ESTUDO MORFOESTRUTURAL E MORFOTECTÔNICO DA BACIA DO RIO SÃO PEDRO (BAEPENDI, MG)

Roberto Marques Neto - Doutorando em Geografia da UNESP/Rio Claro; bolsista CAPES.
betogeografia08@uol.com.br
Archimedes Perez Filho - Prof. Titular do IG – UNICAMP; prof. do Programa de Pós-Graduação em Geografia da UNESP/Rio Claro. archi@ige.unicamp.br

RESUMO: O presente trabalho tem como propósito estudar aspectos morfoestruturais e morfotectônicos na bacia do Rio São Pedro (Baependi, MG), no sul de Minas Gerais. A metodologia baseou-se na aplicação integrada de técnicas da geomorfologia e geotectônica. A área de estudo pôde ser subdividida em dois compartimentos morfoestruturais submetidos a deformações recentes, revelando importante influência dos processos neotectônicos na evolução da paisagem quaternária.
Palavras-chave: neotectônica; análise morfoestrutural; análise morfotectônica; bacia do Rio São Pedro.

ABSTRACT: The aim of this work is to study morphostructurals and morphotectonics aspects in the Rio São Pedro basin (Baependi, MG), in the south of Minas Gerais. The methodology was based on integrated application of techniques of the geomorphology and geotectonic. The study area can be divided into two morphostructural compartments which recent deformations, showing important influence of neotectonic processes on the evolution of the quaternary landscape.
Key-words: neotectonic; morphostructural analysis; morphotectonic analysis; Rio São Pedro basin.

1 INTRODUÇÃO

Os terrenos cristalinos do sudeste brasileiro, submetidos a contundente dinâmica epirogenética positiva, vem sendo alvo preferencial para uma série de estudos interessados na tectônica ativa em tempos atuais (neotectônica) herdada de antigos quadros de tensão que remetem ao mesozóico e proterozóico e que vem à tona mediante reativação de antigos

falhamentos no cenozóico dentro do chamado período neotectônico, situado por Hasui (2006) no contexto da Plataforma Brasileira, a partir do Mioceno Médio.

As evidências morfológicas de movimentações tectônicas recentes, raramente materializadas em sismos perceptíveis, podem ser detectadas através da análise do relevo e da drenagem, elementos da paisagem que são fortes indicativos de efeitos endógenos pelas anomalias correlatas: deslocamento dos divisores em *shutter ridges*, capturas fluviais, encaixamento pronunciado da drenagem, assimetria de bacias hidrográficas por basculamento de blocos, migração lateral dos cursos d'água, erosão de depósitos de terraço e planície de inundação, rupturas bruscas no perfil longitudinal dos rios, entre outras. A ação climática atuando em concomitância aos efeitos internos, seja através de processos de pediplanação por recuo paralelo das encostas (*backwearing*), seja por alterações isovolumétricas dadas por decomposição geoquímica da rocha (*downwearing*), determina a evolução de variadas feições morfológicas influenciadas por condicionantes estruturais, ou morfoestruturas.

Para Etchebehere (2000), as feições morfoestruturais apresentam caráter passivo, eventualmente resultantes de uma deformação pretérita sobre a qual se adapta a drenagem superficial, cujo padrão reflete a disposição da litologia, controlada pelo arranjo e atitude dos estratos; as feições morfotectônicas, por seu turno, apresentam caráter ativo representado pela conjugação entre a acomodação dos elementos da rede de drenagem e as deformações crustais síncronas. A necessidade de uma maior integração entre as abordagens morfoestrutural e morfotectônica, juntamente com a abordagem morfoclimática é veementemente ressaltada por Saadi (1999).

Estas e outras evidências podem ser constatadas, em maior ou menor medida e em variados graus de profusão, nos domínios das faixas remobilizadas no mesozóico, onde a Serra da Mantiqueira configura contexto geomorfológico de destaque. Nesses terrenos os efeitos de soerguimento vinculado ao Rifte Atlântico Sul se fizeram sentir em grande estilo, com inversão da drenagem regional e formação de vales estreitos e encaixados confinados entre seus divisores sob dissecação vertical bastante pronunciada. Sobrepostos a estes traços estão as formas e materiais relacionados aos imperativos climáticos vigentes durante o Quaternário, incrementando o teor de complexidade que cerca a evolução morfológica da região.

Na bacia do rio São Pedro, localizada no município de Baependi (MG), setor central da província geológica Mantiqueira (Figura 1), são latentes os registros de atividades tectônicas recentes penetrantes ao Quaternário, o que nos deu motivação para a realização de um estudo conjunto entre a morfologia e o quadro tectônico vigente mediante acionamento

simultâneo e integrado de técnicas reconhecíveis no âmbito da geomorfologia e da geotectônica a fim de levantar discussão sobre a atividade neotectônica nesta bacia hidrográfica do sistema Mantiqueira e, em propagação, entender um pouco mais da dinâmica interna e externa responsável pela evolução física dessa importante região geomorfológica brasileira.

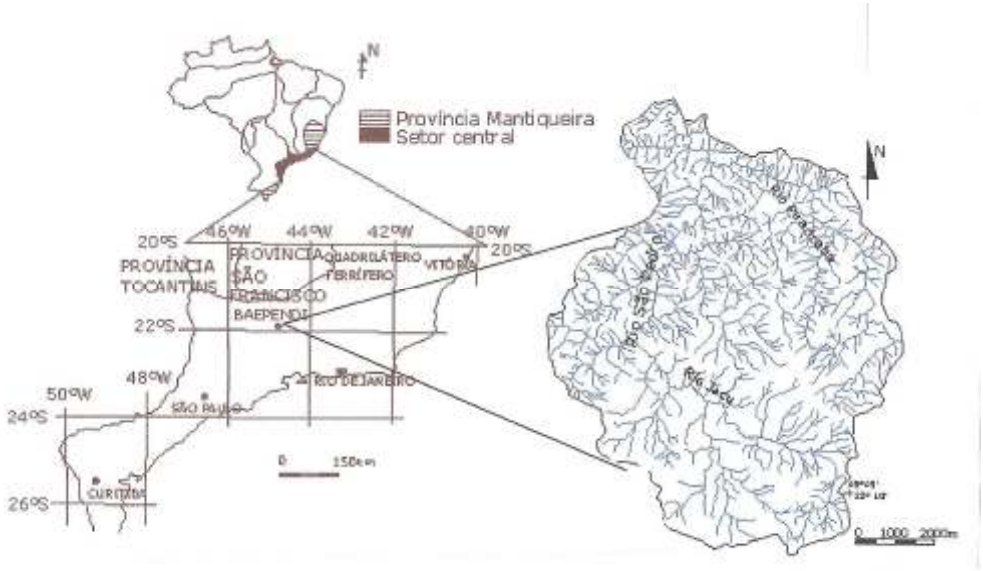

Figura 1. Localização da área de estudo no contexto da Província Mantiqueira. Modificado de Hasui & Oliveira (1984).

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Foram aplicadas de forma conjugada um conjunto de técnicas quantitativas e qualitativas de ampla divulgação na pesquisa em geomorfologia e geotectônica, associando o uso de índices geomórficos e aspectos morfométricos e morfológicos, e que geraram os seguintes produtos cartográficos: carta dos compartimentos morfológicos; carta dos compartimentos morfoestruturais; carta de lineamentos estruturais; carta da rede de drenagem. A seguir, segue apresentação sucinta e especificada dos procedimentos levados a efeito.

2.1 Elaboração do mapa da rede de drenagem - A rede de drenagem foi extraída das cartas topográficas em escala 1:50000 (folhas Pouso Alto e Alagoa) para identificação das anomalias de drenagem mais evidentes inteligíveis nessa escala, e o documento cartográfico foi digitalizado e georreferenciado no programa Auto Cad 2000.

2.2 Extração dos lineamentos - As feições lineares do terreno, após sofrerem pré-seleção, foram extraídas a partir da análise da carta topográfica em escala 1/50000 e de suas respectivas imagens de satélite TM-LANDSAT-7 composição colorida colhidas de Miranda & Coutinho (2009) e de radar, obtidas do projeto SRTM (Shuttle Radar Topography Mission), organizadas em mosaico por Miranda (2005).

O processo de extração foi norteado pelas propostas de Liu (1984) associadas ao uso das imagens de radar, tendo sido utilizada lupa monocular e binocular e estereoscópio da marca Stereo Aids. As orientações foram representadas em diagrama de roseta construído em intervalos de 10°.

2.3 Cálculo do Fator de Assimetria (FA) - O Fator Assimetria configura técnica desenvolvida por Cox (1994) que permite a averiguação da migração do curso d'água em relação ao eixo central da bacia (o que pode ser indicativo de processos de mergulho de blocos), sendo definido pela seguinte fórmula:

FA = 100(Ar/At) onde

Ar = área da margem direita;

At = área total da bacia.

Os valores superiores a 50 indicam assimetria da margem direita, e inferiores da margem esquerda, sendo a meia centena indicativa de simetria plena.

2.4 Cálculo do Fator de Simetria Topográfica Transversal (T) - Também indicado para averiguação de processos de migração lateral, o Fator T se refere à técnica desenvolvida por Keller & Pinter (1996) que tem por base a relação entre a distância entre o divisor e o eixo central da bacia e a distância entre o eixo central e o curso d'água principal, sendo dado pela fórmula:

T = Da/Dd onde

T = Fator de Simetria Topográfica Transversal

Da = distância entre a linha média do eixo da bacia de drenagem até o canal principal ou linha média do meandro ativo;

Dd = distância entre a linha média da bacia e o divisor.

2.5 Extração do perfil longitudinal - O perfil longitudinal foi extraído apenas para o canal principal, referente ao rio São Pedro. Os valores foram medidos nas folhas topográficas já citadas (escala 1:50000) em intervalos altimétricos da ordem de 20 metros nos pontos onde a

drenagem intercepta a curva-de-nível e plotados em um gráfico em escala aritmética com a extensão do rio marcada no eixo das abcissas e a altitude no eixo das ordenadas. Procedeu-se em consonância com Etchebehere (2000), optando pela medição do comprimento do vale no intuito de evitar os efeitos da sinuosidade do canal. Ao perfil longitudinal foi sobreposta a linha de melhor ajuste, conforme proposição de Burnet & Schumm (1983), que prevê a situação de soerguimento crustal para as áreas posicionadas acima da respectiva linha e subsidência para os setores abaixo, correspondentes às zonas de acúmulo sedimentar.

2.6 Elaboração do mapa de compartimentos morfológicos - A interpretação do quadro geomorfológico da bacia do rio São Pedro foi subsidiada pelas folhas topográficas na escala 1:50000 anteriormente mencionadas e por imageamentos à luz de TM-Landsat 5, e a edição do mapa final foi dada na escala de 1:50000, também mediante operacionalização do software Auto Cad 2000.

Foram extraídos os conjuntos de formas ocorrentes, conforme o sistema metodológico de Tricart (1965) & Ross (1992), atendo-se recorrentemente a níveis taxonômicos de escala maior, conforme possibilitado pelos materiais disponíveis. Foram representadas as morfologias denudacionais e agradacionais com discussão do significado das mesmas em conjuntamente aos aspectos morfoestruturais e morfotectônicos aventados.

3 A BACIA DO RIO SÃO PEDRO

Adstrita ao município de Baependi, o rio que dá nome à bacia, dotada de 225,5 km^2, guarda suas nascentes em compartimentos de cimeira da Serra da Mantiqueira em altitude de aproximadamente 1860 metros e tributa o rio Gamarra em sua margem esquerda a 900 metros acima do nível do mar, dissecando exclusivamente terrenos do município de Baependi.

A zona de cabeceiras está posicionada na denominada serra da Vargem, divisor de águas com o ribeirão Gamarra, no qual o rio São Pedro afluirá no baixo curso daquele. A vegetação natural dessa área se refere a campos condicionados pela altitude e, ainda no alto curso formam-se gargantas por encaixamento e sistemas de encachoeiramento definidos pelas altas declividades do compartimento serrano, que se fazem proibitivas até para as pastagens que na região tem como marca a propagação em direção às altas encostas.

Ainda no alto curso o rio São Pedro desenvolve planície aluvial excessivamente alargada, precedida por conjuntos de morros de topos e vertentes convexas e serras rebaixadas e festonadas que configuram compartimento altimetricamente intermediário, a partir dos topos,

entre o vale e as altas encostas dissecadas limitadas por faixas de cimeira em divisores estreitos.

O rio São Pedro disseca indiscriminadamente litologias diferenciadas, com o alto e grande parte do médio curso posicionado em terrenos gnáissicos e migmatíticos pertencentes ao Complexo Paraíba do Sul, do Proterozóico Inferior (IGA, 2000). Nas proximidades do baixo curso passa a dissecar litologias supracrustais compostas por quartzitos e micaxistos do Grupo Andrelândia, correspondente aos metassedimentos da Bacia Andrelândia (RIBEIRO et al. 1995), até tributar o rio Gamarra em zona de contato litológico com granada-biotita-gnaisses.

Os padrões de forma de relevo presentes na bacia se referem a conjuntos de serras elevadas e rebaixadas que estabelecem limite com padrões em morros e morrotes sob contato tectônico. As morfologias agradacionais são restritas, com destaque para a planície elevada a 1170 metros do rio São Pedro na qual se desenvolvem Gleissolos Melânicos muito mal drenados com lençol freático suspenso sucedidos por Argissolo Vermelho Amarelo que se distribuem em feições de terraços coluviais. Ademais, compartimentos de gênese deposicional aparecem menos desenvolvidos e de forma restrita no baixo curso do mesmo, não muito distante da foz.

Predominam divisores internos estreitos, padrão este que segue a linha divisória com as bacias dos ribeirões Palmeiras e Gamarra, e que organizam a rede hidrográfica em retilinidade anômala definidora de padrões de drenagem predominantes em treliça de falha.

Integralmente contida na vasta zona rural de Baependi, a bacia do rio São Pedro apresenta ocupação restrita a pequenas vilas rurais, entre as quais São Pedro, Piracicaba, Itaúna, Congonhal e Vargem são as principais. Embora o uso da terra voltado para pastagem seja comum, as atividades agropecuárias não são muito diversificadas, o que repercute favoravelmente na manutenção de fragmentos de mata latifoliada estacional semidecidual, além de campos de altitude que nos degraus inferiores tipificam-se em fisionomias de campo cerrado. Todas essas fisionomias vegetacionais possuem afinidade com o clima tropical de altitude vigente na região (Cwb segundo a classificação de Köppen).

4 RESULTADOS: ASPECTOS MORFOESTRUTURAIS E MORFOTECTÔNICOS NA BACIA DO RIO SÃO PEDRO

Um vasto plantel de evidências morfológicas sinaliza para esforços tectônicos prevalecentes na região estudada, imprimindo efeitos na drenagem e nos sistemas de relevo circunscritos na bacia do rio São Pedro.

A análise do perfil longitudinal do rio São Pedro (Figura 2) assinala de forma destacada três rupturas de declive pronunciadas. A primeira situa-se a aproximadamente 1,5 km de extensão superficial; a segunda a cerca de 4,2 km e a outra a 13 km contados a partir da principal nascente.

A primeira ruptura de declive assinalada no perfil corresponde à passagem das encostas íngremes do compartimento serrano (Serra da Vargem) para ambiente recortado em morros, e a extensão que a antecede corresponde ao setor no qual o canal disseca as encostas que guardam em suas cumeadas as cabeceiras principais. Ainda no alto curso desenvolve-se planície de inundação excessivamente alargada em altitudes da ordem de 1170 metros pela qual o rio divaga em meandros de pequena amplitude. A segunda e terceira ruptura marcam, respectivamente, o início e o final desse compartimento acumulativo, à jusante do qual o rio se encaixa excessivamente para perfazer cerca de 6 km de curso retilíneo até modificar abruptamente a orientação geral SE-NW por imposição de uma falha transcorrente bem marcada. A partir de então predomina o encaixamento em sucessivas extensões retilíneas que desviam sua orientação por ocasião das confluências, assinalando um nítido controle tectono-estrutural no desenvolvimento da rede de drenagem. A última ruptura expressiva também apresenta condicionamento litológico marcado pela ocorrência de micaxistos intercalados com quartzitos pertencentes ao Grupo Andrelândia em substituição a litologia gnáissica que predomina à montante.

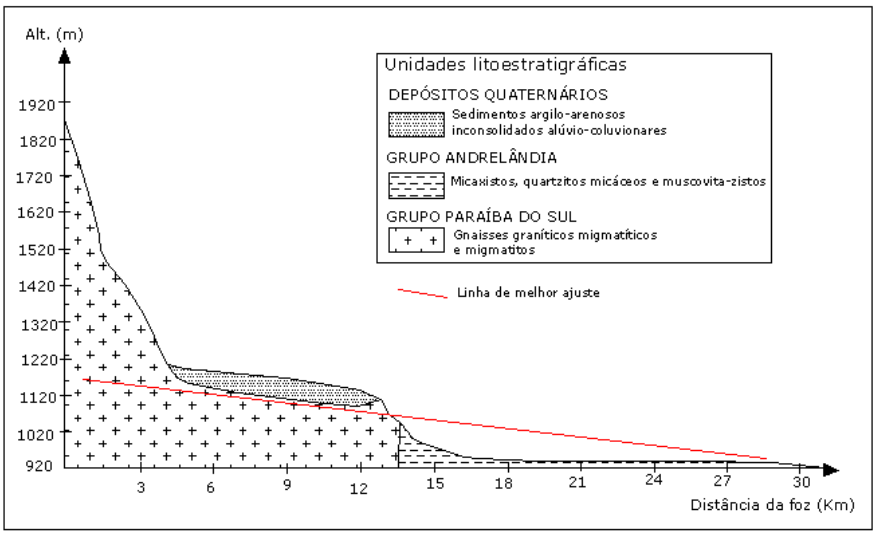

Figura 2. Perfil longitudinal do Rio São Pedro.

O rio São Pedro divaga pela planície supracitada a revelar uma tendência de migração do canal fluvial de encontro ao divisor da margem direita por efeito de basculamento, estando a margem esquerda nitidamente inclinada em direção ao vale. Tudo isso nos faz pensar em fatores climáticos e tectônicos atuando conjuntamente. É visível que o ataque químico atuou mais profundamente sobre a rocha pela margem em apreço, atacando veementemente litologias mais tenras, emoldurando áreas dispersoras em topos arredondados e declives mais suavizados, que se conectam por rupturas suaves com as encostas curtas e desgastadas que imbricam em direção ao fundo de vale atualmente colmatado através de uma rampa de acumulação de fácies argissólica. Pela margem direita a drenagem tende a percolar em consideráveis extensões rente à encosta que marca a subida para o interflúvio, ficando a planície de inundação descontínua e menos desenvolvida.

No corpo da discussão proposta cabe a mensuração de índices geomórficos que prestam auxílio no processo interpretativo e na construção da argumentação, tendo sido aplicados o Fator de Assimetria de Bacias de Drenagem (FABD) e o Fator de Simetria Topográfica Transversal (T).

O resultado de 52,7 obtido através do cálculo de FABD sugere, se considerado isoladamente e desconhecidos os processos internos, uma condição simétrica para a bacia do rio São Pedro. No entanto, a drenagem que nomeia a bacia apresenta destacado padrão de migração interna, e ainda no alto curso alarga planície sobrelevada de orientação NW-SE anteriormente mencionada. Próximo ao eixo central a drenagem volta a se encaixar e descrever considerável retilinidade e praticamente atravessa a bacia entre as duas linhas

divisórias, a partir de onde um deslocamento lateral do divisor inflete a drenagem para norte, com intercalação marcada entre trechos de padrão retilíneo com drenagem encaixada e trechos meandrantes com planície de inundação estreita.

Entre outras situações similares, destacado vem a ser o encaixamento do rio Piracicaba, um importante afluente que descreve dois setores de grande retilinidade separados por *shutter ridge* bem marcada por falha transcorrente, encaixamento este sempre mantendo o rio próximo do divisor da margem direita, sinalizando processos de migração lateral interna que acusam considerável heterogeneidade tectono-estrutural. Nessas situações de retilinidade anômala, conspícua na maior parte da bacia, desenvolve-se um padrão de drenagem tipicamente em treliça de falha.

Quando se debruça nos resultados obtidos pela aplicação do Fator de Simetria Topográfica Transversal (T) é que se comprova processos internos de mergulho de blocos pela dinâmica migratória do rio São Pedro, que ora se afasta, ora se aproxima do eixo central da bacia pelos dois lados, em função da influência exercida por falhamentos transcorrentes responsáveis por reorientações abruptas na direção geral do fluxo, além dos efeitos dados por movimentos epirogenéticos diferenciais e pela litologia.

Com a avaliação do fator T o que se revela é um padrão assimétrico com tendência de agrupamento de valores semelhantes entre o quarto e o décimo ponto amostrado, trecho ao longo do qual o meandro ativo está mais ajustado ao centro da bacia e os valores, ainda que significativos, são menos acentuados. O Quadro 1 informa os valores mensurados para cada ponto.

Quadro 1. Valores de T na bacia do rio São Pedro.

PONTO	T	DISTÂNCIA DA FOZ
1	0,29	4 km
2	0,2	8 km
3	0,3	12 km
4	0,49	16 km
5	0,53	20 km
6	0,56	24 km
7	0,47	28 km
8	0,4	32 km
9	0,5	36 km
10	0,42	40 km
11	0,37	44 km
12	0,2	48 km
13	0,03	52 km
14	0,2	56 km
15	0,48	60 km

A verificação dos principais lineamentos estruturais também permite estabelecer relações entre o quadro morfológico e as manifestações tectônicas vigentes e agrega informações às já aventadas. A maciça concentração de lineamentos com a orientação entre 30° e 40° e entre 40 e 50° (Figura 3) sinaliza forte consonância com a estruturação regional condizente com o sistema rifte Atlântico Sul, à medida que assumem orientação geral NE-SW em conformidade com a direção mantida pela estrutura da Serra da Mantiqueira. Apresentam-se em dimensões variadas, alguns de expressão regional outros que atualmente aparecem localizados por intervenção de sistemas de falhas mais recentes.

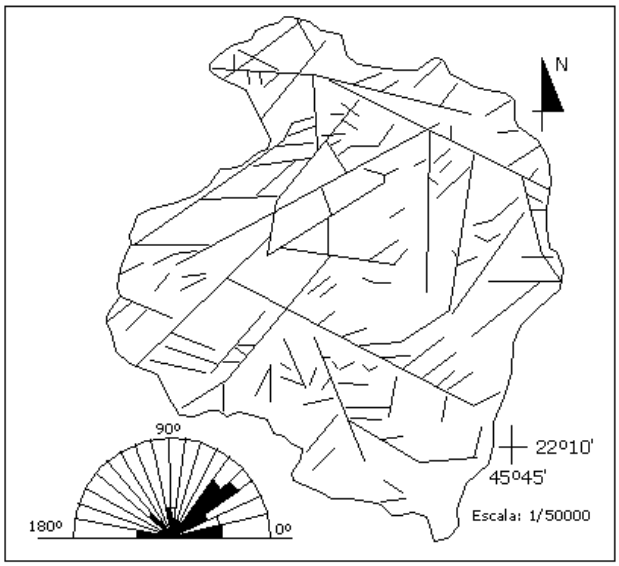

Figura 3. Principais lineamentos interpretados para a bacia do Rio São Pedro.

Constata-se um controle tectono-estrutural bastante expressivo na evolução morfológica na bacia do rio São Pedro, influenciada pela Faixa Ribeira (HEILBRON et al. 2004) e próxima da Faixa Brasília, que passa a exercer influência expressiva mais para sudoeste de Minas Gerais no contato com o Cráton do São Francisco, fazendo com que toda essa complexidade não possa ser compreendida isoladamente do contexto regional. Perto da foz do rio São Pedro a influência do cinturão móvel Brasília é mais efetiva, se anunciando a partir da Zona de Cisalhamento de Caxambu, orientada no sentido SW-NE por aproximadamente 100 km de extensão em atitude subvertical e caráter predominantemente dúctil (TROUW et al. 2007). Em conformidade com mapeamentos tectônicos regionais a bacia do Rio São Pedro está posicionada sobre os sistemas de nappes Andrelândia e

Liberdade, no contato com as nappes Cristina-Pouso Alto (TROUW et al., *op cit*.); (CAMPOS NETO et al., 2007).

As ações levadas a efeito permitiram delimitar a ocorrência de um domínio morfoestrutural vinculado às falhas principais remobilizadas da Serra da Mantiqueira em seu reverso e um outro mais rebaixado e dissecado pelo qual se adapta a drenagem endorréica que se instalou e convergiu para o interior em direção à calha do Rio Paraná. Admite-se então a existência de dois domínios morfoestruturais que se expandem além dos limites da bacia de drenagem em apreço (Figura 4).

Um deles (Domínio I) se localiza na porção sul e está vinculado a litologia gnáissica (migmatizados ou não) pertencente ao Complexo Paraíba do Sul (IGA, 2000); apresenta relevo montanhoso que dispersa drenagem em padrão paralelo a subparalelo e dendrítico a angulado. Corresponde à estrutura montanhosa da Mantiqueira abrangendo os topos nivelados e as encostas dissecadas que na parte mais interiorana da fachada atlântica se estende da extremidade NE da serra do Papagaio em Aiuruoca, onde ortognaisses se sobrepõem estruturalmente a rochas granitóides do embasamento, até Itamonte, onde se abre o vale do rio Capivari, importante afluente do rio Verde.

A parte central e toda a porção setentrional da bacia vinculam-se a um outro domínio (Domínio II) estruturado em gnaisses, quartzitos e micaxistos densamente falhados e dobrados em pelo menos três fases que definem alinhamentos topográficos mais rebaixados e vales estreitos, com drenagem encaixada em padrão do tipo treliça de falha, que predomina até a abertura do vale do Rio Baependi, outro importante afluente do Rio Verde, para o qual a rede de drenagem incide objetivamente em direcionamentos S-N, SE-NW e SW-NE. Na parte média pela extremidade leste a influência de dobras com forte mergulho dá margem à drenagem tipificada em padrão contorcido e treliça recurvada. É nesse compartimento que se verifica a formação das referidas planícies aluviais bem desenvolvidas e notavelmente alçadas.

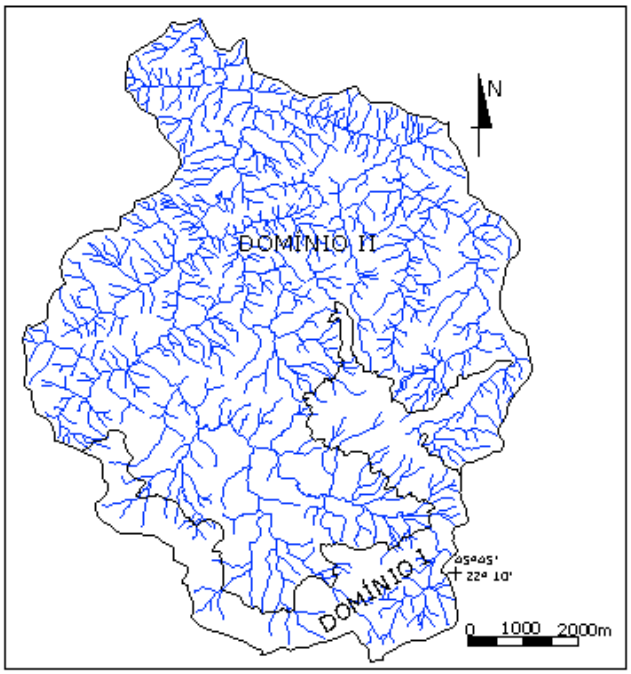

Figura 4. Compartimentação morfoestrutural da bacia do Rio São Pedro.

Indubitavelmente, as duas zonas morfoestruturais relacionam-se a importantes compartimentos do relevo na região da Serra da Mantiqueira. O Domínio I corresponde ao alinhamento principal interiorano intensamente dobrado, dando passagem em contato tectônico para o Domínio II padronizado em serras rebaixadas e festonadas, morros e terraços e planícies aluviais. Tal correspondência se realça com a sobreposição das cartas representativas dos compartimentos geomorfológicos (Figura 5) e dos domínios morfoestruturais.

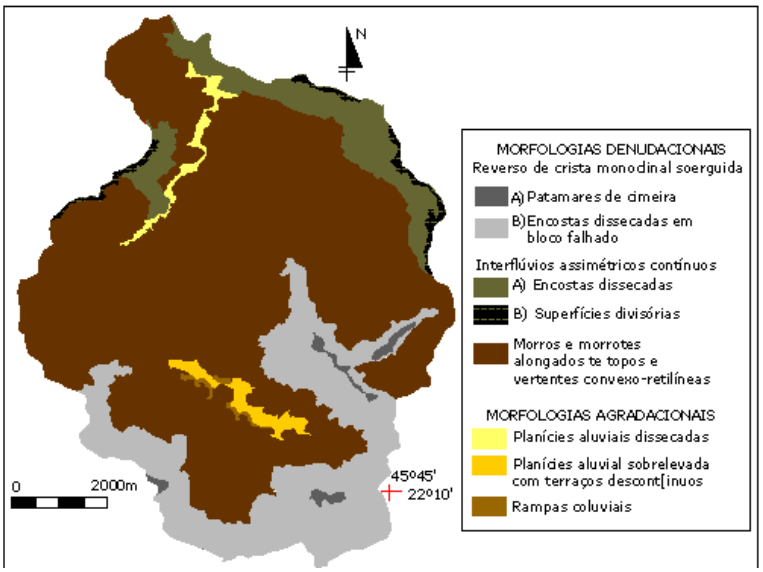

Figura 5. Compartimentos geomorfológicos na Bacia do Rio São Pedro.

Predominam, com efeito, as morfologias denudacionais em termos de expressão geográfica. No entanto, modelados de acumulação presentes na área são importantes e auxiliam na interpretação da evolução do relevo no Quaternário.

O compartimento montanhoso, representativo do Domínio I, é caracterizado pela presença de encostas portadoras de declive acentuado, sobretudo na alta vertente, onde circunstancialmente se limita com patamares não atacados pela erosão regressiva e que configuram as cimeiras locais que se sobressaem frequentemente além de 2000 metros de altitude.

O Domínio II está vinculado à presença de rochas mais tenras que emolduram divisores retilíneos e morros representativos de resquícios de cristas arrasadas e dissecadas, o que se verifica pelo caráter interfluvial e pelo paralelismo e alongamento dos morros em sequência, que confinam as drenagens principais adaptadas aos falhamentos em considerável retilinidade a receptarem as tributações dos pequenos canais que dissecam as encostas do modelado em questão. Assim ocorre com o Rio Piracicaba, importante afluente do Rio São Pedro marcado por retilinidade anômala condicionada por zona de cisalhamento geomorfologicamente expressa por crista rebaixada com topos estreitos e encostas íngremes dissecadas com função de interflúvio.

No âmbito do Domínio II é que aparecem os modelados de acumulação, representados pela planície descontínua do Rio São Pedro, cuja extensão mais alargada é verificada ainda no alto curso, onde o preenchimento do vale é mais expressivo tanto por depósitos aluviais como

por rampas coluviais pedogeneizadas em solos não muito desenvolvidos e que se conectam na borda da planície nos setores em que as encostas estão mais recuadas e erodidas.

Foram aqui expostas algumas evidências morfológicas corroboradoras do papel da neotectônica na evolução da paisagem física na região, no objetivo de clarividenciar, sobre isso, que sobrepostos aos condicionantes morfoestruturais encontram-se uma série de estímulos tectônicos que provocam deformações no relevo e respostas na drenagem de maneira que o caráter ativo da morfologia diante de tais efeitos fica bastante latente.

5 CONCLUSÕES

Na bacia do rio São Pedro sobrepõem-se feições morfoestruturais e efeitos morfotectônicos que sinalizam fortemente para uma tectônica ativa de regime transcorrente marcada por soerguimento diferencial de blocos que resultam em processos de migração interna de canais, encaixamento da drenagem formando pequenos cânions com entalhamento vertical variável e presença de hemigráben que aloja planície de inundação bem desenvolvida na alta bacia. Em grande medida, estas considerações finais podem ser propagadas para toda a alta bacia dos principais rios que nascem na Serra da Mantiqueira mineira (Verde, Sapucaí e Grande), por onde tais processos e feições geomorfológicas se repetem, ressalva feita à zona de intrusões alcalinas de Itatiaia e Passa Quatro que configuram geoambientes fortemente *sui generis* no sistema Mantiqueira.

A investigação a respeito de aspectos do quadro morfoestrutural e morfotectônico assinalou a exigência do acionamento de um conjunto de técnicas que, malgrado suas limitações quando aplicadas isoladamente, se fizeram capazes de demonstrar conexão bastante coerente quando levadas a efeito em conjunto, e isso faz por realçar as benesses de uma maior integração da geomorfologia estrutural com a geotectônica, sobretudo no estudo de terrenos onde a relativa quiescência litosférica fica ainda mais relativizada pelas interferências neotectônicas.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

CAMPOS NETO, M. C.; JANASI, V. A.; BASEI, M. A. S.; SIGA JR. O. Sistema de *nappes* Andrelândia, setor oriental: litoestratigrafia e posição estratigráfica. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 37, n.4, p. 47-60, 2007.

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 America Bulletin**, v. 106, n. 5, p. 571-581, mai. 1994.

ETECHEBEHERE, M. L. C. **Terraços neoquaternários no vale do rio do Peixe, Planalto Ocidental Paulista: implicações estratigráficas e tectônicas**. Rio Claro, 2000. 264p. Tese (Doutorado em Geociências). Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista.

FERREIRA, M. F. M. **Morfologia e análise morfotectônica do Alto Vale do Sapucaí**. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente). 279p. Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2001.

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

HASUI, Y. Neotectônica do Brasil. In: 7º SIMPÓSIO SOBRE O CRETÁCEO DO BRASIL/1º SIMPÓSIO SOBRE O TERCIÁRIO DO BRASIL, 2006, Serra Negra. São Paulo: **Boletim do 7º Simpósio Sobre o Cretáceo do Brasil/1º Simpósio Sobre o Terciário do Brasil**, 2006. p. 2.

HASUI, Y.; OLIVEIRA, M. A. Província Mantiqueira: setor central. In: ALMEIDA, F. F. M. **O Pré-Cambriano do Brasil**. São Paulo: Edgard Blucher, 1984.

HEILBRON, M.; PEDROSA-SOARES, A. C.; CAMPOS NETO, M. C.; SILVA, L. C.; TROUW, R. A. J.; JANASI, V. A. Província Mantiqueira. In: MANTESSO NETO, V. et al. (Org.) **Geologia do continente Sul-americano: evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida**. São Paulo: Beca, 2004. 647p.

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS APLICADAS. **Mapeamento geoambiental da região do circuito das águas – MG.** Belo Horizonte, 2000.

LIU, C. C. **Análise estrutural de lineamentos em imagens de sensoriamento remoto: aplicações ao estado do Rio de Janeiro**. São Paulo, 1984. Tese (Doutorado em Geologia). Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.

MIRANDA, E. E. (coord.) Brasil em Relevo. Campinas: EMBRAPA monitoramento por satélite, 2005. Disponível em: http://www.relevo.br.cnpm.embrapa.br Acesso em:25/10/2009.

RIBEIRO, A.; TROUW, R. A. J.; ANDREIS, R. R.; PACIULLO, F. V. P.; VALENÇA, J. C. Evolução das bacias proterozóicas e o termo-tectnonismo brasiliano na margem sul do Cráton do São Francisco. **Revista Brasileira de Geociências**. São Paulo, v. 25, n. 4, p. 235-248, 1995.

ROSS, J. L. S. O registro cartográfico dos fatos geomórficos e a questão da taxonomia do relevo. **Revista do Departamento de Geografia**. FFLCH-USP. n. 6. São Paulo,1992.

SAADI, A. Modelos morfogenéticos e tectônica global: reflexões conciliatórias. **Geonomos**, v. 6, n. 2, p. 55-63, 1999.

TRICART, J. **Príncipés et méthods de la Géomorphologie**. Masson: Paris, 1965.

TROUW, C. C.; MEDEIROS, F. F. F.; TROUW, R. A. J. Evolução tectônica da Zona de Cisalhamento de Caxambu. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 37, n. 4, p. 767-776, 2007.