

APLICAÇÃO DO ÍNDICE “RELAÇÃO DECLIVIDADE X EXTENSÃO DO CURSO” (RDE) NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO LOURENÇO VELHO (MG) COMO SUBSÍDIO À DETECÇÃO DE DEFORMAÇÕES NEOTECTÔNICAS

Thaiane Campos Moura

Discente do Curso de Geografia – Universidade Federal de Juiz de Fora – Rua José Lourenço Kelmer, s/n – Campus Universitário – São Pedro 36036-330 – Juiz de Fora – MG
E-mail: thaianecamposmoura@gmail.com

Roberto Marques Neto

Professor Adjunto do Departamento de Geociências e do PPGEQ da Universidade Federal de Juiz de Fora /ICH – Rua José Lourenço Kelmer, s/n - Campus Universitário – Bairro São Pedro - CEP: 36036-900 - Juiz de Fora - MG
E-mail: roberto.marques@ufjf.edu.br

Thomáz Alvisi de Oliveira

Professor do IFSULDEMINAS – Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia – Rua Coronel Virgílio Silva, 1723 – Vila Nova, Poços de Caldas – MG
E-mail: t_alvisi@hotmail.co

Áviner Viana Pifano dos Reis

Discente do Curso de Geografia – Universidade Federal de Juiz de Fora /ICH – Rua José Lourenço Kelmer, s/n - Campus Universitário – Bairro São Pedro - CEP: 36036-900 - Juiz de Fora - MG
E-mail: avinerviana@hotmail.com

Resumo

O presente trabalho esboça o estudo realizado na bacia hidrográfica do rio Lourenço Velho; significativo curso d'água no que diz respeito ao estudo das deformações crustais na Mantiqueira Meridional. Pautada no estado de Minas Gerais sobre o Planalto de Campos do Jordão, definido pelo Projeto RADAM/BRASIL, na bacia foi aplicado o índice morfométrico RDE (Relação Declividade x Extensão do curso) que tem por preocupação os canais fluviais sendo, também, construído o perfil longitudinal do rio Lourenço Velho e de seus afluentes mais significativos, os rios Sabará, Jacuzinho, Claro, Cambuí, Sertão Pequeno, Cata e Cubatão, que também foram submetidos ao índice RDE.

Palavras-chave: Rio Lourenço Velho; neotectônica; morfometria.

Abstract

This paper outlines the study in river basin Lourenço Velho; significant watercourse in relation to the study of crustal deformation in Southern Mantiqueira. Ruled in the state of Minas Gerais on the Plateau of Campos do Jordão, defined by the Project RADAM / BRAZIL, was applied in the basin morphometric index RDE (Relationship Slope x Stroke length) whose concern fluvial channels and also built the longitudinal profile of the Lourenço Velho river and its tributaries most significant rivers Sabará, Jacuzinho, Claro, Cambuí, Sertão Pequeno, Cata and Cubatão, who also underwent the index RDE.

Keywords: River Lourenço Velho; neotectonics; morphometry.

Introdução

O Rio Lourenço Velho constitui um importante curso d'água do Planalto de Campos do Jordão (RADAMBRASIL, 1983), sendo um dos principais troncos coletores da bacia hidrográfica do Rio Sapucaí. Disseca terrenos de litologias granitoides e metassedimentares pré-cambrianas que emolduram sistemas de relevo atormentadamente movimentados, com declives pronunciados e dissecação densa e profunda, estirpe morfométrica típica da porção meridional da Serra da Mantiqueira.

A Serra da Mantiqueira tem sua origem associada à remobilização de antigas faixas dobradas no Ciclo Brasileiro pela reativação Wealdiana (ALMEIDA, 1967). O Planalto de Campos do Jordão, importante compartimento desta região geomorfológica, localiza-se na parte sudoeste da chamada Mantiqueira Meridional (sensu RADAMBRASIL, 1983), tendo seu relevo marcado por significativo controle tectônico, cujos esforços se apresentam no relevo pelas escarpas de falha reafeiçoadas, cristas deslocadas, vales alinhados, além de uma série de evidências na rede de drenagem. De tal forma, a tectônica se faz fundamental para o entendimento da paisagem da Mantiqueira Meridional e seus diferentes compartimentos morfoestruturais, que guardam heranças de uma tectônica antiga sobreposta a um controle morfotectônico recente, vinculado ao período neotectônico.

O termo *neotectônica* foi engendrado por Obruchev no ano de 1948, fazendo menção aos movimentos crustais ocorridos no Terciário Superior e Quaternário, interferindo diretamente na conformação da topografia contemporânea. A Comissão de Neotectônica da Associação Internacional de Estudos do Quaternário (INQUA) em 1978 propôs o enquadramento da neotectônica como "qualquer movimento ou deformação do nível geodésico de referência, seus mecanismos, sua origem geológica, independentemente de sua idade, suas implicações para vários propósitos práticos e suas futuras extrapolações" (SAADI, 1993). O início do período neotectônico no contexto do território brasileiro remete ao Mioceno Médio, tempo que marca o final da esculturação da Superfície Sul-Americana e o início da deposição dos sedimentos da Formação Barreiras e do último pacote sedimentar das bacias costeiras (HASUI, 1990). Dessa forma, considera-se que a neotectônica que se processa no domínio intraplaca brasileiro tem idade neogênica.

Tendo em vista que os cursos d'água são os elementos mais sensíveis ante as deformações crustais, respondendo de imediato aos processos endógenos (ETCHEBEHERE, 2000), o presente trabalho se voltou fundamentalmente para a análise da drenagem como indicador de tectônica ativa, tomando-se a bacia

hidrográfica do Rio Lourenço Velho como base empírica. Situada na Mantiqueira Meridional, porção Sul do estado de Minas Gerais (figura 1), a bacia em questão drena sistemas de relevo eminentemente tectônicos, sendo eloquentemente representativa do quadro neotectônico regional. Para tal estudo, lançou-se mão da aplicação do Índice de Hack (1973), difundido na cultura geocientífica brasileira como Relação Declividade x Extensão do Curso (RDE) (ETCHEBEHERE, 2000), e da construção do perfil longitudinal. O RDE também foi aplicado nos afluentes mais representativos da bacia do Lourenço Velho, sendo eles os rios Sabará, Jacuzinho, Claro, Cambuí, Sertão Pequeno, Cata e Cubatão.

Materiais e métodos

O trabalho, conforme prenunciado, utilizou o índice RDE associado à extração dos perfis longitudinais dos canais. Utiliza-se neste *paper* de técnicas morfométricas na detecção de deformações crustais e na adaptação dos cursos d'água a estas, sendo elaborado conjuntamente o mapa geológico da bacia hidrográfica do Lourenço Velho.

O cálculo do Índice RDE (Índice de Hack) é levado a efeito diretamente nas folhas topográficas em escala de 1/50000, e consiste na mensuração da extensão do canal em relação a sua amplitude altimétrica, relação esta empreendida a cada 20 metros entre duas curvas de nível paralelas. É então obtido o chamado RDE trecho, através da seguinte fórmula:

$$RDE = (\Delta H/\Delta L).L$$

Onde:

ΔH = diferença altimétrica entre dois pontos extremos de um segmento ao longo do curso d'água;

ΔL = projeção horizontal da extensão do segmento;

L = comprimento total do curso d'água a montante do ponto para o qual o índice está sendo calculado.

Os resultados obtidos por trecho foram colocados em relação ao RDE total de cada curso d'água, obtido pela fórmula:

$$RDE \text{ total} = \Delta H/\log L$$

Em conformidade a Seeber & Gornitz (1983), os resultados superiores a 2 e inferiores a 10 correspondem a anomalias de segunda ordem, e os resultados superiores a 10 correspondem, por sua vez, à anomalias de primeira ordem.

MANTIQUEIRA MERIDIONAL - PORÇÃO MINEIRA

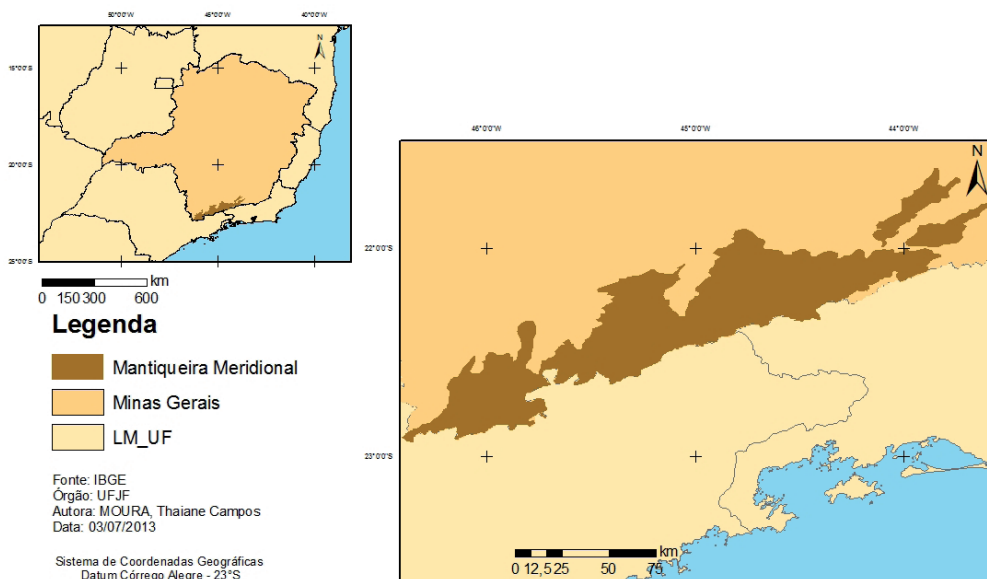


Figura 1 – Localização da Serra da Mantiqueira no sul de Minas Gerais. Adaptado do Projeto RADAMBRASIL (1983).

Foi extraído o perfil longitudinal dos rios Lourenço Velho, Sabará, Jacuzinho, Claro, Cambuí, Sertão Pequeno, Cata e Cubatão, sendo elemento auxiliar na avaliação das possíveis anomalias encontradas no índice RDE na medida em que seu traçado indica as principais rupturas de declive e mudanças no regime erosivo e sedimentar. A extração do perfil longitudinal também tem por base a mensuração da distância horizontal do curso d'água a cada intervalo altimétrico de 20 metros seguida de plotagem em gráfico calibrado em escala aritmética. No eixo das abscissas é marcada a extensão do curso a partir de sua nascente, e no eixo das ordenadas os desníveis altimétricos a cada 20 metros. A configuração do perfil foi obtida a partir da interpolação destes pontos, sendo avaliada em consonância com os dados litológicos e estruturais.

O mapa geológico da bacia hidrográfica do rio Lourenço Velho é o produto da integração das informações disponibilizadas em ambiente virtual pela CPRM (2006) e Trouw et.al. (2008), com ajustes e inserções balizadas por atividades em campo. Os dados coletados, calibrados ao sistema UTM de referência geodésica, Datum horizontal SAD69, foram manipulados em software GIS, onde se deu o agrupamento das informações geológicas de base, representadas pelas categorias litológicas: Unidade, Formação, Corpo,

Litofácies e Não definidas, e pelos lineamentos estruturais, representados pela trama de falhas e juntas e pelos contatos litológicos. O documento cartográfico final foi interpretado conjuntamente aos parâmetros morfométricos a fim de se investigar as relações entre as anomalias encontradas e contatos litológicos ou adaptação às falhas existentes.

Foram utilizadas para a aplicação dos índices as cartas topográficas editadas pelo IBGE em escala 1/50000, quais sejam: Santa Rita do Sapucaí (SF 23 -Y-B-II-4), Itajubá (SF 23 -Y-B-III-3), Virgínia (SF 23 -Y-B-III-4) Lorena (SF 23 -Y-B-IV-2) e Cristina (SF 23 -Y-B-III-1).

Resultados e discussões

O controle tectônico na bacia do Rio Lourenço Velho é veemente, e influencia na conformação de um quadro geomorfológico caracterizado por topografia acidentada, declives acentuados e vales retilíneos e profundos em função da pronunciada incisão vertical da drenagem, conforme ilustrado na figura 2. Disseca diferentes litologias pré-cambrianas, desde rochas magmáticas granitoides até quartzitos de acamamento bem definido (figura 3).



Figura 2 – Visada da alta bacia do rio Lourenço Velho, a partir do vale retilíneo do ribeirão dos Pintos. Foto: Roberto MARQUES NETO

O rio Lourenço Velho apresenta para o Índice RDE uma série de anomalias, e o mesmo se dá em seus afluentes aqui selecionados para mensuração. O primeiro trecho anômalo do canal está posicionado entre as altitudes de 1480 e 1260 metros, apontando quatro anomalias de segunda ordem e outras onze de primeira ordem, onde o curso passa por encachoeiramento antecedendo abertura de uma planície aluvial, conforme fica explícito em seu perfil longitudinal (figura 4).

As anomalias de segunda ordem, entre os 1160 e 1060 metros, coincidem com a confluência do Rio Sertão Pequeno, controlada pelo contato litológico entre a Unidade São Vicente e o Granito Marins, conforme verificado no mapa geológico.

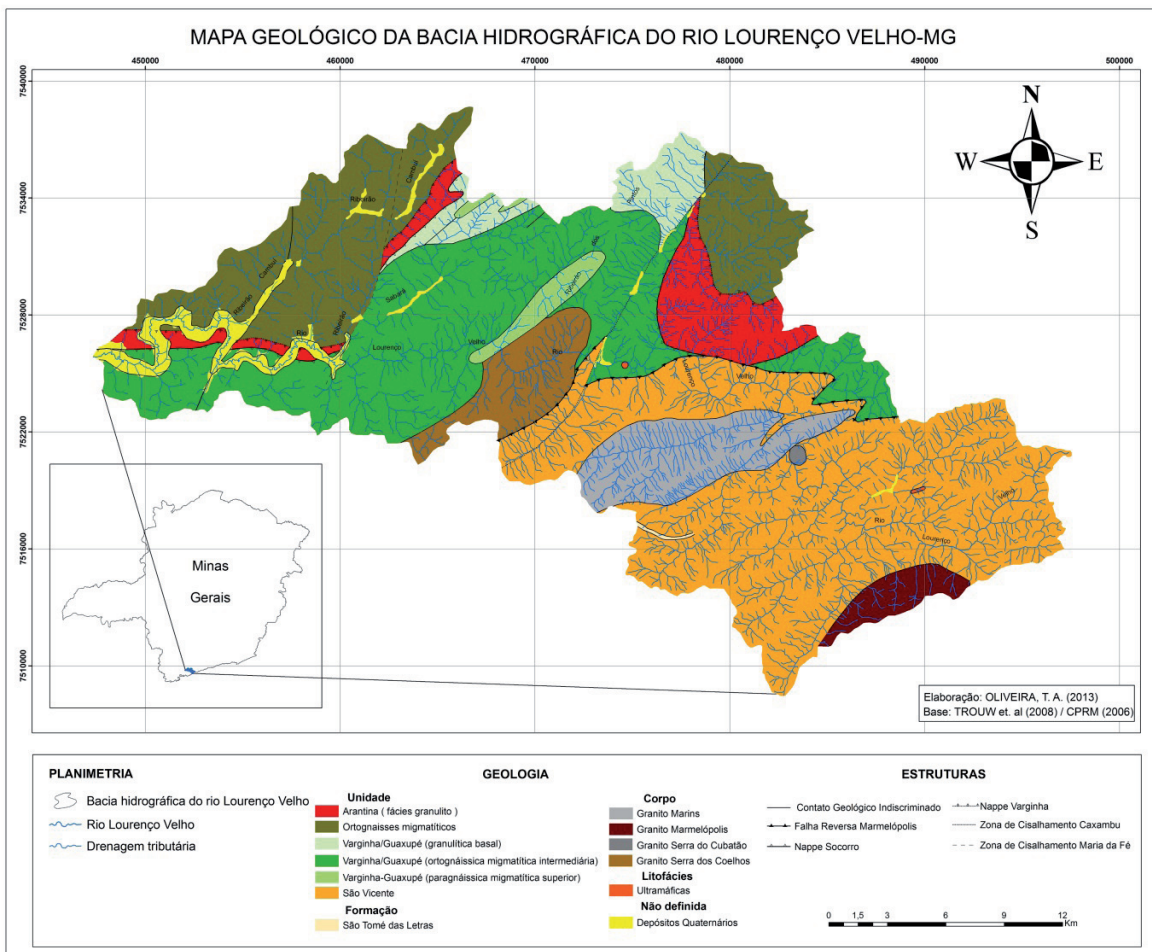


Figura 3 – Mapa geológico da bacia do Rio Lourenço Velho (MG)

A última anomalia detectada pelo RDE antecede a foz do Lourenço Velho, entre 900 e 880 metros, com valor igual 15,2, precedendo a abertura de planície aluvial, que a partir de então se mantém contínua até o exutório no Rio Sapucaí.

No rio Sabará, afluente do rio Lourenço Velho pela margem direita, os valores de RDE também apontaram anomalias, muitas vezes dispostas em sequência, sinalizando aumento da declividade do fundo e da energia da corrente. As primeiras se fizeram presentes nas altitudes

de 1240 e 1200 m onde anomalias de primeira ordem apareceram com o encachoeiramento do canal, assumindo os elevados valores de 25,2 e 16,9, respectivamente.

Entre os 1180 e 1020 metros, o cálculo de RDE aponta mais anomalias, em sua maioria de segunda ordem, além de três de primeira ordem em valores de 27,7, 19,1 e 28,8. Estas últimas precedem a abertura de planície aluvial mais expressiva no fundo do vale controlado por falha normal, conforme fica bem marcado no perfil longitudinal do Sabará (figura 5).

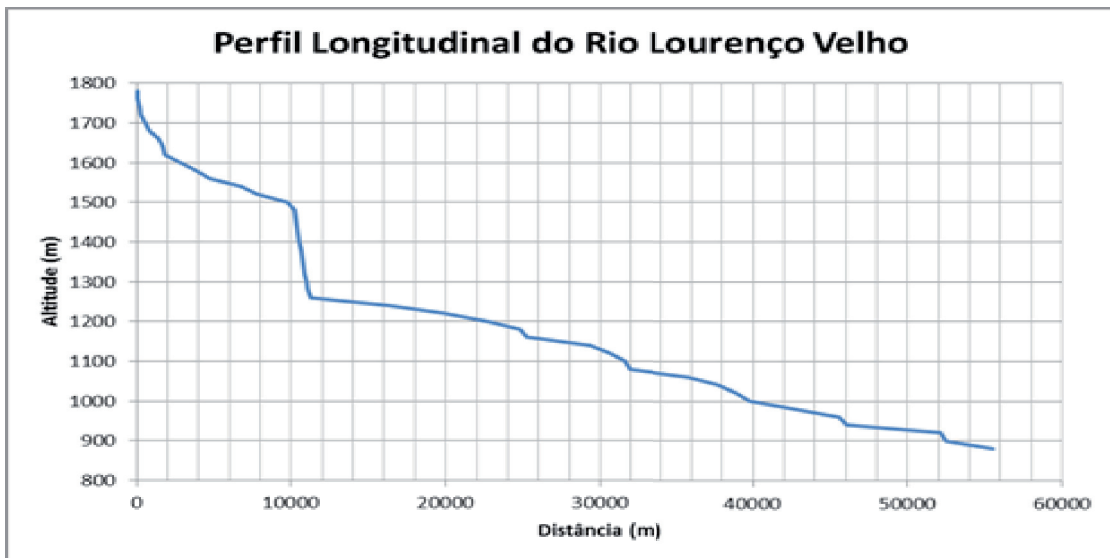


Figura 4 – Perfil longitudinal do Rio Lourenço Velho

O terceiro setor com anomalias significativas limita-se entre 980m e 880m, com cinco anomalias de primeira ordem de valores 12,9; 77,52; 25,94; 39,03 e 19,62. Elas representam um momento onde o curso é encaixado e escalonado em pequenos encachoeiramentos, precedendo uma mudança em sua orientação de NW-SE para NE-SW, até afluír no rio Lourenço Velho. Neste momento o canal passa por nova litologia, saindo da Unidade Varginha/Guaxupé e atingindo a Unidade de Ortognaisses migmatíticos.

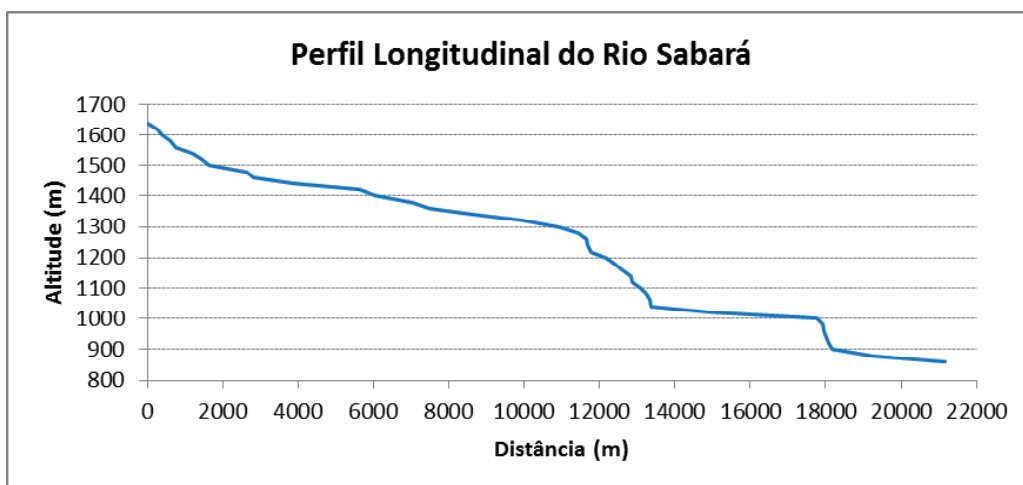


Figura 5 – Perfil Longitudinal do Rio Sabará (MG)

Por sua vez, o Rio Jacuzinho, também afluente da margem direita do Lourenço Velho, apresentou três anomalias de segunda ordem ao longo de seu curso, que dissecam os terrenos metamórficos da Unidade São Vicente. As duas primeiras anomalias se situam entre 1520 e 1500 e 1480 e 1460 metros, e coincidem com trecho turbulento e encaixado que precede a abertura de planície alveolar. A última anomalia encontrada é detectada entre 1420 e 1400 metros, e também antecede a surgência de uma zona de estocagem sedimentar.

Também afluente da margem direita, o Rio Cambuí apresentou em seus 640 metros de amplitude altimétrica 17 anomalias, que começam a eclodir na faixa altitudinal de 1220 metros e se estendem até os 900 metros de altitude. Até os 1000 metros de altitude as anomalias se vinculam à declividade elevada do alto curso que engendra significativo encachoeiramento do curso d'água e sucessivas rupturas de declive talhadas nos espelhos de falhas reafeiçoadas. Após brusca mudança de orientação, de NE-SW para E-W, imposto por falha transcorrente, o canal deixa de percolar diretamente sobre ortognaisses migmatíticas e passa a desenvolver planície aluvial recheada por materiais neopleistocênicos e holocênicos.

A segunda série de anomalias, a partir dos 1000 metros de altitude, se dá pela adaptação do canal a nova orientação de sentido NE-SW, onde abre planície aluvial e passa a cortar depósitos quaternários até desaguar no Lourenço Velho já próximo à sua foz.

Na margem esquerda da bacia, o primeiro afluente aqui destacado é o Rio Claro, adaptado à Zona de Cisalhamento Caxambu. O curso d'água em questão perpassa a Unidade São Vicente, apresentado três anomalias, sendo as primeiras posicionadas entre 1140 e 1100 metros, se consubstanciando quando o canal passa sobre a zona de cisalhamento citada, assumindo orientação, a partir deste ponto, em direção NE-SW em resposta a reativação dessas falhas pré-cambrianas. A terceira anomalia encontrada pelo RDE se encontra entre 980 e 960 metros, quando o canal desagua no Lourenço Velho, passando a dissecar a partir, dos 900 metros, as rochas metamórficas de alto grau da Unidade Varginha/Guaxupé (ortognaissica migmatítica intermediária).

A aplicação de RDE para Rio Sertão Pequeno, afluente da margem esquerda do Lourenço Velho, também apresentou um conjunto de anomalias digno de apreço. A primeira se encontra entre 1580 e 1560 metros de altitude, faixa esta onde o canal estrangula

planície aluvial que se desenvolvia à montante. Seguindo o curso, foram encontradas duas anomalias entre 1540 e 1500 metros. O canal neste ponto se torna turbulento, antecedendo a abertura de uma pequena planície. Entre 1480 e 1400 metros outras anomalias foram detectadas, que, da mesma forma que as anteriores, apontam aumento na energia da corrente e na turbulência do canal.

O Rio Cubatão, que apesar de ser afluente do Rio Sertão Pequeno, é um importante curso d'água da bacia do Rio Lourenço Velho, e também apresentou algumas anomalias de drenagem. As primeiras foram apontadas nas altitudes entre 1640 e 1600 metros, e se referem a duas anomalias de segunda ordem vinculadas a encachoeiramento de alto curso que antecede a abertura de planície alveolar. A segunda anomalia destacada pelo RDE, entre 1520 e 1500 metros, demonstra ruptura de declive no fundo do vale, assim como na anomalia entre os 1440 e 1420 metros de altitude, faixa na qual o canal segue turbulento. Entre 1320 e 1260 metros há duas anomalias de segunda ordem, onde o canal recebe outros afluentes e abre pequena planície, se estendendo sobre a Unidade São Vicente e alterando sua orientação de NE-SW para N-S. Seguidamente, entre 1200 e 1140 metros, nas proximidades da foz no Rio Sertão Pequeno, o canal em questão altera novamente sua orientação de NE-SW, pela qual o curso seguia encaixado, para N-S, o que coincide com contato litológico entre o Granito Marins e a Unidade São Vicente.

Por último, o Rio da Cata, afluente da margem esquerda do Lourenço Velho, apresentou sua primeira anomalia entre 1720 e 1700 metros, próximo da nascente, segmento onde o encaixamento e a turbulência são características recorrentes nos terrenos de relevos tectônicos da Serra da Mantiqueira e chegam a relativizar os resultados obtidos pelo cálculo de RDE. A anomalia seguidamente identificada se dá entre 1620 e 1600 metros, onde o canal abre uma pequena planície após um encachoeiramento. Tais anomalias estão relacionadas a terrenos embasados pela Unidade São Vicente. Entre as altitudes de 1400 e 1340 metros o rio apresenta três anomalias de segunda ordem; a partir desse ponto o canal abre estreita planície, que se desenvolve ao longo de seu curso até o mesmo tributar o Rio Lourenço Velho.

O mapa geológico da bacia hidrográfica do Lourenço Velho reflete os alinhamentos de drenagem e relevo adaptados a falhas e contatos litológicos, com

cursos d’água como os rios Claro e Sertão Pequeno apresentando vales pronunciadamente retilíneos. A bacia do Lourenço Velho se estende por diferentes unidades, passando pelas Unidades São Vicente, Ortognaisses migmatíticos, Varginha/Guaxupé (granulítica basal), Varginha/Guaxupé (ortognáissica migmatítica intermediária), Varginha/Guaxupé (ortognáissica migmatítica superior) e Arantina, implicando em controles diversos que implicam em sucessivas reorientações na direção da drenagem. Sobrepe-se a estas estruturas um inequívoco controle neotectônico, conforme demonstrado com a aplicação do índice RDE.

As evidências de esforços deformacionais neotectônicos são bastante discerníveis nas folhas topográficas e em campo, ocorrendo processos conspícuos de deflexão de canais, capturas fluviais, soerguimento de planícies aluviais, falhas em materiais cenozoicos, entre outras. A figura 6 ilustra a ocorrência de dois solos deveras distintos em seus aspectos físico-químicos, emparelhados por esforços deformacionais recentes.

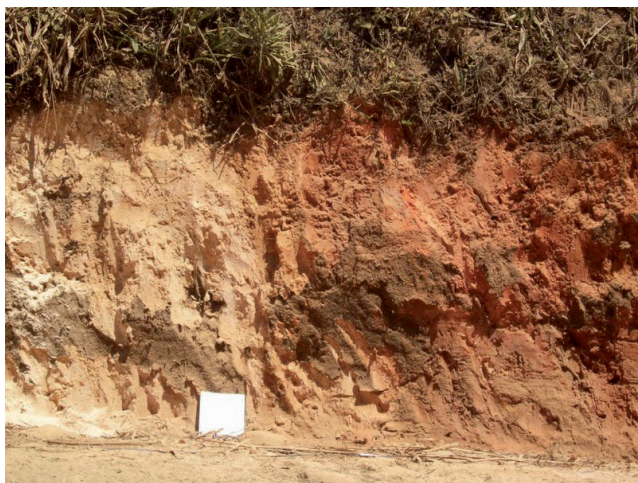


Figura 6 – Emparelhamento no terreno de solos distintos em função de basculamento recente de blocos com falha afetando materiais cenozoicos. Fonte: Marques Neto, 2012.

A cobertura de alteração posicionada a direita apresenta textura argilosa, em distinto contraste com o teor de argila do material à esquerda, cujas análises acusaram textura média, com aumento substancial da fração areia. Além disso, um maior enriquecimento em ferro é verificado no material argiloso, no qual o processo de formação de caulinita é mais avançado.

Considerações finais

Diante os resultados obtidos pela aplicação do Índice Relação Declividade x Extensão do Curso (RDE), o mapa geológico da bacia do Lourenço Velho e a extração dos perfis longitudinais, torna-se perceptível a tectônica ativa agindo na região e se refletindo sobre os cursos d’água analisados. Os resultados se unem aos obtidos em outros trabalhos na área, acerca da geomorfologia da Mantiqueira, como os levados a efeito por Riccomini (1989), Hiruma & Riccomini (1999), Hiruma et al. (2001), Santos (1999), Chiessi (2004), Marques Neto (2012), entre outros.

A extração dos perfis, conjuntamente interpretados com os resultados do RDE, auxilia na leitura das deformações crustais. O perfil muitas vezes sofre rupturas bruscas em seu declive ligadas a anomalias nos valores de RDE. Nesse sentido, a aplicação de tais técnicas subsidia os trabalhos de campo na medida em que são capazes de apontar pontos de interesse para controle e verificação.

A sensibilidade dos cursos d’água em face às alterações em seus canais em função de efeitos deformacionais endógenos, valida os índices morfométricos como ferramentas de averiguação da morfogênese tectônica do relevo.

Para a bacia do Rio Lourenço Velho em específico, as anomalias que assumiram os valores mais elevados se mostraram associadas a outras anomalias subsequentes, assumindo uma tendência de agrupamento de valores anômalos, o que se fez presente não apenas no próprio rio Lourenço Velho, como também nos rios Sabará e Cambuí. Um grupo de anomalias se manifestou com as mudanças na orientação dos canais, que em alguns casos se associavam à abertura de planícies e mesmo a contatos litológicos. Mas o maior grupo de feições anômalas se associa às rupturas de declive, a trechos turbulentos e encachoeiramentos, sendo que os mais expressivos são plenamente perceptíveis nos perfis longitudinais.

Embora estruturas antigas vinculadas à tectônica distensiva do rifte continental do sudeste do Brasil controlem a drenagem na Serra da Mantiqueira, feições morfotectônicas encontram-se soberbamente sobrepostas na forma de vales retilíneos e de dissecação profunda, no regime erosivo e sedimentar, no aspecto trapezoidal e reafeiçoado das escarpas, e, não menos, na rede de drenagem e suas anomalias, eficiente termômetro indicador da atividade tectônica inerente ao domínio intraplaca do território brasileiro.

Referências bibliográficas

ALMEIDA, F. F. M. Origem e evolução da Plataforma Brasileira. **Ministério das Minas e Energia**, Boletim n° 241, Rio de Janeiro, 1967. 36p.

_____. **Geologia do Estado de São Paulo**. Boletim n° 41, 1964. 263p.

CHIESSI, C. M. **Tectônica Cenozoica no Maciço Alcalino de Passa Quatro (SP-MG-RJ)**. 2004. Dissertação (Mestrado em Geologia). Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

ETCHEBEHERE, 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) - IGCE, UNESP.

_____, SAAD, A. R., FULFARO, V. J., PERINOTTO, J. A. J.; Aplicação do índice "Relação Declividade-Extensão - RDE" na Bacia do Rio do Peixe (SP) para detecção de deformações neotectônicas. **Revista Geologia**, USP Série Científica, v.4, n.2, p.43-56. 2004.

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

HIRUMA, S. T; RICCOMINI, C. Análise morfométrica em neotectônica: o exemplo do Planalto de Campos do Jordão. **Revista do Instituto Geológico**, São Paulo, USP, v. 20, n. ½, p. 5-19, 1999.

_____; RICCOMINI, C.; MODENESI-GAUTTIERI, M. C. Neotectônica no Planalto de Campos do Jordão. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 375-384, 2001.

MARQUES NETO, R. **Estudo evolutivo do sistema morfoclimático e morfotectônico da bacia do Rio Verde (MG), sudeste do Brasil**. 2012, 429p. Tese (Doutorado em Geografia), Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista. Rio Claro, 2012.

MINAS GERAIS. COMIG – Projeto Sul de Minas. Folha Caxambu. Secretaria de desenvolvimento econômico do estado de Minas Gerais, vol. I, 2002.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. Projeto RADAMBRASIL. Folha SF23/24, Vitória/Rio de Janeiro. Geologia, Geomorfologia, Pedologia, Vegetação e Uso Potencial da terra. Rio de Janeiro, 1983.

RICCOMINI, C. **O rift continental do sudeste do Brasil**. São Paulo, 1989. 256p. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.

SAADI, A. **Ensaio sobre a morfotectônica de Minas Gerais: tensões intraplaca, descontinuidades crustais e morfogênese**. Belo Horizonte, 1991. 285p. Tese (Professor Titular), Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais.

SANTOS, M. DOS. **Serra da Mantiqueira e Planalto do Alto Rio Grande: a bacia terciária de Aiuruoca e evolução morfotectônica**. Rio Claro, 1999. 134p. Tese (Doutorado em Geociências) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista.

SCHOBENHAUS, C.; CAMPOS, D. A.; DERZE, G. R.; ASMUS, H. E. **Geologia do Brasil**. Brasília: MME/DNPM, 1984. 501p.

SEEBER, L. GORNITZ, V. River profiles along the Himalayan arc as indicators of active tectonics. **Tectonophysics**, v. 92, p. 335-367, 1983.