

## ANÁLISE DA APLICAÇÃO DO ÍNDICE DE HACK E DO PERFIL LONGITUDINAL NO RIO PRETO, SERRA DO ESPINHAÇO, MG

Camila de Sousa Lima<sup>1</sup>; Dr. Antonio Carlos de Barros Corrêa<sup>2</sup>;  
camila.ufpe@gmail.com

<sup>1</sup>- Programa de Pós-Graduação em Geografia – Universidade Federal de Pernambuco;

<sup>2</sup>- Departamento de Ciências Geográficas – Universidade Federal de Pernambuco;

Rua Maria Digna Gameiro, 2528/401. Candeias, Jaboatão dos Guararapes/PE. CEP:  
54.450-050

*Palavras-chave:* Índice de Hack, Perfil Longitudinal, Rio Preto, Serra do Espinhaço, Minas Gerais.

### 1. INTRODUÇÃO

A análise morfométrica é uma importante ferramenta em estudos morfológicos, pois possibilita uma apreciação quantitativa, usando os valores de um conjunto de parâmetros para obter as principais características da área em apreço. Tal análise é necessária para que as formas das bacias possam ser separadas, descritas quantitativamente, comparadas e também relacionadas com os processos hidrológicos dentro da área da bacia.

A aplicação de alguns parâmetros morfométricos de drenagem, como o índice RDE (Relação Declividade vs Extensão) estudados juntamente com o perfil longitudinal das drenagens, vem sendo inserida nos estudos geológicos, hidrológicos e geomorfológicos por constituir uma ferramenta de baixo custo que permite a análise do vale fluvial de maneira bastante satisfatória (MARTINEZ, 2005; ETCHEBEHERE, 1999; LIMA, 2009; e outros).

A partir dessas considerações, este trabalho visa à análise dos índices morfométricos aplicados ao Rio Preto, Serra do Espinhaço - MG, voltados para a compreensão de como os vários controles morfológicos ocorrentes na área da calha fluvial se expressam sobre a distribuição dos índices.

### 2. MATERIAIS E MÉTODOS

#### 2.1 Perfil longitudinal de um Rio.

O perfil longitudinal de um rio é uma curva obtida através de dados plotados em gráficos de coordenadas cartesianas onde as coordenadas correspondem a altitude (H) contra a distancia da jusante (L) expressa pela equação:

$$H=f(L) \quad (1)$$

em que a tangente expressa o gradiente do canal do trecho estudado (MARTINEZ, 2005).

Por meio deste perfil aplicado a um curso d'água pode-se inferir também o comportamento deste gradiente ao longo do canal fluvial, da cabeceira a foz (CHRISTOFOLETTI, 1980).

Conforme enfatizado por McKeown *et al* (1988), o formato do perfil longitudinal de um curso d'água que esteja em equilíbrio (*graded*) apresenta a típica forma côncava; qualquer alteração no perfil leva a corrente a se ajustar na busca de um novo equilíbrio, seja por erosão de seu próprio leito, seja pelo predomínio da agração. A prevalecer este ponto de vista, trechos de drenagem fora de equilíbrio podem ser indicativos de atividade tectônica recente

(ETCHEBEHERE *et al*, 2004), ou substanciais variações hidrológicas e deposicionais. Em uma paisagem erosiva, o perfil longitudinal de um rio é uma propriedade da drenagem que fornece subsídios para o conhecimento do substrato rochoso, bem como para o entendimento dos processos geológicos e a história geomorfológica de uma área (HACK, 1960, p.50).

## 2.2 “Índice de Hack” ou Relação Declividade-Extensão (RDE)

Ao propor o índice de gradiente (*stream gradient-index*), Hack (1973) contribuiu com um elemento bastante prático na determinação de “anomalias” na concavidade natural do perfil longitudinal, permitindo, através deste índice, a normalização dos valores de gradiente e a identificação de valores anômalos em cada trecho do curso fluvial. Este elemento veio solucionar o problema de se determinar e identificar valores anômalos no gradiente do perfil longitudinal, uma vez que este apresenta na maioria das vezes, uma diminuição gradativa da declividade da cabeceira a foz, não necessariamente demonstrando a existência de pontos anômalos (MARTINEZ, 2005).

A utilização deste índice permite identificar, ao longo do perfil longitudinal de um rio, alterações em seu curso, uma vez que relaciona a declividade do canal fluvial com a extensão do referido trecho, fornecendo um índice para comparação de trechos de um mesmo curso d’água de diferentes magnitudes de gradiente e extensão. Partindo desta premissa, o índice declividade-extensão por trecho é calculado através da seguinte fórmula:

$$RDE_{\text{trecho}} = (\Delta H / \Delta L) \cdot L \quad (2)$$

onde  $\Delta H$  é a diferença altimétrica entre os dois pontos selecionados do curso d’água;  $\Delta L$  corresponde a extensão do trecho analisado; e  $L$  é a extensão total do canal da nascente até o ponto final para onde o índice RDE esta sendo calculado.

Também é possível o cálculo do índice RDE de um canal fluvial em sua totalidade. Para isso, considera-se a diferença altimétrica entre a cota superior e inferior do canal, ou seja, a diferença altimétrica da cota da cabeceira e da cota da foz do canal (em metros) e o logaritmo natural da extensão total do curso de água. Segue a fórmula:

$$RDE_{\text{total}} = \Delta H / \ln L \quad (3)$$

No que se refere as anomalias de drenagem propriamente ditas, Seeber e Gornitz (1983) consideram como anômalos os índices de  $RDE_{\text{trecho}}$  que divididos pelo índice  $RDE_{\text{total}}$  obtiverem valores acima de 2 (dois). Tais anomalias dividem-se em duas categorias, ou seja, anomalias de 2ª ordem são as que a divisão dos índices obtenham resultados entre os limiares 2 (dois) a 10 (dez), e as anomalias de 1ª ordem são as que este resultado é igual ou superior a 10 (dez). Esta classificação é traduzida como sendo as anomalias de 1ª ordem encontradas em locais muito íngremes, as anomalias de 2ª ordem encontradas em locais íngremes e quando o índice calculado é menor que 2 (dois) os trechos são pouco íngremes, configurados como gradiente ideal.

Desta forma a partir do estudo do perfil longitudinal e da aplicação de parâmetros morfométricos como o índice de gradiente (RDE), pode se ter um retrato das características de drenagem de uma bacia hidrográfica no que diz respeito as feições morfoestruturais e morfotectônicas desenvolvidas.

### **3. RESULTADOS**

#### **3.1 Análise do índice RDE e perfil longitudinal do Rio Preto**

No Rio Preto foram medidos 46 trechos, definidos pela equidistância entre as curvas de nível (20m). Os valores de RDE detectados no Rio Preto foram distribuídos em uma tabela. Dos 46 trechos analisados, 26 apresentaram algum tipo de anomalia. Estas anomalias estão distribuídas em uma só área e marcadas por quatro pontos distintos de ultrapassagem do limiar de valores anômalos. A área onde as anomalias foram encontradas tem aproximadamente 13 km de extensão, dista aproximadamente 4 km da nascente do Rio e esta compreendida entre as cotas de 1380m e 780m, apresentando anomalias de 1<sup>a</sup> e 2<sup>a</sup> ordem.

Quando se confronta o perfil longitudinal do rio com o gráfico de variação do índice RDE (Figura 1) verifica-se a coincidência entre os pontos anômalos verificados na reta que representa o perfil longitudinal com a reta que representa o índice de gradiente. Os pontos onde o RDE ultrapassa o limiar 2 coincidem com as quebras apresentadas no perfil longitudinal.

No que se refere aos quatro pontos distintos encontrados onde a linha do gráfico de variação dos índices de RDE ultrapassa o limiar de anomalias, seguindo o curso do Rio Preto, rumo a sua foz, o primeiro ponto apresenta uma anomalia de 2<sup>a</sup> ordem, tendo como valor do índice RDE 2,94 e está localizado sob a cota de 1380m. O segundo ponto, situado entre as cotas de 1300m e 1280m, apresenta índice de RDE 2,65, caracterizando uma anomalia de 2<sup>a</sup> ordem. O terceiro ponto corresponde a área de maior declividade e é onde estão situados os maiores valores anômalos calculados para o Rio Preto. Está compreendido entre as cotas de 1240m e 820m, ou seja, uma variação de 420 metros compreendidos em 4,3 km de extensão. Apresenta anomalias de 1<sup>a</sup> ordem sendo a maior delas localizada sob a cota de 1000m e representada pelo índice de RDE 17,35. Além do fator declividade, este ponto, por volta da cota de 960m, recebe as águas de um dos tributários da margem direita do Rio Preto, o Córrego Lapa do Tropeiro. Já o quarto ponto, embora esteja situado em uma área relativamente mais plana, é influenciado pela alternância de litologias, pois está situado sobre uma área de quartzitos, diferentemente dos outros três pontos, situados sobre os metassedimentos da Formação Sopa-Brumadinho. Este ponto apresenta anomalia de 2<sup>a</sup> ordem com índice de RDE 3,38 sob a cota de 780m. Além de todos estes aspectos, este ponto recebe um afluente da margem esquerda do Rio Preto, o Córrego Vau das Éguas, por volta da cota de 800m.

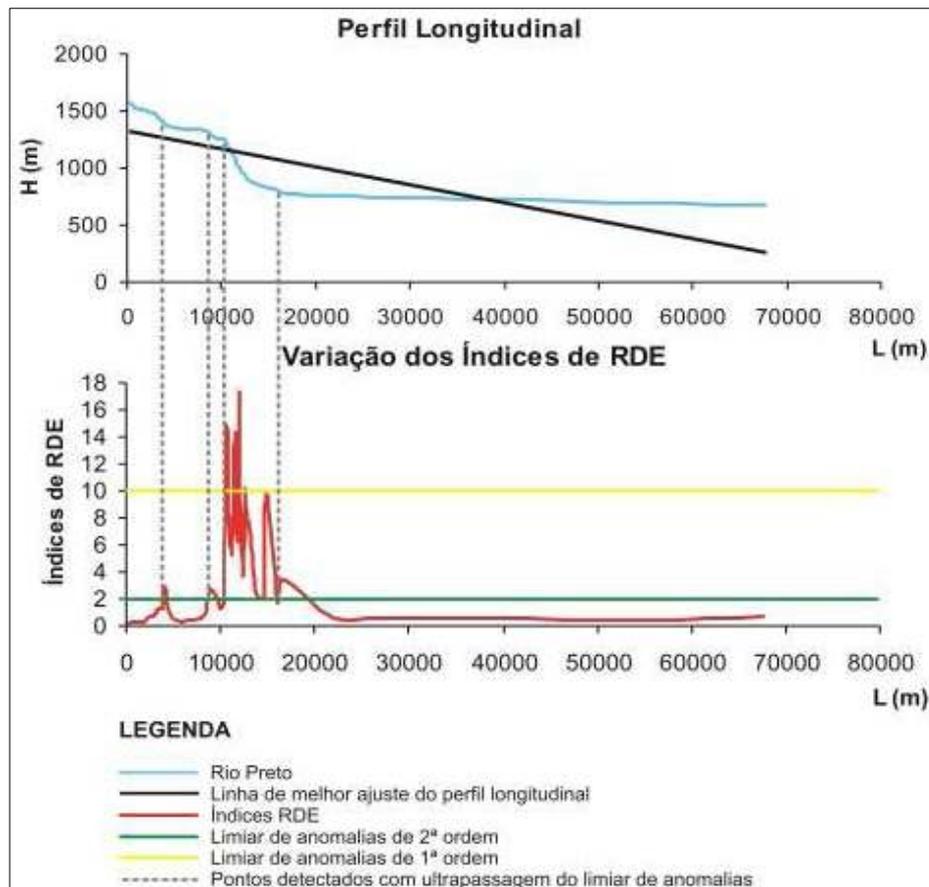


Figura 1 - Perfil Longitudinal do Rio Preto e a variação dos índices de RDE.

#### 4. CONCLUSÃO

Os resultados obtidos neste trabalho levaram ao conhecimento do comportamento da rede de drenagem e a detecção de áreas anômalas morfométricas distribuídas no curso do Rio Preto. O estudo do perfil longitudinal foi de suma importância para a detecção de irregularidades na configuração do curso d'água fornecendo um retrato do estado de equilíbrio em que essa drenagem se encontra e sua relação com as feições morfoestruturais e morfotectônicas subjacentes.

O perfil longitudinal do Rio Preto mostrou um curso irregular com rupturas de declive no alto curso, além de uma área muito plana partir dos 17 km detectada pela aplicação da função de melhor ajuste.

Sendo assim o estudo do perfil longitudinal configurou-se como análise preliminar dos cursos d'água, mostrando irregularidades nas configurações dos canais desde a cabeceira até a foz denotando forte desequilíbrio em todo o curso do Rio Preto.

O cálculo do índice RDE se mostrou como técnica bastante eficiente para a detecção de pontos anômalos na drenagem, que além de confirmar as áreas em desequilíbrio já detectadas

em análise anterior do perfil longitudinal foi possível atribuir valores a estas anomalias. Também foi essencial para a elaboração de mapas retratando a distribuição dos setores anômalos em todo o curso fluvial.

Na drenagem principal, os índices  $RDE_{\text{trecho}}$  considerados anômalos, foram detectados no alto curso com valores de 2,14 a 17,35, ocorrendo a aproximadamente 4 km da nascente, envolvendo um trecho de 13 km.

Desta forma as análises do perfil longitudinal e índices RDE, foram o ponto de partida para se buscar uma interpretação quanto a gênese dos pontos anômalos detectados no perfil longitudinal.

Desta forma este trabalho procurou mostrar a eficiência de uma técnica pouco utilizada no Brasil nos estudos fluviais. Esta técnica por sua vez mostrou sua confiabilidade quando as verificações em campo denotaram grandes feições anômalas na paisagem localizadas nos pontos anômalos detectados cálculos de RDE e no perfil longitudinal. As conclusões deste trabalho quanto aos fatores que determinaram os pontos anômalos não encerram o assunto, pelo contrário, abrem um leque de indagações que permitirão a execução de estudos posteriores a fim de complementar ou chegar a novas considerações a respeito abrindo espaço para um estudo tectônico quantitativo.

## 5. REFERÊNCIAS

- CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2. ed. Sao Paulo: Edgard Blucher, 1980. 188 p.
- ETCHEBEHERE, M. L. C. **Utilização de parâmetros morfométricos de drenagem para delinear deformações crustais - Aplicação no vale do Rio do Peixe, SP**. 1999. f. 44-111. Exame de Qualificação (Doutorado) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.
- ETCHEBEHERE, M. L.; 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 do Instituto de Geociências - USP, v. 4, N. 2, p. 43-56, outubro de 2004.
- HACK, J. T. *Interpretation of erosional topography in humid temperate regions*. *American Journal of Science*, v. 258A, p. 80-97, 1960.
- HACK, J. T. *Stream-profile analysis and stream-gradient index*. *Journal of Research of the United States Geological Survey*, v. 1, n. 4, p. 421-429, 1973.
- LIMA, C. S. Aplicação de Parâmetros Morfométricos de Drenagem na Bacia do Rio Preto, Serra do Espinhaço (MG). Monografia, UFPE, Recife, 2009
- MARTINEZ, M. **Aplicação de parâmetros morfométricos de drenagem na bacia do rio Pirapó: o perfil longitudinal**. Dissertação (mestrado). Maringá, 2005.
- McKEOWN, F. A.; JONES-CECIL, M.; ASKEW, B. L.; McGRATH, M. B.. *Analysis of stream-profile data and inferred tectonic activity, Eastern Ozark Mountains region*. *U. S. Geological Survey Bulletin*, n. 1807, p. 1-39, 1988.
- SEEBER, L.; GORNITZ, V. *River profiles along the Himalayan arc as indicators of active tectonics*. *Tectonophysics*, v. 92, p. 335-367, 1983.