990)



Deste modo, a intensidade e a recorrência diferenciada dos processos geomorfológicos (podendo ser influenciados pelas características dos solos), tanto na dimensão temporal como na espacial, vão produzir diferentes tipos de padrões de distribuição das coberturas superficiais associados aos complexos de rampa que se desenvolvem em cabeceiras de drenagem em anfiteatro, observadas no médio Paraíba do Sul. Estas feições geomorfológicas podem se caracterizar pelo recobrimento total da topografia por uma única unidade sedimentar ou serem compostas

de segmentos de diferentes unidades (Moura & Silva, 1998). A variação da cobertura coluvial, ocasionando feições geométricas distintas, parece ter sido controlada por diferentes taxas de recuo das encostas (Moura, 1990, p. 203).

Moura & Silva (1998, p. 160) mostram, ainda, outras feições deposicionais quaternárias que integram a dinâmica evolutiva da paisagem no Sudeste do Brasil, destacando as rampas de alúvio-colúvio pela sua relevância no processo atual de transformação da paisagem no médio Paraíba do Sul (Figura 1).

As cabeceiras de drenagem A e B têm reentrância suspensa em relação à drenagem onde se desenvolvem os complexos de rampas de colúvio; a cabeceira de drenagem C possui reentrância plana relacionada ao entulhamento de um antigo canal erosivo, constituindo uma rampa de alúvio-colúvio.

Cada uma das unidades sedimentares presentes nos complexos de rampas de colúvio e nas rampas de alúvio-colúvio pode apresentar desenvolvimento de solos com características pedológicas distintas, se enquadrando em classificações pedológicas diferentes, ou não, como foi documentado por Santos (1990) e Peixoto, Silva & Moura (1997).

Outros trabalhos elaborados na linha de relações relevo-solo muitas vezes não empregam a Estratigrafia ou se baseiam em metodologias e escalas bem diferentes. Os estudos de Vreeken (1973) e Carvalho et al. (1980) são exemplos de emprego de parâmetros morfométricos neste tipo de estudos. Mesmo com escalas de trabalho diferentes – o primeiro utiliza cabeceiras de drenagem como unidade básica e o segundo, bacias de drenagem de terceira ordem –, os parâmetros morfométricos são correlacionados a propriedades pedológicas, não ficando restritos somente à descrição da área de estudo, como ocorre em outros trabalhos – Moore, Russel & Ward (1972); Wright & Wilson (1979); Bouma (1985), por exemplo.

Nos estudos de Nortcliff (1978), Wilding (1985) e McKenzie & Austin (1993), embora se utilizem características geomorfológicas, a definição da estratigrafia local é a ferramenta básica para a análise espacial dos solos.

Os trabalhos de Dalrymple, Blong & Conacher (1968), Munnik, Verster & Van Rooyen (1984), Vidal Torrado (1989) e Gerrard (1990) dão grande ênfase às características pedológicas, ao passo que as análises geomorfológicas geralmente se restringem às características específicas da vertente – como forma, comprimento e declividade –, implicando uma perspectiva bidimensional desta.

Embora seja evidente a interação relevo-solo na evolução da paisagem, o emprego de escalas de grande detalhe, em nível de encosta, geralmente demonstra poucas relações entre a variabilidade espacial dos atributos pedológicos e as características da encosta. Wilding (1985, p. 167) afirma haver uma variação sistemática de propriedades do solo em função dos segmentos da paisagem e camadas sedimentares associadas (segmentos de encosta com colúvios e segmentos fluviais com alúvios, por exemplo), passível de se perceber numa escala de semidetalle, enquanto que dentro de cada segmento – escala grande – normalmente há uma variação aleatória das propriedades pedológicas.

Essa perspectiva de variabilidade espacial das características pedológicas e geomorfológicas se contrapõe à preconizada por Queiroz Neto (1995, p. 81), quando este discute a importância da análise estrutural ou tridimensional da cobertura pedológica como método fundamental para estudos sobre a evolução de encostas dentro da linha pedogeomorfológica. O autor, sintetizando uma série de trabalhos desenvolvidos basicamente na área central do Estado de São Paulo, revela que a atuação de processos geoquímicos e pedogenéticos, assim como a atividade biológica, são responsáveis pela formação de depressões, recuo de vertentes, constituição de linhas de pedras e horizontes orgânicos enterrados. É importante ressaltar que este método consiste na investigação detalhada da organização lateral dos solos através de trincheiras ao longo de uma vertente, configurando, a princípio, uma visão tridimensional do solo, mas sendo difícil realizar tais análises por toda a extensão de uma cabeceira de drenagem (visão tridimensional do domínio de encostas).

Percebe-se, desse modo, que, para estudos pedogeomorfológicos, há necessidade de utilizar a perspectiva tridimensional, bem como uma escala que abarque variações espaciais dos aspectos geomorfológicos, estratigráficos e pedológicos. Esta escala espacial pode, no entanto, variar de acordo com as diferentes paisagens e métodos de análise empregados, assim como com a experiência do pesquisador.

Em uma linha de trabalho pedogeomorfológico enfocando o problema de erosão, Peixoto, Moura & Silva (1989) mostram que determinados tipos de cabeceiras de drenagem no médio vale do rio Paraíba do Sul são áreas preferenciais para o estabelecimento e desenvolvimento de voçorocas (cabeceira de drenagem C na Figura 1), relacionando-se à retomada de antigas linhas de drenagem e/ou paleovoçorocas entulhadas no passado geológico recente (Holoceno). Neste caso, realizaram-se basicamente análises geomorfológicas e estratigráficas, já que constatou-se que os processos pedogenéticos foram incipientes nos depósitos sedimentares responsáveis pelo entulhamento holocênico.

Igualmente aplicando concepções pedogeomorfológicas para o estudo de processo erosivo e baseando-se no mesmo modelo de evolução da paisagem no médio vale do Paraíba do Sul, Salgado (1996) avalia a suscetibilidade de solos/depósitos sedimentares em Bananal (SP) à erosão superficial hídrica. Neste estudo, documentou-se uma

grande variabilidade espacial de propriedades dos solos relevantes no processo erosivo superficial, relacionada à diferença de evolução das cabeceiras de drenagem. Ficou evidenciado que as características geométricas e a preservação de variadas seqüências sedimentares (que compõem os complexos de rampas de colúvio) nas cabeceiras de drenagem influenciam na formação de diferentes tipos de solo e, conseqüentemente, controlam a distribuição de processos erosivos atuais. Esta abordagem integrativa, portanto, pode detectar variações espaciais que as análises convencionais sobre erosão não abarcam, resultando em mapeamentos mais precisos que contribuam para um planejamento adequado do uso do solo, principalmente em áreas agrícolas.

Empregando métodos de análise e concepções distintas dos trabalhos anteriormente expostos, Zhang et al. (1997) avaliam a influência do processo de erosão hídrica e do cultivo agrícola sobre a evolução atual do relevo na Bélgica e China. Este trabalho baseia-se no fato de que os testes nucleares realizados entre as décadas de 50 e 70 espalharam Césio-137 – absorvido pelas partículas finas dos solos e, posteriormente, redistribuído devido ao processo erosivo e práticas agrícolas. Os valores do Césio 137 são incorporados a um modelo de elevação digital (em três dimensões), simulando, então, a redistribuição de sedimentos nas encostas estudadas.

Considerações finais

Pedogeomorfologia é uma disciplina que vem sendo construída nas últimas décadas, revestindo-se de uma abordagem necessariamente integrativa Geomorfologia-Pedologia-Estratigrafia, com o enfoque principal voltado para o entendimento da dinâmica de evolução da paisagem. Este enfoque está sendo crescentemente valorizado, pois a distribuição de feições geomorfológicas e depósitos sedimentares/solos associados influenciam a ocorrência de processos atuais, principalmente em regiões tropicais (Peixoto et al., 1997, p. 45). Dentro dessa perspectiva evolutiva, Spedding (1997, p. 264) enfatiza, ainda, a importância de se entender as relações espaço-temporais dos vários elementos ambientais, não se limitando apenas a detalhar estudos sobre processos.

Os conceitos de Catena, Sistema Solo-Paisagem e K-Ciclos apresentados norteiam os trabalhos que atualmente podem ser considerados pedogeomorfológicos, fornecendo uma base metodológica, ainda que pouco definida. Deste modo, verifica-se a necessidade do estabelecimento e aprimoramento de conceitos como os expostos, que certamente podem contribuir para enriquecer o quadro de metodologias já existentes para a análise ambiental.

O melhor conhecimento das relações relevo-solo através da Pedogeomorfologia pode configurar-se como um importante subsídio para estudos ambientais de cunho conservacionista, orientando, por exemplo, trabalhos de avaliação do potencial de uso do solo e de definição de áreas de risco à erosão.

Notas

*Doutora em Geografia – IGEO/UFRJ
Professora Adjunta do Departamento de Geografia da FFP/UERJ

Referências Bibliográficas

- BIGARELLA, J. J.; MOUSINHO, M. R. & SILVA, J. X. Considerações a respeito da evolução das vertentes. *Boletim Paranaense de Geografia*, Curitiba: AGB, v. 16, n.17, p.85-116. 1965.
- BIRKELAND, P. W. *Soil and Geomorphology*. New York: Oxford University, 1984. 372p.
- BIRKELAND, P. W. Soil-geomorphic research – a selective overview. *Geomorphology*, London, n.3, p. 207-224. 1990.
- BOUMA, J. Soil variability and soil survey. In: NIELSEN, D. R. & BOUMA, J. (Ed.) *Soil spatial variability, proceedings of a workshop of the ISSS and the SSSA*. Las Vegas: Pudoc Wageningen, 1985. p. 167-189.
- BURNS, S.F. & TONKIN, P. J. Soil-geomorphic models on the spatial distribution and development of alpine soils. In: THORN, C. E. ed. *Space and Time in Geomorphology*. London: Allen Unwin, 1982, p. 25-43.

- CARVALHO, W. A.; PIEDADE, G. C. R.; CARVALHO, A. M. & DENADAI, I.M. Relação entre distribuição de solos e semelhança geométrica de bacias de drenagem no município de Botucatu, SP. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, n. 4, p. 110-114, 1980.
- CONACHER, A. J. & DALRYMPLE, J. B. The nine unit landsurface model: an approach to pedogeomorphic research. *Geoderma*, London, n. 18. p. 1-154, 1977.
- DALRYMPLE, R. B.; BLONG, R. J. & CONACHER, A. J. A hypothetical nine unit land surface model. *Zeitschrift für Geomorphologie*, v. 12, n.1, p.60-76, 1968.
- DANIELS, R. B. & HAMMER, R. D. *Soil Geomorphology*. New York, John Wiley & Sons, 1992. 236p.
- FITZPATRICK, E. A. *Soils – their formation, classification and distribution*. New York: Longman, 1980. 353p.
- GERRARD, A. J. Soil variations on hillslopes in humid temperate climates. *Geomorphology*, London, v.3, n.3/4, p. 225-244, 1990.
- GERRARD, A. J. Soil geomorphology – present dilemmas and future challenges. *Geomorphology*, London, n.7, p. 61-84, 1993.
- HUGGETT, R. J. Soil landscape system: a model of soil genesis. *Geoderma*, London, n.13, v.1,1-22, 1975.
- JOHNSON, D. L., KELLER, E. A. & ROCKWELL, T. K. Dynamic pedogenesis: new views on some key concepts, and a model for interpreting Quaternary soils. *Quaternary Research*, New York, n.33, p.306-319, 1990.
- McFADDEN, L. D. & KNUEPFER, P. L. K. Soil geomorphology: the linkage of pedology and sufcial processes. *Geomorphology*, London, v.3, n. 3/4: 197-205, 1990.
- McKENZIE, N. J. & AUSTIN, M. P. A quantitative australian approach to medium and small scale surveys based on soil stratigraphy and environmental correlation. *Geoderma*, London, v. 57, n. 4, p. 329-355, 1993.
- MEIS, M. R. M. & MONTEIRO, A. M. F. Upper Quaternary "rampas": Doce river valley, Southeastern Brazilian plateau. *Zonal Geomorphology*. New York, v.23, n. 2, p. 132-151, 1979.
- MEIS, M. R. M. & MOURA, J. R. S. Upper Quaternary sedimentation and hillslope evolution: southeastern brazilian plateau. *American Journal of Science*, London, n. 284, p. 241-254, 1984.
- MOORE, A. W., RUSSEL, J. S. & WARD, W. T. Numerical analysis of soils: a comparison of three soil profile models with field classification. *Journal of Soil Science*, London, v.23, n. 2, p. 193-209, 1972.
- MOURA, J. R. S. *Transformações ambientais durante o Quaternário tardio no médio vale do rio Paraíba do Sul (SP/RJ)*. 267p. Tese de Doutorado – Departamento de Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1990.
- MOURA, J. R. S. & SILVA, T. M. Complexos de rampas de colúvio. In: CUNHA, S. B. C. & GUERRA, A. T. (Orgs.) *Geomorfologia do Brasil*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998.
- MOUSINHO, M. R. & BIGARELLA, J. J. Movimentos de massa no transporte dos detritos da meteorização das rochas. *Boletim Paranaense de Geografia*, Curitiba, v. 16, n.17, p. 43-84. 1965.
- MUNNICK, M. C.; VERSTER, E. & VAN ROOYEN, T.H. Pedogeomorphic aspects of the Roadepoart area, Transvaal: soil depth-slope relationships. *South African Journal. Plant Soil*, London, n.1, p. 61-66, 1984.
- NORTCLIFF, S. Soil variability and reconnaissance soil mapping: a statistical study. Norfolk. *Journal of Soil Science*, London, n.29. p. 403-418, 1978.
- OLSON, C. G. Soil geomorphic research and the importance of paleosol stratigraphy to Quaternary investigations, Midwestern USA. *Catena Supplement*, New York, n.16, p. 129-142, 1989.
- PEIXOTO, M. N. O.; MOURA J. R. S. & SILVA, T. M. Morfometria de cabeceiras de drenagem em anfiteatros e a retomada erosiva por voçorocamento – Bananal (SP). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 3, Nova Friburgo (RJ), 1989. *Anais..*, Nova Friburgo, IGEO/UFRJ, 1989. p. 149-174.
- PEIXOTO, M. N. O.; SILVA, T. M. & MOURA, J. R. S. Reflexões sobre as perspectivas metodológicas em Geografia Física. *Revista da Pós-Graduação em Geografia*, Rio de Janeiro, n. 1, p. 35-48, 1997.

QUEIROZ NETO, J. P. A Geomorfologia na interface das ciências ambientais: Geomorfologia e Pedologia. In: ENCONTRO DE GEOMORFOLOGIA DO SUDESTE, 1, Rio de Janeiro, 1995. *Anais...* Rio de Janeiro, UFRJ, 1995. p. 81-92.

ZHANG, Y et al. Erosion processes and landform evolution on agricultural land – new perspectives from caesium-137 measurements and topographic-based erosion modelling. *Earth Surface Processes and Landforms*, New York, v. 22, n. 9, p. 799-816, 1997

SALGADO, C. M. *Erodibilidade de coberturas sedimentares/pedológicas e variabilidade espacial de propriedades pedológicas físicas em cabeceiras de drenagem em anfiteatro – Bananal (SP/RJ)*. 154p. .Dissertação (Mestrado em Geografia), Departamento de Geografia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1996.

SANTOS, A. A. M. *Evolução pedogeomorfológica de seqüências coluviais quaternárias - Bananal (SP)*, 273p. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Departamento de Geografia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1990.

SPEDDING, N. On growth and form. *Geomorphology*. *Earth Surface Processes and Landforms*, New York, v.22, n.3, p. 261-265, 1997.

VIDAL TORRADO, P. *Relações solo-relevo em Mococa (SP): influência das características topográficas e posição na vertente, nos atributos do solo*,1989. 205p. Dissertação (Mestrado) Piracicaba: Escola Superior de Licenciatura em Química/USP.

VREEKEN, W. J. Soil variability in small loess watersheds: clay and organic carbon content. *Catena*, New York, n.1, p. 181-196. 1973.

WILDING, L. P. Spatial variability: its documentation, accomodation and implication to soil surveys. IN: NIELSEN, D. R. & BOUMA, J. (Eds.). *Soil Spatial Variability, proceedings of a workshop of the ISSS and the SSSA*. Las Vegas, Pudoc Wageningen, 1985. p. 167-189.

WRIGHT, R. L, WILSON, S. R. On the analysis of soil variability, with an example from Spain. *Geoderma*, London, v. 22, n. 4, p. 297-313, 1979.