

## **ANÁLISE TEMPORAL DE FEIÇÕES EROSIVAS E ESCORREGAMENTOS NO MUNICÍPIO DE VOLTA REDONDA (RJ) <sup>1</sup>**

PINTO, S. T. <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Pesquisa realizada com apoio financeiro da FAPERJ e do CNPq.

PEIXOTO, M. N. de O. <sup>3</sup>

<sup>3</sup> Professoras do Departamento de Geografia – Instituto de Geociências (IGEO)/UFRJ vinculadas ao NEQUAT, [naise@ufrj.br](mailto:naise@ufrj.br); [nequat@ufrj.br](mailto:nequat@ufrj.br)

MELLO, E. V. de <sup>4</sup>

<sup>4</sup> Pesquisador vinculado ao NEQUAT/UFRJ, [edu\\_vm@yahoo.com.br](mailto:edu_vm@yahoo.com.br)

MOURA, J. R. da S. de <sup>3</sup>

<sup>3</sup> Professoras do Departamento de Geografia – Instituto de Geociências (IGEO)/UFRJ vinculadas ao NEQUAT, [naise@ufrj.br](mailto:naise@ufrj.br); [nequat@ufrj.br](mailto:nequat@ufrj.br)

<sup>1</sup> Pesquisa realizada com apoio financeiro da FAPERJ e do CNPq.

### **RESUMO**

O município de Volta Redonda insere-se na região do Médio Vale do rio Paraíba do Sul fluminense, importante eixo econômico entre Rio de Janeiro e São Paulo. Processos erosivos canalizados são documentados nesta região, em escala geológica, através do registro sedimentar quaternário documentado nas cabeceiras de drenagem e vales fluviais, associando-se à evolução das cabeceiras e sistemas de drenagem, controlada por causas climáticas e/ou tectônicas. Na escala histórica, as intervenções associadas ao crescimento urbano – cortes e aterros para a construção de vias e outras edificações, principalmente – têm intensificado o surgimento e/ou a dinâmica de expansão das feições erosivas. Dentro deste contexto, o trabalho buscou analisar a evolução das feições erosivas e movimentos gravitacionais de massa nas décadas de 1960, 1970 e 1990, utilizando fotografias aéreas, associando-as aos principais tipos de intervenção e/ou processos reconhecidos. O mapeamento detalhado de feições erosivas e escorregamentos de encostas nas bacias dos córregos Santa Rita e Brandão, abrangendo as últimas 4 décadas, permitiu identificar as situações e locais em que as intervenções associadas à ocupação se mostram decisivos no desencadeamento de feições erosivas. A alta incidência de Ravinas/Voçorocas Desconectadas em Seção Exposta do Terreno está associada à expansão urbana especialmente no setor sul do município, onde houve instalação de novos loteamentos nas últimas décadas e novas vias de acesso à cidade. Entretanto, além das intervenções humanas diretas (cortes, terraplanagens etc) e indiretas (sobrepstoreio, cultivos etc), devem ser considerados ainda os efeitos destas alterações no ajuste dos sistemas de drenagem, cuja relação com as áreas contribuintes constitui importante campo de investigação. A classificação utilizada mostra-se uma ferramenta importante na individualização de diferentes padrões de comportamento de feições erosivas e escorregamentos, dentro de uma abordagem histórica. Fornece um quadro fundamental para a seleção de locais para estudos detalhados acerca dos mecanismos e condicionantes envolvidos, bem como para a avaliação dos dados produzidos em estudos de caso. Esta abordagem pode contribuir, portanto, para a avaliação da interação entre processos já instalados, para a sua previsão de ocorrência e evolução, essenciais ao planejamento urbano e à definição de áreas estratégicas para controle e recuperação.

Palavras-chave: ravinas/ voçorocas, escorregamentos, área de expansão urbana.

## **INTRODUÇÃO**

A erosão canalizada e os movimentos de massa constituem os principais processos modeladores da paisagem no Médio Vale do Rio Paraíba do Sul, sendo documentados em escala geológica através do registro sedimentar quaternário identificado nas encostas e vales fluviais (MOURA & MELLO, 1991; MOURA *et al.*, 1991) e, em escala histórica, principalmente através do registro das cicatrizes em documentos fotográficos diversos. Estes processos mostram-se recorrentes temporal e espacialmente, estando associados à evolução das cabeceiras de drenagem e em grande parte à dinâmica de evolução dos sistemas de drenagem tributários do rio Paraíba do Sul, que durante os últimos 3 séculos vem sofrendo interferência das alterações relacionadas à ocupação e uso do solo. Os mapeamentos sistemáticos elaborados na região – PEIXOTO (1993); PADCT/FINEP(1998); IERVOLINO (1999); entre outros – têm identificado padrões diferenciados de comportamento das feições erosivas e escorregamentos de encostas, vinculados a condicionantes diversos, evidenciando a necessidade de aprimorar o conhecimento dos controles e mecanismos atuantes nos diferentes tipos de feições reconhecidos. O presente trabalho insere-se na linha de estudos sobre a dinâmica de erosão nos sistemas de drenagem tributários do rio Paraíba do Sul desenvolvida pelo NEQUAT/UFRJ, apresentando uma análise sobre a evolução das feições erosivas e movimentos gravitacionais de massa nas bacias dos córregos Santa Rita e do Brandão, no Município de Volta Redonda (RJ), utilizando fotografias aéreas das décadas de 1970 e 1990, buscando identificar os principais tipos de intervenção e/ou processos antrópicos (tecnogênicos) e suas relações com as feições reconhecidas.

## **ÁREA DE ESTUDO**

O município de Volta Redonda encontra-se no Médio Vale do Paraíba do Sul fluminense, importante eixo econômico entre as cidades do Rio de Janeiro e São Paulo (Figura 1). Apresenta clima tropical mesotérmico, com temperatura média compensada de 21,4°C e índice pluviométrico anual de aproximadamente 1.350 milímetros (PMVR, 2002); nos 181 Km<sup>2</sup> de extensão predominam atualmente formações de pastagens, estando as áreas florestadas restritas a pequenas manchas dispersas e isoladas, concentradas a norte do município, excetuando-se a Reserva da Cicuta. Volta Redonda insere-se no compartimento colinoso Bananal-Amparo, sendo caracterizado por sub-compartimentos de colinas suaves intercaladas

a morros dissecados que configuram degraus secundários, com diferentes graus de retenção da sedimentação quaternária nas cabeceiras e fundos de vale (MELLO, 2006).

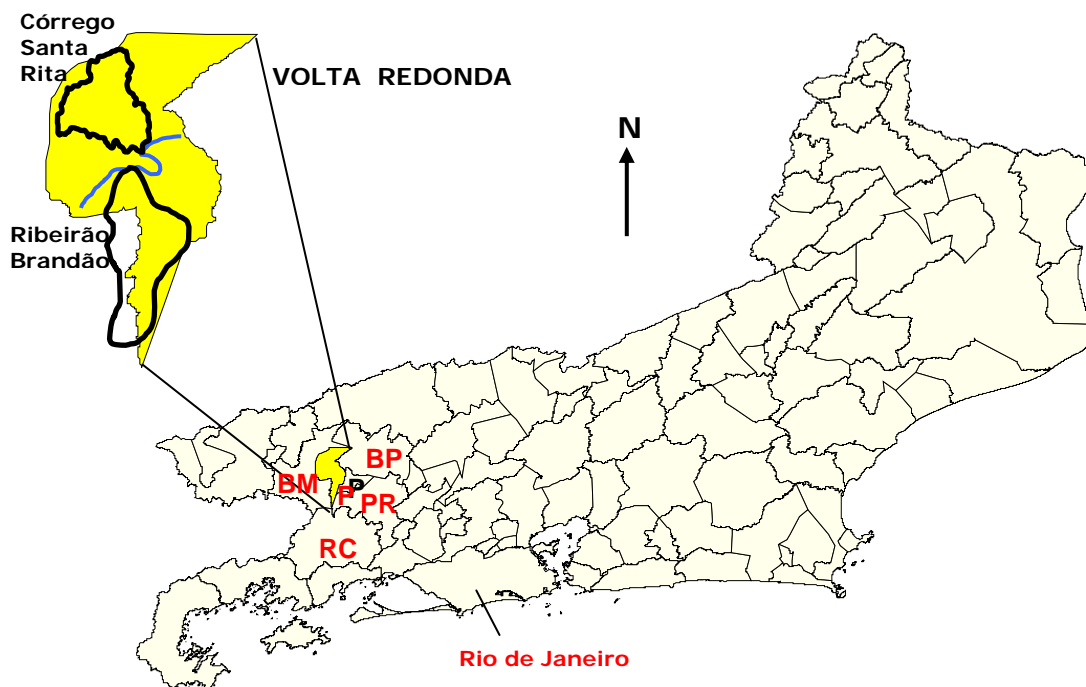


Figura 1: Localização do Município de Volta Redonda no Estado do Rio de Janeiro, e municípios limítrofes: BM - Barra Mansa, BP - Barra do Piraí, PR - Piraí, P - Pinheiral, RC - Rio Claro. Em destaque a localização das bacias em estudo - Córrego Santa Rita e Ribeirão Brandão. In: MELLO (2006).

Esta região foi marcada pela drástica devastação da Mata Atlântica em virtude do avanço da cafeicultura ao longo do século XIX, sendo a remoção da cobertura florestal original e a fase de abandono dos cafezais importantes para a intensificação dos processos erosivos e sedimentação nas encostas e vales, como demonstram as idades radiocarbono e pólenes identificados em depósitos coluviais e aluviais tecnogênicos - MELLO *et al.* (1995); BARROS *et al.* (1999). Com a construção da Companhia Siderúrgica Nacional (CSN) entre 1941 e 1946 na atual cidade de Volta Redonda, deu-se um rápido crescimento populacional e sua emancipação do município de Barra Mansa. A expansão da cidade foi marcada, desde o início de implantação da usina, pelo contraste entre as áreas controladas diretamente pela CSN (cidade planejada ou operária), a sul do rio Paraíba do Sul, e as ocupações na margem norte do rio (“cidade velha”). Nas décadas de 1970 e 1980 novos focos de ocupação espontânea e planejada surgiram nos setores sul leste e norte do município, traduzindo-se em marcantes

alterações na paisagem rural e periurbana (CASTRO, 2004; MELLO, 2006). As bacias selecionadas para estudo são consideradas representativas dos diferentes tipos de ocupação urbana, incluindo os principais eixos de crescimento urbano reconhecidos por CASTRO (2004).

## **METODOLOGIA**

A análise efetuada pautou-se no reconhecimento e mapeamento dos diferentes tipos de feições erosivas e movimentos gravitacionais de massa em fotografias aéreas datadas de 1999 (EPD/VR, escala 1:5.000, meio digital), 1973 (PROSPEC/DSG, escala 1:40.000, meio impresso) e 1966 (USAF, escala 1:60.000, meio impresso), utilizando-se o software ArcView 3.2a. A classificação de feições erosivas empregada fundamenta-se na proposta de CASTRO *et al.* (2002) - Quadro 1. As feições foram delimitadas na base aerofotogramétrica digital de 1999, classificadas quanto à tipologia (conexão com a rede de drenagem, geometria e condição de atividade) e comparadas com as fotos de 1973 e 1966, para verificação de sua existência e condição de atividade. Foram ainda reconhecidas as situações de entulhamento ou esvaziamento dos fundos de vale e reentrâncias de cabeceiras de drenagem, a partir da individualização de feições deposicionais quaternárias (MOURA *et al.*, 1997).

Tomando-se como base o comportamento verificado dentro do intervalo analisado - se permanecem ativas tornaram-se inativas - foram agrupadas nas seguintes classes:

- feições reconhecidas em 1966, 1979 e 1999 foram consideradas permanentes, delimitadas em vermelho na figura 2 (classe 1);
- feições reconhecidas somente em 1999 foram consideradas novas, delimitadas em preto na figura 2 (classe 2);
- feições existentes em 1966 e/ou 1973 e não existentes em 1999 foram denominadas estabilizadas; as presentes em 1966 e 1973 têm sua localização marcada com um ponto em amarelo (classe 3); as presentes somente em 1966 foram marcadas com um ponto em verde (classe 4); e aquelas identificadas apenas em 1979 foram marcadas em ocre (classe 5).

Na bacia do córrego do Brandão, foi mapeada apenas a área com cobertura de fotos aéreas digitais (1999), pertencente ao município de Volta Redonda.

TIPO	SUB-TIPO	DESCRIÇÃO	SITUAÇÃO	
VOÇOROCAS CONECTADAS	Remontante	Canal erosivo com crescimento remontante a partir da drenagem coletora em direção às rampas de alúvio-colúvio; apresenta com frequência ramificações.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ativa (A)</li> <li>• Parcialmente Ativa (PA)</li> <li>• Inativa (I)</li> </ul>	
	RAVINAS / VOÇOROCAS DESCONECTADAS	Estrangulada		Feição estreita na base, geralmente desenvolvida nos segmentos de média e alta encosta; pode se expandir para jusante até alcançar o fundo de vale.
		Canais adjacentes		Produzida pela junção de canais erosivos adjacentes, cujo alargamento se dá por movimentos gravitacionais de massa.
		Linear		Feição estreita e alongada, apresentando profundidade variável; desenvolvida em <i>hollows</i> quando associada predominantemente à convergência de fluxos superficiais; e em segmentos geomórficos distintos quando gerada pela concentração de fluxos superficiais em valas, cercas e caminhos de gado por fluxos subsuperficiais.
	Em seções expostas do terreno	Feições desenvolvidas em cortes de estrada e/ou áreas de empréstimo pela ação do escoamento superficial em materiais expostos.		
ESCORREGAMENTOS	Rotacional	Escorregamento com superfície de ruptura côncavo para cima que apresenta feição de deposição dos material mobilizado na sua base.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ativo (A)</li> <li>• Parcialmente Ativo (PA)</li> <li>• Inativo (I)</li> </ul>	
	Planar	Deslizamentos com superfície de ruptura planar e rasos, sem feição deposicional na base.		

Quadro 1: Tipologia de feições erosivas e movimentos de massa empregada (modificada de CASTRO *et al.*, 2002).

## RESULTADOS

Os mapas elaborados para as bacias dos córregos Santa Rita e do Brandão estão expostos na Figura 3, e a incidência de feições organizadas por tipo, intervalo temporal e localização dentro ou fora do perímetro urbano municipal, no Quadro 2.

Observa-se pela análise da tabela, a maior ocorrência de feições erosivas e movimentos gravitacionais de massa na bacia do córrego Santa Rita (304) em relação à área mapeada da bacia do Brandão (226), estando distribuídas principalmente fora do perímetro urbano no primeiro caso e dentro do perímetro urbano no segundo. Isto reflete o predomínio da formação e expansão de bairros no setor sul do município, onde se insere a bacia do córrego Brandão, que constitui nas últimas décadas um dos principais eixos de crescimento da cidade.

Em ambas as bacias é expressiva a participação de feições novas tanto dentro como fora do perímetro urbano, no entanto, no córrego Brandão destaca-se a elevada incidência de feições associadas a intervenções como cortes para construção de vias (estradas e rodovias), aterros, bota-foras e construção de casas ou outras edificações (34 feições do tipo Voçoroca Desconectada de Seção Exposta). Na bacia de Santa Rita destacam-se as feições do tipo Ravina/Voçoroca Desconectada Linear permanentes e também estabilizadas em 1999 (Estabilizada C), indicando comportamentos antagônicos que necessitam maiores investigações para identificação dos controles locais.

Os dados obtidos demonstram que, apesar de os processos erosivos relacionados diretamente à expansão da rede de drenagem em direção às cabeceiras de drenagem entulhadas (Voçorocas Conectadas Remontantes) ser reconhecido nas bacias analisadas, feições desconectadas lineares e associadas a seções expostas do terreno assumem papel destacado no intervalo de tempo analisado, durante o qual a cidade tem experimentado intensa expansão urbana.





Figura 2  
cores  
Remonta  
Desc  
vermelho  
de va  
vermelho  
Descon



	Tipologia	Perímetro Urbano (total = 62)					Fora do Perímetro Urbano (total = 243)				
		Estabilizada A	Estabilizada B	Estabilizada C	Permanente	Nova	Estabilizada A	Estabilizada B	Estabilizada C	Permanente	Nova
<b>SANTA RITA</b> (total = 305)	V.C.Linear	-	2	-	-	-	24	1	-	19	-
	V.C.Remontante	3	1	-	1	-	8	3	4	13	1
	V.C.Canais Adjacentes	-	-	-	2	-	1	-	-	2	-
	V.C.Estrangulada	-	-	-	-	-	4	-	4	4	-
	V.D.Linear	9	1	4	6	7	37	7	9	30	5
	V.D.Seç Expostas	-	-	-	2	7	-	-	-	1	11
	V.D.Estrangulada	-	2	-	3	-	5	2	-	5	1
	V.D.Canais Adjacentes	-	-	-	2	1	1	-	-	2	-
	Erosão Laminar	-	-	-	-	3	-	-	-	-	8
	Laminar c/ Ravinas	-	-	-	-	1	-	-	-	-	3
	Escorregamento Planar	-	-	1	2	2	-	1	2	9	9
	Escorregamento Rotacional	-	-	-	-	-	1	-	-	4	2
	<b>Total</b>	<b>12</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>18</b>	<b>21</b>	<b>81</b>	<b>14</b>	<b>19</b>	<b>89</b>	<b>40</b>
	<b>BRANDÃO</b> (total = 226)		<b>Perímetro Urbano (total = 133)</b>					<b>Fora do Perímetro Urbano (total = 93)</b>			
V.C.Linear		6	-	-	7	2	4	4	1	4	3
V.C.Remontante		1	4	-	3	-	2	1	-	7	3
V.C.Canais Adjacentes		-	-	-	1	-	1	-	-	3	-
V.C.Estrangulada		-	-	-	1	-	-	-	-	-	2
V.D.Linear		5	2	9	-	10	13	15	4	2	4
V.D.Seç Expostas		-	-	-	2	34	-	-	-	-	-
V.D.Estrangulada		-	-	-	-	5	-	-	-	-	2
V.D.Canais Adjacentes		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Erosão Laminar		-	-	-	-	12	-	-	-	2	9
Laminar c/ Ravinas		-	-	-	-	4	-	-	-	-	2
Escorregamento Planar		-	-	-	-	22	-	-	-	-	3
Escorregamento Rotacional		-	-	-	-	3	-	-	-	-	2
<b>Total</b>		<b>12</b>	<b>6</b>	<b>9</b>	<b>14</b>	<b>92</b>	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>5</b>	<b>18</b>	<b>30</b>

Quadro 2: Ocorrência de feições erosivas e escorregamentos nas bacias dos córregos Santa Rita e do Brandão, Volta Redonda (RJ), por tipo, localização em relação ao perímetro urbano e comportamento temporal. Estabilizada A = presentes em 1966 e 1973 (amarelo, classe 3); Estabilizada B = presentes somente em 1966 (ponto verde, classe 4); Estabilizada C = identificadas apenas em 1979 (ponto ocre, classe 5); Permanentes = presentes em 1966, 1979 e 1999 (vermelho, classe 1); Nova = reconhecidas somente em 1999 (preto, classe 2).



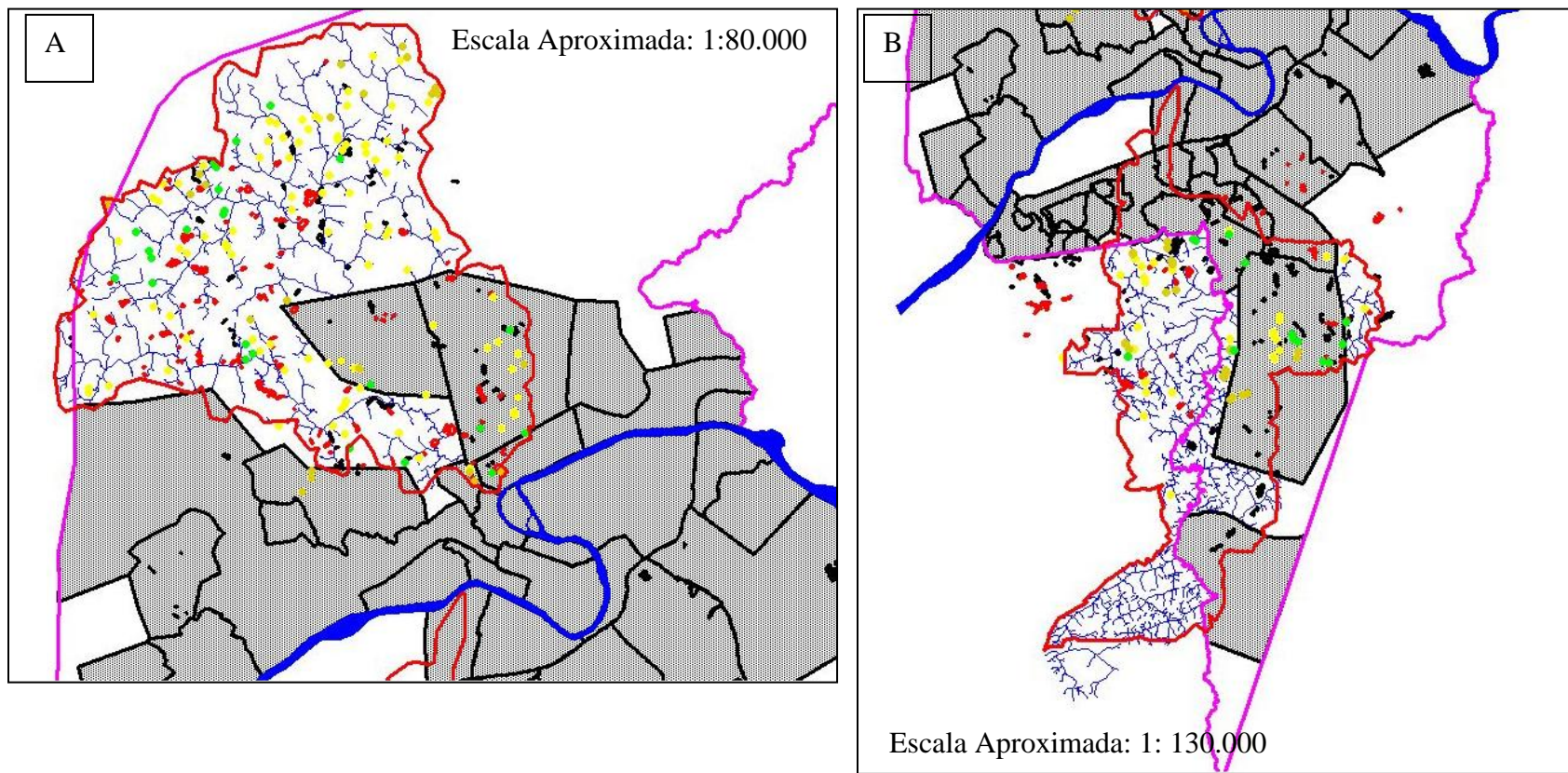


Figura 3: Mapas de feições erosivas e escorregamentos executados para as bacias dos córregos Santa Rita (A) e do Brandão (B), em Volta Redonda (RJ). A cor cinza corresponde à área inserida no perímetro urbano, com a delimitação dos bairros em preto. A linha vermelha corresponde ao limite das bacias. Para legenda das cores, ver texto.

## CONCLUSÃO

O mapeamento detalhado de feições erosivas e escorregamentos de encostas nas bacias dos córregos Santa Rita e Brandão, abrangendo as últimas 4 décadas, permitiu identificar as situações e locais em que as intervenções associadas à ocupação se mostram decisivos no desencadeamento de feições erosivas. A alta incidência de Ravinas/Voçorocas Desconectadas em Seção Exposta do Terreno está associada à expansão urbana especialmente no setor sul do município, onde houve instalação de novos loteamentos nas últimas décadas e novas vias de acesso à cidade. Entretanto, além das intervenções humanas diretas (cortes, terraplanagens etc) e indiretas (sobrepstoreio, cultivos etc), devem ser considerados ainda os efeitos destas alterações no ajuste dos sistemas de drenagem, cuja relação com as áreas contribuintes constitui importante campo de investigação.

A classificação utilizada mostra-se uma ferramenta importante na individualização de diferentes padrões de comportamento de feições erosivas e escorregamentos, dentro de uma abordagem histórica. Fornece um quadro fundamental para a seleção de locais para estudos detalhados acerca dos mecanismos e condicionantes envolvidos, bem como para a avaliação dos dados produzidos em estudos de caso. Esta abordagem pode contribuir, portanto, para a avaliação da interação entre processos já instalados (HARVEY, 1992), para a sua previsão de ocorrência e evolução (OLIVEIRA, 1999; VANDEKERCKHOVE *et al.*, 2000), essenciais ao planejamento urbano e à definição de áreas estratégicas para controle e recuperação.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARROS, M.A.; BARTH, O.M.; MELLO, C.L.; MOURA, J.R.S.; PEIXOTO, M.N.O. História recente da vegetação e o uso da terra no médio vale do rio Paraíba do Sul, Brasil: uma abordagem palinológica. *Leandra*, 15: 47-57. 1999.
- CASTRO, C. M.; MELLO, E. V.; PEIXOTO, M. N. O. Tipologia de processos erosivos canalizados e escorregamentos – proposta para avaliação de riscos geomorfológicos urbanos em Barra Mansa (RJ). In: **Anuário do Instituto de Geociências**. Rio de Janeiro, vol. 25, pp.11-25. 2002.
- HARVEY, A.M. Process interactions, temporal scales and the development of hillslope gully systems – howgill Fells, northwest England. In **Geomorphology**, vol 5, p. 323-344. 1992.
- MELLO, E. V Alterações Tecnogênicas em Sistemas Fluviais no Município de Volta Redonda, Médio Vale do Paraíba Fluminense. Rio de Janeiro, 162p. 2006. Dissertação

(Mestrado em Geografia), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Geociências, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Rio de Janeiro.

MELLO, C.L.; MOURA, J.R.S.; CARMO, I.O.; SILVA, T.M.; PEIXOTO, M.N.O. Eventos de sedimentação durante o Holoceno no médio vale do Rio Paraíba do Sul (SP/RJ) - alostratigrafia e datações por radiocarbono. In: Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário, 5., 1995, Niterói. *Anais...*, Niterói: ABEQUA, p. 193-197. 1995.

MOURA, J. R. S. e MELLO, C. L. Classificação alostratigráfica do Quaternário superior na região de Bananal (SP). In: **Rev. Bras. Geoc.**, vol. 21, n. 3, pp. 236-254. 1991.

MOURA, J. R. S.; PEIXOTO, M. N. O. & SILVA, T.M. Geometria do relevo e Estratigrafia do Quaternário como base à tipologia de cabeceiras de drenagem em anfiteatro - médio vale do rio Paraíba do Sul. In: **Rev. Bras. Geoc.**, vol. 21, n. 3, pp.255-265. 1991.

MOURA, J. R. S.; PEIXOTO, M. N. O.; SILVA, T. M. Mapa de dinâmica de erosão de bacias de drenagem: uma proposta metodológica de avaliação ambiental. In: SIMPÓSIO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 7, Curitiba (PR). *Anais...*, São Paulo, Tec-Art, v.1:45. (íntegra em cd-rom). 1997.

OLIVEIRA, M. A. T. Processos Erosivos e Preservação de Áreas de Risco de Erosão por Voçorocas. In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S.; BOTELHO, R. G. M. (orgs.) **Erosão e Conservação dos Solos**. Conceitos Técnicas e Aplicações. Rio de Janeiro. Bertrand Brasil. 1999.

PADCT/FINEP **Utilização de Sistema de Informações Geográficas na Avaliação Tecnológico-Ambiental de Processos Produtivos**. Relatório Final, Rio de Janeiro, 197p. 1998.

PEIXOTO, M. N. O. **Estocagem de sedimentos em cabeceiras de drenagem em anfiteatro - médio vale do rio Paraíba do Sul (SP/RJ)**. Rio de Janeiro, 192p. 1993. Dissertação (Mestrado em Geografia), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Geociências, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Rio de Janeiro.

POESEN, J. e NACHTERGAELE, J. *et al.* Gully Erosion and Environmental change – importance and research needs. In: **Catena**, vol 50, p.91-133. 2003.

VANDEKERCKHOVE, L. ; POESEN, J. *et al.* Characteristics and controlling factors of bank gullies in two semi-arid mediterranean environments. In: **Geomorphology**, vol 33, p. 37-58. 2000.