

A influência de aspectos geológicos na erosão linear - médio-baixo vale do Ribeirão do Secretário, Paty do Alferes (RJ) *

Thiago Pinto da Silva **
Carla Maciel Salgado ***
Ambrosina Helena Ferreira Gontijo ****
Josilda Rodrigues da Silva de Moura *****

Resumo

A relação da estrutura geológica com a distribuição espacial e orientação de incisões erosivas foi analisada no médio-baixo vale do Ribeirão do Secretário, situado a noroeste do município de Paty do Alferes (RJ). Verificou-se que as características litológicas locais são suscetíveis ao processo erosivo, sendo muito freqüente a ocorrência de ravinas/voçorocas desconectadas. Tais feições erosivas ocorrem principalmente com direções NW-SE e NE-SW, seguindo os lineamentos estruturais do Sudeste brasileiro mostrando forte controle das estruturas geológicas em sua distribuição espacial. As voçorocas conectadas à drenagem não seguem o padrão das orientações das estruturas regionais, o que revela que a influência de outros fatores é mais marcante para a

* Apoio financeiro: FAPERJ, CNPq, FUJB/UFRJ.

** Aluno do Curso de Geografia, IGEO/UFRJ; Bolsista de Iniciação Científica – PIBIC/CNPq (thiagopintosilva@yahoo.com.br).

*** Professora Assistente Depto. Geografia, Faculdade de Formação de Professores/UERJ; Pesquisadora Associada do Núcleo de Estudos do Quaternário e Tecnógeno - NEQUAT/UFRJ (carlasalgado@uol.com.br).

**** Professora Pesquisadora Associada TEKTOS, Faculdade de Geologia-UERJ (ahgontijo@yahoo.com.br).

***** Professora Adjunta Depto. Geografia, Instituto de Geociências/UFRJ, Coordenadora do Núcleo de Estudos do Quaternário e Tecnógeno - NEQUAT/UFRJ (josilda@ufirj.br).

ocorrência e distribuição espacial dessas feições erosivas na bacia estudada.

Palavras-chave: ravina, voçoroca, orientação estrutural, litologia.

Abstract

The relationship between geologic structure with gully erosion spatial distribution and orientation was analysed on the Secretário river middle-low valley, located at the northwestern area of Paty do Alferes municipality (RJ). It was verified that the local lithologic characteristics are susceptible to erosion process, and rills/gullies disconnected of the drainage network are the most common erosion feature in the studied area. These erosion features present similar behavior to the structural segments of southeastern Brazilian region, showing that the underlying rock structure exerts significant control on the spatial distribution of this kind of erosion system. The connected gullies don't attend the regional structural orientation pattern, revealing that another factors are stronger to these gullies occurrence and distribution.

Key words: rill, gully, structural orientation, lithology.

Introdução

O município de Paty do Alferes, localizado na vertente continental da Serra do Mar no Estado do Rio de Janeiro, apresenta atualmente um quadro de intensa degradação ambiental, representado pelo surgimento e aceleração de vários tipos de processos erosivos, que resultam no assoreamento de rios e na perda de solos agricultáveis (Barros, 1997; Santos, 1999; Salgado et al., 2001).

Os processos erosivos do município são caracterizados, principalmente, por feições erosivas lineares (ravinas e voçorocas). Diversos fatores dão origem a esse tipo de processo erosivo, podendo atuar de maneira separada ou conjunta, dependendo da região em que ocorrem.

Entre os diversos fatores, aspectos geológicos vêm sendo apontados como responsáveis pela origem e evolução da erosão linear por vários autores no Brasil e no mundo. De forma geral, a litologia determinaria a intensidade da erosão na paisagem e a estrutura geológica, sua localização e orientação (Beavis, 2000).

A litologia pode influenciar o processo de erosão através das características mineralógicas e texturais das rochas presentes no substrato geológico de cada região, condicionando a permeabilidade e a facilidade de carreamento de partículas soltas pelo intemperismo. A litologia influencia ainda na gênese de solos, cujas características herdadas da rocha matriz podem deixar a cobertura pedológica mais suscetível à erosão.

Vários trabalhos desenvolvidos no Brasil investigaram o papel da estrutura geológica na geração da erosão linear, especialmente no Sudeste brasileiro. Falhas, fraturas e contatos litológicos foram apontados como aspectos predisponentes à ocorrência de voçorocas por constituírem importantes descontinuidades mecânicas e hidráulicas (Muratori, 1983). Pinto & Sígolo (2001) verificaram no oeste paulista que nas zonas de contatos litológicos fluxos superficiais e subsuperficiais de água, ao atingir uma formação menos resistente à erosão, propiciam a erosão diferencial, que, se canalizada, evolui para uma feição erosiva linear. Cambra *et al.* (1995), analisando a erosão no município de Bananal (leste de São Paulo), constataram que falhas e fraturas funcionavam como zonas de alívio de pressão, gerando a migração vertical e exfiltração de água em subsuperfície, que carrega consigo partículas de solo. Essa remoção gera um solapamento do material encontrado acima e leva ao voçorocamento. Bacellar *et al.* (2001), mapeando feições erosivas lineares na região de Ouro Preto (MG), encontraram uma distribuição espacial não concordante ao gradiente topográfico. Neste caso, as voçorocas podem ser desencadeadas por outros fatores, mas a sua propagação remontante é guiada pelas estruturas geológicas (zonas de falhamento e/ou fraturamento), a partir do momento que o saprolito é atingido.

Inserido na linha de investigação dos fatores condicionantes do processo de erosão linear no médio vale do Rio Paraíba do Sul,

realizado pelo Núcleo de Estudos do Quaternário e Tecnógeno (NEQUAT/UFRJ), o presente trabalho tem como objetivo constatar se os aspectos geológicos regionais influenciam na ocorrência e na distribuição espacial das feições erosivas lineares na área do médio-baixo vale do Ribeirão do Secretário, situado a noroeste do município de Paty do Alferes (RJ) – Figura 1.

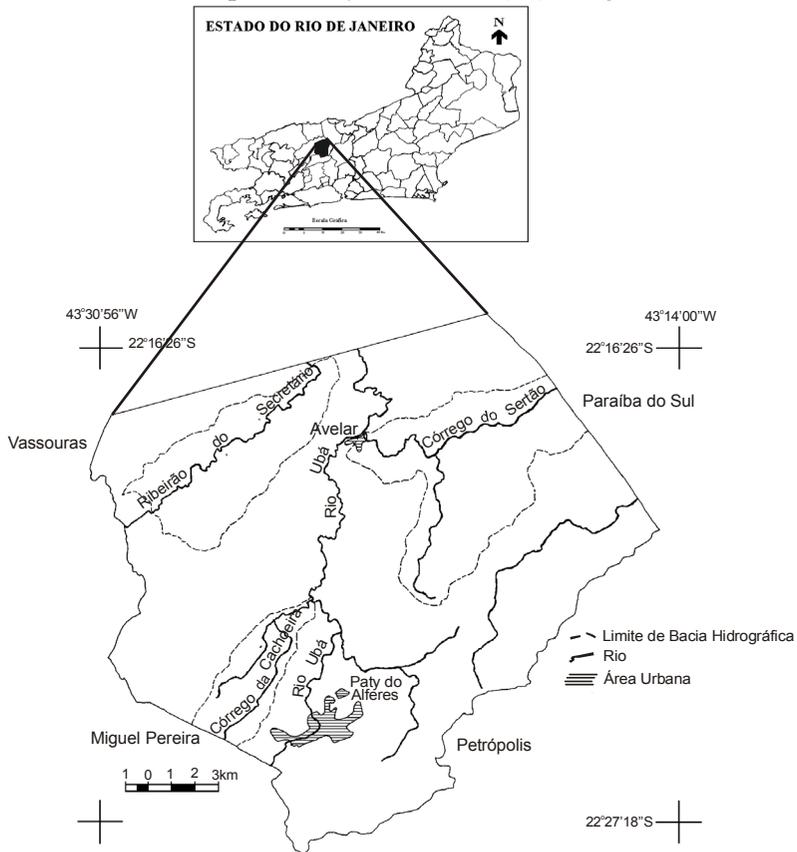


Figura 1: Mapa de localização do município de Paty do Alferes. A noroeste do município encontra-se o médio-baixo vale do Ribeirão do Secretário.

Área de estudo

O município de Paty do Alferes caracteriza-se por apresentar uma morfologia com contrastes marcantes entre as serras e as colinas onduladas, desenvolvidas sobre rochas metamórficas pré-cambrianas. Predominam, nos domínios colinosos, os segmentos de encosta convexos, enquanto os segmentos côncavos aparecem associados a cabeceiras de drenagem em forma de alvéolo (anfiteatro), configurando uma paisagem típica de “mar de morros”. Moura *et al.* (1998) identificou três domínios geomorfológicos principais: domínio situado a SE do município constituído de feições de degraus e serras escarpadas e reafeiçoados nivelados a altitudes entre 950m e 1800m; domínio de compartimentos de colinas suaves com altitudes variando entre 450m e 650m e localizado na porção central; domínio marcado por compartimentos de degraus reafeiçoados e colinas dissecadas com altitudes em torno de 550m a 850m, situado a NW do município.

O regime pluviométrico, segundo Marques & Pinheiro (1998), caracteriza-se por um período chuvoso de sete a oito meses (outubro a maio), sendo o trimestre de dezembro a fevereiro o mais chuvoso e o mais quente do ano. A precipitação média anual é de 1295mm e a temperatura média no ano corresponde a 21°C.

As atividades agrícolas são a base da economia do município, havendo registros que descrevem atividades de cultivo de cana-de-açúcar e café antes de 1920. A partir desta década houve o predomínio de pecuária leiteira até 1950, quando é introduzido o cultivo de tomate e outras hortaliças, que caracterizam a atividade agrícola atualmente. A proximidade de um grande centro consumidor (Região Metropolitana do Rio de Janeiro), assim como a estrutura agrária do município, caracterizada por pequenas propriedades e mão-de-obra familiar, estimulam o desenvolvimento da olericultura em Paty do Alferes (Ceddia, 2000).

As práticas agrícolas empregadas no cultivo de olerícolas – geralmente molhamento do cultivo com borrachas d’água, queimadas, aragem com trator encosta abaixo – são inadequadas à conservação dos solos. Embora esse tipo de cultivo abranja um

percentual de área pequeno dentro do município (pouco mais de 3% segundo Carvalho Júnior *et al.*, 1998), os locais de plantio são continuamente deslocados para áreas que permaneceram em “descanso” durante alguns anos para recuperação do solo com ou sem prática da pecuária extensiva. Os outros tipos de uso e cobertura vegetal significativos registrados no município por Carvalho Júnior *et al.* (1998) são pastagem (56% da área do município), floresta e pasto sujo (ambos com 13%), eucalipto para ser usado como lenha e madeira para pequenas obras (5%) e capoeira (4%).

Metodologia

A metodologia empregada fundamentou-se no fato da drenagem poder refletir as orientações da estrutura geológica (Howard, 1967; Small, 1986), pois a rede fluvial tende a se ajustar às estruturas do substrato rochoso enquanto disseca o relevo de uma região. Partindo deste princípio, Hasui *et al.* (1995) dizem que as orientações das estruturas podem ser percebidas extraíndo-se os lineamentos da rede de drenagem.

Como as bacias de ordem zero/cabeceiras de drenagem se constituem num prolongamento da rede fluvial em direção montante, podendo também refletir a orientação das estruturas geológicas, a técnica de análise de lineamento foi aplicada a esses segmentos da paisagem, a partir do mapa de adensamento da drenagem. Esse tipo de análise foi elaborado segundo metodologia adaptada e desenvolvida para regiões de ambiente tectônico intraplaca pelo Grupo de Estudos Neotectônicos da Universidade Estadual Paulista (UNESP) – Hasui *et al.* (1998), Gontijo (1999), Santos (1999) e Neves (1999).

Os estudos conduzidos por Oliveira & Meis (1985), Oliveira (1999), Peixoto *et al.* (2000), entre outros no médio vale do Paraíba do Sul (SP/RJ), classificam as feições erosivas lineares quanto à sua posição em relação a rede de drenagem – voçorocas conectadas e ravinas/voçorocas desconectadas – expressando diferenças na formação e evolução, assim como na ocorrência em segmentos diferentes do relevo (Figura 2).

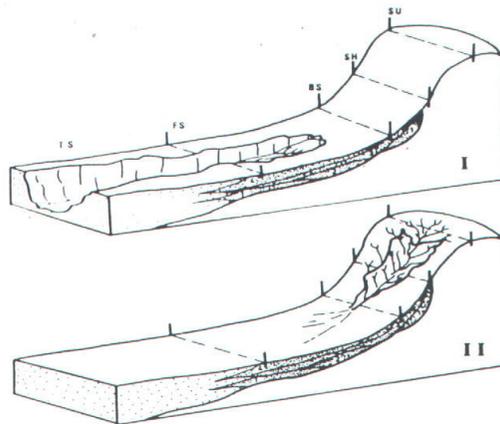


Figura 2: Modelo esquemático dos dois tipos de feições erosivas lineares encontradas basicamente no médio vale do Paraíba do Sul. I - Voçoroca conectada à rede de drenagem; II - Ravina ou voçoroca desconectada da rede de drenagem (Oliveira, 1999).

As voçorocas conectadas à drenagem estão localizadas nas áreas mais baixas da topografia – fundos de cabeceiras de drenagem e de vales fluviais entulhados – onde há a presença de depósitos aluviais e alúvio-coluviais caracterizados pela intercalação de areia fina, areia grossa e silte (Moura & Mello, 1991). São formadas pelo solapamento de suas bases a partir do canal da rede de drenagem devido à atuação de fluxos subsuperficiais de água. Seu crescimento ocorre em direção montante.

As ravinas e voçorocas desconectadas encontram-se geralmente nos setores médios e elevados das encostas, cuja cobertura pedológica pode ser constituída por materiais coluviais ou pela alteração direta do substrato rochoso. São formadas pela implantação de canais preferenciais de escoamento das águas pluviais, onde é retirado material superficial do solo formando

sulcos, que aumentam sua largura e profundidade com o tempo. A partir daí, seu crescimento se dá em direção à montante, devido ao surgimento de braços ligados à retirada de material da cabeceira da incisão erosiva.

Considerando os aspectos apresentados foram desenvolvidas as seguintes atividades:

- 1) Levantamento geológico da região (escala 1:200.000), retirado de Almeida (2000);
- 2) Confecção do mapa de feições erosivas, com uso de fotografias aéreas (escala 1:20.000), classificando-as quanto ao seu processo de evolução em ravinas/voçorocas desconectadas e voçorocas conectadas à rede de drenagem;
- 3) Elaboração do mapa de adensamento da drenagem a partir da carta topográfica onde desenha-se o prolongamento dos rios em direção aos setores côncavos das encostas;
- 4) Confecção dos mapas de lineamentos da rede de drenagem, do adensamento da drenagem e das feições erosivas desconectadas e conectadas do médio-baixo vale do ribeirão do Secretário;
- 5) Confecção de rosetas de orientação dos lineamentos.

Resultados

Pelo levantamento de dados geológicos regionais (Almeida, 2000) verificou-se que a área de estudo está inserida no domínio geológico Pirai – Bemposta, que apresenta distribuição espacial abrangendo os municípios de Pirai, Miguel Pereira, Paty do Alferes, Três Rios e Areal, e estende-se com direção NE-SW, acompanhando o padrão das direções do Sudeste brasileiro. Sua litologia compreende, principalmente, rochas ígneas e metamórficas de filiação ígnea, geradas por intenso metamorfismo térmico durante o Arqueano e Proterozóico, com textura granular. Correspondem aos granitos, ortognaisses e migmatitos, rochas que são ricas em quartzo, feldspato e micas, agrupadas em um mesmo domínio pois a semelhança litológica das mesmas não implica em grandes variações no relevo. A estrutura granular e a baixa resistência de alguns minerais ao intemperismo deste tipo de

litologia facilitam a atuação de processos erosivos, podendo gerar então feições erosivas lineares, como foi detectado por Bacellar (2000) na região de Ouro Preto (MG).

O relevo acidentado do município está relacionado com a configuração atual da paisagem do sudeste brasileiro, que é resultado da evolução morfotectônica desencadeada com o processo de separação do continente sul-americano do africano, com início no Mesozóico, decorrente de um regime distensivo. Esse regime foi responsável por um soerguimento regional, seguido, a partir do Eoceno, de grandes desnivelamentos de blocos através de falhas, orientadas predominantemente para NE-SW, que instalaram o sistema de rifte da Serra do Mar e Mantiqueira e de grábens do Rio Paraíba do Sul e da Guanabara, entre outros (Gontijo, 1999).

Através da figura 3 verifica-se que o município de Paty do Alferes possui o relevo organizado em compartimentos geomorfológicos seguindo a orientação predominante de NE-SW. A bacia do Ribeirão do Secretário, com aproximadamente 31km², se dispõe nesta mesma direção e abrange trechos de compartimentos de colinas e morros e compartimentos de degraus e serras reafeiçoadas.

O padrão de drenagem no município é do tipo paralelo em alguns trechos e de treliça em outros. As orientações de seus lineamentos comportam-se da seguinte forma: 35,24% têm direção NW-SE, 22,37% têm direção N-S, 25,54% têm direção NE-SW e 16,83% têm direção E-W (Figura 4). Ressalta-se que o relevo apresenta seus topos e canais fluviais de maior extensão com lineamentos de direção NE-SW, predominantemente, e os canais menos extensos, aparecendo em maior número, ocorrem ortogonalmente na direção NW-SE. Essas estruturas típicas da região do médio vale do Rio Paraíba do Sul revelam forte influência da estrutura geológica no encaixamento da rede de drenagem, e conseqüente esculturação do relevo.

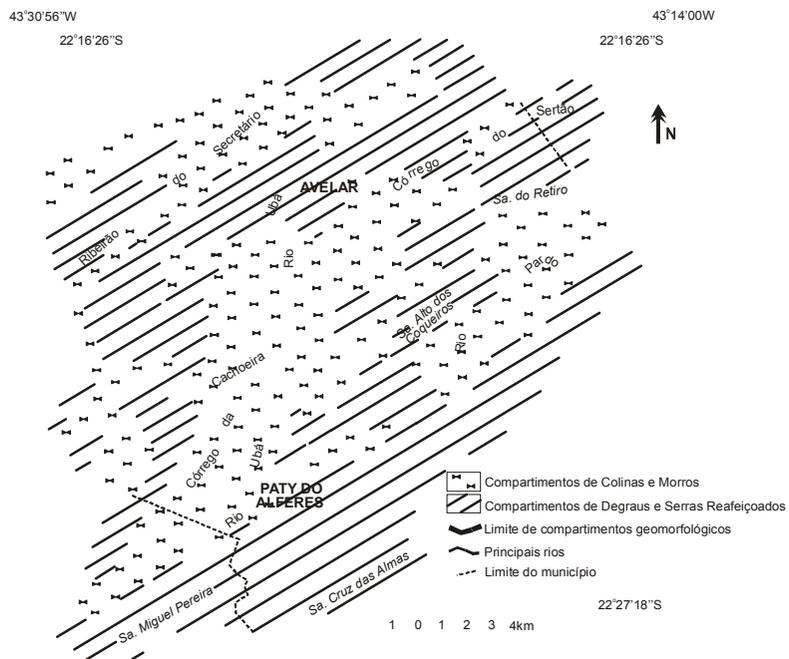


Figura 3: Mapa de compartimentos geomorfológicos do município de Paty do Alferes (RJ), onde observa-se a orientação predominante NE-SW. Fonte: Moura *et al.* (1998).

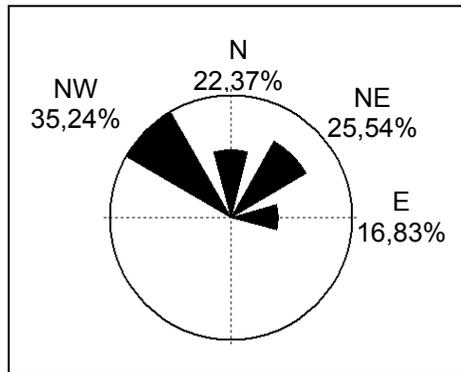


Figura 4: Rosetas de orientação de lineamentos da rede de drenagem do município, cujo padrão de comportamento é similar às orientações do sudeste do Brasil.

A análise da orientação dos lineamentos da rede de drenagem do médio-baixo vale do Ribeirão do Secretário demonstrou que 30,32% destes têm direção NW-SE, 22,71% rumam para N-S, 27,41% para NE-SW e 19,54% para E-W (Figura 5). Esse comportamento, portanto, condiz com o padrão regional.

Para os lineamentos do adensamento da drenagem observam-se percentuais muito próximos aos da drenagem: 31,07% têm direção NW-SE, 19,38% direção N-S, 29,23% NE-SW e 20,30% E-W (Figura 5). Essa correspondência evidencia um forte controle das estruturas geológicas na orientação das cabeceiras de drenagem como verificado por Silva (1990) no município de Bananal (SP), também situado na área do médio vale do Rio Paraíba do Sul.

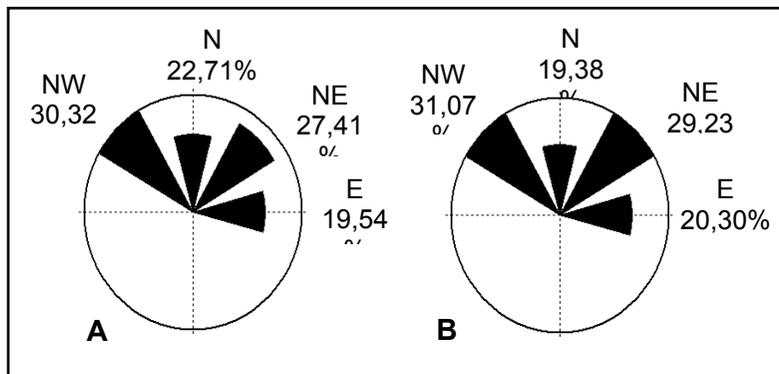


Figura 5: Rosetas de orientação de lineamentos da rede de drenagem (A) e do adensamento da drenagem (B).

O médio-baixo vale do Ribeirão do Secretário apresenta uma grande incidência de erosão linear (Figura 6). Identificou-se um total de 244 incisões erosivas, sendo que destas, 201 (82,37%) são ravinas/voçorocas desconectadas da rede de drenagem e 43 (17,63%), voçorocas conectadas.

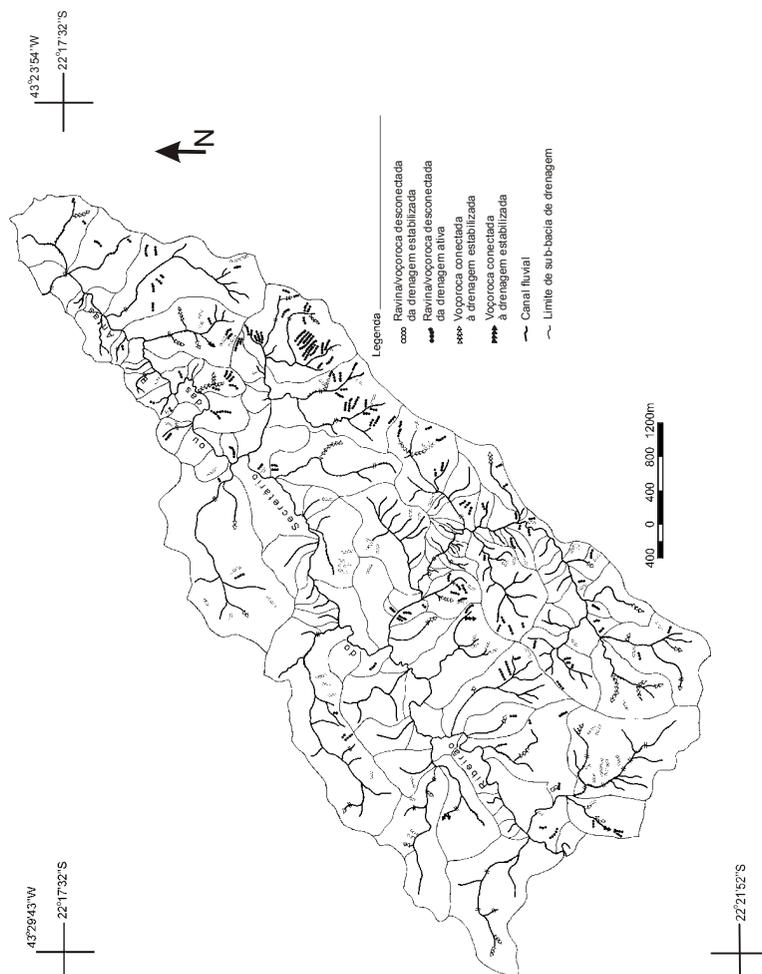


Figura 6: Mapa de feições erosivas do médio-baixo vale do Ribeirão do Secretário.

As ravinas/voçorocas desconectadas têm lineamentos orientados da seguinte forma: 30,41% aparecem com orientação NW-SE, 20,73% com orientação N-S, 22,58% orientados para NE-SW e 26,26% para E-W (figura 7A). As voçorocas conectadas apresentam 24,48% de seus lineamentos orientados para NW-SE, 26,53% para N-S, 22,44% para NE-SW e 26,53% orientados para E-W (figura 7B).

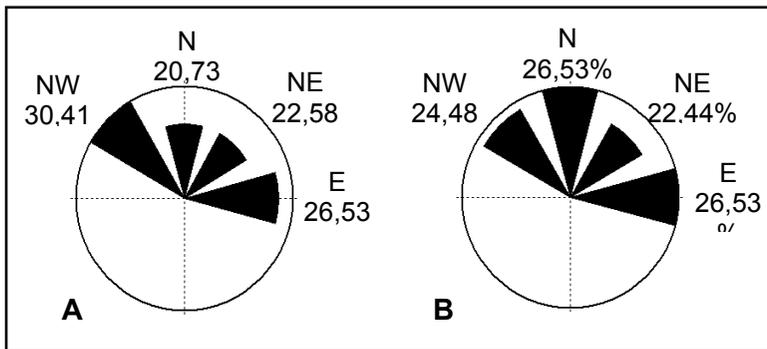


Figura 7: Rosetas de orientação de lineamentos das ravinas/voçorocas desconectadas da rede de drenagem (A) e das voçorocas conectadas (B).

Verifica-se, então, que as ravinas/voçorocas desconectadas têm seus lineamentos com orientações muito semelhantes aos das estruturas representadas no adensamento da drenagem, sobretudo nas direções NW-SE (com 30,41% e 31,07% respectivamente) e N-S (20,73% e 19,38%). Esse comportamento mostra que essas feições erosivas ocorrem com direções subordinadas às falhas e fraturas, como constatado por Cambra *et al.* (1995) em Bananal, revelando um significativo controle em sua gênese e propagação. Esse controle é evidenciado principalmente dentro de setores da bacia estudada, como por exemplo na Serra da Tetéia (vide Figura 6), onde existe uma série de ravinas/voçorocas desconectadas alinhadas paralelamente, todas orientadas com direção NW-SE.

Quanto às voçorocas conectadas, percebe-se que estas não seguem proporcionalmente as orientações das estruturas regionais, visto a pequena variação percentual entre as quatro orientações de seus lineamentos, que estão dispostos de maneira quase equivalente. Isso revela um padrão diferenciado das ravinas/voçorocas desconectadas e mostra que, neste caso, a influência de outros fatores é mais marcante que a da estrutura geológica para a ocorrência e distribuição espacial das voçorocas conectadas à drenagem.

Conclusões

No município de Paty do Alferes a presença de rochas com características mineralógicas e texturais que propiciam elevada permeabilidade e baixa resistência ao intemperismo favorece a atuação de processos erosivos. No caso do médio-baixo vale do Ribeirão do Secretário (noroeste do município de Paty do Alferes/RJ) verificou-se um total de 244 feições erosivas lineares, a maior parte destas correspondendo a incisões desconectadas da rede fluvial (82%).

Os lineamentos estruturais do município apresentam predomínio das direções NW-SE e NE-SW, sendo que os canais principais (mais extensos) e os alinhamentos do relevo dispõem-se principalmente para NE-SW e os canais menores, porém mais numerosos, ortogonalmente para NW-SE – comportamento típico dos relevos rifteados durante o Terciário, situados no sudeste do Brasil (Gontijo, 1999).

As ravinas/voçorocas desconectadas ocorrem em maior número (201 feições) e suas orientações coincidem com as direções estruturais, principalmente NW-SE e N-S, o que revela forte influência da estrutura geológica nesse tipo de feição. Essa estreita relação pode ser explicada pelo fato destas feições desenvolverem-se essencialmente em encostas, cuja cobertura pedológica pode ser constituída pela alteração direta do substrato rochoso (elúvio), preservando as zonas de fraqueza da rocha.

As voçorocas conectadas à drenagem, por sua vez, são menos frequentes (17%) e não seguem o padrão dos principais lineamentos da área, o que sugere que a estrutura geológica não é o fator mais influente no desencadeamento desse tipo de feição erosiva na bacia estudada.

Referências bibliográficas

- ALMEIDA, J.C.H. **Zonas de cisalhamento dúctil de alto grau do médio vale do Rio Paraíba do Sul**. Tese de Doutorado, UNESP, Rio Claro, SP. 2000.
- BACELLAR L.A.P.; NETO A.L.C & ACERDA, W. Fatores condicionantes do voçorocamento na bacia hidrográfica do rio Maracujá, Ouro Preto, MG. In: Simpósio Nacional de Controle de Erosão, 7, Goiânia, GO. **Anais...**, Goiânia, ABGE. 2001. Cd-Rom.
- BACELLAR L.A.P. **Condicionantes geológicos, geomorfológicos e geotécnicos dos mecanismos de voçorocamento na bacia do rio Maracujá, Ouro Preto, MG**. Tese de Doutorado COPPE/UFRJ. 226p. 2000.
- BARROS, R.C. **Agricultura e propriedades do solo em área de relevo acidentado. Paty do Alferes (RJ)**. Rio de Janeiro, 145p. (Dissertação de Mestrado, Depto. Geografia – IGEO/UFRJ). 1997.
- BEAVIS, S.G. Structural controls on the orientation of erosion gullies in mid-western New South Wales, Australia. **Geomorphology**, v. 33, p. 59-72. 2000.
- CAMBRA, M.F.E.; SILVA, L.G.E.; DANTAS, M.E. & COELHO NETTO, A.L. Lito-estruturas pré-cambrianas no controle do voçorocamento atual: Subsídios a modelagem sobre expansão da rede de canais na bacia do rio Piracema (SP/RJ). In: Simpósio Nacional de Geografia Física Aplicada, 6, Goiânia, 1995. **Anais...**, Goiânia, UFG, V.1. P. 487-492. 1995

- CARVALHO JÚNIOR, W.; CALDERANO FILHO, B & VIEIRA, E.G.M. Uso atual das terras do município de Paty do Alferes e sub-bacias dos afluentes do córrego do Saco-rio Ubá, Estado do Rio de Janeiro. In: Workshop Nacional de Agricultura Sustentável em Regiões Tropicais de Relevô Acidentado, 3, Paty do Alferes, 1997. **Boletim de Pesquisa**, n. 9, Rio de Janeiro, EMBRAPA-Solos, 1998. CD-Rom.
- CEDDIA, M.B. **Zoneamento agroambiental e indicadores de sustentabilidade como subsídio ao planejamento agrícola do município de Paty do Alferes, RJ**. Tese de Doutorado, Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Instituto de Agronomia/UFRRJ. 2000. 297p.
- COELHO NETTO, A.L. Mecanismos e condicionates geohidroecológicos do voçorocamento em ambiente rural: implicações na estabilidade das encostas. In: Cong. Bras. Ciência do Solo, 26. Rio de Janeiro (RJ). **Anais...**, Rio de Janeiro, EMBRAPA-Solos. Cd-rom. 1997.
- FURLANI, G.M. Boçoroca.. **Orientação**, São Paulo, no.5, p.100-103. 1984.
- GONTIJO, A.H.F. **Morfotectônica do médio vale do rio Paraíba do Sul: região da Serra da Bocaina, estados de São Paulo e Rio de Janeiro**. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, UNESP, Rio Claro, SP. 1999. 259p.
- HASUI, Y.; FACINCANI, E.M.; SANTOS, M. & JIMÉNES-RUEDA, J.R. Aspectos estruturais e neotectônicos na formação de boçorocas na região de São Pedro, SP. **Geociências**, São Paulo, v.14, n.2, p.59-76, 1995.
- HASUI, Y.; COSTA, J.B.S.; BORGES, M.S.; MORALES, N. & RUEDA, J.R.J. Evolução morfotectônica do Sudeste do Brasil. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 40, Belo Horizonte, 1998. **Anais...**, Belo Horizonte, SBG/Minas Gerais, 1998. P. 78.
- HOWARD, A.D. Drainage analysis in geologic interpretation: a summation. **A.A.P.G. Bull**, v. 51, n. 11, p.2246-2259, 1967.

- MARQUES, J. & PINHEIRO, F.M.A. Estudos hidrometeorológicos de Paty do Alferes, RJ: resultados preliminares. In: Workshop Nacional de Agricultura Sustentável em Regiões Tropicais de Relevô Acidentado, 3, Paty do Alferes, 1997. **Boletim de Pesquisa**, n. 9, Rio de Janeiro, EMBRAPA-Solos, 1998. CD-Rom.
- MOURA, J.R.S. & MELLO, C.L. Classificação aloestratigráfica do Quaternário Superior da região de Bananal (SP/RJ). **Rev. Bras. Geoci.**, v. 21, n. 3, p. 236-254, 1991.
- MOURA, J.R.S.; SILVA, T.M.; PEIXOTO, M.N.O.; SALGADO, C.M.; LESSA, L.A.; SANTOS, D.A.; ANDRADE, L.B. & BAYERL, E. Análise geomorfológica do município de Paty do Alferes (RJ). In: Workshop Nacional de Agricultura Sustentável em Regiões Tropicais de Relevô Acidentado, 3, Paty do Alferes, 1997. **Boletim de Pesquisa**, n. 9, Rio de Janeiro, EMBRAPA-Solos, 1998. CD-Rom.
- MURATORI, A.M. **Erosão no nordeste do Paraná: uma proposta metodológica de estudo sistemático através do uso de fotografias aéreas**. Dissertação de Mestrado, UFPR. Curitiba, PR. 135p. 1983.
- NEVES, M.A. *Evolução cenozóica da região de Jundiá (SP)*. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, UNESP, Rio Claro, SP. 1999. 135p.
- OKA-FIORI, C. & SOARES, P.C. Aspectos evolutivos das vossorocas. **Notícias Geomorfológicas**, Campinas, v. 16, n. 32, p.114-124. 1976.
- 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. (org.). **Erosão e conservação dos solos – conceitos, temas e aplicações**. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, p.57-99. 1999.
- OILVEIRA, M.A.T. & MEIS, M.R.M. Relação entre geometria do relevo e formas de erosão linear acelerada (Bananal, SP). **Geociências**, São Paulo, no. 4, p. 87-99. 1985.

- 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: Simp. Bras. de Geografia Física Aplicada, 3, Nova Friburgo (RJ), **Anais...**, IGEO/UFRJ. P.149-174. 1989.
- PEIXOTO, M.N.O; SALGADO, C.M. & MOURA, J.R.S. Classificação de feições erosivas canalizadas como suporte à avaliação da vulnerabilidade ambiental em bacias de drenagem. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA, 3, Campinas, 2000. **Resumos...**, Campinas, 2000.
- PINTO, R.C.G. & SÍGOLO, J.B. Contatos litológicos como vetor de erosão linear nos municípios de Herculândia, Quitanda e Pompéia do Estado de São Paulo. In: Simpósio Nacional de Controle de Erosão, 7, Goiânia, GO. **Anais...** ABGE. 2001. Cd-Rom.
- SALGADO, C.M., PEREIRA FILHO, C.A.S., SILVA, T.P, PEIXOTO, M.N.O. & MOURA, J.R.S. Avaliação de condicionantes geomorfológicos de feições erosivas desconectadas da drenagem na bacia do Ribeirão do Secretário (município de Paty do Alferes – RJ). In: Simpósio Nacional de Controle de Erosão, 7, Goiânia, GO. **Anais...**, Goiânia, ABGE. 2001. Cd-Rom.
- SALOMÃO, F.X.T. **Processos erosivos lineares em Bauru (SP): regionalização cartográfica aplicada ao controle preventivo urbano e rural. São Paulo.** Tese de Doutorado, Depto. Geografia, FFLCH/USP. 1994. 200p
- SANTOS, D. A. **Avaliação da suscetibilidade à erosão superficial hídrica dos solos no Município de Paty do Alferes (RJ). Rio de Janeiro.** Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Geografia, IGEO/UFRJ. 1999. 166p.

- SANTOS, M. Serra da Mantiqueira e Planalto do Alto Rio Grande: a bacia terciária de Airouca e evolução morfotectônica.** Tese de Doutorado, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, UNESP, Rio Claro, SP. 1999.
- SILVA, L.T. Orientação estrutural de anfiteatros e sub-bacias de drenagem afogadas – região de Bananal – SP/RJ.** Monografia, Depto. de Geografia – IGEO/UFRJ. 79p. 1990.
- SMALL, R.J. The study of landforms: a textbook of Geomorphology.** Cambridge International Student Edition, Cambridge University Press, 495p. 1986.