

TAXAS DE SEDIMENTAÇÃO E DE REBAIXAMENTO DO RELEVO: BACIA DO RIO PIRACEMA (RJ/SP), MÉDIO VALE DO RIO PARAÍBA DO SUL.

Marcelo Eduardo Dantas
Ana Luiza Coelho Netto

UFRJ - Universidade Federal do Rio de Janeiro
Depto. Geografia - Lab. de Geo-Hidroecologia (GEOHECO)
21941-590 - Rio de Janeiro - RJ
geoheco@igeo.ufrj.br

Abstract: Considering that the erosion-sedimentation cycles occur episodically on the Middle Paraíba do Sul valley, this study aims to analyse the spatially and temporally non-uniform fluvial sedimentation on the Piracema basin, that results of the environmental changes that model the landscape in a regional scale. The magnitude of these changes was analysed through bulk deposits measures. For the Piracema river basin, were calculated sedimentation rates around 97.000 m³/year and bedrock lowering around 7,5cm, during the coffee cycle, that resulted on the erosion of the forested organic horizon. During the Pleistocene-Holocene transition, were measured sedimentation rates around 38.000 m³/year. However, this cycle was concentrated on the hollows, the major sediment source-areas, so the total bedrock lowering reached 3,0 m, that resulted on the "rampa" coalescence and the relief inversion.

Keywords: Environmental Changes, Sediment Storage, Sedimentation and Bedrock Lowering Rates.

Introdução

É de conhecimento da literatura que a evolução geomorfológica do relevo ocorre por sucessivos ciclos alternados de agradação e degradação. Estes ciclos alternados foram bastante documentados, tanto em depósitos fluviais localizados nos fundos de vales (Schumm, 1973; Leopold & Bull, 1979), quanto em depósitos colúviais nas encostas (Frye & Willman, 1962; Meis & Monteiro, 1979).

Estudos que registram Taxas de Denudação e Recuo das Vertentes, sumarizados por Saunders & Young (1983), demonstram taxas significativas em regiões tropicais úmidas (0,01 a 0,10 mm/ano) e semi-úmidas (0,10 a 0,50 mm/ano), sendo estas, multiplicadas diversas vezes pela intervenção humana no ambiente.

Os estudos efetuados no médio vale do rio Paraíba do Sul por Coelho Netto *et al.* (1994), com base numa consistente amostragem de datações por radiocarbono, coletada em depósitos nos domínios fluvial e de encostas, registraram dois períodos de intensa atividade morfodinâmica: um, datado da transição Pleistoceno-Holoceno (10.000-8.000 A.P.), está associado a um período de transição climática marcado por um aquecimento pós-glacial catalizando, desta maneira, um expressivo aumento de pluviosidade, aliado a uma condição de vegetação rarefeita e pouco desenvolvida. Tais condições promoveram a agradação dos fundos de vales, com a geração do atual nível de terraço fluvial e dos leques alúvio-colúviais.; e o outro, está correlacionado ao ciclo do café nos últimos 200 anos, em

consequência da intervenção antropogênica do ambiente, gerando as atuais planícies de inundação.

Este trabalho objetiva dimensionar a magnitude dos diferentes eventos erosivo-deposicionais, acima mencionados, por intermédio de volumetria de depósitos fluviais e do cálculo de Taxas de Sedimentação e de Rebaixamento do Relevo.

Área de Estudo

Os estudos foram conduzidos na bacia do rio Piracema, sub-afluente do rio Paraíba do Sul, inserida nos municípios de Bananal (SP), Arapeí (SP) e Barra Mansa (RJ). Esta bacia abrange 130,6 km² e drena um segmento do reverso da Serra do Mar, entre a vertente norte da Serra da Bocaina e o rio Paraíba do Sul. A seleção desta bacia foi motivada pela disponibilidade de datações e pelo fato de que os depósitos fluviais estão melhor preservados facilitando, assim, a reconstituição volumétrica desses depósitos.

A bacia do rio Piracema está situada em terreno metamórfico de alto grau, de idade Precambriana, associado à Faixa Ribeira (Heilbron, 1995). Este terreno é composto, principalmente, por uma seqüência de rochas metassedimentares, denominadas Grupo Paraíba do Sul, por ortogneisses e por rochas granitóides intrusivas (Almeida *et al.*, 1993; Eirado Silva, 1996). Segundo Heilbron (1995), este conjunto litológico sofreu, pelo menos, três fases de deformação dúctil durante o Proterozóico Superior, associadas ao Ciclo Brasileiro. Posteriormente, este terreno

Precambriano foi afetado por tectonismo extensional e magmatismo durante o Mesozóico-Cenozóico.

A fisiografia da bacia do rio Piracema apresenta, em grande extensão, um compartimento topográfico colinoso, com desnivelamentos inferiores a 200m e um compartimento montanhoso com desnivelamentos superiores a 700m (Fernandes, 1990). Dantas (1995) observa nos fundos de vales principais da região, espessos pacotes fluviais que atingem mais de 20m de espessura, embutidos numa sucessão de alvéolos e estrangulamentos. Nestes, é freqüente a ocorrência de níveis de base locais, que produzem à montante extensos alvéolos com sedimentação espaiada. Bacias suspensas por "knickpontos" de grande desnivelamento apresentam compartimentos topográficos deprimidos (inferiores a 120m) e vertentes suaves, favorecendo assim os mecanismos de estocagem de sedimentos.

Coelho Netto *et al.* (1988) e Coelho Netto & Fernandes (1990) analisaram os processos de erosão das encostas que produziram os espessos pacotes de sedimentos na bacia do rio Bananal e destacam o papel da rede de fraturamentos na expansão da rede regional de canais, por meio de voçorocamentos, podendo, inclusive catalizar capturas de drenagem e inversão de relevo. Coelho Netto *et al.* (1994) registram uma maior efetividade destes processos, durante os dois eventos erosivo-deposicionais, já mencionados, com base na datação dos espessos pacotes fluviais e colúviais na bacia em questão. Especialmente, estes processos concentraram-se nas concavidades, cuja mecânica de geração foi explicada por Avelar & Coelho Netto (1992).

Metodologia

Para proceder o cálculo do volume de sedimentos estocados nos fundos de vales fluviais, durante a transição Pleistoceno-Holoceno e durante o ciclo cafeeiro, associados aos terraços fluviais e às planícies de inundação, respectivamente, partiu-se para a reconstituição da área e espessura destes depósitos. A reconstituição de área foi obtida a partir de fotografias aéreas na escala de 1/25.000. As medições de espessura foram obtidas em campo, sistematicamente, ao longo do perfil longitudinal dos canais principais, com o auxílio de altímetros digitais, com 10cm de precisão.

A partir do produto entre a espessura do depósito e a área do alvéolo, obtém-se uma estimativa preliminar do volume de sedimentos estocados nos fundos de vales. Este valor preliminar está super-estimado, pois o volume de sedimentos não corresponde exatamente ao retângulo formado pelo produto entre a espessura do depósito e área do alvéolo, visto que o depósito em questão, composto basicamente por alúvios, assenta-se sobre o embasamento do fundo de vale, com topografia orientada pelo gradiente das encostas adjacentes.

Desta forma, foi decidido utilizar como um artifício para obtenção de valores mais precisos do volume de sedimentos estocados nos fundos de vales fluviais, a elaboração de um índice, que calibrasse os valores conferidos pelo produto entre a espessura do depósito e a área do alvéolo. Este índice, denominado de Índice de Sedimentação dos Vales (ISV), pondera as variações de espessura do pacote sedimentar ao longo do perfil transversal do fundo do vale (Dantas *et al.*, 1994). Para a obtenção deste índice, é assumido que a estocagem de sedimentos abaixo da superfície deposicional (seja uma planície de inundação, ou um terraço fluvial) está limitada pela projeção do gradiente das encostas em direção aos fundos de vales "afogados". Desta forma, são construídos perfis transversais em intervalos regulares, no qual este índice (ISV) é calculado, em sucessivos cortes transversais, pela razão entre área real do pacote sedimentar e o retângulo formado pelo produto entre a espessura do depósito e área do alvéolo.

Portanto, o volume estocado nos fundos dos vales é calculado pela fórmula: $V = D \times E \times ISV$, onde:

V = Volume

D = Área do alvéolo

E = Espessura do depósito

ISV = Índice de Sedimentação dos Vales.

Com base na volumetria de depósitos estimada para a bacia do rio Piracema, processou-se, por sua vez, o cálculo de Taxas de Sedimentação (Ts) e de Rebaixamento do Relevo (Tr), correlativos aos dois eventos erosivo-deposicionais já identificados (Coelho Netto *et al.*, 1994). Para uma análise comparativa, a bacia do rio Piracema foi subdividida em diversos segmentos, localizados junto ao compartimento montanhoso, ou no compartimento colinoso, com o intuito de avaliar, especialmente, as diferentes taxas de sedimentação e de rebaixamento do relevo, ao longo da bacia. (Tabelas 1 e 2).

Os cálculos de Taxas de Sedimentação seguiram a fórmula: $Ts = D \times E \times C \text{ (km)}^{-1} \times t^{-1} \text{ (m}^3/\text{km/ano)}$, onde:

Ts = Taxa de Sedimentação.

t = Duração do evento erosivo-deposicional.

C (km) = Comprimento do canal.

Desta forma, as Taxas de Sedimentação foram utilizadas para estimar as Taxas de Rebaixamento do Relevo nas áreas-fonte. Os cálculos foram processados conforme a fórmula abaixo: $Tr = Ts \text{ (m}^3/\text{ano)} \times A \text{ (m)}^{-2} \text{ (x 1.000)}$ (em mm/ano), onde:

Tr = Taxa estimada de rebaixamento do relevo.

A = Área da bacia de drenagem.

Para o cálculo de Taxas de Rebaixamento do Relevo durante o ciclo cafeeiro, foram transferidos os volumes de sedimentos estocados para toda a área da bacia do rio Piracema, devido ao fato de que a mecânica de erosão laminar (ação do escoamento superficial), decorrente deste ciclo, ocorreu de forma generalizada no espaço (Tabela 2). Todavia, para o cálculo de Taxas de

Rebaixamento do Relevo durante o ciclo de transição Pleistoceno-Holoceno, foram transferidos os volumes de sedimentos estocados, para as unidades de geometria côncava das encostas na bacia do rio Piracema, especialmente as situadas nas cabeceiras de drenagem (Tabela 1). Segundo Avelar & Coelho Netto (1992), as formas côncavas representam aproximadamente 20% da área total na região em estudo. Esta opção respalda-se no fato de que a mecânica de erosão, decorrente deste ciclo, foi primariamente por excesso de poropressão em faces de exfiltração do escoamento subsuperficial ("seepage erosion"). Estes pontos de exfiltração, por sua vez, ocorreram de forma localizada e episódica, predominantemente nos eixos das áreas côncavas das encostas (complexo de rampas), tal como vem ocorrendo nos dias atuais (Coelho Netto *et al.*, 1988).

Desta forma, o parâmetro: área da bacia de drenagem (A) foi substituído na fórmula de cálculo de Taxas de Rebaixamento do Relevo, pelo parâmetro: área média de concavidades de encostas (Ac), situadas em cabeceiras de drenagem: $Tr = Ts (m^3/ano) \times Ac (m)^{-2} (x 1.000)$ (em mm/ano), onde:

Ac = área ocupada pelos segmentos côncavos na bacia.

Resultados e Discussão

Aplicando a metodologia de cálculo de volumetria de depósitos, proposta para este estudo, os volumes obtidos para os depósitos fluviais concernentes à transição Pleistoceno-Holoceno, atingem uma marca superior a 77.000.000 m³ de sedimentos, o que representa, pelo menos em grande parte, o volume de sedimentos que foram erodidos das encostas durante este evento erosivo-deposicional. Tendo em vista que este evento teve uma duração máxima de 2.000 anos, podemos atribuir Taxas de Sedimentação da ordem de 38.500 m³/ano ao longo de todo este período, para uma bacia de apenas 130,6 km² de área. (Tabela 1). Em todas as sub-bacias em análise, os Índices de Sedimentação dos Vales apresentaram resultados semelhantes, em torno de 0,75.

A partir de uma análise comparativa entre as bacias que assentam-se predominantemente no compartimento colinoso e as que assentam-se predominantemente no compartimento montanhoso, pode-se sugerir que a velocidade de agradação é superior à juzante no domínio das colinas, do que à montante, no domínio montanhoso, visto que as bacias dos rios Piracema e Manso apresentam Taxas de Sedimentação de 1.485 e 1.140 m³/km/ano, respectivamente, enquanto que as bacias dos rios Doce e Fortaleza apresentam Taxas de Sedimentação de 398 e 295 m³/km/ano, respectivamente (Tabela 1). Estes resultados evidenciam que este evento erosivo-deposicional teve grande intensidade nas encostas convexo-côncavas do ambiente de colinas.

Contudo, não pode-se descartar uma expressiva contribuição de sedimentos provenientes da escarpa montanhosa da Serra da Bocaina, visto que as bacias próximas ao compartimento montanhoso podem estocar uma menor quantidade de sedimentos devido à maior competência do canal em transportá-los.

Com base no cálculo de Taxas de Rebaixamento do Relevo para a bacia do rio Piracema, o processo de dissecação do relevo via recuo de vertentes e destruição de divisores espelha os resultados obtidos pelas Taxas de Sedimentação. As bacias dos rios Piracema e Manso, no compartimento colinoso, registram Taxas de Rebaixamento de 1,50 e 1,35mm/ano, respectivamente, enquanto que as bacias dos rios Doce e Fortaleza registram Taxas de Rebaixamento bastante inferiores, de 0,55 e 0,75mm/ano, respectivamente.

Com referência ao ciclo cafeeiro, parte-se do pressuposto que o período de tempo em que o solo esteve desprovido de uma cobertura vegetal capaz de evitar processos laminares de carreamento dos sedimentos ("sheet-wash erosion"), ou seja, entre a destruição da mata nativa até a retirada dos cafezais envelhecidos para plantação de gramíneas, teve uma duração aproximada de 100 anos, que corresponderia, portanto, à duração do evento agradacional que originou as atuais planícies de inundação. Desta forma, os cálculos de Taxas de Sedimentação e de Rebaixamento Estimado do Relevo foram processadas com base nesse período de aproximadamente 100 anos.

Considerando todos estes parâmetros, o volume de sedimentos estocados nas planícies de inundação da bacia do rio Piracema atingiram um montante da ordem de 9.700.000 m³ de sedimentos. Estes valores indicam que as taxas de sedimentação da bacia do rio Piracema durante o período cafeeiro atingiram valores da ordem de 97.000 m³/ano de sedimentos para uma bacia de apenas 130,6 km² de área.

As Taxas de Sedimentação concernentes ao ciclo cafeeiro apresentam uma tendência semelhante ao período erosivo-deposicional situado na transição Pleistoceno-Holoceno, ou seja, verifica-se um incremento destas taxas em direção à juzante. Enquanto as bacias dos rios Piracema e Manso registram Taxas de Sedimentação da ordem de 3.737 e 3.208 m³/km/ano, respectivamente, as bacias dos rios Doce e Fortaleza registram Taxas de Sedimentação da ordem de 1.275 e 870 m³/km/ano, respectivamente.

Apesar do evento erosivo ocorrer por toda a bacia de drenagem, a magnitude de remoção de sedimentos foi superior à juzante, possivelmente condicionado também por um incremento na descarga hidráulica. O desmatamento e o uso do solo mais intenso na região de colinas contribuem nesta direção. As bacias do rio Piracema e do rio Manso registraram Taxas de rebaixamento do Relevo mais elevadas (0,75 e 0,76 mm/ano, respectivamente) em relação às bacias dos rios

Doce e Fortaleza, menos extensas e localizadas próximo à zona montanhosa, registrando taxas de 0,36 e 0,58 mm/ano, respectivamente.

Os depósitos de leques alúvio-colúviais e algumas seqüências colúviais, apesar de terem sido depositados simultaneamente com os depósitos de terraço fluvial, mostrando inclusive interdigitações, não foram embutidos no cálculo de volumetria dos depósitos correlativos à transição Pleistoceno-Holoceno, pois a geometria das vertentes que sofreram colúviação e das bacias tributárias sobre as quais assentam-se os pacotes dos leques, são muito irregulares e distintos uns dos outros, dificultando sobremaneira a obtenção desses volumes em escala regional. Desta forma, os depósitos de colúvios e de leques alúvio-colúviais e o montante de sedimentos que foi escoado para fora da bacia pelos canais fluviais não foram embutidos para o cálculo de volumetria de depósitos, o que implica necessariamente que o volume total a ser calculado para este período, constituem valores subestimados.

A magnitude do evento erosivo-deposicional situado na transição Pleistoceno-Holoceno foi superior à relacionada ao ciclo cafeeiro, conforme demonstram

os valores obtidos sobre o volume total dos depósitos. O volume dos depósitos correlacionados à Transição Pleistoceno-Holoceno atingiram um montante da ordem de 77.000.000 m³ de sedimentos, enquanto que o volume dos depósitos correlacionados ao ciclo cafeeiro atingiram um montante bem inferior, da ordem de 9.700.000 m³ de sedimentos. Para que se tenha uma dimensão mais nítida destes valores, durante a transição Pleistoceno-Holoceno, os processos erosivos promoveram, em média, uma remoção de cerca de 60 cm de solo e, considerando apenas as concavidades em zonas de cabeceira, houve uma remoção da ordem de três metros de solo, enquanto que durante o ciclo cafeeiro, os processos erosivos promoveram, em média, uma remoção bastante inferior, de cerca de 7,5 cm de solo, correspondendo fundamentalmente ao horizonte A, rico em matéria orgânica, legado pela floresta.

Apesar da magnitude do evento erosivo-deposicional situado na transição Pleistoceno-Holoceno ser muito superior que a registrada durante o ciclo cafeeiro, este evento, por sua vez, caracterizou-se por uma maior intensidade dos processos erosivos, conforme demonstra a análise comparativa das Taxas de Sedimentação.

TABELA 1: Mensurações dos depósitos fluviais correlativos à transição Pleistoceno-Holoceno.

Bacia de Drenagem	Ac (km ²)	D (km ²)	E (m)	V (m ³)	C (km)	Ts (m ³ /km/ano)	Tr (mm/ano)	Rebaixamento Total (m)
Rio Piracema	26,1	7,05	14,6	77.197.500	26	1.485	1,50	3,00
Rio Manso	10,1	3,00	12,0	27.360.000	12	1.140	1,35	2,70
Rio Doce	5,6	0,68	12,5	6.375.000	8	398	0,55	1,10
Rio da Fortaleza	2,7	0,61	8,8	4.133.360	9	295	0,75	1,50

Fonte: Cartas Topográficas, Aerofotogrametria e coleta de campo.

TABELA 2: Mensurações dos depósitos fluviais correlativos ao ciclo cafeeiro.

Bacia de Drenagem	A (km ²)	D (km ²)	E (m)	V (m ³)	C (km)	Ts (m ³ /km/ano)	Tr (mm/ano)	Rebaixamento Total (m)
Rio Piracema	130,6	3,47	2,8	9.716.000	26	3.737	0,75	0,075
Rio Manso	50,4	1,54	2,5	3.850.000	12	3.208	0,76	0,076
Rio Doce	28,1	0,51	2,0	1.020.000	8	1.275	0,36	0,036
Rio da Fortaleza	13,8	0,34	2,3	782.000	9	870	0,58	0,058

Fonte: Cartas Topográficas, Aerofotogrametria e coleta de campo.

Conclusões:

Durante a transição Pleistoceno-Holoceno, foram mensuradas Taxas de Sedimentação da ordem de 38.600 m³/ano para a bacia do rio Piracema, enquanto que durante o ciclo cafeeiro, as Taxas de Sedimentação atingiram a marca de 97.000 m³/ano, aproximadamente 2,5 vezes superior ao registrado há cerca de 9.000 A.P.

Destaca-se, portanto, o caráter catastrófico e instantâneo da intervenção humana no ambiente, visto que a retirada abrupta da vegetação florestal no Médio Vale do rio Paraíba do Sul, no início e em meados do século

XIX, implicou em processos erosivos muito mais intensos, do que os ocorridos, em termos médios, durante a transição Pleistoceno-Holoceno, desencadeados provavelmente por mudanças climáticas. Todavia, destaca-se também o caráter local e catastrófico do ciclo erosivo-deposicional de 10.000-8.000 A.P. nas rampas de cabeceira de drenagem que produzem Taxas de Rebaixamento estimado do Relevo da ordem de 1,50 mm/ano e que resultaram na remoção de 3m de solo. Este grau de dissecação certamente atingiu a rocha e este fato está documentado na paisagem, visto que

diversos depósitos alúvio-colúviais possuem embutidos muito fragmentos de rocha alterada.

Assim sendo, os resultados dão suporte às idéias de Meis & Monteiro (1979) e Meis & Moura (1984) de que os eventos erosivo-deposicionais produzem o recuo acelerado das vertentes, com coalescência de rampas e destruição de divisores. Da mesma forma, os níveis de agradação identificados nos fundos de vales são resultantes imediatas da deposição do material erodido das rampas, o que confere um processo de agradação sincrônica entre os domínios fluvial e de encosta.

A partir da análise histórica da ocupação humana no Médio Vale do rio Paraíba do Sul nos últimos 200 anos, e por cálculo de Taxas de Sedimentação dos depósitos correlacionados ao ciclo cafeeiro, podemos concluir que ocorreu uma profunda transformação, expressa através do aumento da frequência de chuvas intensas, no regime hidrológico e da dinâmica geomorfológica. A retirada da mata virgem e a consequente desorganização do sistema promoveu um vertiginoso processo de erosão das vertentes e agradação dos fundos de vales.

Com base nos resultados obtidos das Taxas de Rebaixamento do Relevo, podemos sugerir que, durante o ciclo cafeeiro, a bacia do rio Piracema registrou um rebaixamento de pelo menos 7,5 cm, o que implica no mínimo, na perda do horizonte A, rico em matéria orgânica, legado pela floresta e que acarretou na ruína econômica de toda a região no final do século XIX. O médio Vale do rio Paraíba do Sul localiza-se, portanto, no "rastros do café", abandonando esta região em busca de novas terras e deixando para trás um cenário ambiental extremamente degradado.

Bibliografia

- ALMEIDA, J.C.H.; EIRADO SILVA, L.G. & VALLADARES, C.S. O Grupo Paraíba do Sul e as rochas granitóides na região de Bananal (SP) e Rio Claro (RJ): uma proposta de formalização litoestratigráfica. In: *Simpósio de Geologia do Sudeste*, 3. Rio de Janeiro. Atas...SBG, 1993. p.155-160.
- AVELAR, A.S. & COELHO NETTO, A.L. Fraturas e desenvolvimento de unidades geomorfológicas côncavas no Médio Vale do rio Paraíba do Sul. *Revista Brasileira de Geociências*, 22(2), 1992, p.222-227.
- COELHO NETTO, A.L.; FERNANDES, N.F. & DEUS, C.E. Gullying in Southeastern Brazilian Plateau. *Sediment Budgets, LAHS Publication* n° 174. 1988. p.35-42.
- COELHO NETTO, A.L. & FERNANDES, N.F. Hillslope erosion-sedimentation and relief inversions in SE Brazil: Bananal, SP. *LAHS Publication* n° 192. 1990. p.174-182.
- COELHO NETTO, A.L.; FERNANDES, N.F.; DANTAS, M.E.; DIETRICH, W.E.; MONTGOMERY, D.; DAVIS, J.C.; PROCTOR, I.; VOGEL, J. & SOUTHWORTH, J. ¹⁴C AMS Evidences of two Holocene erosion-sedimentation cycles in SE Brazil: stratigraphy and stratigraphic inversions. In: *14th International Sedimentological Congress*, Recife/PE, IAS, 1994. D29-30.
- DANTAS, M.E.; EIRADO SILVA, L.G. & COELHO NETTO, A.L. Spatially non-uniform sediment storage in fluvial systems: the role of bedrock knickpoints in the Southeastern Brazilian Plateau. In: *14th International Sedimentological Congress*, Recife/PE, IAS, 1994. J12-13.
- DANTAS, M.E. Controles Naturais e Antropogênicos da Estocagem Diferencial de Sedimentos Fluviais: Bacia do rio Bananal (RJ/SP), Médio Vale do rio Paraíba do Sul. Tese de Mestrado. IGEO/UFRJ. 1995. 143p.
- EIRADO SILVA, L.G.A. Evolução Geológica Precambriana da seção Bananal (SP) - Resende (RJ). Tese de Mestrado, IGEO/UFRJ, 1996.
- FERNANDES, N.F. Hidrologia subsuperficial e propriedades físico-mecânicas dos "Complexos de Rampas", Bananal/SP. Tese de Mestrado, IGEO/UFRJ, Rio de Janeiro, 1990. 160p.
- FRYE, J.C. & WILLMAN, H.B. Morphostratigraphic units in Pleistocene stratigraphy. *Bulletin of American Association of Petrology Geologists*, 46(1), 1962. p.112-133.
- HEILBRON, M. O Segmento Central da Faixa Ribeira: síntese geológica e ensaio de evolução geotectônica. Livre Docência. DGe/UERJ, 1995. 110p.
- LEOPOLD, L.B. & BULL, W.B. Base level, aggradation and grade. *Proceedings of American Philosophical Society*, 123, 1979. p.168-202.
- MEIS, M.R.M. & MONTEIRO, A.M.F. Upper quaternary rampas: Doce river valley, Southeastern Brazilian Plateau. *Zeitschrift für Geomorphologie*, 23, 1979. p.132-151.
- MEIS, M.R.M. & MOURA, J.R.S. Upper quaternary sedimentation and hillslope evolution: Southeastern Brazilian Plateau. *American Journal of Science*, 284, 1984. p.241-254.
- SAUNDERS, I. & YOUNG, A. Rates of surface processes on slopes, slope retreat and denudation. *Earth Surface Processes and Landforms*, 8, 1983. p. 473-501.
- SCHUMM, S.A. Geomorphic thresholds and complex response of drainage systems. In: Morisawa, M. (Ed.), *Fluvial Geomorphology. Proceedings of 4th Annual Geomorphology Symposium (Binghamton N.Y.)*, p.299-310.