

## ANÁLISE MORFOMÉTRICA DA REDE DE DRENAGEM DA BACIA DO RIO DO MACHADO-MG

### Morphometric Analysis of Machado Drainage Basin – Minas Gerais State

*Henrique Correa Lima*

Graduando em Geografia pela UNESP  
Rio Claro/SP – Brasil  
lfbrvm@gmail.com

*Carolina Doranti*

Geógrafa, Mestre e Doutora em Geologia Regional  
UNESP  
Rio Claro/SP – Brasil  
cadoranti@hotmail.com

*Peter Christian Hachspacher*

Geólogo, Professor Titular de Geologia e Geologia Estrutural e Geocronologia  
UNESP  
Rio Claro/SP – Brasil  
phack@unesp.com.br

*Marli Carina Siqueira Ribeiro*

Geógrafa, Mestre e Doutora em Geologia, Pós-doutora em Geocronologia  
UNESP  
Rio Claro/SP – Brasil  
marlicarina@yahoo.com.br

*Luiz Felipe Brandini Ribeiro*

Geólogo, Mestre e Doutor em Geologia, Pós-doutor em Geofísica  
UNESP  
Rio Claro/SP – Brasil  
lfbrvm@yahoo.com.br

Artigo recebido para publicação em 13/11/2009 e aceito para publicação em 17/02/2010

**RESUMO:** *Este artigo visa analisar a rede de drenagem através da utilização das técnicas de Índice Relação Declividade e Extensão do Curso de Água (RDE) e análise do perfil longitudinal dos vales, numa região chave do Planalto Sul de Minas, a fim de contribuir com estudos sobre evolução da paisagem da região sudeste do Brasil. A pesquisa foi realizada na Bacia Hidrográfica do Rio do Machado (MG), afluente do Alto Rio Grande, e regiões adjacentes, localizadas no Planalto Sul de Minas. O Rio do Machado apresenta uma particularidade em seu curso, com uma mudança brusca de direção tomada por sua drenagem na área próxima ao seu médio curso. Com a aplicação das técnicas pretende-se compreender melhor a dinâmica do relevo na área, identificando áreas com indício de ação neotectônica e seu padrão de distribuição na bacia.*

**Palavras-chave:** Análise morfométrica. Geomorfologia. Rede de drenagem.

**ABSTRACT:** *The aim of this abstract is to investigate the drainage basin of the Machado River using two techniques the RDE and river vertical profile. This river is part of the Rio Pardo drainage basin, located in the Sul de Minas Plateau and this research will supply other studies about landscape evolution of Brazilian southeast. The Machado River presents a very interesting course, which changes direction completely after the medium course. With the use of these techniques we intend to learn about the relief behavior, by the identification of the areas with evidences of neo-tectonics and the distribution pattern of the drainage basin.*

**Keywords:** Morphometric analysis. Geomorphology. Drainage system.

---

## 1. INTRODUÇÃO

A evolução da paisagem sempre foi palco de estudos da Geomorfologia, sendo que ao longo dos anos diversos estudos foram realizados sobre os processos que determinam a gênese e regem a elaboração das formas de relevo (SUMMERFIELD 1991; DORANTI, 2006; SIQUEIRA – RIBEIRO, 2007). Contudo uma das técnicas mais utilizadas para entender e identificar quais os condicionantes do relevo que compõem a paisagem é o estudo dos padrões de drenagem e o cálculo de índices morfométricos, pois leva em consideração o fato de que os cursos d'água respondem imediatamente a quaisquer mudanças na crosta, seja ela tectônica climática ou erosiva, o que torna as análises de drenagem adequadas para a identificação de áreas sujeitas a movimentações e também para avaliação qualitativa das deformações e mesmo de sua intensidade (BURNETT & SCHUMM, 1983; DORANTI, 2003; CARETTA 2005).

Assim optou-se realizar um estudo utilizando métodos geomorfológicos, no caso a análise morfométrica da rede de drenagem na região sul do Estado de Minas Gerais, onde se instala a bacia do alto curso do Rio Grande, denominada

geomorfológicamente de Planalto Sul de Minas (CAVALCANTI, et. al. 1979)

Esse planalto é caracterizado por feições que registram a atuação de processos erosivos intensos, que fazem com que rochas de litologias diferentes apresentem formas de relevo semelhante (CAVALCANTI, et. al., 1979). No entanto, encontram-se também escarpas de falhas com feições associadas a eventos tectônicos aparentando deslocamento de blocos reconhecidos por SAADI (1991). O que motivou a escolha dessa área para realizar um estudo mais detalhado dos condicionantes que modelaram essa região do sudeste do Brasil.

A área escolhida foi a região da Bacia do Rio do Machado, afluente do Alto Rio Grande, ao sul do Estado de Minas Gerais (FIGURA 1).

É a serra do Tripuí, que alcança 1478 m de altitude. O Rio do Machado apresenta seu alto curso no sentido Norte - Sul até as proximidades da cidade de Poço Fundo, quando toma um rumo em direção SW-NE, onde começa seu médio curso, pois nessa área passa uma falha e a drenagem segue sua orientação.

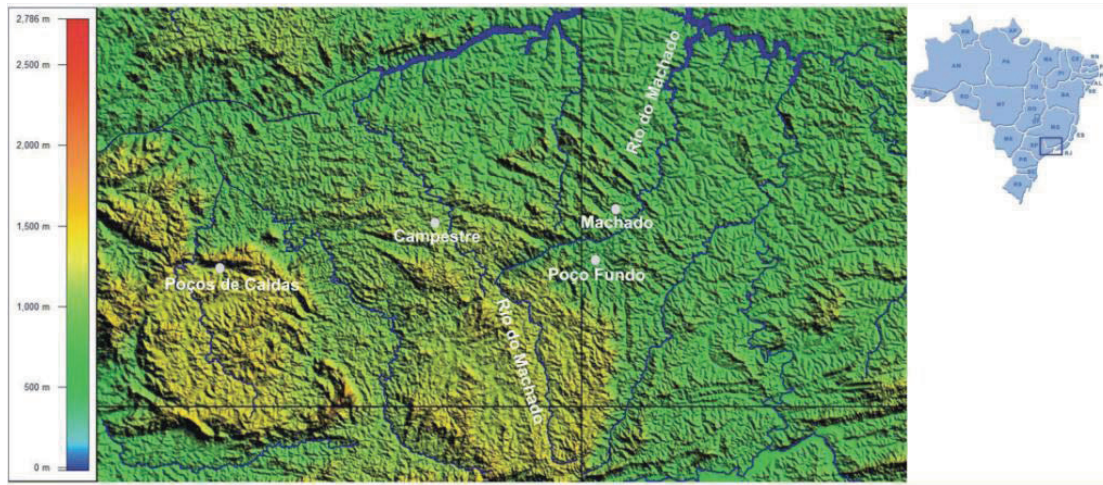


FIGURA 1: Localização da Área de Estudos

### 1.1. Geologia

No contexto geológico, a área do estudo está inserida no segmento central da Província Mantiqueira, correspondendo à região sul da Faixa Brasília. Este setor insere-se em um sistema de *nappes* frontais, o Terreno Socorro-Guaxupé, que estão estruturalmente controlados por cavalgamentos com orientações de rumo ENE, respectivo ao Grupo Araxá (CORDANI *et al.*, 2000).

Este sistema inclui rochas do embasamento de diferentes idades, incluindo gnaisses de alto grau do Complexo Amparo, de idade arqueana, assembléias de arco magmático e unidades vulcano-sedimentares do Proterozóico. (CORDANI *et al.*, 2000).

Além do complexo Amparo, a área se insere também no Complexo Varginha-Guaxupé descritas por Cavalcanti *et al.* (1979) como sendo um conjunto de tipos petrográficos, com fácies anfibolíticas e granulíticas do Pré-Cambriano Médio, constituídos em épocas proterozóicas superior e cambriana, quando ainda da formação de granitos e granitóides.

A partir do Jurássico Superior a região esteve sujeita aos fenômenos relacionados inicialmente à Reativação Wealdeniana (ALMEIDA, 1976), que evoluíram sucessivamente para a ruptura continental

e abertura do Atlântico Sul. Seu início foi marcado pelo vulcanismo basáltico da Formação Serra Geral.

Esses eventos foram registrados por meio de datações de traços de fissão obtidas por (TELLO SAENZ, *et al.*, 2003; RIBEIRO, 2005) e um segundo registrado entre 80 e 50Ma responsável pelo surgimento da Serra do Mar (SIQUEIRA – RIBEIRO, 2007).

### 1.2. Geomorfologia

Dentro do contexto geomorfológico a área de estudos abrange áreas do Planalto Atlântico (ALMEIDA, 1964; CAVALCANTI *et al.*, 1979; IPT, 1981), que se caracteriza como uma região de terras altas, constituída predominantemente por rochas cristalinas, cortadas por intrusivas básicas e alcalinas mesozóicas e terciárias, e pelas coberturas das bacias sedimentares de São Paulo e Taubaté.

A área estudada insere-se na subzona do Planalto Sul de Minas que está subdividida em três unidades morfológicas: a Superfície do Alto Rio Grande, o Planalto de São Pedro de Caldas e Planalto de Poços de Caldas (CAVALCANTI *et al.*, 1979), sendo que apenas as duas primeiras fazem parte do escopo do trabalho.

A Superfície Alto Rio Grande é uma ampla

superfície de relevo ondulado, com altitudes variando em torno de 900 metros onde se salientam cristas de cotas um pouco superiores a 1000 metros.

As altimetrias variam de 800 metros, nas margens da represa de Furnas a 1200 metros em algumas cristas destacadas. Ao norte da área, destacam-se as bacias dos rios Guaxupé e Canoas, afluentes do Rio Pardo; a leste, as bacias dos rios Muzambinho, Verde, São Tomé, Machado e Sapucaí-Guaçu, afluentes do Rio Grande. No conjunto, a drenagem da área configura padrão básico dendrítico, com variações para subdentrítico, apresentando curvas e ângulos anômalos localizados, bem como segmentos retilinizados (RADAM BRASIL, 1983).

Predominam os modelados de dissecação homogênea, com densidades finas e grosseiras e aprofundamentos oscilando entre 38 e 115 metros. Configuram colinas e morros algumas vezes alongados, de vertentes convexo-côncavas e topos convexos a planos.

No extremo sudeste da área de estudos, os terrenos da Superfície Alto Rio Grande elevam-se até cotas de 1500 m, originando um planalto ligeiramente mais elevado, de relevo bastante complexo e constituído de granitos porfiroblásticos, migmatitos homogêneos e heterogêneos, rochas cataclásticas e charnokitos.

O Planalto de São Pedro de Caldas, constituídos por grandes formas de topos convexos que apresentam desníveis da ordem de 80 a 90m em relação aos fundos de vales. Há escarpas reconhecidas com feições tipo facetas trapezoidal (escarpas de falha) e escarpas de alguns morros que mostram fissuras aparentando o deslocamento de blocos (escarpas de linha de falha), com elevação e/ou abatimento. Ocorrem cristas que se destacam dos relevos mamelonares rebaixados, assim como ocorrência de matações nas encostas dos relevos, em

áreas fechadas nos seus sopés. Os vales eventualmente são largos, sendo que alguns possuem fundos planos (CAVALCANTE, *et al.*, 1979). Nos arredores da cidade de Campestre-MG, ocorrem vales mais profundos e encaixados. Os materiais coluvionares quando não entulham os vales alveolares restringem-se à frente das cristas escarpadas e morros destacados tipo pontões, com uma espessura variável de 1,5 a 3 metros.

A geomorfologia desta área foi registrada várias áreas de soerguimento intenso (entre 120 e 60 Ma) e de denudação intensa, entre 40 Ma até os dias atuais registrados pelo método dos traços de fissão (FRANCO *et al.*, 2005; HACKSPACHER *et al.*, 2007).

## 2. METODOLOGIA

### *Perfis Longitudinais*

O método de estudo do Perfil Longitudinal dos vales, foi apresentado por Burnett e Schumm (1983) e se baseou em dados e interpretações obtidos em trabalhos executados nos estados de Mississipi e Lousiana (EUA). Através da observação desses autores foi possível concluir que os rios que fluem em áreas sujeitas a deformações neotectônicas estão continuamente ajustando seus canais às variações de declividade (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 à 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 FIGURA 2 mostra essa relação.

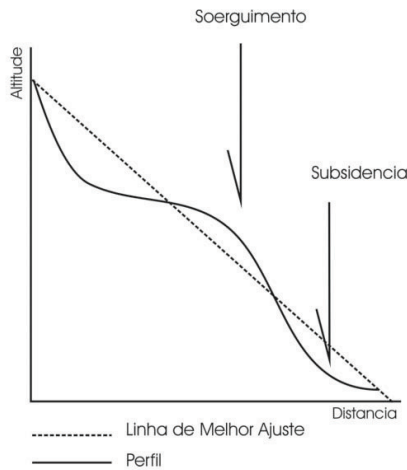


FIGURA 2: Modelo teórico do perfil longitudinal.

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 a dos Índices de Relação Declividade vs. Extensão – RDE, podendo auxiliar na verificação de possíveis controles de drenagem e deposição na bacia.

#### Índices de Relação Declividade x Extensão (RDE)

Os índices de Relação Declividade vs. Extensão – RDE de curso d'água possibilita a análise de perfis longitudinais de toda extensão de um curso fluvial bem como de trechos selecionados, propiciando as bases para o estabelecimento de comparações entre cursos d'água de ordem e de porte diferentes. O índice RDE pode ser calculado como:

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

$\Delta H$ = diferença altimétrica entre dois pontos extremos de um seguimento ao longo do curso d'água;  $\Delta L$ = 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.

Os índices RDE podem ser utilizados como

indicadores de áreas suspeitas de atividades tectônicas recentes e possibilitam a análise tectônica de áreas extensas. 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. 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 e à atividade tectônica.

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. Portanto faz-se fundamental estabelecer um programa cuidadoso de avaliação de campo das anomalias encontradas em gabinete a fim de verificar as possíveis causas das suas origens. Assim sendo, os dados índices RDEs passam a constituir alvos para verificação de campo, aumentando a efetividade da análise tectônica em áreas de grande extensão (ETCHEBEHERE, 2000; DORANTI, 2003, MISSURA, 2006).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Optou-se por trabalhar apenas com as drenagens maiores que 8 km, sendo considerado um valor suficiente para uma boa compreensão da distribuição espacial dos métodos utilizados e por representar as drenagens mais relevantes da bacia.

Para o cálculo dos índices de RDE, foram utilizadas duas frentes: o índice total do curso do rio e o índice por trechos. O índice total equivale a toda extensão da drenagem, da nascente à foz, enquanto o índice por trechos equivale à metade do curso total da drenagem e foram calculados índices para cada uma das metades (TABELA 1).

TABELA 1: Índices RDEs obtidos

<b>Tabela RDE</b>					
<b>Rio do Machado</b>	<b>Reta (m)</b>	<b>Trecho (m)</b>	<b>≠ Altitude</b>	<b>RDE Total</b>	<b>Rde Real</b>
Trecho 1	33370	55600	140	2,332,634,102	0,23326341
Trecho 2	39340	62276	400	6,332,079,309	0,633207931
<b>Ribeirão Machadinho do Campo</b>					
Trecho 1	11800	14700	150	1,204,081,633	0,120408163
Trecho 2	11600	14850	50	3,905,723,906	0,039057239
<b>Córrego do Navio</b>					
Trecho 1	4120	5030	150	1,228,628,231	0,122862823
Trecho 2	4095	6790	50	3,015,463,918	0,030154639
<b>Ribeirão do Machadinho</b>					
Trecho 1	10200	12300	400	3,317,073,171	0,331707317
Trecho 2	8780	14220	60	370,464,135	0,037046414
<b>Ribeirão da Água Limpa</b>					
Trecho 1	7270	8100	400	3,590,123,457	0,359012346
Trecho 2	6250	6030	20	2,072,968,491	0,020729685
<b>Córrego São Miguel</b>					
Trecho 1	4910	5730	380	3,256,195,462	0,325619546
Trecho 2	3850	4590	100	8,387,799,564	0,083877996
<b>Córrego do Pinhalzinho</b>					
Trecho 1	3370	4300	400	3,134,883,721	0,313488372
Trecho 2	4020	4590	20	1,751,633,987	0,01751634
<b>Córrego da Conceição</b>					
Trecho 1	5010	5210	100	9,616,122,841	0,096161228
Trecho 2	4320	4930	100	8,762,677,485	0,087626775
<b>Córrego da Cachoeirinha</b>					
Trecho 1	4140	4630	50	4,470,842,333	0,044708423
Trecho 2	3400	3880	50	4,381,443,299	0,043814433
<b>Córrego da Sepultura</b>					
Trecho 1	3520	5190	90	6,104,046,243	0,061040462
Trecho 2	2960	3420	50	432,748,538	0,043274854
<b>Córrego São José</b>					
Trecho 1	3860	4950	250	1,949,494,949	0,194949495
Trecho 2	3810	4380	150	1,304,794,521	0,130479452
<b>Córrego da Cachoeira</b>					
Trecho 1	6260	7810	450	3,606,914,213	0,360691421
Trecho 2	5790	8060	50	3,591,811,414	0,035918114
<b>Ribeirão do Grão Mogol</b>					
Trecho 1	3600	4170	250	2,158,273,381	0,215827338
Trecho 2	3600	4170	50	4,316,546,763	0,043165468
<b>Córrego do Papagaio</b>					
Trecho 1	5190	5540	10	9,368,231,047	0,009368231
Trecho 2	4700	5180	70	6,351,351,351	0,063513514
<b>Córrego Coroado</b>					
Trecho 1	3670	4500	100	8,155,555,556	0,081555556
Trecho 2	4380	5150	20	1,700,970,874	0,017009709
<b>Ribeirão Caiana</b>					
Trecho 1	4200	9310	300	1,353,383,459	0,135338346
Trecho 2	7440	7340	60	6,081,743,869	0,060817439
<b>Ribeirão Jacutinga</b>					
Trecho 1	4230	5525	200	1,531,221,719	0,153122172
Trecho 2	4450	4615	100	9,642,470,206	0,096424702
<b>Córrego da Suruba</b>					
Trecho 1	6040	6920	100	8,728,323,699	0,087283237
Trecho 2	4720	6180	80	6,110,032,362	0,061100324
			<b>Soma</b>	<b>4,259,484,526</b>	<b>4,259,484,526</b>
			<b>Média</b>	<b>1,183,190,146</b>	<b>0,118319015</b>

Os menores valores encontram-se concentrados na área do alto curso do Rio do Machado, na região da bacia localizada no Planalto de São Pedro de Caldas, sendo importante ressaltar que esses valores se concentram nas drenagens que possuem a sua nascente e foz na região mais alta, por possuírem uma variação altimétrica menor. Existe

também a incidência de valores de RDE menores na área do baixo curso, na região mais rebaixada da bacia de relevo mais suavizado, caracterizando-se como prováveis áreas de sedimentação normal. Os valores de RDE foram plotados num mapa de isolinhas sobreposto a bacia estudada para melhor visualização dos resultados (FIGURA 3).

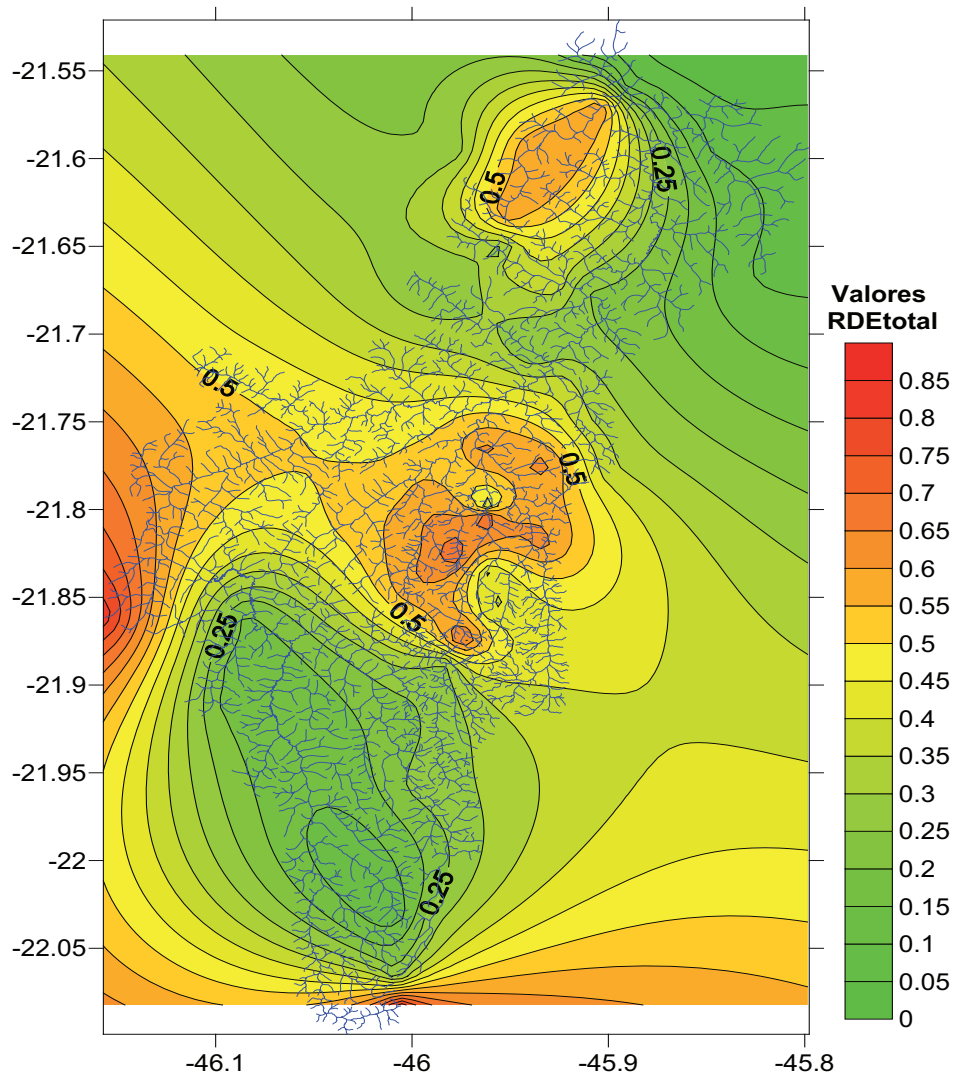


FIGURA 3: Valores de RDE sobrepostos a rede de drenagem interpolada pelo método da Krigagem.

Quanto aos maiores valores, observa-se que estão concentrados nas drenagens que possuem a sua nascente na região do Planalto de São Pedro de Caldas (PSPC) e que deságuam na área adjacente de

menor altitude, caracterizando-se como uma área mais sujeita à interferência de um soerguimento nos índices.

O Rio do Machado é um bom exemplo da variação dos índices RDE, pois no trecho ele apresenta uma direção S – N e está totalmente localizado no alto do Planalto de São Pedro de Caldas, sendo seu índice RDE calculado de 0,233, ou seja, abaixo da média da bacia. A partir do trecho o rio apresenta uma mudança brusca de direção, mudando sua orientação para SW – NE ao encaixar seu curso em uma falha, e também de altitude, pois no limite do Planalto de São Pedro de Caldas o rio apresenta uma variação altimétrica brusca, gerando um valor de RDE de 0,633 para este trecho, bem acima da média da bacia.

Na porção norte da bacia observa-se a presença de uma drenagem com um alto índice RDE, diferente dos outros rios próximos que possuem um valor baixo do índice. A drenagem em questão é o Ribeirão Caiana que possui uma anomalia em seu curso, nascendo em uma direção N-S e com uma mudança repentina de curso para SW-NE, seguindo paralelamente o curso do rio principal até desaguar no Córrego Coroado que se situa na perpendicular, de acordo com o padrão de drenagem. Seu alto índice RDE pode ser explicado por possuir uma nascente em uma porção mais elevada de relevo em relação à área adjacente, caracterizando uma declividade acentuada ou pela litologia e seu curso anômalo pode configurar pelo encaixe do curso do rio a alguma falha.

Após o cálculo dos índices RDE na extensão total dos cursos do rio, fez-se necessário calcular os índices por trecho das drenagens, para que assim fosse mais bem compreendido o padrão de distribuição dos valores altos e baixos de RDE da área de estudos.

Para a realização do cálculo de RDE por trecho, o procedimento foi semelhante ao cálculo do RDE total, porém dessa vez as drenagens foram divididas aproximadamente em metade do seu curso total e foram calculados índices para cada uma das partes. Os números apresentados com destaque na cor cinza possuem um índice de RDE maior que a média dos rios da bacia, enquanto os destacados em amarelo representam índices menores que a

média. É possível notar que a maioria das drenagens apresenta um padrão, com um índice maior em sua primeira metade e um índice menor no trecho final. Isso ocorre, pois na primeira metade localizam-se as nascentes das drenagens e conseqüentemente a declividade é maior, tornando o índice mais alto. Já nos segundos trechos, a declividade tende a diminuir e os índices são menores.

Porém, algumas drenagens apresentam outro tipo de comportamento e fogem desse padrão dos índices. Os Córregos da Suruba, Coroado, Papagaio, Sepultura, Cachoeirinha e Conceição, apresentam em seu curso valores de RDE menores que a média da bacia nos dois trechos. Esse fato pode ser explicado pela localização dessas drenagens, em áreas de baixo índice de declividade, tanto na porção mais elevada da bacia, como na região mais baixa, tornando os valores de RDE baixos nos dois trechos. Outro tipo de índice foi observado no Córrego São José, que possui valores do índice mais altos que a média da bacia em seus dois trechos, que pode ser explicado por uma litologia mais resistente no local, elevando o valor do RDE.

Entretanto a drenagem que possui o índice mais anômalo é o rio do Machado. A principal drenagem da bacia foge totalmente dos padrões por possuir em seu primeiro trecho um valor de RDE menor que o segundo trecho. Enquanto na primeira metade de seu curso a variação altimétrica é de 140m, em sua segunda metade a variação chega a 400m, tornando o índice diferenciado, já que normalmente a região da nascente apresenta uma declividade maior que o restante do curso. Mesmo considerando-se nesse momento dois trechos de cada drenagem para o cálculo da média de RDE na bacia, ainda assim o rio do Machado permaneceu com um comportamento diferenciado de todas as outras drenagens, não havendo nenhuma outra que possuísse padrão parecido, reforçando a idéia de que seu curso possui uma influência determinante do relevo no qual se insere.

Com relação aos perfis longitudinais foi possível observar que a maioria dos perfis apresenta



anomalias, que se concentram, sobretudo nas áreas do alto e baixo curso, possuindo um traçado distante da linha de melhor ajuste (GRÁFICO 1), com exceção de alguns casos como o Córrego Coroado, Córrego da Cachoeirinha e Ribeirão Machadinho do Campo que apresentam um traçado bem próximo do

equilíbrio (GRÁFICO 2). Alguns rios apresentam sinais de soerguimento na nascente (GRÁFICO 3), como o Córrego da Cachoeira e Ribeirão da Água Limpa e outros apresentam um soerguimento no médio curso (GRÁFICO 4) como o Rio do Machado e Córrego São José.

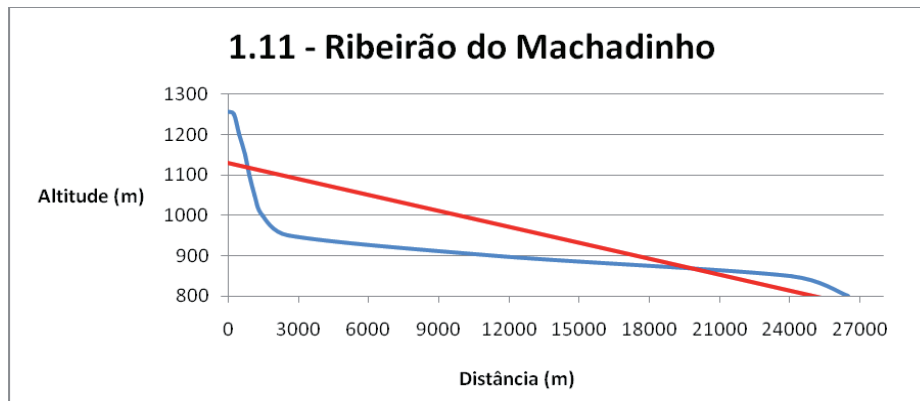


GRÁFICO 1: Perfil longitudinal do Ribeirão Machadinho cujo traçado se distancia da reta de tendência.

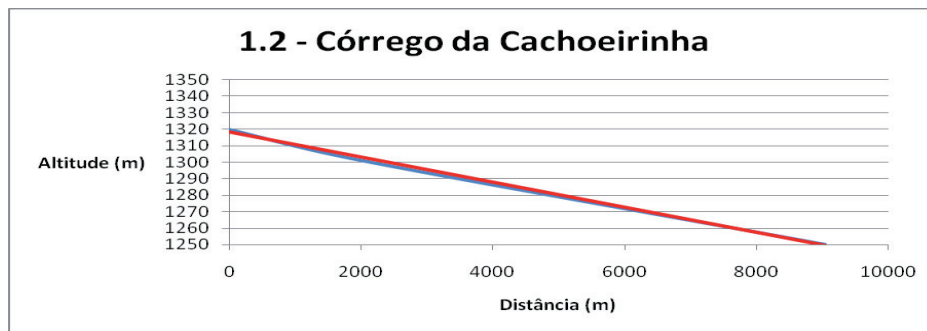


GRÁFICO 2: Perfil longitudinal do Córrego Cachoeirinha cujo traçado permanece em equilíbrio, sendo bem próximo a linha de melhor ajuste.

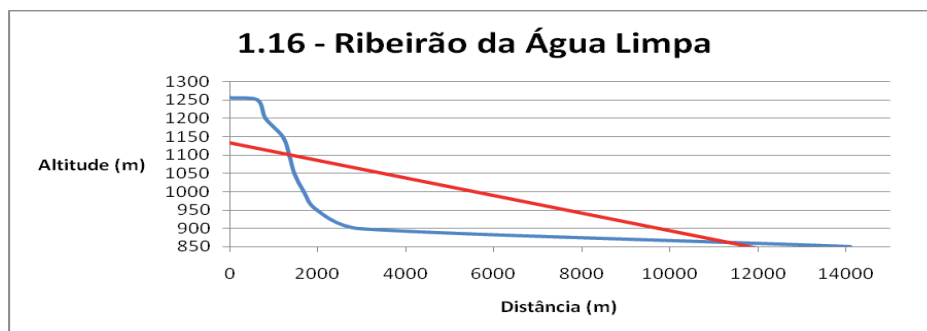


GRÁFICO 3: Perfil longitudinal do Ribeirão Água Limpa que apresenta soerguimento na nascente.

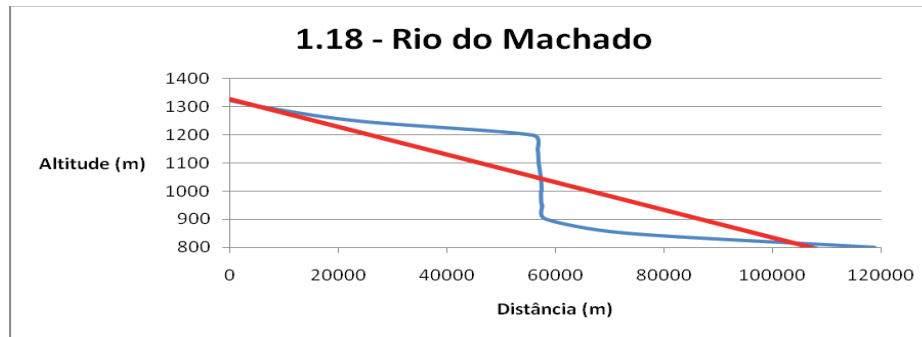


GRÁFICO 4. Perfil Longitudinal do Rio do Machado que apresenta soerguimento no medio curso.

#### 4. CONCLUSÕES

Diante do exposto é possível fazer uma correlação entre os dados obtidos com ambas as técnicas, sendo que algumas anomalias apresentadas nos perfis podem ser mais bem compreendidas com o auxílio dos índices RDE. Os maiores índices RDE estão diretamente relacionados com os perfis de maiores anomalias e presença de indícios de soerguimento e possível maior atuação tectônica, como no caso do Córrego da Cachoeira, Córrego São Miguel e Córrego São José. Quanto aos menores índices RDE, os perfis apresentam comportamentos distintos, alguns com grande estabilidade e equilíbrio e outras com uma sinuosidade mais acentuada no perfil longitudinal, porém em geral essas drenagens indicam possíveis áreas de sedimentação.

Como exemplo de drenagem com alto valor de RDE, o caso específico do Rio do Machado, pode ser melhor observado. A interpretação de seu perfil longitudinal é simples, pois é verificada visualmente na carta topográfica. Em seu primeiro trecho, que possui um índice RDE baixo, o rio apresenta uma baixa declividade por se situar no bloco soerguido do Planalto de São Pedro de Caldas. Já no segundo trecho, no momento em que o rio tem uma transição para a porção mais rebaixada do relevo e há uma quebra brusca na altitude, o índice RDE cresce e fica acima da média da bacia, indicando uma possível atuação tectônica na área.

Acerca dos menores valores de RDE pode-se observar o caso do Córrego do Papagaio que possui

o valor mais baixo da bacia e esse fato justificam-se quando se observa o perfil longitudinal do rio. Em um intervalo de 8 km aproximadamente, o rio tem uma declividade de apenas 15m, configurando uma drenagem que possivelmente é controlada pelo substrato rochoso, configurando-se em uma área provavelmente de sedimentação e pouca movimentação tectônica.

Por se tratar de uma região com grande variação de relevo e presença de diversas feições geológicas e geomorfológicas, os dados obtidos demonstraram não existir um padrão confiável na distribuição das áreas que possuem indícios de reativações tectônicas. Contudo foi possível identificar as áreas que apresentam índices anômalos e traçar um perfil da bacia em geral, tornando possível uma compreensão básica da dinâmica dos agentes que modelam o relevo na bacia do Rio do Machado.

#### REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, F. F. M. Geologia do Estado de São Paulo. IGG, *Boletim N.º 41*, 1964.
- ALMEIDA, F.F.M.; HASUI, Y.; BRITO NEVES, B.B. The Upper Precambrian of South America. *Bol. IG-USP*, 7: 45-80. 1976.
- ALMEIDA, F.F.M. Província Mantiqueira: Setor Central. In: ALMEIDA, F.F.M.; HASUI, Y. *O Pré-Cambriano do Brasil*. São Paulo, Blücher. 1981.
- BURNETT, A. W. & SCHUMM, S. A. Alluvial river

- response to neotectonic deformation in Louisiana and Mississippi. *Science*, 222, p. 49-50. 1983.
- CAVALCANTE, *et al.* *Relatório Final de Geologia* – Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional da Produção Mineral. Brasília. 1979.
- CORDANI, U. G *et al.*, (Eds.) Tectonic Evolution of South America. In: 31<sup>st</sup> INTERNACIONAL GEOLOGICAL CONGRESS. 1. ed. Rio de Janeiro. *Anais...*, 2000, cap. 12, p. 335 – 365.
- DEFFONTAINES, B.; CHOROWICZ, J. Principles of drainage basin analysis from multisource data: application to the structural analysis of the Zaire Basin. *Tectonophysics*, 194, p. 237 – 263, 1991.
- 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*. 2003. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) – IGCE – Unesp, Rio Claro-SP. 2003.
- DORANTI, C.; HACKSPACHER, P. C.; SPATTI, E. P. Jr; MISSURA, R.; GARCIA, M. J.; BISTRICHI, C. A.; RIBEIRO, L.F.B. 2005. Soerguimento Holocênico e Depósitos Correlativos de Um Setor da Mantiqueira Ocidental: Planalto de Monte Verde-MG. In: X SIMPÓSIO NACIONAL DE ESTUDOS TECTÔNICOS E IV INTERNACIONAL SYMPOSIUM ON TECTONICS, 2005, Curitiba-PR. *Anais...*, 2005. v. 1. p. 167 – 168.
- ETCHEBEHERE, M. L. D. C. *Terraços neoquaternários no vale do Rio do Peixe, Planalto Ocidental Paulista: Implicações estratigráficas e tectônicas*. 2000. Tese (Doutorado) - IGCE, UNESP, Rio Claro. 2000.
- ETCHEBEHERE, M. L. C.; SAAD, A. R.; PERINOTTO, J. A. J.; FULFARO, V. J. . 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 - Série Científica*, São Paulo, v. 4, n. 2, p. 43 – 56.
- FRANCO, A. O. B.; HACKSPACHER, P. C.; GODOY, D. F.; RIBEIRO, L. F. B.; GUEDES, S. 2005. História Térmica do Maciço Alcalino de Poços de Caldas (SP/MG) e adjacências através da Análise de Datação por Traços de Fissão em apatitas. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 35, n. 3, p. 351 – 358.
- HACK, J. T. 1973. Stream profile analysis and stream gradient index. *Journal Research of U. S. Geological Survey*, v. 1, 421 – 429.
- HASUI, Y & SADOWSKI, G.R. 1976 - Evolução geológica do Pré-Cambriano na região sudeste do Estado de São Paulo. *Boletim IG*. v. 6. São Paulo, Instituto de Geociências, USP, p.180 – 200.
- 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.; BARTORELLI, A.; CARNEIRO, C.D.R.; BRITO-NEVES, B.B.; (Org.) *Geologia do Continente Sul-Americano: Evolução da Obra de Fernando Flávio Marques de Almeida*, São Paulo, Beca. 2004. p. 204 – 234.
- MISSURA, R. *Análise morfoestrutural e morfométrica do Maciço alcalino de Passa Quatro SP/MG*. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) - IGCE-Unesp, Rio Claro-SP. 2002.
- MISSURA, R. *Análise morfoestratigráfica da bacia do Ribeirão dos Poncianos-MG*. 2005. Dissertação (Mestrado em Geografia Física) – Programa de Pós-graduação em Geografia, Universidade Estadual Paulista. Rio Claro. 2005.
- MOURA, J. R. S.; MELLO, C. L. Classificação aloestratigráfica do quaternário superior da região de Bananal (SP/RJ). *Revista Brasileira de Geociências*, v. 21, n. 3, São Paulo, 1991. p. 236 – 254.
- IPT. Instituto de Pesquisas Tecnológicas. *Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo*. São Paulo (IPT, Monografias, 5). Escala: 1:1 000 000. 1981.

RADAM BRASIL. Secretaria Geral – Ministério de Minas e Energia. *Projeto RADAM BRASIL*; Folhas SF 23/24, Rio de Janeiro/Vitória: VOLUME 32. 1983.

RIBEIRO, L.F.B.; TELLO – SAENZ, C.A.; IUNES, P.J.; HACKSPACHER, P.C.; HADLER NETO, J.C.; PAULO, S.R. Phanerozoic brittle tectonics in the south american Continental platform, southeast Brazil: new insights from Fission track studies on apatite in reactivated fault zones. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 35, n. 2, p. 151 – 164.

SIQUEIRA - RIBEIRO, M. C. *História Tectônica e exumação das serras da Bocaina e da Mantiqueira, SP/RJ*. 2003. 124f. Dissertação (Mestrado em Geologia Regional) – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro - São Paulo, 2003.

SIQUEIRA - RIBEIRO, M.C. *Termocronologia e História denudacional da Serra do Mar e Implicações no controle deposicional da Bacia de Santos*. 2007. Tese (Doutorado em Geologia Regional) – Programa de Pós-graduação em Geologia Regional, UNESP - Rio Claro. 2007.

RICCOMINI, C. *O rift continental do sudeste do Brasil*. São Paulo, 1989, 256f. Tese (Doutorado em Geociências) - Instituto de Geociências da USP. 1989.

ROSS, J. L. S. O Registro Cartográfico dos Fatos Geomórficos e a Questão da Taxonomia do Relevo. *Revista do Departamento de Geografia (USP)*, São Paulo, v. 06. 1992.

SAADI, A. *Ensaio sobre a morfotectônica de Minas Gerais*: Tese de Livre-docente. Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil, 285 p. 1991.

PINHEIRO, L. S., DORANTI, C., Ribeiro, M. C.S., RIBEIRO, L.F. B., MENDES, I.A. Aplicação de índices morfométricos e do perfil longitudinal no rio Monjolo, Serra do Mar - SP . In: VI SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA E REGIONAL

CONFERENCE ON GEOMORPHOLOGY, Goiania. *Anais...* 2006, v. 1. p. 185-185.

STÜWE, K. & HINTERMÜLLER, M. Topography and isotherms revisited: the influence of laterally migrating drainage divides. *Earth and Planetary Science Letters*, v 184, 2000. p. 287-303.

TAVARES, B. de A. C. & CORREA, A. C. de B. Contribuição da Análise do Perfil Longitudinal para a Identificação de Evidências de Tectônica Recente no Gráben do Caritá, Paraíba. In: VII SINAGEO & II ENCONTRO LATINO AMERICANO DE GEOMORFOLOGIA, Belo Horizonte, MG. *Anais...*, 2008. p. 109.

TELLO, S. C.A.; HACKSPACHER, P. C.; HADLER NETO, J. C.; IUNES, P. J.; GUEDES, PAULO, S. R.; RIBEIRO, L. F. B. Recognition of Cretaceous, Paleocene and Neogene Tectonic Reactivation, through Apatite Fission-Track Analysis, in Precambrian areas of the Southeast Brazil: Association with the South Atlantic Ocean Opening. *Journal of South American Earth Science*, v. 15, 2003. p.: 137 – 142.

TELLO SAENZ C.A, HADLER NETO J.C., IUNES P.J., GUEDES S., HACKSPACHER P.C, RIBEIRO L.F.B., PAULO S.R., OSORIO A.M. Thermochronology of the South American platform in the state of São Paulo - Brazil, through apatite fission tracks. *Radiation Measurements*, v. 39, 2005. p. 635 – 640.