

APLICAÇÃO DE ANÁLISE MORFOMÉTRICA - RELAÇÃO DECLIVIDADE VS. EXTENSÃO E PERFIL LONGITUDINAL DAS DRENAGENS - NA BACIA DO RIBEIRÃO DAS ANTAS PARA DETECÇÃO DE DEFORMAÇÕES NEOTECTÔNICAS NO PLANALTO DE POÇOS DE CALDAS

Daniel Henrique de Souza¹; Peter Christian Hackspacher²; Carolina Doranti Tiritan³; Luiz Felipe Brandini Ribeiro⁴; Michele Mucio Campani⁵.

RESUMO

A fim de caracterização, diferenciação de áreas homogêneas e detecção de possíveis áreas sujeitas à movimentação tectônica recente, foi aplicada análise morfométrica na Bacia do Ribeirão das Antas, responsável por drenar dois terços do Planalto de Poços de Caldas, situado na divisa entre os estados de São Paulo e Minas Gerais, encontrando-se a NE do primeiro e a SW do segundo. As técnicas empregadas constituíram-se no Índice de Extensão VS. Declividade dos canais (RDE) e Perfil Longitudinal dos canais. Utilizadas em conjunto, estas técnicas possibilitaram identificar comportamentos distintos dentro da bacia: na margem direita da Ribeirão das Antas, valores baixos de RDE, perfis longitudinais em equilíbrio e direções dos rios seguindo paralelamente ao rio principal. Já na margem oposta, identificam-se rios de grandes extensões com valores de RDE altos e perfis longitudinais anômalos, seguem direção perpendicular ao Ribeirão das Antas, sendo que, na maioria dos rios observa-se uma mudança de direção na metade de seu curso, de noroeste para leste. Como causadores do aumento do RDE e dos perfis anômalos da margem leste, inferimos ação neotectônica, através da reativação de lineamentos de direção NE, ocorrida após a instalação do sistema de drenagem da Bacia do Ribeirão das Antas.

PALAVRAS CHAVE – Ribeirão das Antas, análise morfométrica, caracterização, tectônica.

ABSTRACT

With the objective of characterization, differentiation of homogeny areas and detection of areas susceptible to recent tectonic movement, morphometric analysis was applied to the “Ribeirão das Antas” Basin, which is responsible for draining two thirds of the Poços de Caldas Plateau, located in the border of São Paulo and Minas Gerais, in the northeast of the first and southwest of the second. The employed techniques were the Extension Index, Channel Slope and Channel Longitudinal Profile. Applied together, these techniques make possible to identify different behaviors in the basin: on the right shore of the Ribeirão das Antas, low values of RDE, balanced longitudinal profiles and rivers flowing parallel to the main channel. On the left shore, rivers with long extension, High values of RDE and anomalous longitudinal profiles were identified flowing perpendicular to the Ribeirão das Antas, although in most of the rivers, it is observed a change in the direction in its half course, from northwest to east. Neotectonic is inferred as the cause in the rise of the RDE values through the reactivation of northeast direction lineaments that occurred after the installation of the drainage system of the Ribeirão das Antas Basin.

KEY WORDS - Ribeirão das Antas, morphometric analysis, characterization, tectonics.

INTRODUÇÃO

Uma bacia hidrográfica responde a vários fatores que a mantém dentro de certo equilíbrio: suas estruturas geológicas, o embasamento litológico, topografia e o clima regulam sua energia, erosão

¹ Graduação em Geografia, IGCE/UNESP- Rio Claro (danieudani@yahoo.com.br);

² Departamento de Petrologia e Metalogenia, IGCE/UNESP – Rio Claro;

³ Programa de Pós Graduação em Geologia Regional, IGCE/UNESP – Rio Claro;

⁴ Nucleargo - Tecnologia Nuclear em Sistemas Naturais & Pesquisa Mineral LTDA;

⁵ Graduação em Geografia, IGCE/UNESP – Rio Claro. Av. 24-A, 1515 - 13506-900 -Rio Claro (SP) Caixa. Postal 178

e deposição. Alguma modificação, seja climática ou tectônica, implicará na reorganização dos rios a fim de se ajustarem às novas características. Os canais de drenagens são, portanto, extremamente sensíveis a qualquer deformação que se apresente no relevo, mesmo aquelas muito sutis.

Assim sendo, para a caracterização e distinção de áreas homogêneas dentro de uma bacia, bem como para a detecção de deformações neotectônicas, torna-se adequado o estudo dos padrões de drenagem através da análise flúvio-morfométrica, como têm feito diversos autores. No Brasil, tais estudos iniciaram-se a partir do pioneirismo de Björnberg (1969 a, b; 1992), com o estudo de perfis longitudinais, seguido de aplicações de análise morfométrica na região amazônica (Rodriguez; Suguio, 1992; Rodriguez, 1993), na bacia hidrográfica do Rio do Peixe (Etchebehere; Saad, 1999; Etchebehere, 2000; Etchebehere et al., 2004 a), na bacia do rio Santo Anastácio (Guedes, 2008), na região de Atibaia-Bragança Paulista (Bistrichi, 2001), além de contribuições de Doranti (2003), Missura (2005), Caretta (2006) e Lima (2009), entre outros.

Neste trabalho pretende-se aplicar índices morfométricos, no caso, o Índice de Relação Declividade vs. Extensão do canal (RDE) e traçar o Perfil Longitudinal das drenagens da bacia do Ribeirão das Antas, responsável por drenar cerca de 75% do Planalto de Poços de Caldas, situado na divisa entre os estados de São Paulo e Minas Gerais, encontrando-se a NE do primeiro e a SW do segundo, enquadrado nas longitudes 46° e 47° W e latitudes 21° e 22°S e cobrindo uma área de 800 Km² (fig. 1).

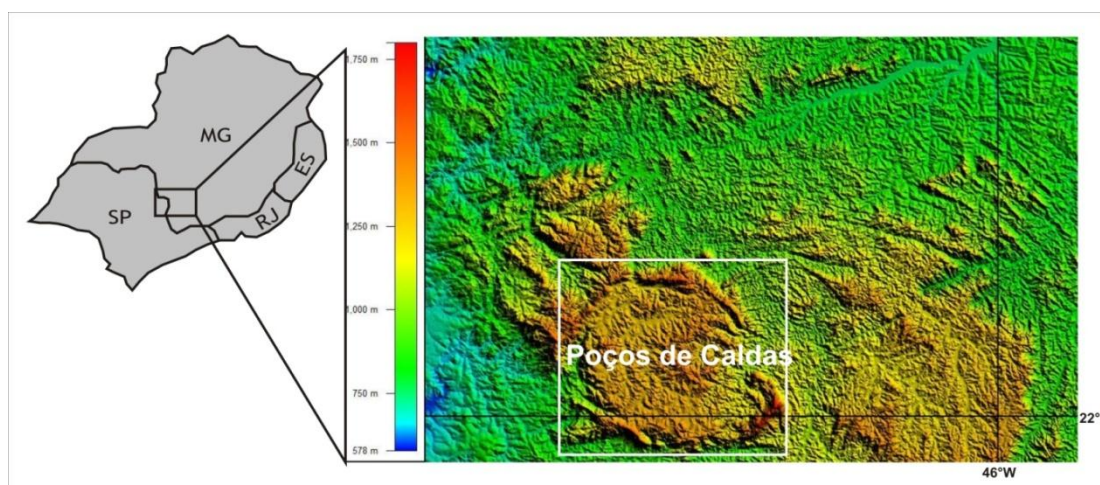


Figura 1. Localização de Poços de Caldas

Tal aplicação objetiva a caracterização da bacia e a distinção de áreas homogêneas dentro da bacia, auxiliando na detecção de áreas sujeitas a possíveis movimentações neotectônicas, contribuindo assim com os estudos da evolução recente do relevo da área de estudos.

Contexto geológico – O Maciço Alcalino de Poços de Caldas encontra-se intrudido em rochas pré-cambrianas do Terreno Socorro-Guaxupé, fazendo parte de um alinhamento magmático alcalino denominado Poços de Caldas – Cabo Frio (Thomaz Filho & Rodrigues, 1999). O Terreno Socorro – Guaxupé consiste em um sistema de nappes frontais inserido na porção central da Província da

Mantiqueira (Campos Neto, 2000), cuja evolução geológica é explicada por um histórico policíclico que se iniciou no Arqueano e finalizou com a Orogênese Brasileira durante a aglutinação do Gondwana Ocidental no Neo-Proterozóico (Cordani et al. 2000, Hackspacher *et al.*, 2003). Compõe-se dos Complexos Varginha – Guaxupé e Amparo, os quais possuem rochas do embasamento formadas por orto e orto e paragneisses paleoproterozóicas com menores ocorrências de rochas arqueanas (Artur, 1988), e seguem-se assembléias de arco magmático, unidades vulcano-sedimentares e supracrustais mesoproterozóicas a neoproterozóicas representando a cobertura do embasamento, intrudido por abundantes intrusões e associações graníticas, por vezes, charnockíticas, pré, sin e pós-colisionais durante a colagem orogênica brasileira (Cordani *et al.* 2000, Hackspacher et al. 2003).

O alinhamento magmático alcalino Poços de Caldas – Cabo Frio, responsável pela intrusão, no Cretáceo Superior, do Maciço Alcalino de Poços de Caldas, compreende uma sequência de eventos vulcânicos localizados, realizados provavelmente por manifestações magmáticas periódicas, quando houve a movimentação da placa litosférica Sul-Americana sobre um hot spot situado provavelmente na astenosfera, durante a fase de separação entre as placas tectônicas da América do Sul e da África (Thomaz Filho & Rodrigues, 1999).

Internamente, o maciço alcalino de Poços de Caldas é constituído principalmente por fonólitos intrusivos (78%) e nefelina sienitos (14%), seguidos de lavas fonolíticas (5%) e rochas piroclásticas (3%, que incluem tufos, aglomerados e brechas), conforme descritos por Ellert (1959) e Ulbrich & Ulbrich (1992). Segundo Ulbrich & Ulbrich (2000), tinguaítos são as primeiras rochas intrusivas, seguidas pela intrusão de nefelina sienitos, pelos chibinitos e lujaunitos. A fig. 2 apresenta a geologia da região.

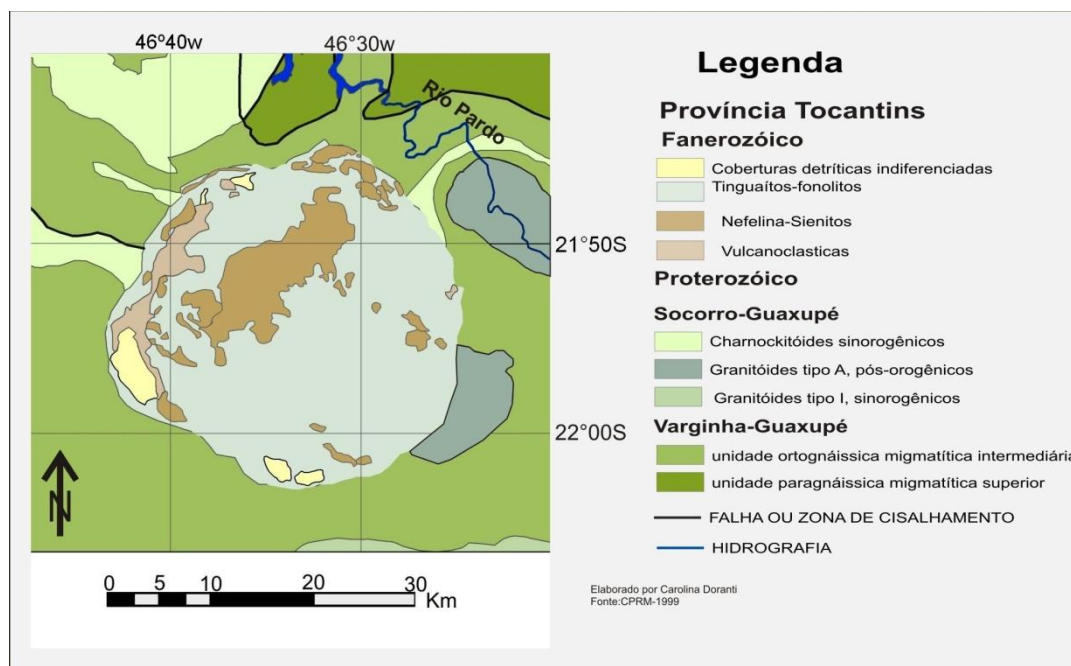


Figura 2. Mapa geológico da região (Modificado de CPRM 1999)

Contexto Geomorfológico - A área de estudos encontra-se inserida no Planalto Atlântico (Almeida, 1964; Cavalcanti *et al.*, 1979), e caracteriza-se como uma região de terras altas, formada principalmente por rochas cristalinas cambro-ordovicianas, cortada por intrusivas básicas e alcalinas mesozóicas e terciárias, assim como pelas coberturas das bacias sedimentares de São Paulo e Taubaté (IPT, 1981). Almeida (1964), Cavalcanti *et al.* (1979), IPT (1981), dividiram a área, apresentando cada um pequenas diferenças em relação a limites e nomes, de modo que, a área de estudos encontra-se inserida na subzona do Planalto de Sul de Minas (Cavalcanti *et al.*, 1979), o qual é dividido em três unidades morfológicas: a Superfície do Alto Rio Grande, o Planalto de São Pedro de Caldas e Planalto de Poços de Caldas. Ainda relevante para a visão regional da área de estudos, tem-se a subzona do planalto atlântico denominada de Zona Cristalina do norte, localizada a oeste da subzona Planalto do Sul de Minas (Fig. 3).

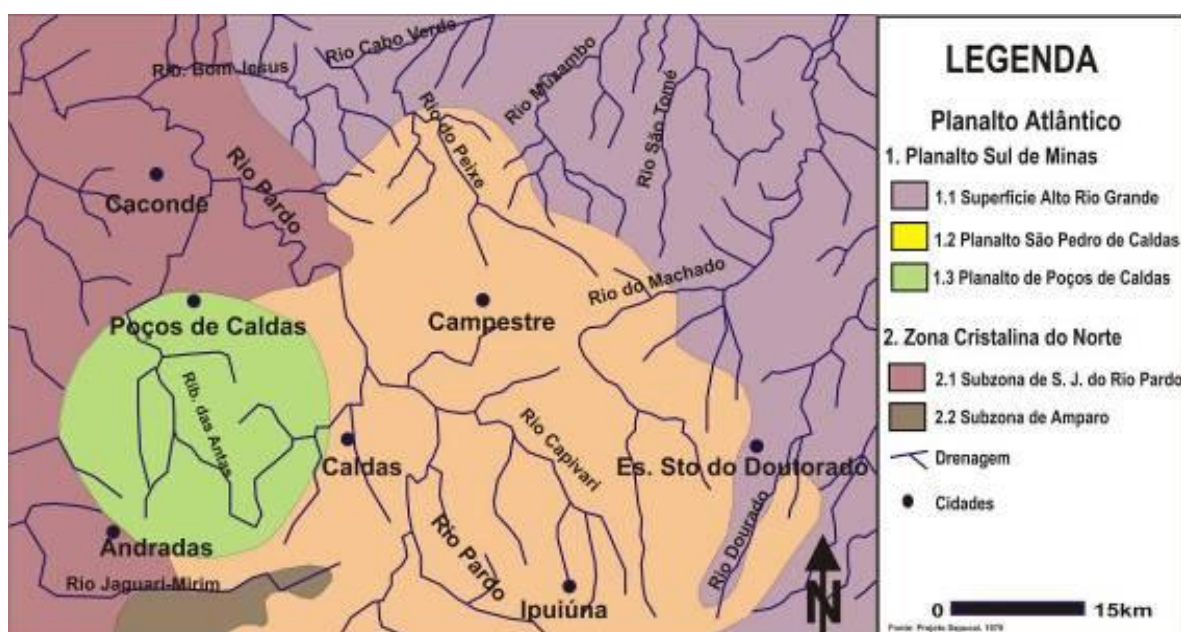


Figura 3. Compartimentação geomorfológica da região (modificado de Cavalcanti *et al.*, 1979)

O planalto de Poços de Caldas, objeto específico desta pesquisa, ocupa uma área de aproximadamente 800 Km² que se destaca de 300 a 500m do entorno cristalino. Encontra-se estabelecido numa chaminé de rochas eruptivas alcalinas (Almeida, 1964), representada principalmente por foiaítos e tinguaitos (Cavalcanti, *et al.*, 1979). Possui estrutura anelar circundando uma zona rebaixada onde se desenvolve uma topografia de morros e vertentes suaves cujos desníveis locais raramente ultrapassam 150m, (Cavalcanti, *et al.*, 1979). A estrutura anelar, por sua vez, tem seus mais altos cimos nivelados em altitudes que vão de 1500 a 1800m (Almeida, 1964), alcançando 1637 no morro do Cristo Redentor (Cavalcanti, *et al.*, 1979). Tais elevações são proporcionadas pela resistência das rochas alcalinas, constituindo uma armadura formada por diques tinguaiticos que circundam cerca de três quartos do planalto (Almeida, 1964). Na borda SE do planalto, por sua vez o dique anelar desaparece.

MATERIAL E MÉTODOS

Índices de Relação Declividade vs. Extensão de curso d'água (RDE) - Esta técnica é utilizada como indicadora de áreas suspeitas de atividades tectônicas recentes e possibilita a análise tectônica de áreas extensas, ela resulta do método estabelecido por Hack (1973), sendo correlacionado com os níveis de energia da corrente (*stream power*), que se reflete na capacidade da mesma de erodir o substrato rochoso e de transportar a carga sedimentar. Esses índices são indicadores sensíveis de mudanças na declividade de um canal fluvial, que podem estar associadas a diferentes resistências à erosão hidráulica do substrato lítico ou/e à atividade tectônica (Etchebehere, 2000). Pode ser calculado como:

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

Onde: ΔH = diferença altimétrica entre dois pontos extremos de um seguimento ao longo do curso d'água; ΔL = 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.

Perfil Longitudinal das Drenagens – Utilizado neste trabalho da maneira como apresentou Burnett & Schumm (1983), consiste em plotar 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, cuja qual corresponde a um simulacro matemático do perfil de equilíbrio do rio, o que permite definir, genericamente, áreas em subsidência e soerguimento. A figura 4. mostra essa relação.

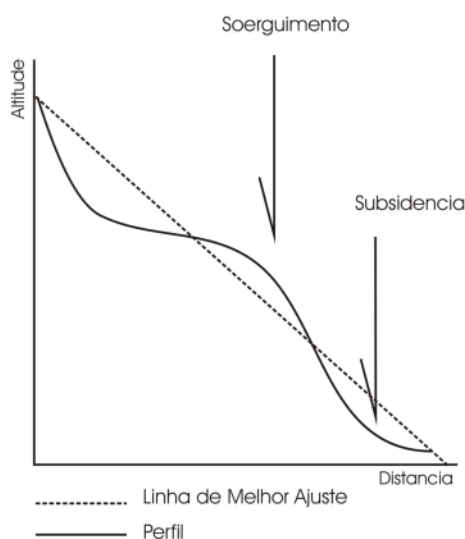


Figura 4. Modelo teórico do perfil longitudinal (Caretta, 2006)

O uso deste procedimento, seguido do controle de campo, permite a identificação das áreas de estocagem de sedimento, e sua relação com o arcabouço tectônico. A técnica da análise do perfil longitudinal pode complementar um dos índices RDE, podendo auxiliar na verificação de possíveis controles de drenagem e deposição na bacia.

Os materiais que serão utilizados para a execução dessas técnicas foram: Cartas Topográficas de Poços de Caldas, Pinhal e Caldas, na escala de 1:50.000, fornecidas pelo IBGE, digitalizadas no Softwares Arcgis 9.2 e Global Mapper9; os dados de RDE foram calculados no Microsoft Excel, assim como a confecção dos perfis longitudinais; No Surfer8 foram plotados os valores de RDE na drenagem para a geração de curvas de isovalores de RDE, o método utilizado foi a interpolação por krigagem. Foi ainda sobreposto a bacia do Ribeirão das Antas em mapas retirados da bibliografia para auxiliar na interpretação dos resultados.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A bacia do Ribeirão das Antas drena cerca de 75% do Planalto de Poços de Caldas. Seus canais de primeira ordem são limitados, ora pelo dique anelar, ora por estruturas circulares internas ao maciço, conferindo assim, à primeira vista, padrão radial a bacia, entretanto, nos canais de demais ordem são observados padrões dendríticos, paralelos e retangulares. A fig. 5 apresenta estas características inserindo a bacia dentro do contexto do Planalto de Poços de Caldas e, abaixo, a tab. 1 apresenta os resultados do índice de Relação Declividade VS. Extensão (RDE):

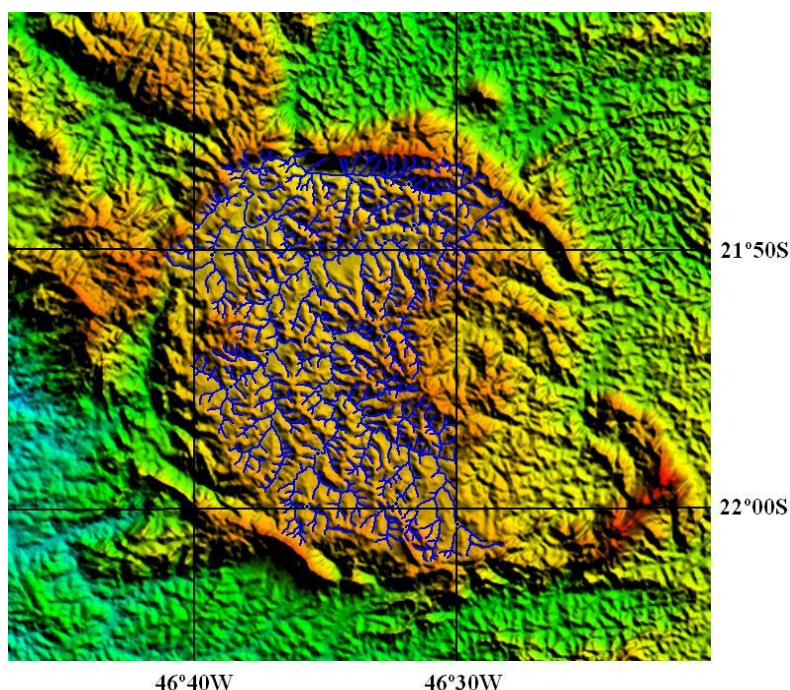


Figura 5. Bacia do Ribeirão das Antas

Nome do rio	Linha reta (metros)	Curso do rio (m)	Diferença de altitude (m)			RDE
Ribeirão das Antas	30400	60600	1400	1183	217	432,5723684
Ribeirão do Cipó	15300	18800	1346	1250	96	117,9607843
Ribeirão da Ponte Alta	11600	16900	1427	1196	231	336,5431034
Ribeirão dos Poços	12900	15100	1380	1183	197	230,5968992
Ribeirão das Vargens	8110	13500	1419	1249	170	282,9839704
Ribeirão do Tamanduá	8870	13200	1424	1268	156	232,1533258
Córrego do Retiro dos Moinhos	6010	9620	1430	1263	167	267,3111481
Córrego do Pinheirinho	5210	9190	1433	1288	145	255,7677543
Córrego das Amoras	6110	8870	1368	1247	121	175,6579378
Córrego da Cachoeirinha	7310	8800	1351	1292	59	71,02599179
Córrego do Chapadão	4290	8270	1358	1264	94	181,2074592
Córrego das Pitangueiras	5810	7520	1360	1294	66	85,42512909
					Média -	222,4338227

Tabela 1. Resultados de RDE – em azul: rio principal; em amarelo: valores acima da média

Observando a tabela, notamos que os dois maiores rios em extensão, Ribeirão das Antas e Ribeirão do Cipó, apresentam valores de RDE proporcionalmente baixos em relação a outras drenagens, sendo que o primeiro apresenta 432, e o segundo 117 (abaixo da média geral, que é 222). Apesar da diferença e do RDE aparentemente alto do Ribeirão das Antas, deve-se levar em conta que consiste no rio que possui em extensão mais que o triplo do que o segundo canal mais extenso, o Ribeirão do Cipó, o que influi no resultado. Quanto aos perfis longitudinais (Fig. 6), ambos os canais apresentam características semelhantes, como, perfil equilibrado até quase o final, quando ocorre uma queda de declive (por perfil equilibrado, entende-se um perfil sem quedas abruptas de declive no decorrer do percurso, sendo côncavo para o céu, e com maior declividade próximo a nascente).

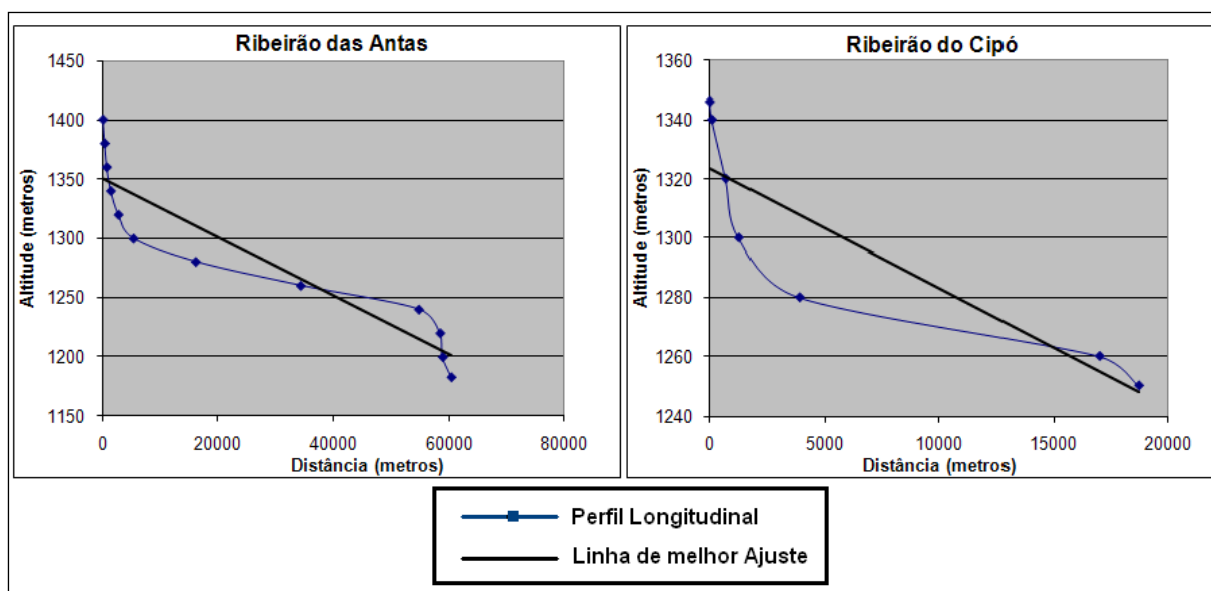


Figura 6. Perfis Longitudinais - Canais mais extensos

Possuem valores baixos, o Córrego das Amoras – 121; Córrego do Chapadão – 181; Córrego das Pitangueiras – 85; e córrego da Cachoeirinha – 71. Estes canais são pouco extensos, seguem direções paralelas ao Ribeirão das Antas e possuem perfis longitudinais na maior parte equilibrados,

excetuando o Córrego da Cachoeirinha com anomalia explicada pela mudança de embasamento rochoso que ocorre no meio do percurso (fig. 7).

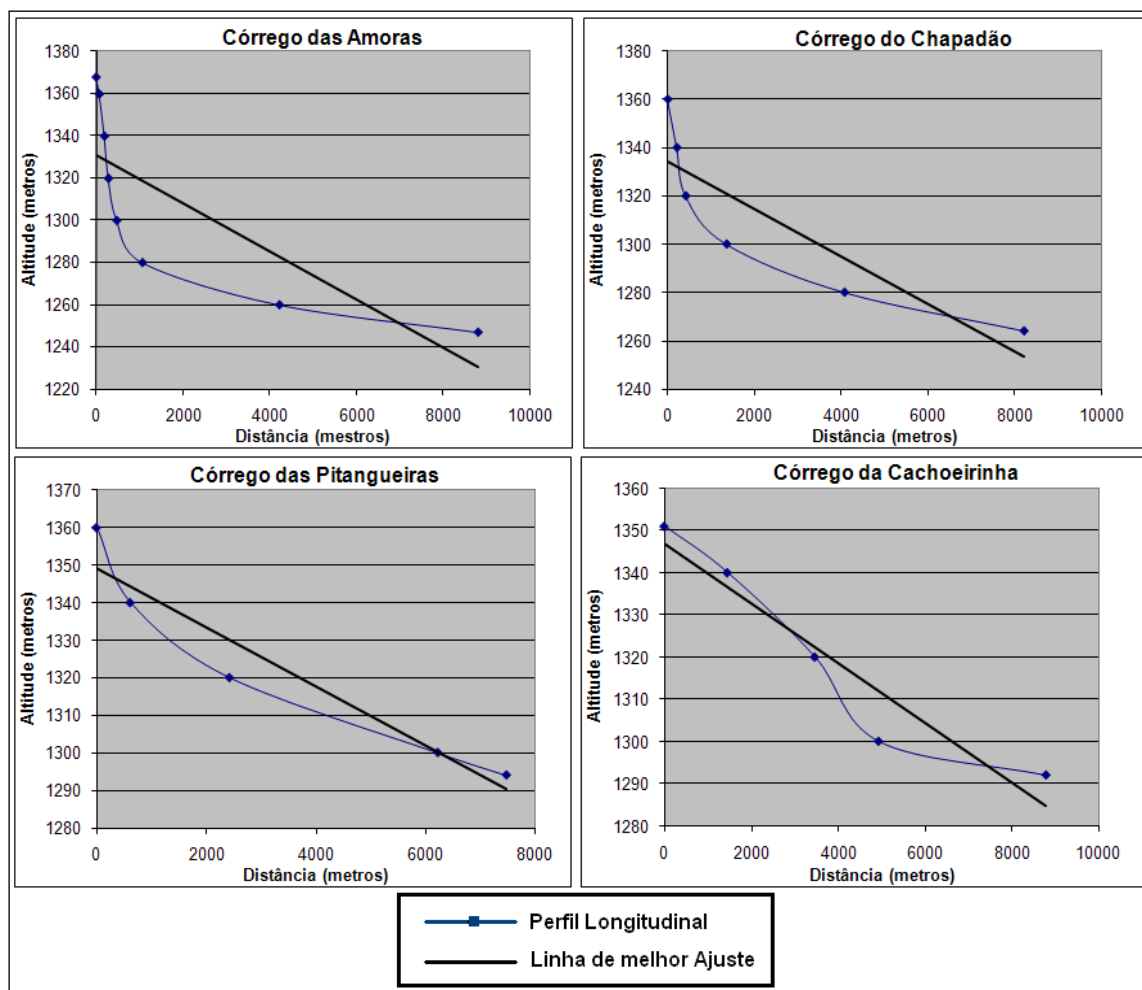


Figura 7. Perfil Longitudinal - Canais com valores de RDE baixo

Possuem valores altos: o Ribeirão da Ponte Alta – 336; o Ribeirão das Vargens – 282; o Ribeirão de Poços – 230; e o Córrego do Retiro dos Moinhos – 267, são todos rios extensos que apresentam uma mudança de direção, de noroeste para leste (excetuando o Ribeirão de Poços que já parte a oeste). Seus perfis longitudinais são os que mais apresentam anomalias (quedas abruptas de declive), tendo destaque o Ribeirão da Ponte alta, que além de maior valor de RDE da bacia, apresenta o perfil longitudinal mais anômalo (fig. 8).

O Córrego do Pinheirinho e o Córrego do Tamanduá também possuem valores altos -255 e 232, entretanto, diferenciam-se dos anteriores por seguirem paralelos ao rio principal (característica das drenagens de valores baixos), mesmo que, de igual maneira, apresentarem mudança de direção – de noroeste para norte. Quanto aos perfis longitudinais, ambos são equilibrados (fig. 9).

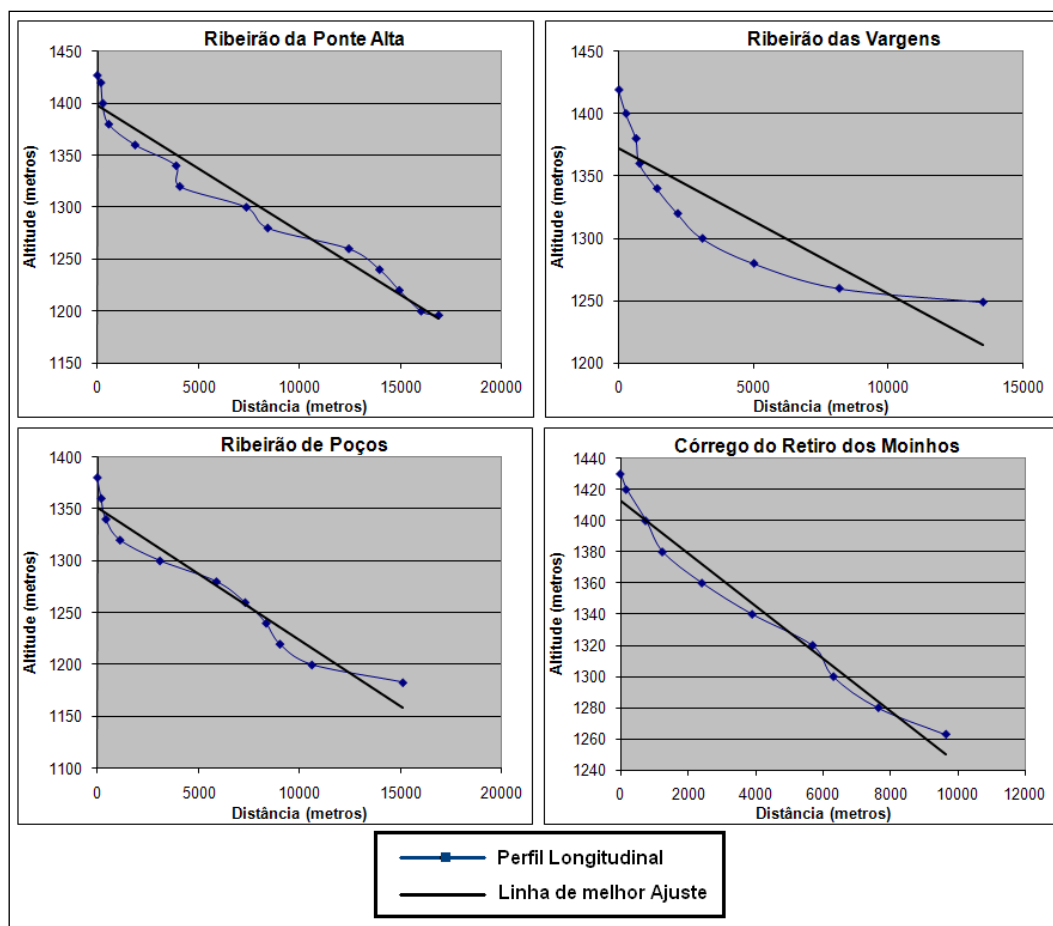


Figura 8. Perfil Longitudinal - Canais com valores de RDE alto

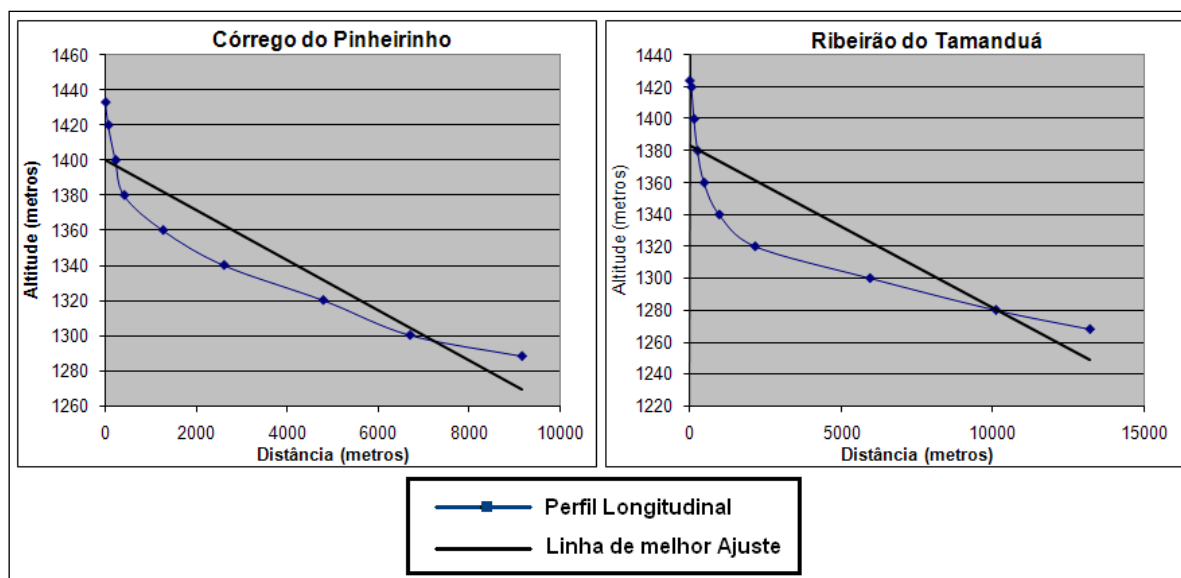
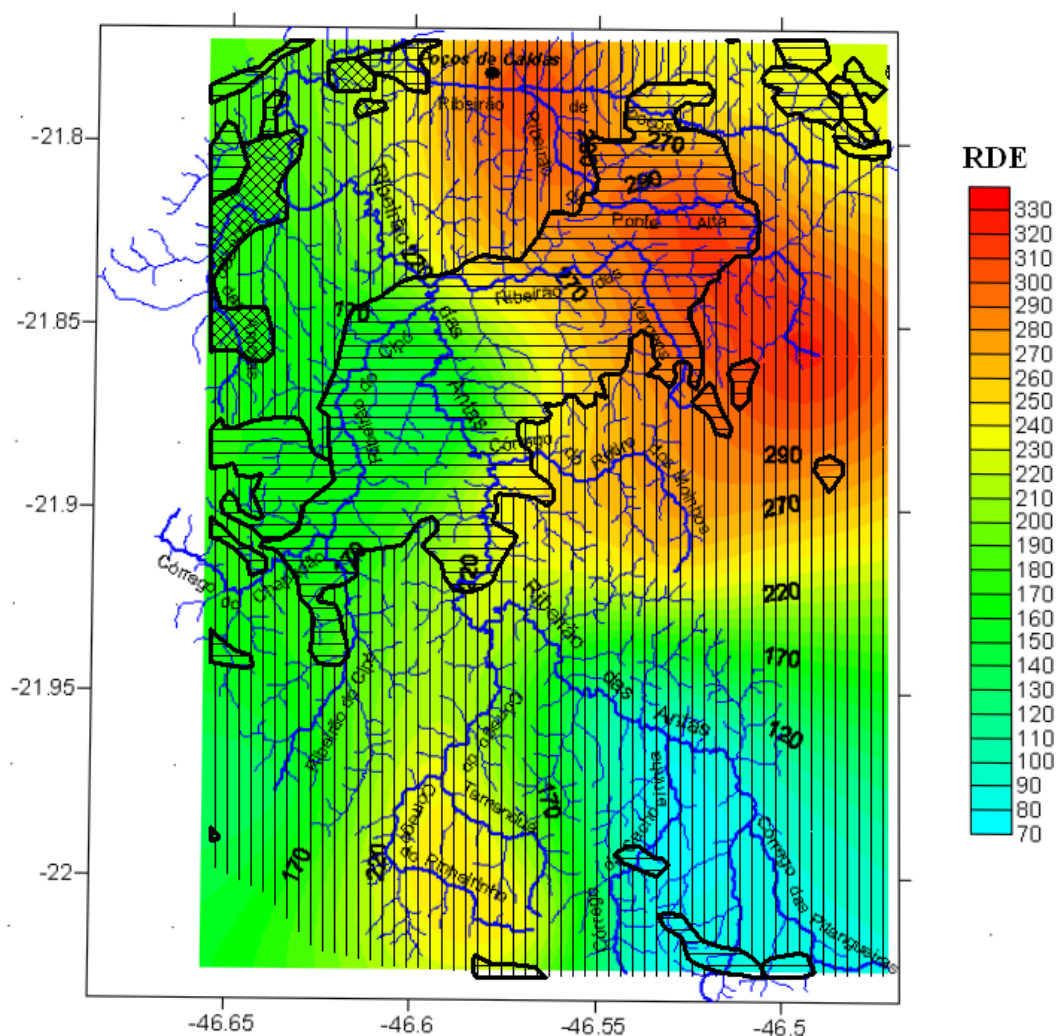


Figura 9. Perfil Longitudinal - Pinheirinho e Tamanduá

A fig. 10 espacializa os valores de RDE. Por ela, notamos que os canais com baixos valores de RDE e perfis longitudinais equilibrados apresentados na fig. 7, incluindo também o Ribeirão do Cipó por possuir as mesmas características (fig. 6), encontram-se ao longo da margem oeste do Ribeirão das

Antas, seguindo paralelamente ao rio principal e limitados pela borda do maciço, conferindo aparência circular a bacia (fig. 5). O Córrego das Pitangueiras (fig. 7), apesar de pertencer à margem leste da bacia, insere-se nesta dinâmica apresentada, possuindo, junto com o Córrego da Cachoeirinha, os valores mais baixos de RDE (tab. 1).



Legenda- Litologia

-  Tinguaitos - fonolitos
 Nefelina - Sienitos
 Vulcanoclásticas
 Coberturas detríticas indiferenciadas
 Embasamento Cristalino

Figura 10. Mapa de isovalores de RDE e Litologia (Litologia adaptada de CPRM, 1999)

Diferencia-se do restante, ainda na margem oeste, o córrego do Tamanduá e o Córrego do Pinheirinho, por apresentarem valores de RDE e mudança de direção em seu percurso (características que se observarão na outra margem), apesar de seguirem paralelos ao Ribeirão das Antas e possuírem perfis longitudinais equilibrados (fig. 9), características estas que marcam a margem oeste. Os canais

apresentados na fig. 8, com valores de RDE alto e perfis longitudinais anômalos, com constantes quedas de declive (excetuando-se o Ribeirão das Vargens), concentram-se na margem leste do Ribeirão das Antas, seguindo inicialmente paralelamente a este rio, até que uma mudança de declive os faz seguir perpendicularmente ao canal principal.

A fig. 10 apresenta também a influência litológica na bacia. Apesar do nítido controle que se opera sobre os canais, quando estes passam a percorrer sobre nefelina-sienitos, a influência sobre os valores de RDE se opera de maneira distinta na margem oeste e na leste, o que pode ser mais bem visualizado com a ajuda de perfis longitudinais. Na primeira, não há grandes impactos, a transição entre tinguaitos e fonólitos para nefelina-sienitos se processa de maneira imperceptível nos perfis, vide Córrego do Chapadão e Ribeirão do Cipó (fig. 6 e 7). Quando há alguma mudança, se realiza de maneira suave, como no Córrego da Cachoeirinha, ou sem quedas abruptas de declive, apenas com a suavização do perfil, como no córrego das amoras (fig. 7), neste último caso, o rio passa de tinguaitos e fonólitos para vulcanoclastos.

Na margem leste, entretanto, a passagem por nefelina-sienitos influencia na elevação dos valores de RDE. No Ribeirão de Poços, a rápida passagem por estas rochas é responsável pela mudança do nível de base do rio, assim como no Ribeirão das Vargens, a entrada no início do percurso para nefelina-sienito provoca uma sutil quebra de declive, no Ribeirão da Ponte Alta, a segunda e terceira ruptura ocorrem na entrada e saída do percurso sobre tais rochas fig. 8. Entretanto, não ocorre alternância litológica na primeira ruptura do Ribeirão da Ponte Alta, assim como também não ocorre na ruptura ocorrida no Córrego do Retiro dos Moinhos.

Além destas anomalias não explicadas pelas alternâncias litológicas, leva-se em consideração que dentro de uma mesma bacia, um mesmo conjunto de rochas opera influências diferentes sobre o sistema de drenagem, de acordo com a localização. Esta constatação leva a supor a existência de outros fatores influenciando o aumento dos valores de RDE e quedas de declive nos perfis longitudinais. A figura 11 apresenta o controle estrutural da bacia, sendo que as drenagens seguem e alternam direções impostas por lineamentos, estes com direções NE, NW, e alguns N-S, L-W.

Como pode ser observado na figura 11, nas regiões de altos valores de RDE, destaca-se a influência de lineamentos que seguem direção nordeste: há um que se inicia na margem oeste, controlando a mudança de direção do Córrego do Pinheirinho e do Tamanduá, já na margem leste corta o Córrego do Retiro dos Moinhos (próximo a anomalia de perfil longitudinal deste rio apresentada na fig. 8), o Ribeirão das Vargens, no qual corta sua sutil quebra de declive localizada em seu início (fig. 8), e por fim, corta a primeira quebra de declive do perfil longitudinal do Ribeirão da Ponte Alta (fig. 8). A segunda anomalia deste último rio também é cortada por um lineamento, o qual também influencia a mudança de direção do Ribeirão das Vargens. A terceira ruptura de declive do Ribeirão da Ponte Alta também é cortada, neste caso dois lineamentos controlam o início e fim da ruptura, tanto deste rio, quanto a ruptura ocorrida do Ribeirão de Poços (fig. 8).

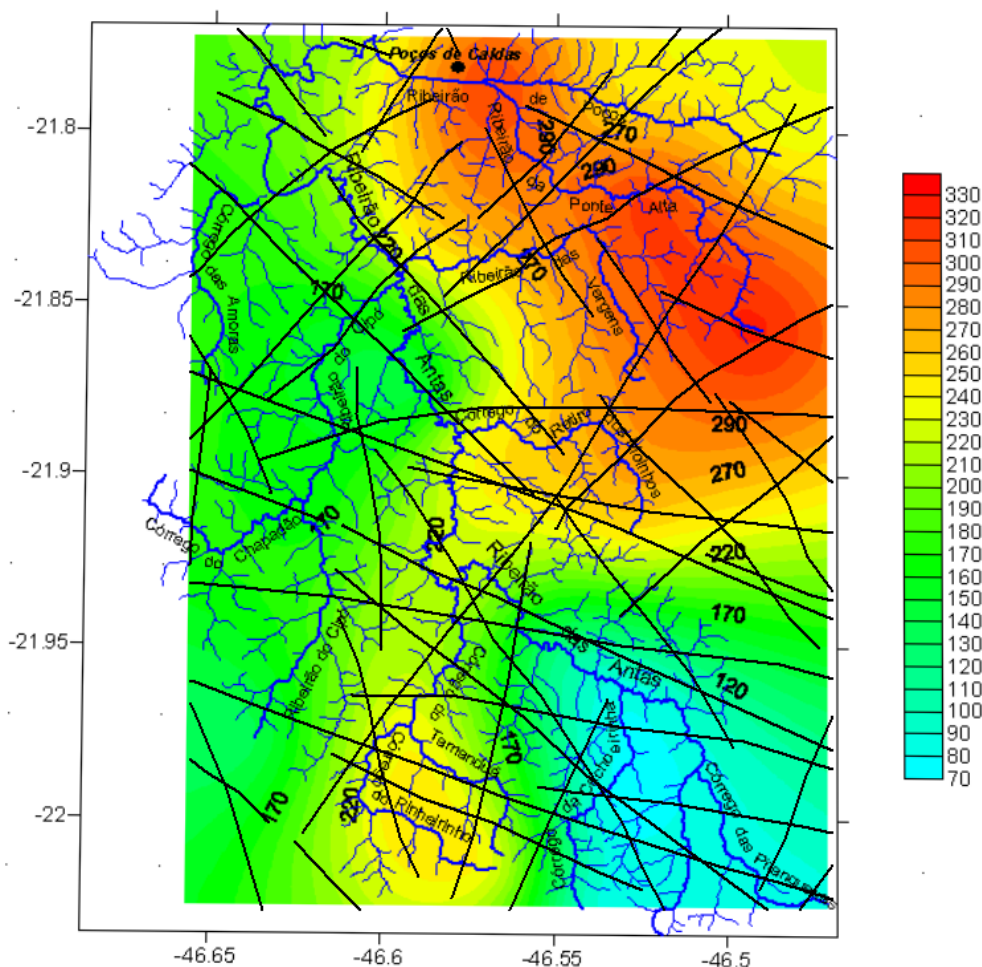


Figura 11. Mapa de isovalores de RDE e lineamentos (lineamentos adaptados de Leonardi, 2007)

CONCLUSÃO

A aplicação dos índices RDE em conjunto com a confecção dos perfis longitudinais das drenagens, possibilitou distinguir diferentes comportamentos dos canais dentro da bacia do Ribeirão das Antas, através da análise desta constatação, bem como de todo o exposto até aqui, podemos chegar às seguintes conclusões:

- 1) A bacia do Ribeirão das Antas foi instalada sobre forte controle estrutural e litológico, com seus canais seguindo direções estabelecidas por lineamentos e, por vezes, controlados pelas alternâncias litológicas, como podemos observar nas fig. 10 e 11.
- 2) De maneira geral, os canais de drenagem se encontram já adaptados a esta estrutura, como pode ser observado na maioria dos perfis longitudinais que se apresentam equilibrados (fig. 6, 7 e 9) ao longo da bacia. A exceção é feita nos rios analisados na margem leste, neste caso os perfis longitudinais apresentam constantes rupturas abruptas de declive (fig. 8), assim como possui os valores mais elevados de RDE da bacia (fig. 10).
- 3) Como hipótese, inferimos atividades neotectônicas ocorridas após a instalação da rede de drenagem, neste setor da bacia. Tal suposição ancora-se em possíveis reativações de alinhamentos que seguem sentido nordeste, estes cortam todas as rupturas de declive encontradas nos perfis

longitudinais, assim como influem na mudança de direção apresentada pelos rios deste setor. Esta reativação é, portanto, a responsável pelas anomalias dos perfis longitudinais, e, conseqüentemente, pelo aumento dos valores do índice de RDE dos rios da margem leste do Ribeirão das Antas.

AGRADECIMENTOS - FAPESP (Processo: 2008/10626-6)

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, F. F. M. Geologia do Estado de São Paulo. IGG, *Boletim N.º 41*, 263 p., 1964.
- ARTUR, A. C. Evolução policíclica e infraestrutura da porção sul do estado de Minas Gerais e regiões adjacentes do estado de São Paulo. *Tese de Doutorado apresentada ao IG-USP*. São Paulo/SP. 215 págs., 1988.
- BISTRICHI, C. A. Análise estratigráfica e geomorfológica do Cenozóico da região de Atibaia-Bragança Paulista, Estado de São Paulo. Rio Claro. 184 p. *Tese de Doutorado* – IGCE, UNESP, 2001.
- BJÖRNBERG, A. J. S. Contribuição ao estudo Cenozóico paulista: tectônica e sedimentologia. 1969 a. 128 f. *Tese* (Provimento do cargo de Professor) Universidade de São Paulo, São Carlos, 1969 a.
- BJÖRNBERG, A. J. S. Critério geomorfológico para determinação de áreas falhadas. In. CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 23., 1969 b, Salvador. *Resumo das conferências e das comunicações...* Salvador: SBG. p. 65-66., 1969 b
- BJÖRNBERG, A. J. S. Microestrutura dos solos. In: NEGRO JÚNIOR, A. ET AL. (Eds.). *Solos da cidade de São Paulo*. São Paulo: ABMS/ABEF. p. 89-109., 1992.
- BURNETT, A. W. & SCHUMM, S. A. Alluvial river response to neotectonic deformation in Louisiana and Mississippi. *Science*, 222, p. 49-50., 1983.
- CAMPOS NETO M.C. Orogenic systems from southwestern Gondwana: an approach to Brasileiro – Pan African cycle and orogenic collage in southeastern Brasil. In: U.G., 2000.
- CAVALCANTE, et al.. Relatório Final de Geologia – Ministério das Minas e Energia. *Departamento Nacional da Produção Mineral*. Brasília., 1979.
- CARETTA, A. R., 2006. Análise Morfométrica da Bacia do Ribeirão Bom Jesus, Alto Rio Pardo SP/MG. In: VI - *Simpósio Nacional de Geomorfologia*, 2006, Goiânia. VI SINAGEO e Regional Conference on Geomorphology, 2006. v. 1. p. 185-185.
- CORDANI, U. G et al. Crustal Evolution of the South America Platform. In: CORDANI, U. G et al., (Edited) *Tectonic Evolution Of South America*. 1a. Ed. Rio de Janeiro: 31st International Geological Congress, Cap. 1, p.19-40., 2000.
- DORANTI, C. Contribuição ao estudo morfoestrutural do planalto de monte verde, a partir do uso de análise morfométrica da rede de drenagem e do relevo. *Trabalho de Conclusão de Curso*. IGCE-Unesp, Rio Claro-SP, 2003.
- ELLERT R. Contribuição à geologia do Maciço Alcalino de Poços de Caldas. São Paulo, Fac. Filos. Ciên. Let./USP, *Boletim* 237, Geologia 18: 5 - 63, 1959.
- ETCHEBEHERE, M. L. C. ; SAAD, A. R. Relação Declividade / Extensão de Curso (RDE) aplicada à detecção de deformações neotectônicas regionais na bacia hidrográfica do Rio do Peixe, SP. In:

SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO SUDESTE, 6., 1999, São Pedro. *Boletim de Resumos...* Rio Claro: SBG-SP/RJ-ES/UNESP, 1999. P. 93.

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

ETCHEBEHERE, M. L. C. ; SAAD, A. R. ; PERINOTTO, J. A. J. ; FULFARO, V. J. 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 - Série Científica*, São Paulo, v. 4, n. 2, p. 43-56., 2004.

GUEDES, I. Aplicação de Análise Flúvio-Morfométrica na Bacia Hidrográfica do Rio Santo Anastácio-SP Para Detecção de Deformações Neotectônicas. *Dissertação de Mestrado*, Universidade Guarulhos. Guarulhos. 2008.

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

HACKSPACHER P.C., FETTER A.H., EBERT H.D., JANASI V.A., OLIVEIRA M.A.F., BRAGA I.F., NEGRI F.A. Magmatismo há ca. 660-640 Ma no Domínio Socorro: Registros de Convergência Pré-Colisional na Aglutinação do Gondwana Ocidental. *Revista do Instituto de Geociências - USP. Série científica*, 3:85-96, 2003.

LEONARDI, F. A. - A relação dos perfis lateríticos bauxíticos com as superfícies geomórficas do planalto de Poços de Caldas SP/MG - *Dissertação (mestrado)* – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências. -- Campinas, SP : [s.n.], 2007.

LIMA, H. C. Contribuição ao Estudo Geomorfológico do Planalto Sul de Minas a Partir do Uso de Termocronologia por Traços de Fissão em Apatitas e Análise Morfométrica da Rede de Drenagem. *Trabalho de Conclusão de Curso*. Rio Claro, 2009.

MISSURA, R. Análise morfoestratigráfica da bacia do Ribeirão dos Poncianos-MG. *Dissertação de Mestrado*, Programa de pos-graduacao em Geografia, Universidade Estadual Paulista. Rio Claro, 2005.

RODRIGUEZ, S. K.; SUGUIO, K. Gradientes hidráulicos das drenagens de 2ª ordem: uma contribuição para os estudos de neotectônica da “Volta Grande” do Rio Xingu, Altamira – PA. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 37., 1992. São Paulo. *Resumos expandidos...* São Paulo: SBG. P. 598-600, , 1992

RODRIGUEZ, S. K. Neotectônica e sedimentação quaternária na região da “Volta Grande” do rio Xingu, Altamira, PA. 1993. 106 f. *Dissertação (Mestrado em Geociências)* – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993.

THOMAZ FILHO, A.; RODRIGUES, A. L. O alinhamento de rochas alcalinas Poços de Caldas-CaboFrio (RJ) e sua continuidade na cadeia Vitória-Trindade. *Revista Brasileira de Geociências*, São Paulo, v.29, n.2, p.189-194, 1999.

ULBRICH H.H. & ULBRICH M.N.C. O Maciço Alcalino de Poços de Caldas, MG - SP: características petrográficas e estruturais. In: SBG/ Congresso Brasileiro de Geologia, 37, São Paulo, *Roteiro de Excursões*. 64 págs, 1992.

ULBRICH H.H. & ULBRICH M.N.C. The lujavrite and khibinite bodies of the Poços de Caldas Massif, southeastern Brazil: a structural and petrographical study. *Rev. Bras. Geoc.*, 30:615-622, 2000.