



CAPTURA DE DRENAGEM E PROCESSOS EROSIVOS NO MÉDIO VALE DO RIO PARAÍBA DO SUL – MG/RJ.

Therence Paoliello de Sarti^{1 2}

Marcelo Vargas e Silva Castanheira^{1 2}

Clara Machline R. de Oliveira^{1 2 3}

Ilana Parga Nina^{1 2}

Ricardo de Oliveira Dart¹

Marcelo Motta de Freitas^{2 4}

Palavras-chave: Captura de drenagem; Voçorocas; Paraíba do Sul.

Eixo 5: Análise e Diagnóstico de Processos Erosivos

INTRODUÇÃO

A evolução do relevo é um tema explorado por poucos autores nas últimas décadas. No entanto esta discussão é bastante importante para o entendimento das dinâmicas erosivas sob diferentes paisagens, bem como de porções do mosaico geomorfológico, dentro delas. As questões sobre captura de drenagem, sobre as quais trata este artigo, merecem atenção, por contemplarem duas necessidades de avanço científico: a evolução da paisagem pelo recuo da rede de drenagem e os efeitos locais, a partir do desenvolvimento de processos erosivos.

Ao longo de uma bacia hidrográfica existem diferentes fatores que condicionam a evolução das vertentes e a produção de suas formas. Existe uma constante interação entre agentes exógenos, referentes aos processos climáticos e os endógenos, referentes à tectônica e a formação das rochas.

Os níveis de base locais (“*knickpoints*”) são estruturas preponderantes no sentido de controlar “os processos de erosão e sedimentação nas bacias fluviais” (Eirado Silva *et al*, 1991). Quem primeiramente introduz o conceito de nível de base é Powell (1875 *in* Eirado Silva *et al*, 1991), definindo-o como uma superfície pela qual a drenagem não pode mais dissecar o relevo. Gilbert (1887 *in* Eirado Silva *et al*, 1991) destaca a importância dos condicionantes lito-estruturais na formação dos “*knickpoints*” e no controle da rede de

¹ Graduando do Departamento de Geografia da PUC-Rio. Rua Marquês de S. Vicente, 255. CEP 22453-900. Rio de Janeiro, RJ.

² Morphotektos/ UERJ

³ PET-GEO/ PUC- Rio

⁴ Prof.Dr. do Departamento de Geografia da PUC-Rio



drenagem. Penk (1953 *in* Eirado Silva *et al*, 1991) definindo knickpoints como “seções íngremes do perfil longitudinal de um canal controladas por um substrato rochoso e sua gênese também pode estar associada a uma litologia homogênea onde estes propagam-se a montante”. Eirado Silva *et al* (1991), no Vale do Rio Paraíba do Sul (nos estados RJ, SP, MG), aponta para o fato de que os níveis de base produzidos por diferentes litologias ocorrem quando os canais fluviais deixam de correr paralelamente ao alinhamento dos minerais e passam a correr orientados pelas fraturas.

As redes de drenagem exercem o trabalho de incisão e de alargamento de seus canais, enquanto que os níveis de base locais, segundo o autor exercem “um controle marcante na dissecação diferencial das bacias fluviais, produzindo vales suspensos a montante. Nestes segmentos da bacia verifica-se uma tendência de retenção de sedimentos e geração de extensos alvéolos imediatamente a montante dos “*knickpoints*”, funcionando como uma barragem natural ao transporte da carga de sedimentos”. Estes depósitos são superfícies aplainadas compostas de sedimentos que entulham o fundo de vale, associados a diminuição da energia de transporte dada pela presença do nível de base local.

Os níveis de base locais definem, portanto, duas condições distintas, uma de agradaciação de sedimentos, quando o nível de base está fixo, ou seja, não está sendo erodido, e outra de degradação, quando os níveis são rebaixados (Sparks 1986 *in* Moura, 2001). Na agradaciação, o processo de formação de alvéolos com suas planícies de inundação e o recuo lateral das encostas se sobressaem em detrimento à incisão do canal. Já na degradação do nível de base o processo de incisão entra em atividade formando uma nova planície de inundação, transformando a antiga, em um terraço fluvial, retrabalhando seus sedimentos. Leopold *et al*, (1964 *in* Bigarella & Mousinho, 1965) define os terraços fluviais como sendo “uma planície de inundação abandonada”. Sendo assim estes são testemunhos de um paleo-canal existente em uma antiga fase de agradaciação.

O processo de rebaixamento dos níveis de base e a formação destes terraços fluviais fazem com que sejam expostos dutos (‘pipes’) associados à hidrologia das encostas e fundos de vale. Estes dutos direcionam os fluxos sub-superficiais das áreas concentradoras nas encostas e nos terraços que convergem para o canal de drenagem. O entalhe promovido pela incisão fluvial deixa expostas faces de exfiltração, que permitem a saída de fluxos oriundos do escoamento subsuperficial nas camadas do solo e do aquífero, que drena pelas fraturas do substrato geológico. Segundo Coelho Netto *et al* (1997) as fraturas funcionam como planos de alívio para os aquíferos gerando poro-pressões críticas nas faces de exfiltração. Este processo é capaz de remover o material do regolito criando túneis



erosivos, que quando abertos à superfície, dão origem às voçorocas. Para Berry e Ruxton (1960 *in* Guerra, 2001) quando chuvas pesadas provocam fluxos de água, em subsuperfície, há a remoção de grandes quantidades de sedimentos, aumentando o diâmetro desses dutos e fazendo com que haja o colapso do material situado acima, gerando o voçorocamento.

Em última análise, o processo de voçorocamento consiste na expansão da rede de drenagem ampliada pela forma de erosão incisiva. Os processos tectônicos responsáveis pelo soerguimento e rebaixamento de blocos continentais, promovem, entre outros efeitos, o rebaixamento de níveis de base. Este desencadeia processos erosivos nas planícies de inundação gerando os terraços fluviais, a partir da expansão de voçorocamentos pelo fundo de vale. Esta expansão de voçorocas, muitas vezes pode atingir as encostas nas áreas de cabeceiras de drenagem (Accioly, 1999).

OBJETIVO

O presente trabalho, portanto, tem como objetivo investigar o processo de voçorocamento na bacia do Rio Santa Fé e sua relação com o rebaixamento de níveis de base, comparando-a à bacia adjacente do rio Chiador, ambas na fronteira dos Estados de Rio de Janeiro e Minas Gerais, nos arredores da cidade de Três Rios no médio vale do Paraíba do Sul.

ÁREA DE ESTUDO

A área em estudo, localizada no Médio Vale do Paraíba do Sul, está situada geologicamente na Faixa Móvel Ribeira, no domínio tectônico do complexo Juiz de Fora, formado por rochas metamórficas, principalmente paragneisses de alto grau formada por diversas fases deformacionais desde o proterozóico ao cenozóico.

A região está situada próxima ao rio Paraíba do Sul, entre a Serra do Mar e a Serra da Mantiqueira, com a predominância do relevo de colinas, caracterizado pela presença de morrotes isolados com feições côncavas e convexas. (figura 1)

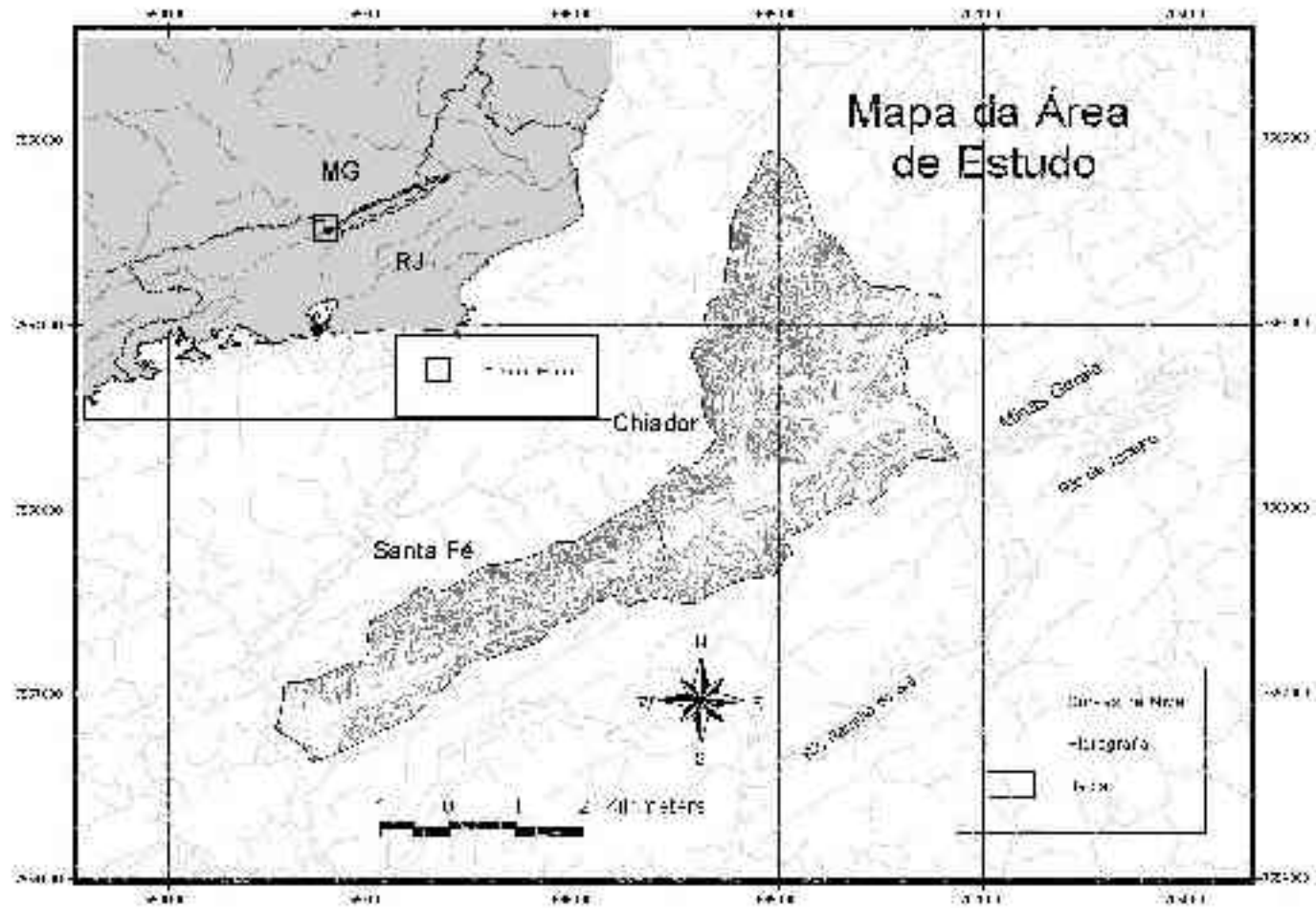


Figura 1: Mapa da Área de Estudo



Dentro desta área foram selecionadas as bacias dos rios Santa Fé e Chiador, sendo a primeira, afluente do Rio Paraibuna, importante drenagem na fronteira Rio de Janeiro-Minas Gerais, e a segunda, afluente direta do rio Paraíba do Sul. Os rios Santa Fé e o Chiador possuem uma rede de drenagem com um padrão dendrítico arborescente, de baixa ordem hierárquica (3ª ordem). A baixa declividade de seus fundos de vale garante a ocorrência de extensos alvéolos, sendo a bacia do rio Chiador controlada por um *knickpoint* próximo à sua foz no rio Paraíba do Sul. O rio Santa Fé possui características bastante semelhantes ao Chiador, porém com um alvéolo de menor proporção e foz no rio Paraibuna que posteriormente alimenta o rio Paraíba do Sul. As bacias são adjacentes por suas cabeceiras, possuindo um divisor de águas rebaixado, situado na vila de Penha Longa.

Quase toda a vegetação da área é constituída de pastos, com raríssimos e pequenos fragmentos da Mata Atlântica secundária, remanescentes da utilização maciça de seus recursos pelo homem.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Os procedimentos utilizados para realização do trabalho consistiram em sucessivos trabalhos de campo, onde foram levantados os processos erosivos ocorrentes nas duas bacias selecionadas, além de mapeamentos das feições erosivas e deposicionais.

Os mapeamentos foram conduzidos a partir de um mapa topográfico elaborado em ArcView, com base na escala de 1:50000, da Carta Três Rios do IBGE. A partir do mapa básico, foi gerado, com o auxílio de fotos aéreas de escala 1:30.000, da CEMIG, o mapa de voçorocas e terraços fluviais, no qual foram identificadas e demarcadas estas feições e posteriormente passados para papel poliéster através da utilização de um estereoscópio, para então serem digitalizadas. O mapa hipsométrico das bacias também foi gerado pelo mesmo programa, destacando diferentes altitudes, de acordo com as seguintes classes: abaixo de 280m, entre 280-300m, entre 300-400m e acima de 400m. O destaque dado à curva de 280m é relativo a ocorrência do *knickpoint* que suspende a bacia do Chiador.

Além dos mapeamentos foram feitos os perfis longitudinais com varredura de topos em ambas bacias. O perfil longitudinal foi produzido a partir da representação do canal fluvial em um plano, determinando os pontos em que este ultrapassa curvas de nível, respeitando suas respectivas altitudes. Junto a este perfil foram marcados os topos que formam os divisores de água da bacia com objetivo representar a erosão causada pelo canal.



Para a identificação da relação da orientação da drenagem com as estruturas do substrato geológico foram elaboradas rosetas, para cada bacia. Sobre o mapa da rede de drenagem na escala 1:50.000, cobriu-se a extensão dos segmentos de drenagem, tendendo a retilizá-los, marcando com cores diferentes as direções predominantes. A partir da soma de segmentos de mesma orientação calculou-se suas representações em percentuais e assim plotadas em gráficos de valores concêntricos (rosetas).

Estes resultados foram integrados e analisados para elaboração das relações entre os processos erosivos na área com o efeito dos processos de rebaixamento do nível de base.

RESULTADOS

A litologia e as estruturas do arcabouço geológico do Médio Vale do Paraíba do Sul possuem sua origem em um processo dúctil associada à Orogênese Brasileira (neoproterozóico/ordoviciano), responsável pelo soergimento de “um complexo cinturão de dobramentos e empurrões” (Heilbron *et al*, 2000), na formação do supercontinente Gondwana. Seguem-se outros dois movimentos rúpteis extensionais referentes a abertura do Atlântico e ao rifteamento continental no Neocretáceo-Paleogeno.

Estas deformações são responsáveis por estruturas tectônicas marcantes no substrato geológico desta região, destacando-se o *strike* da foliação das rochas com direção principal NE-SW. Além das estruturas proterozóicas, vale ressaltar ainda a ocorrência de falhamentos de orientação, predominantemente, N-S.

A abertura do Atlântico e o processo de rifteamento continental (cenozóico) produziram uma marcante alteração na configuração das estruturas existentes, através de um conjunto de fraturas nas direções NW-SE, perpendiculares ao *strike* das camadas, além da direção NE-SW, paralela ao *strike* e ainda, secundariamente, das direções NNW-SSE, oblíquas ao *strike* e ao *DIP* (Eirado Silva *et al*, 1991).

Esta reorganização dos blocos crustais, associadas a heterogeneidade litológica, define uma dissecação diferencial dos sistemas de drenagem com uma compartimentação geomorfológica atrelada à ocorrência de *knickpoints*. Em Coelho Netto *et al*, (1997) encontramos este processo como principal na redefinição do sistema de drenagem por meio de rebaixamento de nível de base, inversão de relevo, capturas de drenagem e reencaixe da rede de canais.

O efeito desta reorganização tectônica nas bacias em estudo, de acordo com as rosetas de orientação de drenagem, demonstra direções predominantes nas bacias dos rios



Santa Fé e Chiador (Figuras 2^a e 2b). Nelas é possível perceber a predominância da direção NE-SW, 67,5% em direção SW na bacia do rio Santa Fé e 31,2% para NE e 11,9% para SW na bacia do Chiador, fato que se estende a toda região do Médio Vale do Paraíba do Sul. Esta configuração demonstra que a drenagem destas bacias possui a predominância do controle estrutural fornecido pelo *strike* da foliação. A direção N-S também mostra-se bastante presente, com 22,2% dos segmentos de drenagem voltados para S e 10,3% para N na Bacia do rio Chiador e com 16,3% dos segmentos de drenagem da bacia do Rio Santa Fé para S, evidenciando o controle realizado por falhas e/ou fraturas. Por fim encontramos 24,1% da drenagem do rio Chiador e 16% da drenagem do Santa Fé, orientados nas fraturas, em direção a SE.

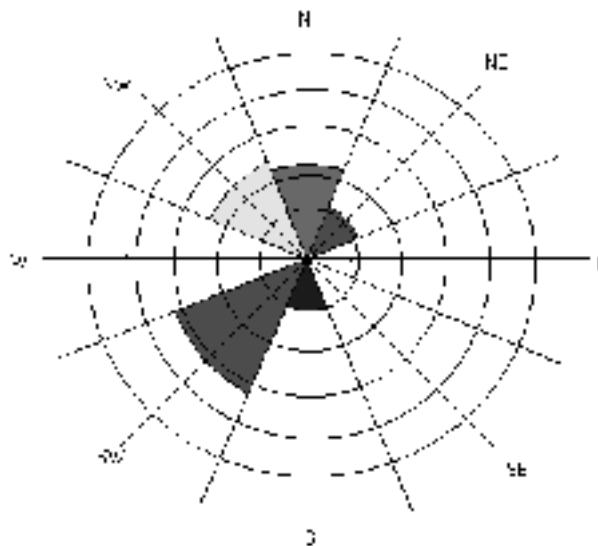


Figura 2a: Roseta referente a orientação do rio Chiador

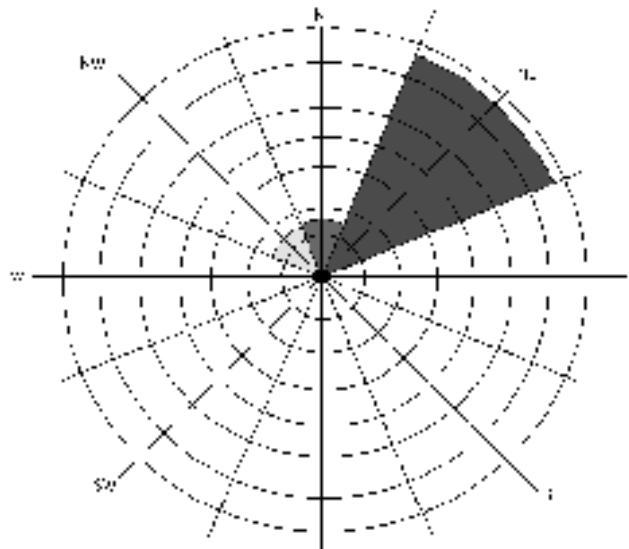


Figura 2b: Roseta referente a orientação do rio Santa Fé.

O resultado deste processo rúptil durante o cenozóico foi a mudança do nível de base geral, para o oceano Atlântico, impondo nova orientação às redes de drenagens para a nova foz do rio Paraíba do Sul. A nova configuração do nível de base geral, o soerguimento e o rebaixamento dos blocos formaram sistemas de drenagens superpostos causando a captura de diversas drenagens. Isto se reflete na bacia do rio Santa Fé, em relação ao rio Chiador, promovendo um processo de captura de drenagem em suas cabeceiras principais, invertendo a drenagem que caminhava em direção ao *knickpoint* do Chiador a 280m de altitude para o novo nível de base na foz no rio Paraibuna, a 260m de altitude. Isto fica evidente na análise do perfil longitudinal das duas bacias nas figuras 3a e 3b e no mapa hipsométrico da figura 4. O rio Santa Fé sofre um desnivelamento suave de 120 metros ao longo de aproximadamente 6,2 Km de extensão. A variação mais significativa ocorre na cabeceira do rio, onde 80m de altura são distribuídos em apenas 250m de extensão, enquanto que os outros 40m se dão ao longo dos 5950m restantes. Através da varredura de topos podemos notar a grandeza do entalhe causado pelo rio na paisagem local, evidenciada principalmente pela predominância de duas faixas de altitude de topos, a 325m e 365m.

Já no rio Chiador a análise do perfil longitudinal mostra um desnivelamento de 100m ao longo de aproximadamente 5,8 Km de extensão. A variação mais marcante se dá na foz do rio, onde a presença de um nível de base local (*knickpoint* do Chiador) provoca uma queda de 60m ao longo de cerca de 80m de extensão. Na varredura de topos a altitude predominante varia entre 335m e 365m.

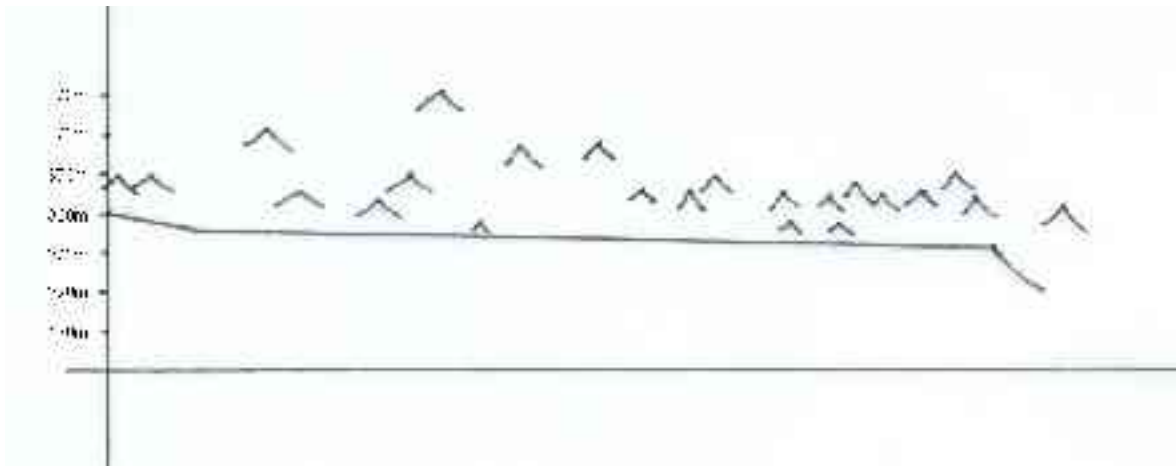


Figura 3a: Perfil longitudinal com varredura de topos do rio Chiador.

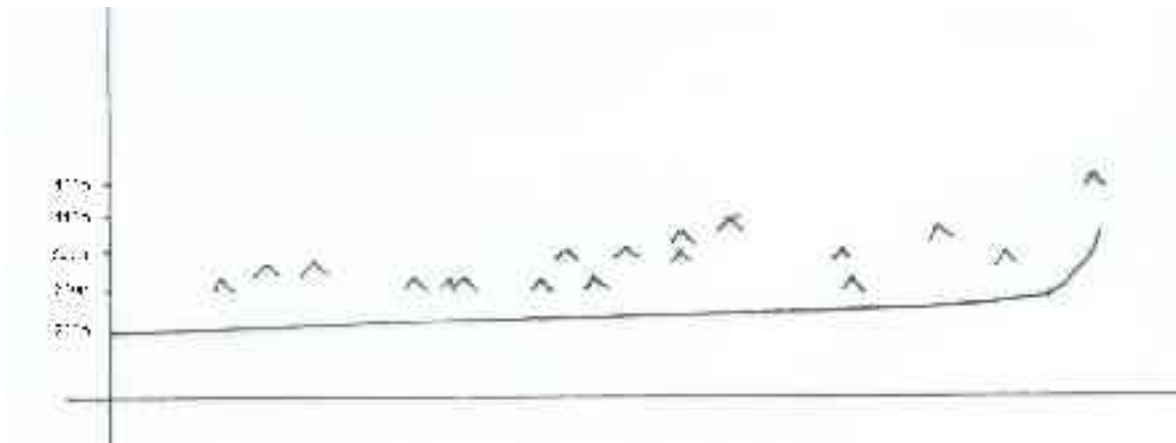


Figura 3b: Perfil longitudinal com varredura de topos do rio Santa Fé.

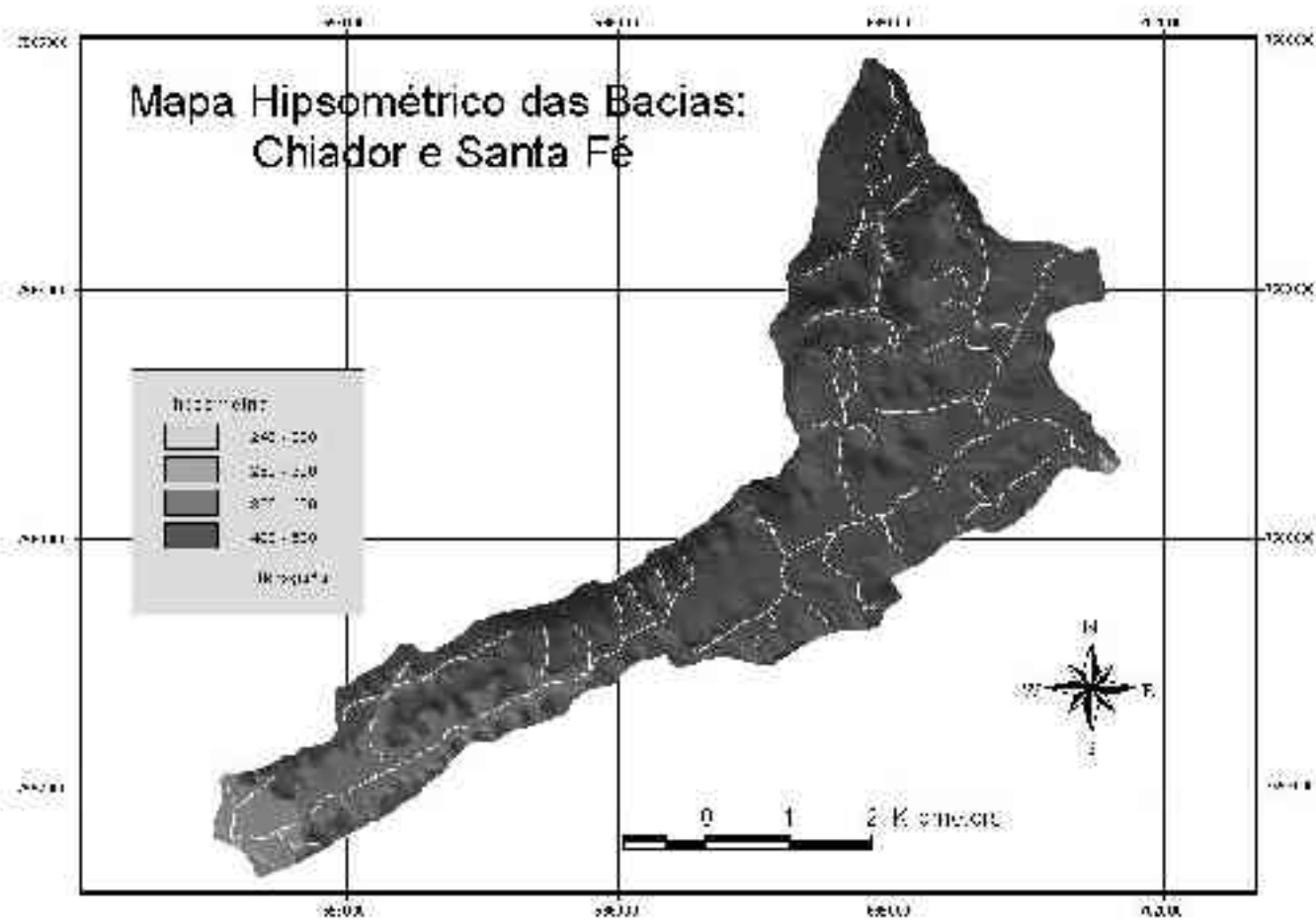


Figura 4: Mapa hipsométrico das bacias dos rios Santa Fé e Chiador.

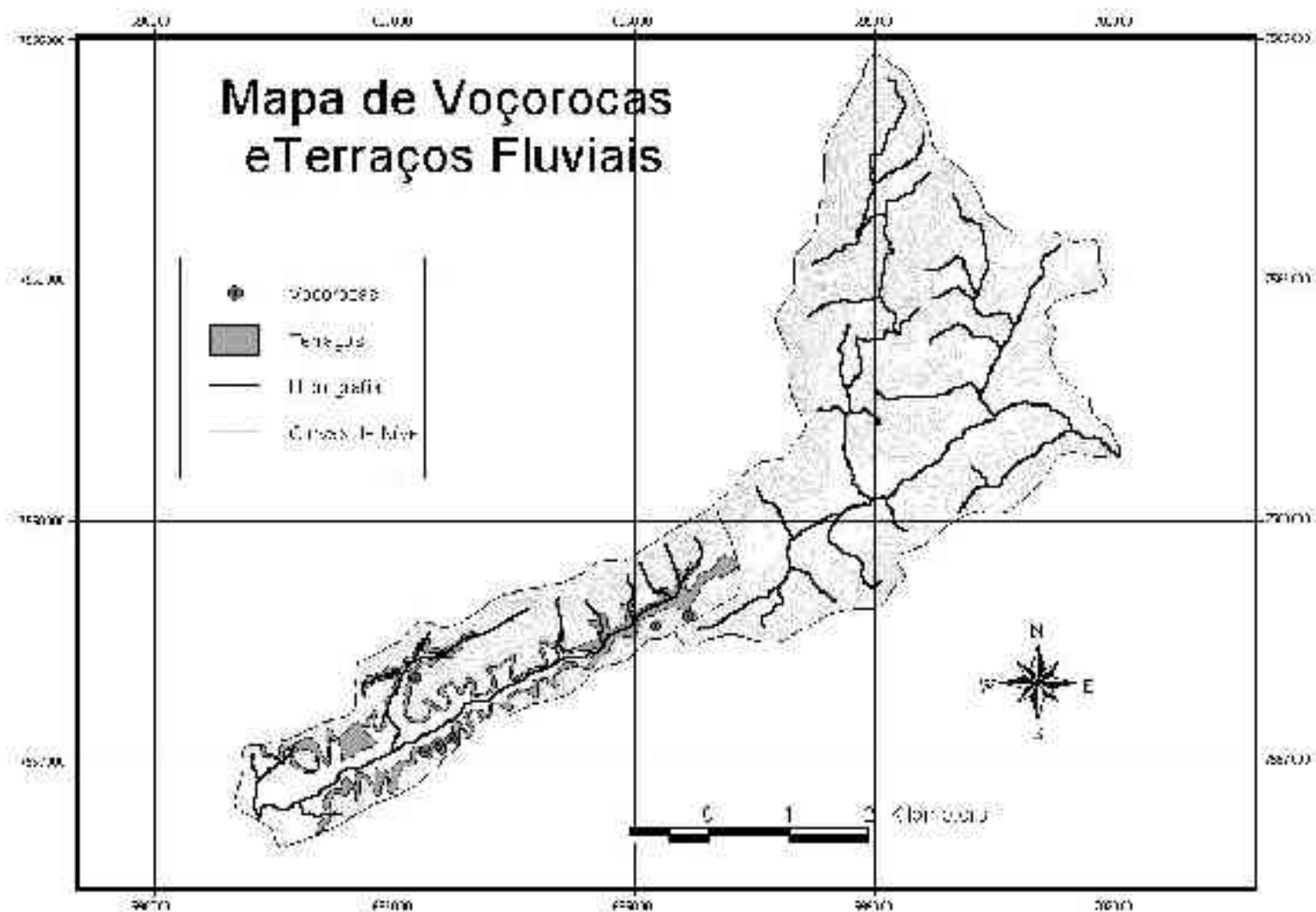


Figura 5: Mapa de voçorocas e terraços fluviais das bacias dos rios Santa Fé e Chiador.



CONSIDERAÇÕES FINAIS

O processo de abertura do Atlântico e o rifteamento continental produziram estruturas de características diferenciadas ao longo de toda bacia do rio Paraíba do Sul. Através da mudança de nível de base e da conseqüente captura de drenagem pela expansão de sua rede, foram desencadeados os processos de voçorocamento, visto, portanto, como processo natural intensificado pela existência da vegetação de gramíneas.

A bacia do rio Chiador que é controlada por um nível de base, próximo a sua foz, possui sua planície fluvial preservada com configuração anterior à abertura do Atlântico. Já na bacia do rio Santa Fé é possível observar o trabalho erosivo causado pelo rebaixamento do nível de base com o retrabalhamento do antigo pacote de sedimentos pela expansão de sua rede de drenagem, produzindo a captura da bacia do Chiador.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACCIOLY, M. Processos erosivos e preservação de áreas de risco de erosão de voçorocas. In: A. J. T. GUERRA; SILVA, A. S. & BOTELHO, R. G. M. **Erosão e conservação de solos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999, p. 57-94.

BIGARELLA, J., MOUSINHO, M. & SILVA, J. Considerações a respeito a Evolução das Vertentes In: Boletim Paranaense de Geografia, Paraná, 1965, nº16 e 17.

COELHO NETTO, A.L.; EIRADO, L. G.; MOTTA, M. & AVELAR, A. Sistemas de drenagens superpostos à estruturação do segmento central da Faixa Ribeira: Médio Vale do rio Paraíba do Sul. In: V SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO SUDESTE, 1997. **Anais**, p. 86.

EIRADO SILVA L.G.; DANTAS, M.E. & COELHO NETTO, A.L. Condicionantes Lito-estruturais na formação de níveis de base locais ("knickpoints") e implicações geomorfológicas no médio vale do rio Paraíba do Sul -RJ/SP. In: III SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO SUDESTE, Rio de Janeiro, 1991, **Anais**. p. 96-100.

GUERRA, A. J. T. Processos erosivos nas encostas. In: GUERRA, A.J.T. e CUNHA, S. B. **Geomorfologia, uma atualização de bases e conceitos**. Ed. Bertrand Brasil, 2001. 4ª Ed. p. 149-169.

HEILBRON, M.; MOHRIAK, W.; VALERIANO, C.; ALMEIDA, J.C.H.; TUPINAMBÁ, M. From collision to extension: the roots of the southeastern continental margin of Brazil. In:



MOHRIAK, W. & TANKARD, (Eds.) **Atlantic Rifts and Continental Margins, Geophysical Monograph 115**. American Geophysical Union, 2000. p.1-32.

MOURA, J. & SILVA, T. Complexo de Rampa de Colúvio. In: A. J. T. GUERRA, & CUNHA, S.B. (orgs.) **Geomorfologia do Brasil**. Rio de Janeiro: Ed. Bertrand Brasil, 2001.

AGRADECIMENTOS:

À equipe do *Morphotektos* – UERJ, sobretudo aos pesquisadores Dr. Julio Horta de Almeida, Dr. Miguel Tupinambá e Ddo. Luis Guilherme do Eirado Silva, pelas brilhantes contribuições à pesquisa e pelos trabalhos de campo;

Ao Depto de Geografia e Meio Ambiente da PUC-Rio pelo apoio ao desenvolvimento da presente pesquisa e

Ao estudante de Geografia da PUC-Rio, Pablo Maya, pela contribuição na elaboração dos mapas.