

UTILIZAÇÃO DE PARÂMETROS MORFOMÉTRICOS PARA IDENTIFICAÇÃO DE EFEITOS DEFORMACIONAIS NEOTECTÔNICOS NA SERRA DA MANTIQUEIRA: A BACIA DO RIBEIRÃO CAETÉS (MG)

Roberto Marques Neto¹; Archimedes Perez Filho²

roberto.marques@ufff.edu.br

¹Departamento de Geociências/ICH/Universidade Federal de Juiz de Fora, doutorando do Programa de Pós Graduação em Geografia da UNESP/Rio Claro; ²Prof. Titular do Instituto de Geociências da UNICAMP.

Rua Redentor, 280, Juiz de Fora/MG – CEP: 36016-070

Palavras-chave: *Neotectônica, Parâmetros morfométricos, Perfil longitudinal, Basculamento de blocos, Quaternário.*

1. INTRODUÇÃO

A gênese do alinhamento orográfico da Serra da Mantiqueira é bastante conhecida e remonta a separação entre as placas Africana e Sul Americana a partir do mesozóico, determinante de reativação tectônica causadora de soerguimento crustal acompanhado de magmatismo alcalino intrusivo gerador dos maciços de Itatiaia e Passa Quatro. O rifte responsável pela abertura do Atlântico-Sul determinou acentuado soerguimento de blocos e metamorfismo de alto grau nas rochas pré-cambrianas, com tafogenia responsável pela geração do vale do Rio Paraíba do Sul, fossa tectônica que foi recheada por sedimentação terciária e quaternária. A estrutura embasante pré-cambriana é litologicamente diversa, com predomínio de gnaisses, granitos e migmatitos com intrusões de nefelina-sienitos nos maciços alcalinos mencionados. Morfologicamente sucedem-se contrafortes contínuos e serras alongadas com orientação principal SSW-NNE limitadas por vales encaixados em pronunciado entalhe vertical, assinalando o forte controle tectônico na evolução do relevo em questão.

À atividade tectônica vinculada a abertura do *Rift* Atlântico Sul sobrepõem-se diastrofismos mais recentes vinculados ao período neotectônico, que segundo Hasui (1990) teria se instalado na Plataforma Brasileira a partir do Mioceno Médio e adentrado ao Quaternário, impondo um regime dúctil-rúptil e uma dinâmica ascensional verificada por uma série de evidências morfológicas bem marcadas no relevo e na drenagem. Capturas fluviais perpetradas pela obliteração de divisores locais por diferenças na agressividade erosiva constituem exemplos típicos, e, conforme frisa Bishop (1995), geram feições na drenagem em cotovelos bruscos (*elbow of capture*) e vales secos (*wind gaps*) herdados da drenagem pirateada. Vales acentuadamente encaixados e retilíneos, migração lateral de canais fluviais, assimetria de bacias de drenagem e modificações nos padrões básicos, entre outros, constituem evidências plausíveis de atividade tectônica recente.

A aplicação índices geomórficos e de outras técnicas interessadas na análise morfométrica do relevo e da drenagem podem ser acionadas para a averiguação da interferência da neotectônica na evolução da paisagem quaternária, conforme se verifica numa vasta coleção de teses e outras publicações. A fim de somar avanços nos estudos neotectônicos no Planalto Atlântico, particularmente na região da Serra da Mantiqueira, foi tomado por intuito acionar um conjunto sistematizado e complementar de parâmetros morfométricos e relacionar seus resultados com a atividade neotectônica recente na bacia do Ribeirão Caeté, que, com 171,01

km² é representativa dos compartimentos de relevo interiores da Serra da Mantiqueira. Os seguintes tratos foram levados a efeito: cálculo e representação do perfil longitudinal; cálculo do Índice Relação Declividade x Extensão do Curso (RDE); Fator Assimetria de Bacias de Drenagem (FA); Fator de Simetria Topográfica Transversal (T).

2. Descrição dos recursos metodológicos acionados

A obtenção do perfil longitudinal se deu pela medição dos comprimentos do vale a cada 20 metros tomando como referência os pontos de intersecção entre as linhas de drenagem e as isoípsas da carta topográfica. Foram anotadas as respectivas altitudes, valores estes posteriormente plotados em gráfico de escala aritmética, onde foram interpolados e seccionados pela linha de melhor ajuste (BURNNET & SCHUMM, 1983), que genericamente delimita as áreas de soerguimento acima de seu nível e os compartimentos subsidentes abaixo. O cálculo da relação declividade/extensão do curso (RDE), índice geomórfico concebido por Hack (1973) e reconhecidamente aplicado nas análises morfoestruturais e morfotectônicas (ETCHEBEHERE, 2000), é obtido pela fórmula $RDE = (\Delta H/\Delta L) \cdot L$, onde ΔH é a diferença altimétrica entre dois pontos extremos de um segmento ao longo do curso d'água, ΔL é a projeção horizontal da extensão do referido segmento e L é o comprimento total do curso d'água a montante do ponto para o qual o RDE foi mensurado. A relação $\Delta H/\Delta L$ corresponde ao gradiente da drenagem no ponto em questão. Foi também calculada a RDE total, cujo valor foi posto em relação a cada valor de RDE trecho.

O Fator Assimetria de Bacias de Drenagem (FA) teve seu cálculo empreendido segundo a proposta de Hare & Gardner (1985), dada pela fórmula $FABD = 100 (A_r/A_t)$. A_r é área da margem direita do curso d'água principal e A_t a área total da bacia, sendo que os valores inferiores a 50 indicam assimetria da margem esquerda e os superiores da margem direita, apontando assim possíveis basculamentos de blocos.

Em complementaridade, o cálculo do Fator de Simetria Topográfica Transversal (T) foi levado a efeito segundo orientação de Cox (1994), que estabelece uma relação entre a distância mantida entre a linha média da bacia e o canal funcional e a distância entre a mesma linha e o divisor. Tal relação pode ser obtida pela seguinte fórmula, que foi repetidamente aplicada para cada 1 km de percurso superficial: $FSTT = d/D$, onde d é distância entre a linha média da bacia e o talvegue e D a distância entre a linha média da bacia e seu divisor. Os valores obtidos podem variar entre 0 e 1, considerando-se que quanto mais o resultado se situa próximo da unidade maior o processo de migração lateral do canal principal.

As técnicas arroladas foram executadas nas folhas topográficas (escala 1/50000) SF-23-Y-B-III-4 (Virgínia), SF-23-Z-A-I-3 (Passa Quatro) e SF-23-Y-B-III-2 (São Lourenço), e acompanhadas por interpretação de imagens radarmétricas SRTM (*Subtle Radar Topography Mission*) e controle de campo, onde pontos de maior interesse foram georreferenciados em GPS.

3. ASPECTOS MORFOMÉTRICOS E NEOTECTÔNICA

Salvo nos primeiros 5500 metros de percurso superficial, o Ribeirão Caeté apresenta-se como um alinhamento retilíneo controlado por falha que imprime descontinuidade na parte central de sua bacia de drenagem. Isso repercute diretamente numa baixíssima assimetria ($FA =$

44,04), atribuindo a esta bacia praticamente uma condição simétrica, ainda que os divisores das duas margens se encontrem consideravelmente deslocados, o que dá uma geometria bastante irregular à sua faixa perimetral.

Essa geometria irregular dada pelas faixas cisalhantes que orientam o percurso geral no sentido SW-NE, às quais a drenagem se adapta quando tais alinhamentos interceptam falha E-W, explica processos de captura fluvial e presença de cotovelos (*elbow of capture*), definindo assim uma rede de drenagem bastante anômala em toda a alta bacia. Pelo quadro 1 é feita a leitura das condições locais de assimetria (T), em complemento ao índice FA.

Quadro 1. Valores de T obtidos para o Ribeirão Caeté.

SEÇÃO	T	SEÇÃO	T	SEÇÃO	T
1	0,67	9	0,0	17	0,25
2	0,54	10	0,073	18	0,072
3	0,33	11	0,048	19	0,081
4	0,035	12	0,15	20	0,15
5	0,024	13	0,28	21	0,26
6	0,025	14	0,11	22	0,18
7	0,052	15	0,16	23	0,21
8	0,11	16	0,44	24	0,08
				25	0,17

A bacia do Rio Caeté é mais pronunciadamente assimétrica no alto curso, quando este está sob controle de sistemas orográficos montanhosos formados por cristas sinuosas intensamente deformadas, verificando-se uma maior aproximação do divisor da margem direita. Essa aproximação não está necessariamente vinculada a processos de migração lateral, mas se dá por conta de uma conformação topográfica intensamente condicionada a enfeixamentos de falhas em variadas direções. O ajustamento do rio à seção mais central da bacia coincide com a passagem para compartimento de morros que se formata após as rupturas de declive estabelecidas com as cristas locais, consubstanciando-se uma linha divisória estreita em morros alinhados e subnivelados entre 970 e 1090 metros de altitude. Tal padrão morfológico é produto de dissecação mais recente por afluentes de curta extensão que tributam o Rio Caetés mediante ângulos agudos e espaçamento regular pelas duas margens.

Uma seqüência de rupturas de declive é verificada à medida que o Ribeirão Caetés transpõe os sucessivos blocos que disseca. A primeira delas marca a passagem das vertentes das cristas intensamente deformadas e desalinhadas nos patamares interiores da Mantiqueira para um conjunto de morros alongados subnivelados que se alinham em falhamento de sentido E-W, dissecados em drenagem de padrão em treliça de falha. Tal passagem se dá a 1600 metros, e coincide com a substituição das litologias do Grupo Açungui pelos estoques gnáissico-graníticos migmatizados do Grupo Paraíba do Sul. Nesse setor, os afluentes de maior expressão estão exclusivamente localizados na margem direita, assinalando soerguimento diferencial localizado.

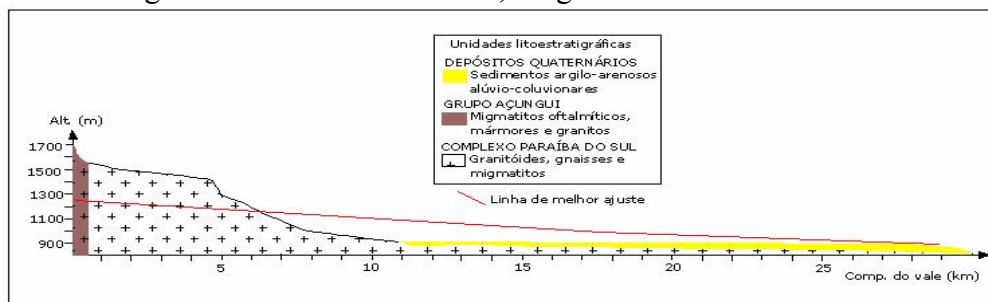
Aos 1300 metros de altitude o rio inflete bruscamente para N adaptando-se a falhamento SE-NW que condiciona a drenagem tributária da margem esquerda do alto Rio Verde. Nesse ponto é verificada uma quebra abrupta no perfil longitudinal, impondo pronunciado desnivelamento altimétrico. A partir daí, sucedem-se patamares escalonados em rupturas mais

suaves até os compartimentos agradacionais, onde o gradiente torna-se constante até a confluência com o Rio Verde.

À jusante da área urbana de Virgínia, outra falha transcorrente de orientação SW-NE define maior desenvolvimento de planícies de inundação a partir de 900 metros de altitude, tanto do tributário da margem esquerda (Córrego Sertãozinho), condicionado pela falha, como do próprio Ribeirão Caetés, que à jusante passa a desenvolver planície de inundação alargada com farta estocagem sedimentar de recorrência faciológica areno-argilosa. Nesse compartimento agradacional, que se estende até a desembocadura, o rio divaga freneticamente intercalando trechos de sinuosidade suave, tendendo a retilinidade, e extensões de meandros de pequeno tamanho e baixa amplitude. Em alguns afluentes dotados de planícies aluviais mais restritas foi constatado soerguimento dessas planícies, sobrelevando Gleissolos formados no Quaternário que paulatinamente são inumados por colúvios, convertendo-se assim em paleossolos alçados em relação ao seu ambiente de origem e destituídos de sua funcionalidade hidromórfica.

O perfil longitudinal do Ribeirão Caeté (figura 1) permite visualizar os blocos estruturais escalonados que a drenagem diseca; deixa clara também a passagem para o bloco subsidente depositário da sedimentação quaternária, que então fica onipresente abaixo da linha de melhor ajuste até coalescer com a irregular e descontínua planície aluvial do Rio Verde.

Figura 1. Perfil longitudinal do Ribeirão Caeté, Virgínia/São Sebastião do Rio Verde (MG).



O índice RDE auxilia de forma veemente a averiguação de anomalias topográficas e na drenagem. Assinala localmente as modificações mais abruptas no perfil do rio, refinando a interpretação fornecida pela leitura do perfil longitudinal. Entre 1420-1400 metros, por exemplo, fica plenamente ressaltado o encaixamento que ocorre na passagem de um vale estrutural alçado no interior de bloco de cimeira para as frentes escarpadas que limitam o bloco em ruptura de declive posivita, com diminuição abrupta da distância entre dois pontos referenciados pelas isolinhas, o que denuncia retomada do entalhamento. Em faixas delimitadoras de passagem para gradientes mais suaves, como entre 1200 e 1160 metros de altitude, ou mesmo quando o rio adentra definitivamente ao compartimento agradacional, os indicativos morfométricos também podem ser bem detectados.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Subsídios mais auspiciosos fornecidos pelos parâmetros morfométricos acionados avultam quando os mesmos são aplicados e discutidos em conjunto, ganhando força pelas substanciais perspectivas de complementaridade e integração que encerram. Malgrado as restrições inerentes a cada item, cada um deles é portador de propriedades específicas que integradas

forneem uma vis3o de abrang4ncia aceit3vel do quadro neotect3nico local. Evidente fica, entretanto, que tais recursos devem ser empregados conjuntamente a m3todos cl3ssicos e modernos de an3lise morfoestrutural e morfotect3nica. Estudos detalhados dos padr3es e anomalias de drenagem, investiga3o atenta de produtos de sensoriamento remoto e procedimentos de data3o de materiais, entre outros m3todos, t3m s3o imprescind3veis para o avan3o no conhecimento da din3mica neotect3nica da Plataforma Brasileira.

Sobre a 3rea de estudo em espec3fico, reconhecemos a atua3o de uma atividade tect3nica essencialmente quatern3ria, verificada por anomalias no relevo e drenagem em processos de basculamento de blocos, captura fluvial, encaixamento de canais fluviais, e soerguimento de compartimentos agradacionais e de seus dep3sitos, eminentemente neoquatern3rios. Estas e outras evid4ncias tem sido verificadas tanto na Serra da Mantiqueira como em outros compartimentos plan3lticos do sudeste brasileiro, sobretudo nas faixas m3veis de borda crat3nica, onde falhas pr3-cambrianas e mesoz3icas vem sofrendo processo de reativa3o.

REFER4NCIAS

Bishop, P. Drainage rearrangement by river capture, beheading and diversion. *Progress in Physical Geography*, v. 19, n. 14, p. 449-473, 1995.

Burnnet, A. W.; Schumm, S. A. Alluvial rivers response to neotectonic deformation in Louisiana and Mississipi. *Science*. v. 222, p. 49-50, 1983.

Cox, R. T. Analysis of drainage-basin symmetry as a rapid technique to identify areas of possible Quaternary tilt-block tectonics: an example from the Mississipi Embayment. *Geological Society of American Bulletin*, v. 106, n. 5, p. 571-581, mai. 1994.

Etchebehere, M. L. C. *Terra3os Neoquatern3rios no Vale do Rio do Peixe, Planalto Ocidental Paulista: implica3es stratigr3ficas e tect3nicas*. Rio Claro, 2000. 264p. Tese (Doutorado em Geoci4ncias) – Instituto de Geoci4ncias e Ci4ncias Exatas, Universidade Estadual Paulista.

Hack, J. T. Stream-profile analysis and stream-gradient index. *Journal of Research of the United States Geological Survey*, v. 1, n. 4, p. 421-429, 1973.

Hare, P. W; Gardner, I. W. Geomorphic indicators of vertical neotectonism along converging plate margins. In: *ANNUAL BINGHAMTON GEOMORPHOLOGY SYMPOSIUM*. Boston, 1985.

Hasui, Y. Neotect3nica e Aspectos Fundamentais da Tect3nica Ressurgente no Brasil. In: 1º WORKSHOP DE NEOTECT3NICA E SEDIMENTA3O CONTINENTAL CENOZ3ICA NO SUDESTE DO BRASIL, 11, 1990, Belo Horizonte. Minas Gerais: *Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia*, 1990. p. 1-31