

Contribuição ao Estudo Morfoestrutural da Bacia do Ribeirão Bom Jesus (Alto Rio Pardo – SP/MG) a partir do Uso de Técnicas Morfométricas.

¹CARETTA, A.R.; ¹DORANTI, C.; ²DORANTI, A; ³CUNHA, C.M.L.; ⁴SOUZA, D. H.

¹ Pós-graduação em Geologia Regional, UNESP, Rio Claro , arcaretta@yahoo.com.br

² Graduado em Geografia – UNESP, Rio Claro; ³ DEPLAN – IGCE, UNESP, Rio Claro;

⁴ Curso de Graduação em Geografia – UNESP, Rio Claro.

ABSTRACT

The utilization of morphometric techniques on the drainage system has as main objective to determine the influence of crustal deformation over the hydrographic basin geometry. Three methodologies were used, with the aim of contribution with the morphoestrutural analysis of the Alto Rio Pardo region: the Relation between Declivity and Chanel Extension (RDE), the Longitudinal Profile of the rivers and the Deranged Density. The chosen hydrographic basin is the Ribeirao Bom Jesus, that lays on the region of the Caconde-SP city. After the relation between all the data and the field work, it was possible to identify the main indicators of a neotectonic activity or a dynamic response to the litoestrutural controls of the basin.

Keywords: morphometric analysis, Alto Rio Pardo, structural geomorphology, drainage system

Resumo

O uso de técnicas morfométricas de análise da rede de drenagem tem como objetivo determinar a influência das deformações crustais sobre a geometria das bacias hidrográficas. Três metodologias foram utilizadas, a fim de contribuir com a análise morfoestrutural da região do Alto Rio Pardo: os Índices de Relação Declividade x Extensão do Canal (RDE), a Análise do Perfil Longitudinal dos Rios e a Densidade de Drenagem. A bacia escolhida foi a do Ribeirão Bom Jesus, na região de Caconde-SP. Após o cruzamento desses dados com os obtidos em campo, foi possível identificar os principais indicadores de atividade neotectônica ou resposta dinâmica aos controles lito-estruturais da bacia.

Palavras-chave: análise morfométrica, Alto Rio Pardo, geomorfologia estrutural, rede de drenagem.

Agradecimento a Fapesp pelo financiamento (Proc. FAPESP N° 04/12818-9)

1 - INTRODUÇÃO

A Bacia do Ribeirão Bom Jesus é uma sub-bacia do alto Rio Pardo, que abrange áreas a leste de estado de São Paulo e sudoeste de Minas Gerais, próxima à região do Maciço Alcalino de Poços de Caldas e às cidades de Caconde-SP e Cabo Verde-MG, como ilustrado na Figura 1.

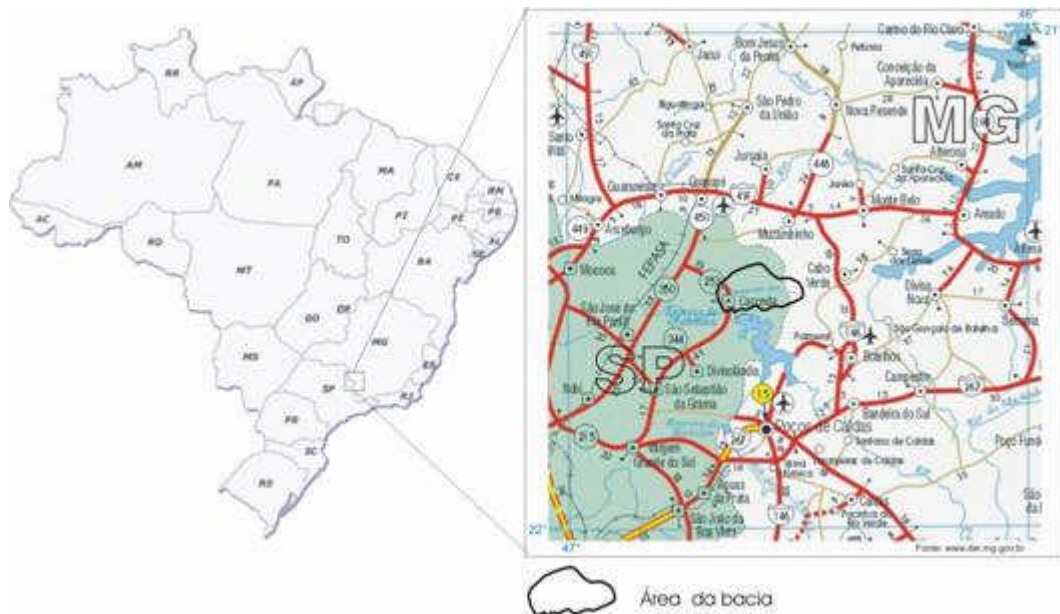


Figura 1 – Mapa de localização da Área.

No contexto geológico regional, a área de estudos está inserida na Província Mantiqueira, que inclui uma série de fragmentos crustais de diferentes idades e evoluções tectônicas (Cordani, *et al.*, 2000).

Dentro do contexto das características geomorfológicas regionais, a área de estudos está localizada na Província do Planalto Atlântico (IPT, 1981) sendo suas principais características morfológicas as grandes extensões de terras altas, constituídas predominantemente por rochas cristalinas pré-cambrianas e cambro-ordovicianas, cortadas por intrusivas básicas e alcalinas.

Melo *et al.* (1993) e IPT (1992) caracterizam geomorfológicamente a área de estudo pela ocorrência de quatro níveis planálticos delimitados a partir de rupturas de declividades positivas e negativas de expressão regional, sendo que cada nível foi correlacionado a uma superfície erosiva.

Em vista desses aspectos, o presente trabalho teve como principal objetivo aplicar técnicas morfométricas de análise da rede de drenagem para a bacia do Ribeirão Bom Jesus, a fim de determinar a influência das deformações crustais sobre a geometria

dos canais, procurando obter maiores subsídios para a compreensão da influência de condicionantes na estruturação da rede de drenagem da região do Alto Rio Pardo - SP/MG.

2 - METODOLOGIA

2.1 - Perfil Longitudinal

O método de estudo do Perfil Longitudinal dos cursos fluviais, apresentado por Burnett & Schumm (1983), conclui que os rios que fluem em áreas sujeitas a deformações neotectônicas estão continuamente ajustando seus canais às variações de declividade, e que estes ajustes se dão principalmente por alterações na sinuosidade do curso.

Por esta técnica plota-se o desnível altimétrico entre os pontos extremos do vale no eixo das ordenadas e a distância, em linha reta, entre os pontos no eixo das abscissas. Este procedimento elimina o efeito da sinuosidade do canal. Em seguida, sobrepõe-se ao perfil obtido a linha de melhor ajuste, o que permite definir, genericamente, áreas em subsidência e soerguimento. A linha de melhor ajuste, neste caso, corresponde a um simulacro matemático do perfil de equilíbrio do rio. A técnica da análise do perfil longitudinal pode complementar a dos índices RDE, auxiliando na verificação de possíveis controles de drenagem e deposição na bacia.

2.2 - Índices RDEs.

O índice RDE é calculado como sendo a razão entre a amplitude altimétrica de cada curso d'água e o logaritmo natural de sua extensão. Os valores obtidos podem ser plotados em mapa (no ponto mediano de cada drenagem), possibilitando o traçado de linhas de isovalores *-isodefs-* (Etchebehere, 2004).

O índice de Relação Declividade *vs.* Extensão de Curso de água (RDE), possibilita a análise de toda a extensão de perfis longitudinais de cursos fluviais (RDE_{total}), bem como de trechos selecionados (RDE_{trecho}), propiciando as bases para o estabelecimento de comparações entre cursos d'água de ordem e de porte diferentes (Doranti, 2003; Doranti *et.al.* 2004, 2005; Caretta *et.al.*, 2005, 2006). Nesta pesquisa, devido à extensão da área e escala de análise, optou-se por utilizar somente o RDE total. O índice RDE pode ser calculado através da seguinte fórmula:

$$\text{RDE} = (\bullet \text{ H} / \bullet \text{ L}) \cdot \text{L}$$

Onde: $\bullet \text{ H}$ = diferença altimétrica entre dois pontos extremos de um seguimento ao longo do curso d'água; $\bullet \text{ L}$ = projeção horizontal da extensão do referido segmento; L =

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

Segundo Etchebehere (2000), o índice RDE resulta do método estabelecido por Hack (1973) e pode ser correlacionado com os níveis de energia da corrente (*stream power*), que se reflete na capacidade da mesma erodir o substrato e de transportar a carga sedimentar. O índice cresce onde o rio flui por sobre rochas mais resistentes e decresce onde percorre um substrato mais friável. Pode-se suspeitar da atuação de processos tectônicos caso seja possível eliminar o fator litológico como causador principal da elevação do índice em algum determinado trecho do rio.

2.3 - Densidade de Drenagem

A densidade de drenagem está fundamentada nas idéias de Horton (1945), que considerava que, nos estudos de bacias hidrográficas, a quantificação da relação entre o comprimento dos canais e a área da bacia era uma importante ferramenta para o estudo dos diversos controles atuantes sobre a drenagem.

A Densidade de Drenagem é dada pela seguinte equação:

$$Dd = Lb/A$$

Onde: **Dd** = densidade de drenagem; **Lb** = comprimento total dos rios ou canais existentes na bacia e **A** = área da bacia.

A aplicação dos índices de densidade de drenagem permite a individualização de áreas anômalas de alta ou baixa densidade de drenagem, que podem estar refletindo diversos tipos de influências, tais como os fatores neotectônicos (Hiruma & Riccomini, 1999).

3 - RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir dos resultados obtidos pela técnica do perfil longitudinal, observamos que a maioria dos perfis apresenta aspectos anômalos, principalmente nas áreas de nascente e de foz. Alguns demonstram um traçado de perfil bastante diferente do que foi sugerido pela linha de melhor ajuste, como seria o caso dos cursos do Cachoeirinha (FIGURA 2), Santo Antônio (FIGURA 3), Conceição (FIGURA 4), Bom Sucesso (FIGURA 5), que evidenciam soerguimentos tanto no alto quanto no baixo curso. O perfil que mais se aproxima do equilíbrio é encontrado no Córrego da Vaca (FIGURA 6), no entanto, maiores detalhes analíticos podem ser conseguidos com o emprego do índice RDE.

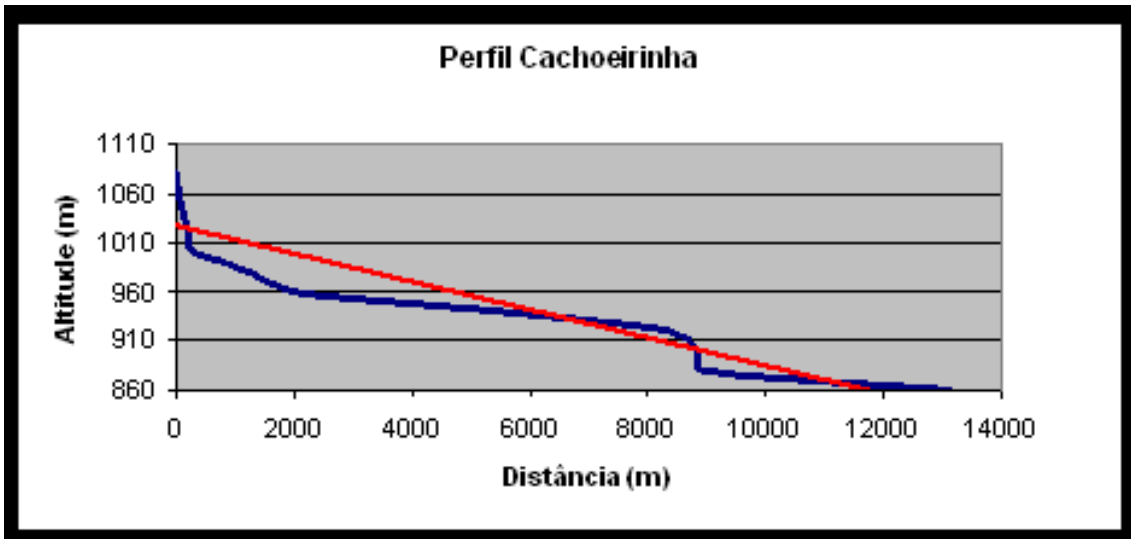


Figura 2 – Perfil Longitudinal do Ribeirão Cachoeirinha

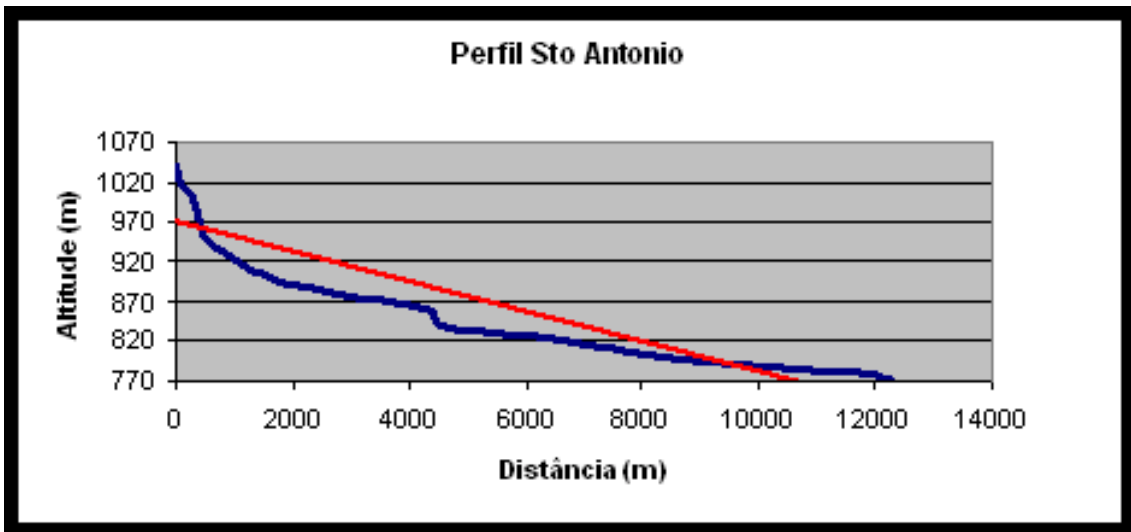


Figura 3 – Perfil Longitudinal do Ribeirão Santo Antonio

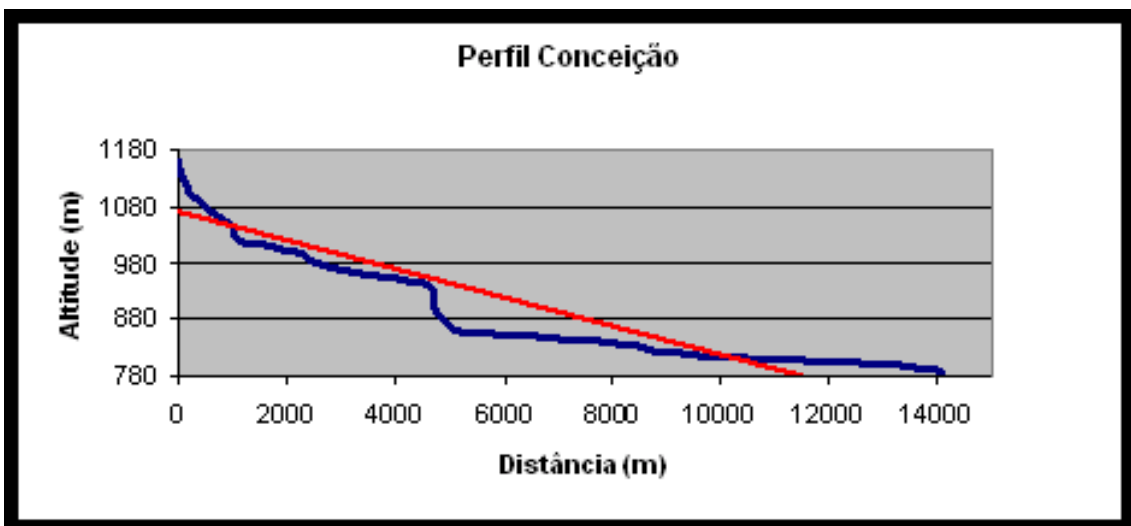


Figura 4 – Perfil Longitudinal do Ribeirão Conceição.

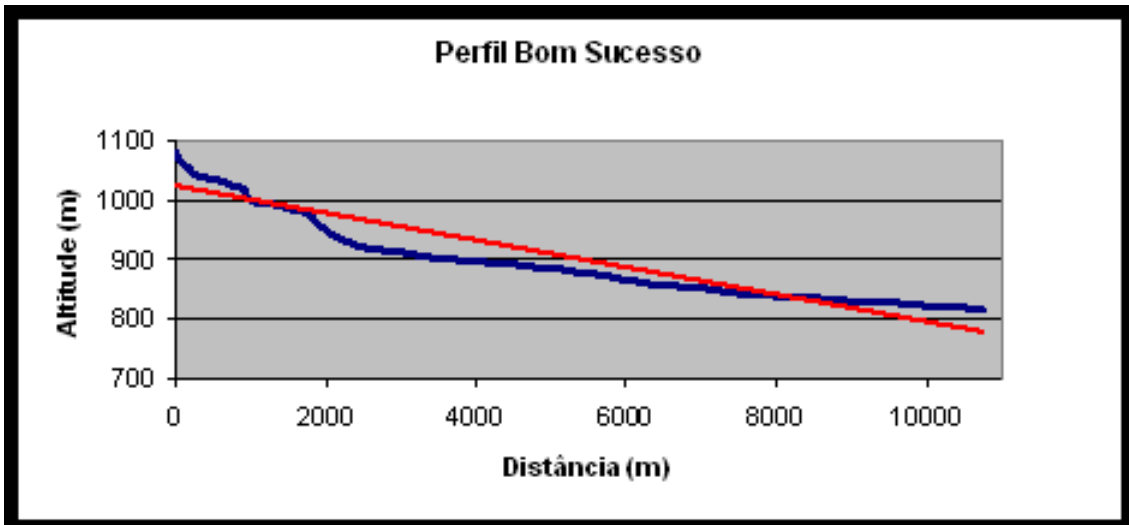


Figura 5 - Perfil Longitudinal do Ribeirão Bom Sucesso.

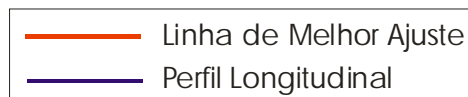
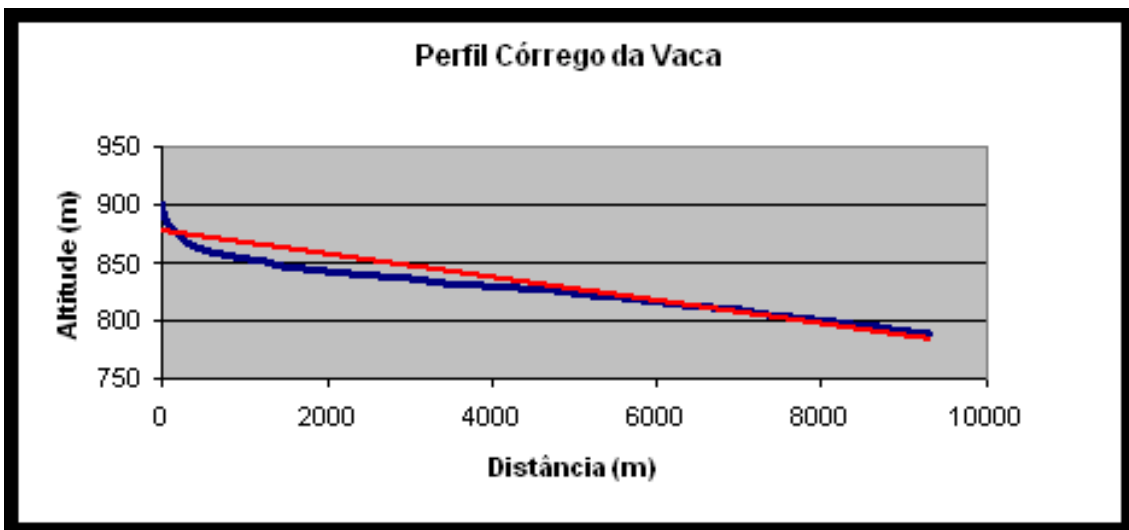


Figura 6 – Perfil Longitudinal do Córrego da vaca.

O índice RDE foi calculado para toda extensão da bacia do Ribeirão Bom Jesus bem como para seus 14 afluentes. O cálculo foi feito para o curso total de cada drenagem, e, após o cálculo da média ponderada foi possível definir quais drenagens possuíam anomalias positivas ou negativas. Os valores acima da média ponderada, cujo valor foi 0,27, correspondem aos valores positivos e os valores abaixo dessa média, aos negativos.

Sabendo-se que o índice cresce onde o rio flui por rochas mais resistentes, podemos inferir que o lado esquerdo da bacia pode estar sofrendo maiores influências

de reativações do que a margem direita, pois os maiores valores de RDE são os da margem esquerda como pode ser observado no mapa de isolvalores (FIGURA 7).

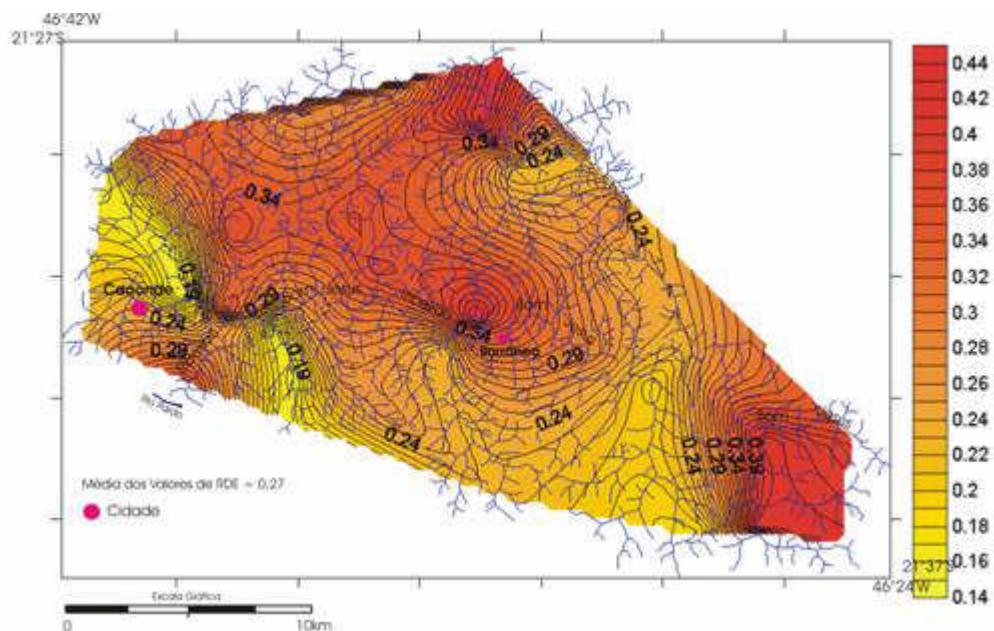


Figura 7 – Isovalores de RDE Sobrepostos a Bacia de Drenagem

O mapa permite observar as anomalias positivas e negativas e constatar que alguns rios como o Ribeirão Bom Jesus, os Córregos Cachoeirinha, Santo Antonio, Bom Sucesso, São Matheus e Agrião, tiveram valores positivos indicando maior atuação da tectônica. Enquanto isso outros cursos como os Córregos São Miguel, Bom Jesus II e da Vaca, tiveram baixos valores, o que significa a ocorrência de anomalia.

Já os resultados da densidade de drenagem, mostraram que os maiores valores desse índice estão nos setores da margem direita da bacia, (FIGURA 8), onde encontramos também as formas mais salientes do relevo. Sobre esta questão, no Alto Rio Pardo, Melo *et. al.* (1993), Hiruma & Ponçano (1994) afirmam que as principais anomalias de adensamento de drenagem apresentam estreita correlação com blocos topograficamente soerguidos delimitados por estruturas, sugerindo rejuvenescimento do relevo ao longo dessas direções.

As técnicas adotadas permitiram definir comportamentos diferenciados para a drenagem em alguns setores das bacias e da região adjacente, ora evidenciando áreas de soerguimento, ora subsidência, com sedimentação ativa. Assim, no baixo curso do Córrego Bom Jesus, este fato evidencia-se tanto no campo, como na adequação do curso à linha de melhor ajuste registrada na FIGURA 9. Além disso, ao longo das drenagen

constata-se com certa frequência, situações em que a existência de soleiras também justifica as anomalias no perfil longitudinal.

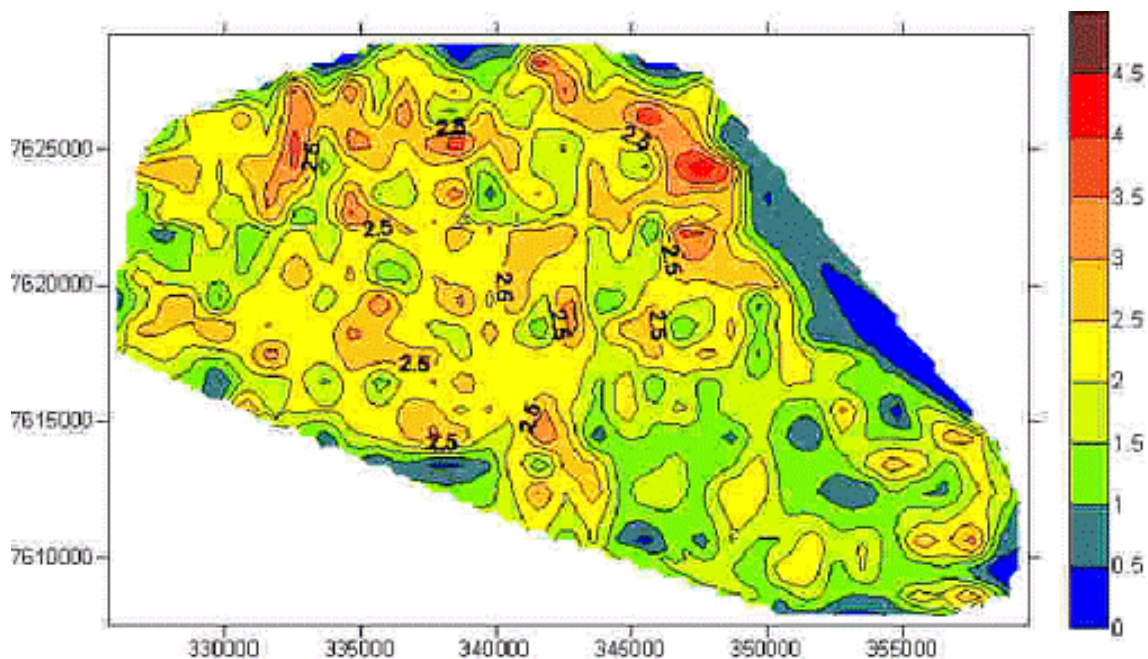


Figura 8 – Isolinhas Com Valores de Densidade de Drenagem

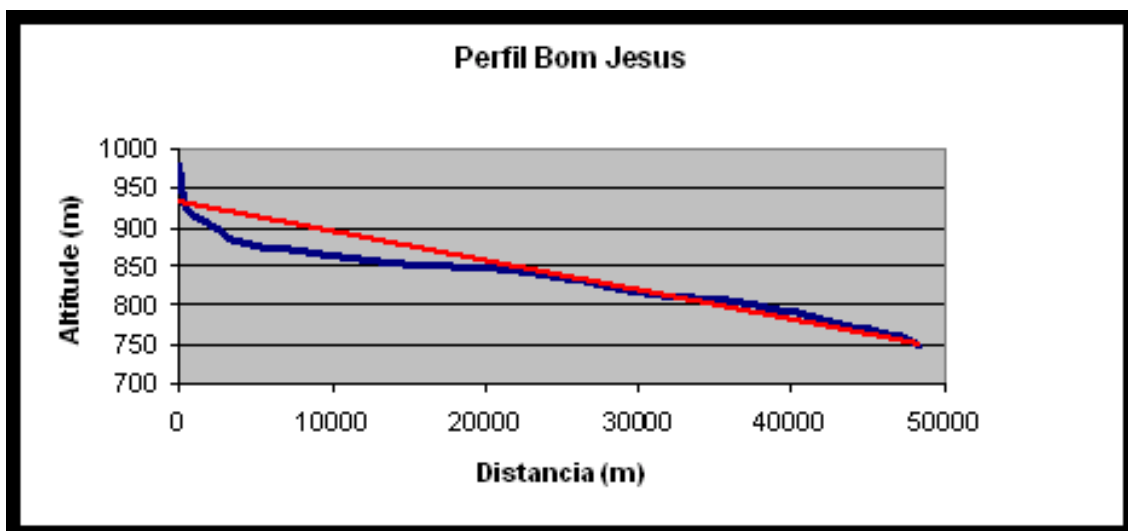


Figura 9 – Perfil Longitudinal do Ribeirão Bom Jesus

4-CONCLUSÕES

Observa-se assim, que os perfis longitudinais se mostraram concordantes com os resultados de RDE e mostraram graficamente quais rios do planalto sofreram maior atuação dos controles tectônicos, e em qual trecho ocorreu provável subsidência ou

soerguimento. Fato que chama a atenção refere-se ao setor norte da bacia, no qual, além dos maiores valores de RDE, registram-se também os mais altos índices de densidade de drenagem.

Constata-se, portanto, que as anomalias de alta densidade de drenagem se distribuem de maneira relativamente dispersa, ou seja, não existem faixas contínuas de altos valores, mas sim pontos. Mas, seguindo a tendência de todos os outros índices calculados, os maiores valores de densidade de drenagem acontecem nos setores da margem direita da bacia de drenagem, onde são encontradas também as formas mais salientes do relevo, ou então, no lado esquerdo, onde se registram também modelados cujos topos possuem formato de crista.

Assim conclui-se que técnicas morfométricas utilizadas se mostraram bastante eficientes e de fácil utilização para a análise da bacia. As características do controle estrutural se mostram muito evidentes em todas as variáveis calculadas.

5 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Almeida, F.F.M. de.(1964) Fundamentos geológicos do relevo Paulista. Boletim do Instituto Geográfico e Geológico, São Paulo: v.41, 169-263.

Burnnet, A. W.; Schumm, S. A. (1983) Alluvial river response to neotectonic deformation in Louisiana and Mississippi. Science, 222, p. 49-50.

Campos Neto, M.C. da.(2000) Orogenci systems from southerwestern gondwana na approach to Brasiliano-Pan African cycle and orogenci collage um southeastern Brazil. In: Cordani, U. G *et al.*, (orgs.) Tectonic Evolution of South America. 1^a. ed. Rio de Janeiro: 31st International Geological Congress, cap. 12, p.335-365.

Caretta, A. R., *et. al.* (2005) - Análise Morfométrica da Bacia do Ribeirão Bom Jesus- Alto Rio Pardo-SP/MG. Boletim de Resumos X Simpósio Nacional de Estudos Tectônicos e IV International Symposium on Tectônics, Curitiba-PR. v. 1. p. 216-217.

Caretta, A. R., *et. al.* (2006) - Densidade de drenagem e compartimentação geomorfológica do relevo da bacia do Ribeirão Bom Jesus - Alto Rio Pardo (SP/MG). In: Anais do VI Simpósio Nacional de Geomorfologia/Regional Conference on Geomorphology. v. 1. p. 188-188.

Caretta, A.R.(2006) Análise morfométrica e morfoestrutural da bacia do Ribeirão Bom Jesus, Alto Rio Pardo – SP/MG; Rio Claro, 2006. Trabalho de Conclusão de Curso – IGCE, UNESP.

Chritofolletti, A. (1981). A variabilidade espacial e temporal da densidade de drenagem. *Not. Geomorfológica*.21 (42): 3-22.

Cordani, U. G, *et al (orgs)* (2000). Crustal evolution of the South America Plataform. In Cordani, U. G *et a.*, (orgs). *Tectonic Evolution of South America*. 1^a. ed. Rio de Janeiro: 31st International Geological Congress, cap. 1, p.19-40.

Doranti, C. (2003). Contribuição ao Estudo Morfoestrutural do Planalto de Monte Verde – MG, a partir de técnicas morfométricas de análise da drenagem e do relevo. Rio Claro. Trabalho de Conclusão de Curso – IGCE, UNESP.

Doranti, C. *et. al.* (2004). Análise da Rede de Drenagem do Planalto de Monte Verde-MG a Partir do Uso de Técnicas Morfométricas: Índices RDEs e Perfil Longitudinal. In: XLII Congresso Brasileiro de Geologia. Anais do XLII Congresso Brasileiro de Geologia, Araxá-MG.

Doranti, C.; *et al.* (2005) - Soerguimento Holocênico e Depósitos Correlativos de Um Setor da Mantiqueira Ocidental: Planalto de Monte Verde-MG. Boletim de Resumos Expandidos do X Simpósio Nacional de Estudos Tectônicos e IV International Symposium on Tectônics, Curitiba-PR v. 1. p. 167-168.

Etchebehere, M. L. D. C.(2000) Terraços neoquaternários no vale do Rio do Peixe, Planalto Ocidental Paulista: Implicações estratigráficas e tectônicas. Rio Claro. 2v. Tese de Doutorado – IGCE, UNESP.

Etchebehere, M.L. *et al.* (2004). Aplicação do Índice “Relação Declividade - Extensão – RDE” na Bacia do Rio do Peixe (SP) para detecção de deformações Neotectônicas. *Revista do Instituto de Geociências - USP*, v. 4, N.2, p. 43-56.

Hack, J. T.(1973). Stream profile analysis and stream gradient index. Journal Research of U. S. Geological Survey, v. 1, 421 – 429.

Hiruma, S. T.; Poncano, W.L.(1994).Densidade de drenagem e sua relação com fatores geomorfopedológicos na area do Alto Rio Pardo, SP e MG. 1994, Rev. IG, 15(1/2), JAN/DEZ 1994, p.49-57.

Hiruma, S. T.(1999). Neotectônica no Planalto de Campos do Jordão, SP. Dissertação de mestrado – IG, Usp.

Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT).(1991). Mapa Geológico do Estado de São Paulo. Escala 1:500.000. São Paulo.

Melo, C.L. *et al.* 1993 Neotectônica da area do Alto Rio Pardo (SP e Mg), Revista IG, São Paulo, 14(1), p. 27-38.