



Anomalias de Drenagem e Evolução da Paisagem no Médio Vale do Rio Paraíba do Sul (RJ/SP)

Drainage Anomalies and Landscape Evolution in the Paraíba do
Sul Middle Valley (RJ/SP)

Telma Mendes da Silva^{1;2}; Hevelyn da Silva Monteiro^{1;3};
Marcela Andrade Cruz^{1;4} & Josilda Rodrigues da Silva de Moura^{1;5}

¹ UFRJ, IGEO – Depto. de Geografia / Núcleo de Estudos do Quaternário e Tecnógeno
(NEQUAT), Ilha do Fundão, Prédio CCMN, Bloco G, sala 026,
Rio de Janeiro (RJ), Brasil, 21910-200

² telmendes@globocom.com ; ³ hevelyn@graffiti.net; ⁴ marcela_geoufrj@yahoo.com.br
⁵ josilda@ufrj.br

Recebido em: 14/11/2006 Aprovado em: 14/12/2006

Resumo

A evolução dos sistemas de drenagem está diretamente vinculada a influências lito-estruturais e variações no regime climático que imprimem na paisagem feições morfológicas específicas. Para o trecho do médio vale do rio Paraíba do Sul (RJ/SP) analisado (cartas topográficas de Agulhas Negras, Bananal, Nossa Senhora do Amparo, Resende, São José do Barreiro e Volta Redonda na escala 1:50.000), busca-se investigar feições de anomalias da drenagem e sua relação com influências lito-estruturais e o mecanismo de (re)arranjo da drenagem. Foram identificadas feições de níveis de base locais (*knickpoints*), divisores planos, divisores rebaixados e divisores rebaixados associados a capturas fluviais através da análise conjunta das cartas topográficas e o mapa de compartimentos topográficos realizado por Silva (2002), bem como analisada sua distribuição espacial, visando traçar relações com as estruturas geológicas mapeadas. A maioria das anomalias mapeadas situa-se nos compartimentos deprimidos da Depressão Interplanáltica Médio Paraíba do Sul (DIMPS) e demonstram um significativo controle estrutural.

Palavras-chaves: anomalias de drenagem; compartimentos geomorfológicos; tectônica recente

Abstract

The evolution of the drainage system is driven by influence structural and changes in the climatic regime resulting in specific morphological features. We studied one of these features – drainage anomalies – in the middle valley of Paraíba do Sul River (RJ/SP), the influence exerted by the lithology and geological structures and the mechanism of the drainage system rearrangement. We identified many morphotectonic features (knickpoints, flat drainage dividers, and low drainage dividers with or without drainage capture) using topographic charts and a geomorphological map Silva (2002), and we also analyzed their spatial distribution to establish a reliable relationship between the drainage anomalies and the substract characteristics. Most of the drainage anomalies identified are located in the Paraíba do Sul Middle Valley Intra-plateau Depression (Depressão Interplanáltica Médio Paraíba do Sul - DIMPS) and show a significant structural control.

Keywords: drainage anomalies; geomorphological compartments; neotectonics

1 Introdução

O significado dos termos morfoestrutura e morfotectônica diferenciado por Gerasimov & Mescherikov (1968) apresentam significados distintos, sendo sua utilização aplicada em diferentes análises geomorfológicas. Estes autores relacionaram o conceito de morfoestrutura com uma paisagem em avançado grau de evolução das formas de relevo, refletindo um terreno em que há uma combinação do elemento “estável” (estrutura geológica pré-existente) com o elemento dinâmico (agentes externos) que modelam a superfície. Cotton (1968) ressalta que o uso deste termo deve ser aplicado a análises em escala regional, em estudos que busquem relacionar o controle da estrutura geológica subjacente ao arranjo das feições morfológicas existentes. Enquanto, o termo morfotectônica deve ser aplicado a estudos que busquem avaliar a relação existente entre tectônica recente e feições morfológicas (Cotton, 1968; Doornkamp, 1986; Summerfield, 1991).

Saadi (1991) ressalta que o termo morfotectônica deveria ser utilizado apenas quando se verificasse que a elaboração das formas ou paisagens se processa sob controle tectônico ativo. Sendo o termo morfoestrutural relacionado a compartimentos morfológicos cujas principais características demonstrariam a existência de um nítido controle exercido pelo arcabouço litológico e/ou estrutural.

Desta forma, o presente trabalho tem por objetivo levantar uma discussão das principais feições morfológicas presentes nos sistemas de

drenagem que permitam à identificação de controles geológicos no (re)arranjo da rede de drenagem tendo como exemplo um trecho da região do médio vale do rio Paraíba do Sul.

2 Área de estudo e etapas de trabalho realizadas

O trecho do médio vale do rio Paraíba do Sul em estudo refere-se a seis cartas topográficas na escala 1:50.000 (Figura 1). A morfologia desta área é resultado de intensas variações dos níveis de base e das condições paleohidrológicas geradoras de repetidas fases de entalhamento fluvial e acentuado retrabalhamento da paisagem durante o Neógeno. Os rios e seus níveis de base locais estão relacionados com os processos que se desenvolvem nas encostas da mesma maneira que as encostas, sendo fonte de água e sedimentos para os rios, estão diretamente ligadas com a dinâmica fluvial.

Diferenciações morfológicas da topografia resultam da complexa relação entre a intensidade e magnitude dos processos desencadeados a partir da atuação de forças internas e/ou externas ao sistema geomorfológico e as distintas resistências dos substratos (Silva, 1991).

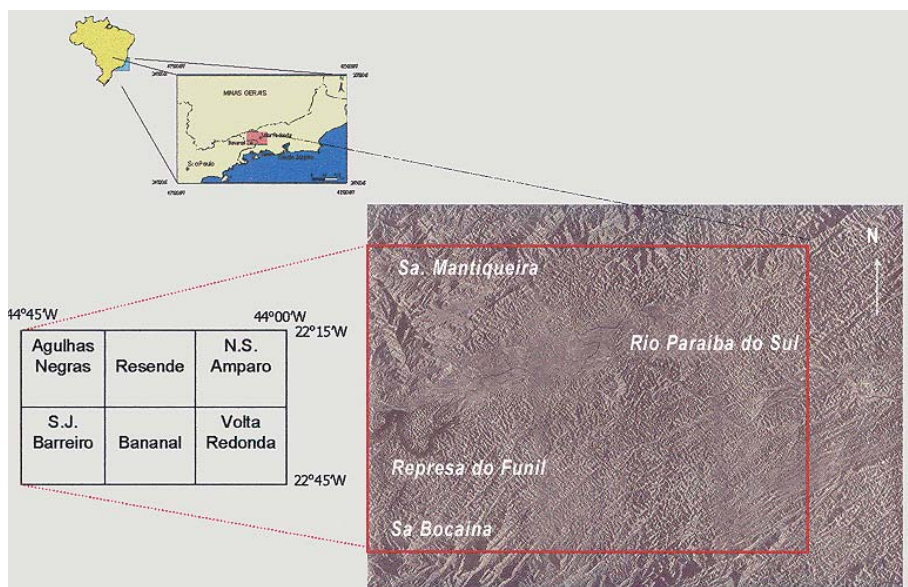


Figura 1 Localização do trecho da região do médio vale do rio Paraíba do Sul em estudo. A área demarcada com um traço contínuo na imagem de radar à direita corresponde às seis cartas topográficas analisadas (articulação à esquerda da imagem).

Desta forma, através da sobreposição de papel poliéster aos mapas de compartimentação topográfica e das cartas topográficas conjuntamente foram reconhecidas feições morfológicas de divisor plano, divisor rebaixado, divisor rebaixado associado à captura de drenagem e níveis de base locais (*knickpoints*), buscando avaliar o papel destas feições na (re)organização dos sistemas de drenagem para o trecho do médio vale do rio Paraíba do Sul analisado. Posteriormente, foram elaborados perfis longitudinais dos canais fluviais que estão associados ao mecanismo de capturas fluviais visando detectar o encaixamento diferencial das bacias de drenagem envolvidas.

3 Feições morfotectônicas dos sistemas de drenagem

Segundo Bishop (1982) um canal fluvial tende a seguir o caminho mais fácil e que acompanhe a declividade regional. Sendo assim, a identificação da ocorrência de um trecho do canal com fluxo que discorde da declividade, sugere a imposição de um desvio que pode estar associado a uma litologia distinta ou a estruturas que podem, por sua vez, correlacionar-se a eventos neotectônicos.

Desvios bruscos nos cursos fluviais, feições de alinhamento de meandros, terraços fluviais assimétricos entre outras feições que indicam algum controle tectônico são normalmente referidos na literatura geomorfológica como feições de anomalias locais da drenagem (Gontijo; 1999).

Para Howard (1967) uma anomalia de drenagem pode ser compreendida como uma discordância local da drenagem regional e/ou dos padrões de canais, sugerindo desvios topográficos ou estruturais. Como anomalias pode-se identificar ao longo de uma mesma bacia fluvial as seguintes feições anômalas: a) trechos em que haja a retilinearidade de canais fluviais; b) ocorrência localizada e abrupta de curvas meândricas; c) trechos de meandros comprimidos; d) estreitamento e alargamento de fundos de vales com preenchimento aluviais; e) represamentos com desenvolvimento de trechos embrejados e f) curvas e voltas abruptas na drenagem.

3.1 Os *knickpoints* como feições fundamentais na identificação da dinâmica evolutiva diferencial em uma bacia de drenagem

Os *knickpoints* são identificados na paisagem como “degraus”, de diferentes dimensões, ao longo de um perfil longitudinal do rio e cujo comportamento é reconhecido pelas características de fluxo. De acordo com Crosby & Wipple (2004), *knickpoints* estão associados com a dinâmica de ajustamento de canais fluviais que acompanham alterações climáticas e

tectônicas, porém, estas associações se tornam difíceis uma vez que se precisa levar em consideração tanto circunstâncias estáticas (ex: diferenciações do substrato) quanto dinâmicas (ex: capturas fluviais) que, também, dão origem a essa feição morfológica. Os autores supracitados apontam para a necessidade de se estudar o ritmo de retração e o padrão de distribuição dos *knickpoints* no contexto da rede de drenagem, e não somente em canais simples isolados, para que se possam compreender os tempos de resposta da paisagem às forças externas e a história de transporte e descarga de sedimentos em bacias fluviais.

Na área analisada os *knickpoints* encontram-se concentrados na porção NE, principalmente na carta Nossa Senhora do Amparo (35,8%). A partir do mapeamento de feições de níveis de base locais (*knickpoints*), realizado para a região dos compartimentos de colinas da bacia do rio Bananal (SP/RJ), Eirado Silva *et alii* (1993) apontam que as diferenças de litologia não são a condicionante mais efetiva na formação desta feição geomorfológica, tendo os componentes estruturais (foliação e fraturas) maior significado na geração dos *knickpoints*.

Foram registrados um total de 67 *knickpoints* associados à retenção da sedimentação quaternária (Tabela 1; Figura 2). A grande concentração destas feições nas cartas Nossa Senhora do Amparo e Volta Redonda, nas quais o número de *knickpoints* soma mais de 50 % do total mapeado em toda a área de estudo. Esta constatação pode sugerir uma condição de (des)equilíbrio da rede de drenagem, assim como da dinâmica de sedimentação ao longo dos rios onde encontramos o maior número destas feições.

CARTA TOPOGRÁFICA	KNICKPOINTS IDENTIFICADOS	%
São José do Barreiro	6	9.0
Bananal	8	11.9
Volta Redonda	16	23.9
Agulhas Negras	6	9.0
Resende	7	10.4
Nossa Senhora do Amparo	24	35.8

Tabela 1 Distribuição das 67 feições de *knickpoints* por cartas topográficas analisadas.

Anomalias de Drenagem e Evolução da Paisagem no Médio Vale do Rio Paraíba do Sul (RJ/SP)

Telma Mendes da Silva; Hevelyn da Silva Monteiro;
Marcela Andrade Cruz & Josilda Rodrigues da Silva de Moura



A

B



C

Figura 2 A *knickpoint* no afluente do rio Vargem Grande; (B) e (C) Retenção da sedimentação quaternária acima do *knickpoint* (A) - (Bananal – SP). Fotografias acervo NEQUAT/UFRJ (2006).

No ribeirão do Patriarca que corresponde a uma bacia de 4ª ordem que drena em direção ao rio Preto e que possui forte encaixamento e pequena extensão, a presença dos *knickpoints* compõe o quadro da condição de “desequilíbrio” em suas condições morfodinâmicas atuais. Na bacia do rio Turvo, de drenagem hierárquica superior e que corta de E-W toda a extensão da carta, os *knickpoints* estão distribuídos ao longo de toda a bacia, com uma significativa concentração em seu baixo curso, principalmente, associado aos compartimentos de desnivelamento altimétrico da classe de 100-200m (correspondentes as unidades morfológicas de morros). É exatamente no baixo curso do rio Turvo que são mapeadas falhas de extensão regional segundo a orientação NE que podem ter relação direta com a maior frequência destes *knickpoints*.

Nas cartas São José do Barreiro, Bananal, Resende e Agulhas Negras os *knickpoints* estão associados aos compartimentos de maior desnivelamento altimétrico (degraus reafeiçoados e/ou degraus escarpados) e nas cartas São José do Barreiro e Bananal quase a totalidade dos *knickpoints* associam-se à

retenção da sedimentação quaternária situados na escarpa da Serra da Bocaina ou embutidos nas feições de degraus reafeiçoados, correspondendo a controles da estrutura geológica.

3.2 Os fenômenos de capturas fluviais e a (re)organização da rede de drenagem

As capturas de drenagem ocorrem quando um canal erode mais agressivamente que o outro adjacente, capturando sua descarga por interceptação (Christofoletti, 1980; Summerfield, 1991; Bishop, 1995). O rápido potencial erosivo do canal encontra-se ligado ao aumento na declividade do gradiente, sobretudo devido a processos tectônicos e/ou por erosão em rochas menos resistentes. As capturas são identificadas por **cotovelos** (ponto de captura, sempre em ângulo reto indicando a direção da mudança do canal), **vales secos** ou vales abandonados que surgem após a captura, entre outras feições e podem ocorrer por **decapitações** (capturas em direção à montante, definindo-se como o mais agressivo processo de erosão remontante) - Figura 3A - ou por **desvios** (migração lateral do canal, onde o rio é empurrado para dentro da bacia adjacente, devido a tectonismo ou fluxos catastróficos) - Figura 3B e 3C.

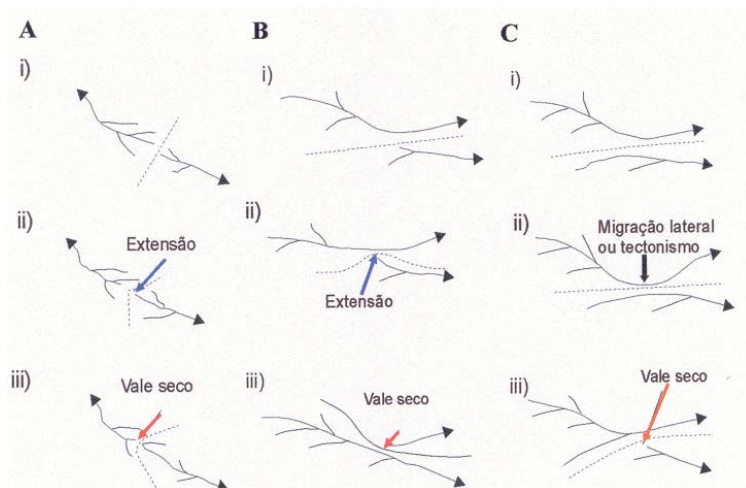


Figura 3 Formas de rearranjo de drenagem através de captura vistas em planta. A linha tracejada é o divisor da drenagem. (A) capturas por extensão da cabeceira, (B) e (C) capturas através de invasão lateral de uma bacia de drenagem adjacente, ou através de extensão de cabeceira de um tributário (B) ou migração lateral de um rio para capturar um tributário adjacente (C). Em todas as situações espera-se rejuvenescimento de cabeceira do rio capturado no ponto de captura ou a montante deste. Modificado de Bishop (1995).

Além dessas evidências, feições de reentrância de anfiteatros (*hollows*) são interpretadas como prelúdio da captura de drenagem. Estas podem indicar que a cabeceira de drenagem encontra-se próxima do divisor. Além disso, a alta densidade de drenagem pode ser um indicativo de que existem mais cabeceiras de drenagem potencialmente sujeitas à erosão remontante e destruição do divisor, ou seja, áreas potenciais de capturas fluviais.

Muitas vezes a presença da feição de **divisores rebaixados** (Figura 4) está associada com a dinâmica de alteração da paisagem que envolve fenômenos acionados por eventos neotectônicos no MVPS: os eventos de reativação tectônica durante o Holoceno, que estão associados à movimentação e basculamentos de blocos, foram os principais mecanismos de rebaixamento dos divisores entre bacias de drenagem adjacentes. Segundo Silva (1991), sua gênese está ligada ao processo de erosão acelerada nas cabeceiras de drenagem que promovem a destruição dos interflúvios e desencadeiam o fenômeno de inversão do relevo interanfiteatros depois do deslocamento dos divisores d'água para os segmentos de complexos de rampa. Ao analisarmos a distribuição espacial destas feições percebemos com nitidez a concentração destas no setor da depressão interplanáltica do médio Paraíba do Sul (Silva, 2002) correspondente às cartas de Bananal, Nossa Senhora de Amparo e Volta Redonda, com um total de 110 feições das 140 identificadas (Tabela 2).



Figura 4 Divisor rebaixado na bacia do córrego Bocaina (Bananal-SP). Fotografia acervo NEQUAT/UFRJ (2006).

Tabela 2 Distribuição das 140 feições de divisores rebaixados por cartas topográficas analisadas.

É possível associar a presença das feições de divisores rebaixados com uma dinâmica de alteração da paisagem que envolve fenômenos acionados por reajustes neotectônicos. No caso do MVPS os eventos de reativação tectônica durante o Holoceno, que estão associados à movimentação e basculamentos de blocos, foram os principais mecanismos que acionaram o rebaixamento dos divisores entre bacias de drenagem adjacentes. O rebaixamento contínuo dos divisores entre duas drenagens pode gerar ainda o fenômeno de captura fluvial, que será responsável por um (re)arranjo neotectônico dos sistemas de drenagem.

Para a área em estudo foram identificados 27 divisores rebaixados e/ou planos associados a esta distribuição por carta topográfica observada nos setores mais rebaixados da região, compostos por planícies fluviais, colinas e morros. O trecho apresentado na figura 5 mostra a distribuição desta anomalia concentrada sobre a morfologia de planícies fluviais e captura com o trecho da carta topográfica correspondente, onde se pode observar a mudança brusca da direção do canal capturado (1) para o canal captador e o trecho de divisor plano (correspondente à feição de planície fluvial) em posição atual de divisor de drenagem. Os perfis fluviais realizados demonstram o comportamento mais suave para o rio capturado (1), enquanto o rio captador apresenta-se mais íngreme ou mais encaixado e, portanto, mostrando o poder erosivo mais intenso desta drenagem o que propiciou uma destruição do divisor de drenagem e a captura do braço de drenagem adjacente. Este comportamento dos perfis dos rios mostrou-se bastante homogêneo para todos os outros pontos de capturas analisados, demonstrando um mecanismo típico da região e que certamente foi acionado por toda uma recente reativação de estruturas geológicas regionais.

CARTA TOPOGRÁFICA	DIVISORES REBAIXADOS IDENTIFICADOS
Bananal	12
Volta Redonda	43
Aguilhas Negras	31
Resende	7
Nossa Senhora do Amparo	11
Nossa Senhora do Amparo	36

Tabela 3 Distribuição das 27 feições de divisores rebaixados/ planos associados a capturas fluviais por cartas topográficas analisadas.

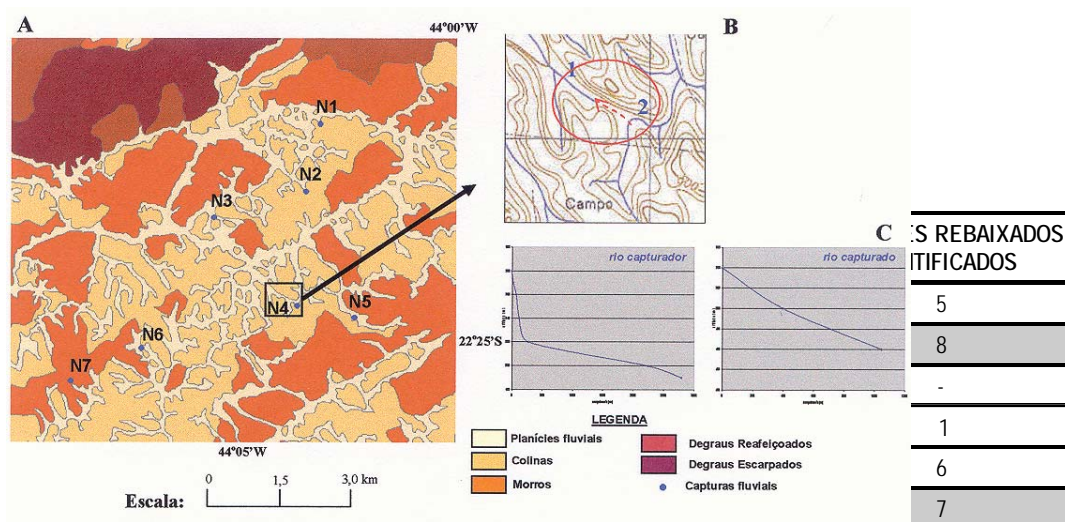


Figura 5 (A) Trecho da carta geomorfológica de Nossa Senhora do Amparo. N1... N7 – pontos com marcação das capturas fluviais identificados; (B) Trecho da carta topográfica correspondente a captura N4: 1 – rio capturado e 2 – rio capturador; (C) Perfis fluviais dos rios envolvidos na anomalia de captura fluvial.

Uma outra feição que está associada ao mecanismo de erosão remontante de cabeceiras de drenagem são os **divisores planos**. Tais feições estão associadas a eventos de sedimentação quaternária em que antigos fundos de vale e/ou reentrâncias de cabeceiras de drenagem sofreram o processo de colmatagem devido ao excesso de sedimentos que foram retirados das encostas ao longo de um período de grande “instabilidade” da paisagem durante o Neógeno (Moura, 1990).

No compartimento deprimido entre as bacias dos rios Barreiro de Baixo e Doce-Piracema-Turvo (Figura 6) as feições de divisores planos estão alinhadas indicando um possível controle tectônico mostram que o divisor entre as duas bacias de drenagem supracitadas sofreu deslocamento em direção à calha do rio Barreiro de Baixo, registrado pela presença de rampas de alúvio-colúvio (Figura 7) em posição atual de divisor plano.

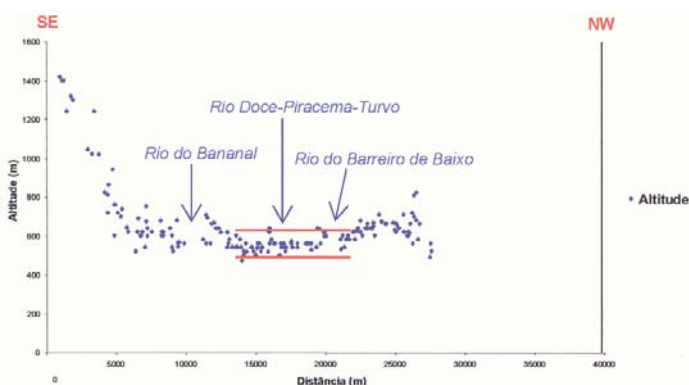


Figura 6 Perfil de pontos transversal às bacias dos rios do Bananal, Doce-Piracema-Turvo e do Barreiro de Baixo localizado na carta topográfica de Bananal e São José do Barreiro (1:50.000), mostrando os divisores rebaixados entre bacias de drenagem.

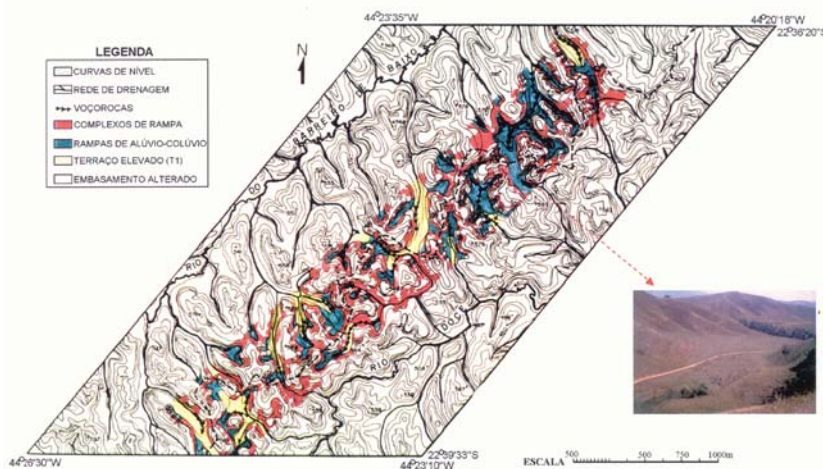


Figura 7 Mapeamento de feições morfológicas quaternárias realizado para um trecho do divisor entre as bacias dos rios do Barreiro de Baixo e Doce-Piracema-Turvo, a partir de fotografias aéreas na escala 1:25.000. A foto em destaque mostra a visão panorâmica da morfologia de divisor plano, correspondente à feição morfológica de rampa de alúvio-colúvio (Fotografia acervo NEQUAT/UFRJ, 1994).

Das 315 feições de divisores planos mapeadas, 196 estão localizadas ao sul da carta de Resende, sendo que, 129 (41%) estão concentradas na carta Bananal (Tabela 4).

Tabela 4 Distribuição das 315 feições de divisores planos por cartas topográficas analisadas.

4 Conclusões

A distribuição das feições morfológicas analisadas demonstra um forte controle das estruturas que seguem a orientação NE-SW que foram foras preferenciais de reativação ao longo do Neógeno. Tal colocação pode ser corroborada pelo forte alinhamento do relevo, identificados na região pelos compartimentos topográficos mais distais com a foliação principal das rochas metamórficas que anoram na região.

CARTAS TOPOGRÁFICAS	DIVISORES PLANOS IDENTIFICADOS
Bananal	129
Volta Redonda	39
Aguas Negras	8
Resende	42
Nossa Senhora do Amparo	69

A análise da distribuição dos *knickpoints* associados à sedimentação quaternária permitiu que identificássemos um fator controlador da sedimentação dentro dos compartimentos de maior desnivelamento altimétrico (Degraus Reafeiçoados e/ou compartimentos geomorfológicos de transição e Degraus Escarpados) onde, teoricamente, teríamos a atuação de processos erosivos mais intensos. O comportamento dos *knickpoints* varia ainda de acordo com a litologia a qual ele está associado, ou seja, o recuo mais ou menos acelerado desta feição para montante está condicionado às diferenças litológicas do substrato e, também, a presença de estruturas que se intersectam.

Cabe ressaltar, que na natureza existem *knickpoints* de diferentes formas e dimensões e a escala do mapeamento pode interferir diretamente no levantamento das feições que ocorrem em uma determinada área. No contexto da bacia de drenagem a presença dos *knickpoints* pode representar uma fase de reajustamento da drenagem que será tão intensa quanto maior a quantidade deles ao longo dos perfis dos canais. O avanço dos *knickpoints* pode e deve

ser monitorado para que se possa compreender a dinâmica de evolução da bacia, assim como outras feições geomorfológicas tais como vales suspensos, capturas de drenagem, vales ou trechos de vales abandonados, canais fortemente incisivos sobre terraço recente e divisor plano e/ou rebaixado, também devem ser mapeados, monitorados e entendidos dentro do contexto da bacia de drenagem.

Na área em estudo, o maior número de divisores de drenagem rebaixados e divisores rebaixados e/ou planos associados aos fenômenos de capturas fluviais entre bacias de drenagem adjacentes estão localizados nos compartimentos geomorfológicos mais rebaixados compostos por feições de **colinas e planícies fluviais** da Depressão Interplanática do Médio Paraíba do Sul (DIMPS – Silva, 2002).

Estes compartimentos deprimidos parecem ter sido movimentados durante o Neógeno submetendo bacias de drenagem adjacentes a dinâmicas distintas. Houve uma retomada erosiva intensa em direção às cabeceiras de drenagem de bacias que se encontravam em situações topográficas mais elevadas e com significativa retenção da sedimentação quaternária. A destruição dos divisores levou, em alguns casos, a capturas de canais fluviais da bacia adjacente e deixando antigos eixos de drenagem preenchidos pela sedimentação quaternária a feição de divisor, como pode ser visualizado na Figura 7 no trecho do divisor entre as bacias dos rios Doce-Piracema-Turvo e São José do Barreiro.

No MVPS existe ainda um alinhamento das capturas identificadas na direção NE-SW que são coincidentes com as estruturas Pré-Cambrianas subjacentes, reativadas pela tectônica Meso-Cenozóica (Sanson *et alii*, 2005) e que, por sua vez, merece uma análise mais aprofundada visando dimensionar o papel das estruturas geológicas no (re)arranjo dos sistemas de drenagem na região. Muitos autores que trabalham nesta área já indicaram que a rede de canais em escala regional está fortemente controlada pelas influências lito-estruturais o que faz com que grande parte dos canais corra preferencialmente em eixos de fraturas ou de foliação/bandamento de rochas metamórficas, ou ainda sobrepostos a diques de rochas básicas (Coelho Netto *et alii*, 1992). Já Mello *et alii* (1999) discutem a influência de mecanismos neotectônicos no desenvolvimento de capturas fluviais, através da associação de levantamentos estratigráficos aos dados estruturais.

5 Referências

- Bishop, P. 1982. Stability or change: a review of ideas on ancient drainage in eastern New South Wales. *Australian Geographer*, 15: 219-230.
- Bishop, P. 1995. Drainage rearrangement by river capture, beheading and diversion. *Progress in Physical Geography*, 19(4): 449-473.
- Christofoletti, A. 1980. *Geomorfologia*. São Paulo, Ed. Edgard Blücher. 174p.
- Coelho Netto, A. L. & Avelar, A.S. 1992. Fluxos d'água subsuperficiais associados a origem das formas côncavas do relevo. In: CONFERÊNCIA BRASILEIRA SOBRE ESTABILIDADE DE ENCOSTAS/COBRAE, 1, Rio de Janeiro, 1992. *Anais*, Rio de Janeiro. v. 2, p. 709-719.
- Cotton, A. 1968. *Geomorphology*. London, Witcombe & Tombs Limited. 187p.
- Crosby, B.T & Whipple, K.X. 2004. The role of knickpoints in the Waipaoa River: basin-wide communicator of base level fall or consequence of an erosional threshold? *Geological Society of America - Abstracts with Programs*, 36(5): 305.
- Doornkamp, J.C. 1986. Geomorphological approaches to the study of Neotectonics. *Journal of the Geological Society of London*, 143: 335-342.
- Eirado Silva, L.G.; Dantas, M.E. & Coelho Neto, A.L. 1993. Condicionantes Lito-Estruturais na Formação dos Níveis de Base Locais (“knickpoints”) e Implicações Geomorfológicas no Médio Vale do rio Paraíba do Sul (RJ/SP). In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO SUDESTE, 3, Rio de Janeiro, 1993. *Atas*, Rio de Janeiro, SBG/Uerj, p. 96-101.
- Gerasimov, I.P. & Mescherikov, J.A. 1968. Morphostructure. In: FAIRBRIDGE, R.W. (ed). *The Encyclopedia of Geomorphology. Encyclopedia of Earth Sciences*. Pennsylvania, Dowden, Hulchinson & Koss Inc., p. 731-732.
- Gontijo, A.H.F. 1999. *Morfotectônica do médio vale do rio Paraíba do Sul: região da serra da Bocaina, Estados de São Paulo e Rio de Janeiro*. Programa de Pós-Graduação em Geologia, Universidade Estadual de São Paulo – Campus Rio Claro, Tese de Doutorado. 259p.
- Howard, A.D. 1967. Drainage analysis in geologic interpretation: summation. *Bulletin American Association of Petroleum Geologist*, 51(11): 2246-2259.
- Mello, C. L.; Metelo, C. M. S.; Rodrigues, L. F. & Carmo, I. O. 1999. Controles neotectônicos na evolução de sistemas de capturas fluviais no médio vale do rio Paraíba do Sul. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO SUDESTE, 6, São Pedro, 1999. *Boletim de Resumos*, São Pedro, SBG/UNESP, p.85.

- Moura, J.R.S. 1990. *As Transformações Ambientais do Quaternário Tardio do Médio Vale do Rio Paraíba do Sul (SP/RJ)*. Programa de Pós-Graduação em Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Tese de Doutorado. 263p.
- Saadi, A. 1991. *Ensaio sobre a morfotectônica de Minas Gerais*. Belo Horizonte. Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Tese Professor Titular. 285p.
- Sanson, M.S.R.; Gomes, L.C. & Mello, C.L. Reativações neotectônicas ao longo de zonas de falha neoproterozóicas na região do médio vale do rio Paraíba do Sul, entre Volta Redonda (RJ) e Bananal (SP). In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ESTUDOS TECTÔNICOS, 10, Curitiba, 2005. *Boletim de resumos expandidos*, Rio de Janeiro, SBG, v. 1, p. 213-215.
- Silva, T.M. 1991. *Evolução Geomorfológica e Sedimentação de Canais Erosivos Holocênicos no Médio Vale do Rio Paraíba do Sul*. Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Dissertação de Mestrado, 165p.
- Silva, T.M. 2002. *A Estruturação Geomorfológica do Planalto Atlântico no Estado do Rio de Janeiro*. Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Tese de Doutorado, 263p.
- Summerfield, M.A. 1991. *Global Geomorphology*. New York, John Wiley & Sons, 537p.