

ASPECTOS GEOLÓGICOS COMO FATORES CONDICIONANTES DE PROCESSOS EROSIVOS LINEARES NO MÉDIO–BAIXO VALE DO RIBEIRÃO DO SECRETÁRIO. MUNICÍPIO DE PATY DO ALFERES/RJ

Thiago Pinto da Silva, Curso de Geografia/UFRJ. thiagopintosilva@bol.com.br

Rafael Felipe Ferreira, Curso de Geografia/UFRJ. rafaelferreira@ibge.gov.br

Carla Maciel Salgado, PPGG/UFRJ. carlasalgado@uol.com.br

Josilda Rodrigues da Silva de Moura, Depto. de Geografia/UFRJ. josilda@ufrj.br

Apoio: CNPq e FAPERJ.

INTRODUÇÃO

Localizado na vertente continental da Serra do Mar, o município de Paty do Alferes tem um relevo acidentado, com elevações que apresentam encostas com altas declividades e grandes desnivelamentos altimétricos. Tem nas atividades agrícolas a base de sua economia, destacando-se o cultivo de olerícolas, associado a prática de pecuária leiteira. Estas atividades, que normalmente usam técnicas inadequadas a conservação do solo, e juntamente com as características geomorfológicas, vêm gerando um quadro de intensa degradação ambiental, representado pelo surgimento e aceleração dos processos erosivos que resultam no assoreamento de rios e na perda de solos agricultáveis (BARROS, 1997 e SANTOS, 1999).

Os processos erosivos do município são caracterizados, principalmente, por feições erosivas lineares (ravinas e voçorocas). Furlani (1984) considera que elas sejam uma escavação limitada por paredes verticais e subverticais, resultado da tendência de equilíbrio entre disponibilidade e dissipação de energia em sistemas naturais.

Diversos fatores dão origem a esse tipo de processo erosivo, podendo atuar de maneira separada ou conjunta, dependendo da região em que ocorrem (PEIXOTO *et al.*, 1989). Há fatores de natureza hidrológica (fluxos de superfície e subsuperfície), pedológicas (solos com diferentes graus de erodibilidade), geomorfológicas (declividade, forma da encosta), além da própria interferência antrópica. Para Bacellar *et al.* (2001), a construção de cercas, estradas ou de qualquer outra obra que interfira diretamente no regime hidrológico local são causas que levam à concentração de fluxos superficiais de água. Coelho Netto (1997) e Canil (2001) afirmam ainda, que a alteração e a retirada da vegetação original e da fauna endopedônica influem na dinâmica do fluxo de subsuperfície. Descontinuidades texturais entre Horizontes de solo (SALOMOÃO, 1994) ou entre camadas de seqüências sedimentares (PEIXOTO *et al.* 1998) devem ser considerados, pois a circulação vertical de água é bloqueada, e o fluxo passa a ser lateral, gerando uma remoção de partículas. Geomorfológicamente, as grandes declividades e desnivelamentos altimétricos aumentam a velocidade dos fluxos d'água, aumentando, assim, sua potencialidade erosiva (SALGADO *et al.*, 2001).

Além desses fatores, a geologia deve ser considerada como importante agente condicionante desse tipo de processo erosivo, pois podem atuar de maneira significativa na origem e evolução das voçorocas. Para Beavis (2000) o papel da geologia pode ser descrito pela seguinte relação: a litologia determina intensidade da erosão na paisagem e a estrutura, sua localização e orientação.

A litologia, ou seja, as características mineralógicas e texturais das rochas presentes no substrato geológico de cada região (HASUI *et al.*, 1995), controla a erosão, pois condiciona o relevo e os tipos de solo (SILVA, 1990). Os solos formados por diferentes litologias apresentam, por sua vez, características distintas em relação à permeabilidade e erodibilidade (BACELAR *et al.*, 2001).

A estrutura geológica é compreendida por falhas, fraturas e contatos litológicos. Estes aspectos estruturais são predisponentes à ocorrência de voçorocas, pois constituem importantes descontinuidades mecânicas e hidráulicas (MURATORI, 1983). 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 (PINTO & SÍGOLO, 2001). As falhas e fraturas funcionam 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 (CAMBRA *et al.*, 1995). As voçorocas que apresentam padrão anômalo, ou seja, crescimento não concordante ao gradiente topográfico, podem estar ligadas a essas zonas de falhamento e/ou fraturamento, pois os fluxos superficiais não são capazes de explicar esse comportamento (BACELAR *et al.*, 2001). Mesmo em voçorocas que têm iniciação por outros fatores, sua propagação remontante é guiada pelas estruturas geológicas, a partir do momento que o saprolito é atingido (Bacellar, 2000).

Inserido na sistemática 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 à noroeste do município de Paty do Alferes (RJ).

2 METODOLOGIA

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

As voçorocas desconectadas encontram-se nos setores mais elevados das encostas. 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 a retirada de material da cabeceira.

As voçorocas conectadas à drenagem estão localizadas nas áreas mais baixas – fundos de cabeceiras de drenagem e de vales fluviais. 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.

Para Howard (1967), Small (1986), Beavis (2000), Hasui *et al.* (1995), entre outros, a drenagem pode refletir controle da estrutura geológica. A drenagem tende a se ajustar às estruturas do substrato rochoso enquanto diseca o relevo de dada região. Muratori (1983)

afirma que o fluxo hidrogeológico descendente encontra ao longo dos planos de falhas ou fraturas caminho mais fácil para o escoamento. Partindo deste princípio, Hasui *et al.* (1995) dizem que as orientações das estruturas podem ser percebidas pelos lineamentos da rede de drenagem. Os lineamentos são feições lineares retilíneas presentes na topografia. Essas diferem dos padrões das feições adjacentes e refletem fenômenos de subsuperfície (SILVA, 1990). Beavis (2000) relata que as orientações das falhas e fraturas são as maiores condicionadoras das orientações da drenagem.

Além dos lineamentos da rede de drenagem, podem ser percebidos os do adensamento da drenagem, ou seja, das bacias de zero ordem/cabeceiras de drenagem, áreas onde há a ocorrência das feições erosivas lineares.

Considerando os aspectos apresentados foram desenvolvidas as seguintes atividades:

Levantamento geológico da região (escala 1:200.000), retirado de Almeida (2000);

Confecção do mapa de lineamentos rede de drenagem do município de Paty do Alferes, no AutoCAD R14;

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;

Digitalização do mapa de feições erosivas;

Confecção dos mapas de lineamentos rede de drenagem, do adensamento da drenagem e das feições erosivas desconectadas e conectadas do médio-baixo vale do ribeirão do Secretário, no AutoCAD R14;

Confecção de rosetas de orientação dos lineamentos, no Rose 1.0.

3 RESULTADOS

Pelo levantamento de dados geológicos regionais (ALMEIDA, 2000), percebe-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. Segundo Bacellar (2000), em virtude dessa estrutura granular e a baixa resistência de alguns minerais ao intemperismo, as voçorocas se fazem muito frequentes.

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).

Do ponto de vista estrutural, o padrão de drenagem é do tipo paralelo e de treliça na maior porção da área do município e 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. 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 e ortogonalmente nas outras direções, sobretudo para 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.

Partindo para a análise da orientação dos lineamentos da rede de drenagem do médio-baixo vale do Ribeirão do Secretário, nota-se que 30,32% destes tem direção NW-SE, 22,71% rumam para N-S, 27,41% para NE-SW e 19,54% para E-W. Esse comportamento era esperado, pois 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. 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.

O médio-baixo vale do Ribeirão do Secretário mostra-se, através da observação do mapa de feições erosivas, uma área com grande incidência de feições. 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.

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. 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.

A partir dos dados apresentados faz-se a correlação entre a orientação dos lineamentos das feições erosivas (desconectadas e conectadas) e a orientação dos lineamentos do adensamento da rede de drenagem, já que estes refletem as falhas e fraturas do substrato geológico e áreas preferenciais para sua ocorrência (BACELLAR, 2000; BEAVIS, 2000 e CAMBRA *et al.*, 1995).

Nota-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 seu controle em sua gênese e propagação (HASUI *et al.*, 1995). Esse controle é evidenciado principalmente dentro de setores da bacia estudada, como exemplo, a Serra da Tetéia, onde existe uma série de ravinas/voçorocas desconectadas alinhadas paralelamente, todas estão 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.

4 CONCLUSÕES

Os lineamentos estruturais do município apresentam-se representados em todas as direções, com predomínio nas 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.

A área do médio-baixo vale do Ribeirão do Secretário (noroeste do município de Paty do Alferes/RJ) apresenta grande incidência de feições erosivas lineares, com a ocorrência de um total de 244 feições. Verificou-se que esse elevado número se deve, em grande parte, à litologia da região. Há a presença de rochas que possuem características mineralógicas e texturais que propiciam elevada permeabilidade e baixa resistência ao intemperismo, favorecendo, dessa forma, a atuação de processos erosivos.

As ravinas/voçorocas desconectadas ocorrem em maior número (201) e suas orientações coincidem com as das fraturas e falhas do substrato rochoso, principalmente nas direções NW-SE e N-S, o que revela forte influência da estrutura geológica nesse tipo de feição. Por sua vez, as voçorocas conectadas são menos freqüentes (43) 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.

REFERÊNCIAS

- 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. **VII simpósio nacional de controle de erosão**. Cd-rom. Goiânia, GO, ABGE. 2001.
- 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. Litoestruturas pré-cambrianas no controle do voçorocamento atual: Subsídios a modelagem sobre expansão da rede de canais na bacia do rio Piracema (SP/RJ). **Simpósio nacional de Geografia Física Aplicada 6**, Goiânia, 1995. Anais..., Goiânia, UFG, V.1. P. 487-492. 1995

- CANIL, K. Diagnóstico dos processos erosivos e impactos em bacias hidrográficas, município de Oscar Bressani, SP. **VII simpósio nacional de controle de erosão**. Cd-rom. Goiânia, GO, ABGE. 2001.
- COELHO NETTO, A.L. Mecanismos e condicionantes geo-hidroecológicos do voçorocamento em ambiente rural: implicações na estabilidade das encostas. **Cong. Bras. Ciência do Solo**, 26. Rio de Janeiro (RJ). Anais..., Rio de Janeiro, embrapa-solos. Cd-rom. 1997.
- FURLANI, G.M. **Boçoroca. Orientação**, 5. Usp. São Paulo, p.100-103. 1984.
- GONTIJO, A.H.F. **Morfotectônica do médio vale do rio Paraíba do Sul: região da Seera da Bocaina, estados de São Paulo e Rio de Janeiro**. Tese de Doutorado, UNESP, Rio Claro, SP. 1999.
- 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.
- HOWARD, A.D. Drainage analysis in geologic interpretation: a summation. **A.A.P.G. Bull.**, v. 51, n. 11, p.2246-2259, 1967.
- MURATORI, A.M. **Erosão no nordeste do Paraná: uma proposta metodológica de setudo sistemático através do uso de fotografias aéreas**. Dissertação de Mestrado, UFPR. Curitiba, PR. 135p. 1983.
- OKA-FIORI, C. & SOARES, P.C. Aspectos evolutivos das vossorocas. **Not. Geomorf.**, Campinas 16(32). p.114-124. 1976.
- OLIVEIRA, M.A.T. **Processos erosivos e preservação de áreas de risco de erosão por voçorocas. Erosão e concervação 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**, 4, São Paulo. 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). **Simp. Bras. de Geografia Física Aplicada**, 3, Nova Friburgo (RJ), Anais... , IGEO/UFRJ. P.149-174. 1989.
- 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. **VII simpósio nacional de controle de erosão**. Cd-rom. Goiânia, GO, ABGE. 2001.
- 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). **VII simpósio nacional de controle de erosão**. Cd-rom. Goiânia, 15p. GO, ABGE. 2001.
- SALOMÃO, F.X.T. **Processos erosivos lineares em Bauru(SP): regionalização cartográfica aplicada ao controle preventivo urbano e rural**. São Paulo. 200p. (Dissertação de Doutorado, Depto. Geografia – FFLCH/USP). 1994
- SANTOS, D. A . **Avaliação da suscetibilidade à erosão superficial hídrica dos solos no Município de Paty do Alferes (RJ)**. Rio de Janeiro. 166p.(Dissertação de Mestrado/ Departamento de Geografia-IGEO/UFRJ). 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.