

# **Análise geomorfométrica da bacia hidrográfica do rio Jacaré, Niterói - RJ**

**Bruno Dias Cardoso de Carvalho<sup>1</sup>**

**Raphael e Silva Girão<sup>2</sup>**

**Pedro José Farias Fernandes<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> UFF - Instituto de Geociências – Departamento de Geografia  
Av. Litorânea s/n - 24030-346 - Niterói - RJ, Brasil Tel: (21) 2629-5951  
brunocarvalho@id.uff.br

<sup>2</sup> UFRJ – Museu Nacional - Departamento de Geologia e Paleontologia  
Quinta da Boa Vista - São Cristóvão - Rio de Janeiro - RJ, Brasil Tel: (21)2568 8262  
raphaelgirao@hotmail.com

<sup>3</sup> INPE – Divisão de Sensoriamento Remoto  
Av. dos Astronautas 1758 - São José dos Campos/SP – CEP 12201-970  
pjff@dsr.inpe.br

## **1. INTRODUÇÃO**

No Brasil, é muito comum a falta de planejamento urbano e ambiental causar impactos negativos à população, como enchentes e movimentos de massa. Dessa maneira, a análise geomorfométrica de bacias hidrográficas é uma importante ferramenta de suporte ao planejamento.

Devido ao desenvolvimento da sociedade, cada vez mais, as bacias hidrográficas têm sofrido alterações na estrutura física dos canais, nos aporte de sedimentos, na composição da biota, no regime hidráulico e no fluxo de matéria e energia, essas alterações e o padrão espacial de uso e cobertura do solo tem relevantes impactos sobre a produção e transporte de sedimentos (Vanacker et al., 2005), além de poder acarretar na degradação ou mudança na dinâmica ambiental de um sistema fluvial. Nesse contexto, é de conhecimento comum que o recurso hídrico é um bem vital para todas as formas de vida no planeta, e a garantia de um uso sustentável e consciente de tal recurso tornou-se fundamental. Sendo assim, a análise morfométrica de bacias hidrográficas se apresenta como uma importante ferramenta para caracterizar e identificar a dinâmica de um sistema fluvial (Carlos e Carvalho, 2009), e também para subsidiar um planejamento ambiental adequado.

As técnicas de geoprocessamento são cada vez mais utilizadas por possuírem uma abordagem interdisciplinar que possibilita a convergência de diferentes disciplinas científicas para o estudo de fenômenos ambientais (Câmara e Monteiro, 2001). O

geoprocessamento junto aos Sistemas de Informação Geográficas (SIG), que permitem o tratamento de dados georreferenciados de forma eficiente, com qualidade e rapidez (Hott et al., 2007), estão se tornando fundamentais para estudos voltados para a análise espacial.

Este trabalho tem como objetivo apresentar uma metodologia para determinação das variáveis morfométricas da bacia hidrográfica do rio Jacaré, utilizando SIG e técnicas de geoprocessamento. O mesmo faz parte de uma série de trabalhos que visam a elaboração de um plano de ações para uma política de proteção ambiental dessa bacia hidrográfica

## 2. ÁREA DE ESTUDO

A bacia hidrográfica do rio Jacaré (Figura 1) está situada no município de Niterói, região metropolitana do Rio de Janeiro. Essa bacia hidrográfica, com 545,74 ha de extensão, é delimitada por maciços costeiros que formam os Morros do Cantagalo, Jacaré e Serra Grande.

A mesma caracteriza-se por um vale comprido e estreito e por desaguar na Laguna de Piratininga, possuindo uma vazão média de 23,4m<sup>3</sup>/s. No seu entorno é encontrada uma vasta área de Mata Atlântica ainda preservada, contudo, nos últimos anos, vem ocorrendo um processo acelerado de expansão urbana na região, o que torna imprescindível o monitoramento ambiental dessa bacia.

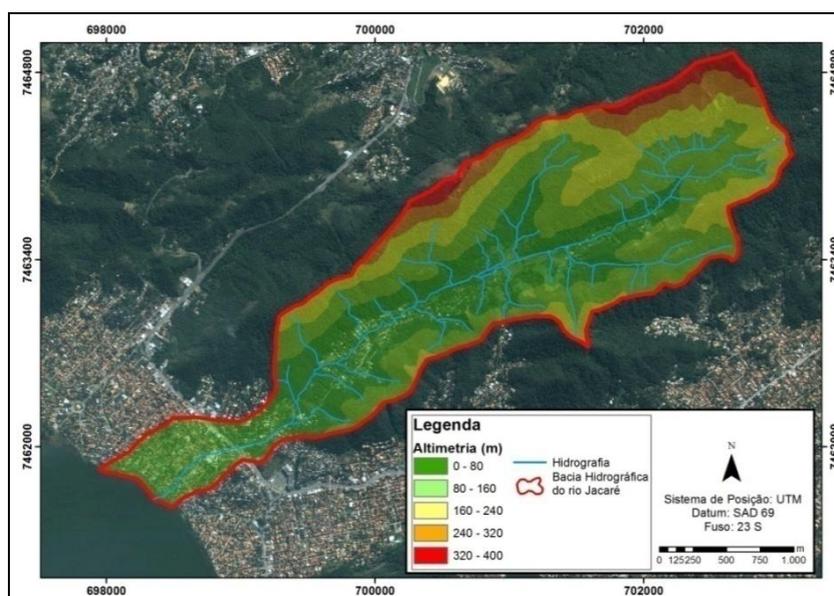


Figura 1 – Bacia hidrográfica do rio Jacaré, Niterói, RJ.

### 3. MATERIAL E MÉTODO

No primeiro momento, foi desenvolvido o Modelo Digital de Elevação (MDE) com resolução espacial de 1 m através da interpolação das curvas de nível e pontos cotados da Base Cartográfica CIDE (1997) no Sistema de Informação Geográfica ArcGis 9.2 (Figura 2). A partir do MDE foi possível gerar uma mapa de declividade para a bacia.

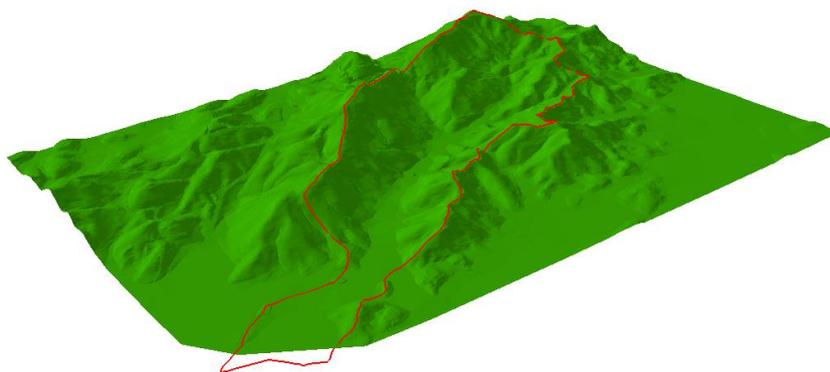


Figura 2 – MDE gerado a partir das curvas de nível e pontos cotados da base cartográfica CIDE (1997).

Também através do MDE, ainda no ArcGis 9.2 extraiu-se automaticamente a hidrografia, o processo de extração de drenagem consiste basicamente em quatro etapas: eliminação dos ruídos, geração de um raster de direção do fluxo, geração de um raster de acumulação do fluxo e geração de um raster com a drenagem traçada (Fernandes, 2010) (Figura 3). A drenagem resultante foi ajustada por meio de verificação de campo e interpretação de uma imagem do satélite Quickbird do ano de 2007.

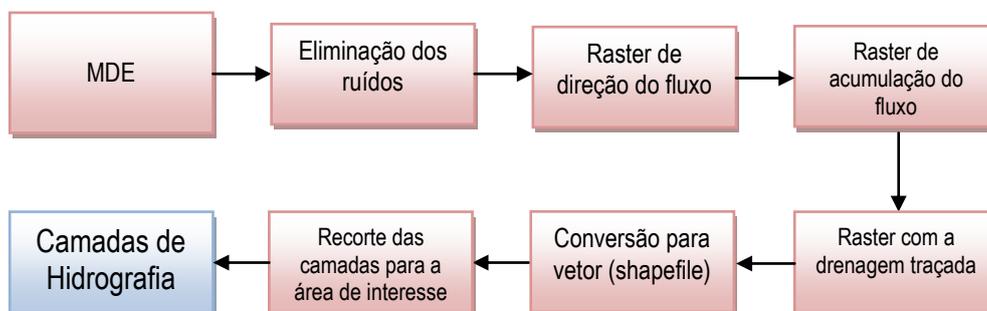


Figura 3 – Fluxograma do processo de extração de drenagem a partir do MDE.

Desse modo, a partir dos dados de curvas de nível, modelo digital de elevação (MDE), limite da bacia, mapa de declividade da bacia e hidrografia mapeada, foi possível determinar as seguintes variáveis morfométricas: área da bacia; perímetro da bacia; hierarquização de drenagem; índice de circularidade; índice de compacidade; variação, média e amplitude de altitude e declividade; densidade de drenagem; índice de rugosidade; número de segmentos; comprimento total dos canais; densidade hidrográfica; e relação de relevo

Os resultados da área da bacia; perímetro da bacia; variação, média e amplitude de altitude e declividade; comprimento total dos canais; e número de segmentos foram obtidos com o uso das ferramentas estatísticas do SIG.

Para a hierarquização da drenagem foi utilizado o método de Strahler (1952). A hidrografia mapeada e as curvas de nível foram processadas no software Hydroflow 0.9, tal software foi desenvolvido pelo Laboratório de Geoprocessamento do Departamento de Geologia aplicada da Universidade Estadual do Rio de Janeiro (UERJ) para inferir fluxos e ordens de hierarquia de drenagem pelos métodos de classificação Strahler.

A partir dos resultados das etapas anteriores foram obtidos as demais variáveis: índice de circularidade, índice de compacidade, densidade de drenagem, índice de rugosidade, densidade hidrográfica e relação de relevo.

#### **4. RESULTADOS**

A determinação da área da bacia; perímetro da bacia; variação, média e amplitude de altitude e declividade; comprimento total dos canais; e número de segmentos foram os resultados primários, que permitiram obter a maioria das demais variáveis morfométricas (Tabela 1).

Tabela 1 - Resultado da área da bacia; perímetro da bacia; variação, média e amplitude de altitude e declividade; comprimento total dos canais; e numero de segmentos.

Perímetro (m)	14056,70	
Área (m <sup>2</sup> )	5457444,59	
Comprimento dos Canais (m)	20922,29	
Nº de Segmentos	87	
	Altitude (m)	Declividade
Média	118,91	21,18
Amplitude	398,70	58,89

### Hierarquização de Drenagem

Resume-se o método de Strahler da seguinte maneira: um canal de ordem  $x$  é formado por 2 canais de ordem  $x-1$ , mesmo se receber afluência de qualquer outro canal de ordem inferior. Nesse método, a subjetividade a respeito de nascentes deixa de existir. Essa variável morfométrica fornece uma noção do grau de ramificação, o que possibilita inferir-se sobre o relevo da bacia. De maneira geral, quanto mais ramificada for a rede de drenagem, a tendência do relevo é ser mais acidentado.

A bacia hidrográfica do rio Jacaré possui canais de até 3ª ordem. Na tabela 2 é possível analisar a relação entre hierarquização da drenagem, quantidade e extensão de canais na rede drenagem.

Tabela 2 - Relação entre hierarquização da drenagem, quantidade e extensão de canais na rede drenagem da bacia hidrográfica do rio Jacaré.

Ordem	Quantidade de Canais	Extensão (m)
1ª	46	12379,46
2ª	20	3517,95
3ª	21	5024,88

### Densidade Hidrográfica

Relação entre o número total de rios e a área da bacia hidrográfica. Tal variável pode ser utilizada para indicar a capacidade de gerar novos cursos de água na bacia em

função das características pedológicas, geológicas e climáticas da área (Castro e Carvalho, 2009):

$$Dh = N/A$$

$$Dh = 15,96/km$$

**Dh** = Densidade de Hidrográfica

**N** = Numero total de rios

**A** = Área da Bacia

### Densidade de Drenagem

Relação entre o comprimento total dos canais e a área da bacia. Quanto maior for essa variável, há uma tendência de diminuir a capacidade de infiltrar a água, ou seja, quando menor a densidade de drenagem, maior a tendência de infiltração da água e contribuição para o lençol freático.

$$Dd = Lt/A$$

$$Dd = 3,83 km/km^2$$

**Dd** = Densidade de Drenagem

**Lt** = Comprimento total dos canais

**A** = Área da Bacia

### Relação de Relevo

Relação entre a amplitude altimétrica e o comprimento do canal principal. A partir dessa variável é possível aferir a suavidade do relevo na bacia.

$$Rr = Hm/Lh$$

$$Hm = 0,08$$

**Hm** = Amplitude altimétrica

**Rr** = Relação de relevo

**Lh** = comprimento do canal principal

### Índice de Rugosidade

Produto da multiplicação entre a amplitude altimétrica e a densidade de drenagem. Quando maior o índice de rugosidade, maior a tendência de um relevo mais colinoso e dissecado, com canais mais entalhados.

$$\mathbf{I_r = Hm.Dd}$$

$$\mathbf{I_r = 1,52}$$

**I<sub>r</sub>** = Índice de rugosidade

**H<sub>m</sub>** = Amplitude altimétrica

**D<sub>d</sub>** = Densidade de drenagem

### Índice de Circularidade

Relação entre a área da bacia e a área do círculo de perímetro igual ao da área total da bacia. Quanto maior o índice de circularidade, mais circular é a bacia, logo, há um maior favorecimento aos processos de inundação.

$$\mathbf{I_c = (A.4\pi)/p^2}$$

$$\mathbf{I_c = 0,34}$$

**I<sub>c</sub>** = Índice de circularidade

**P** = Perímetro da bacia

### Índice de Compacidade

O índice de compacidade é a relação do perímetro da bacia hidrográfica e um círculo de igual área da bacia. Quanto mais próximo do valor 1, a bacia tende a ser mais circular, o que indica maior propensão a cheias.

$$\mathbf{K_c = (0,28.P) / \sqrt{A}}$$

$$\mathbf{K_c = 1,68}$$

**K<sub>c</sub>** = Índice de compacidade

**A** = Área da bacia

**P** = Perímetro da bacia

Na tabela 3 pode ser observado os resultados da densidade hidrográfica, densidade de drenagem, relação de relevo, índice de rugosidade, índice de circularidade e índice de compacidade.

Tabela 3 - Resultado da densidade hidrográfica, densidade de drenagem, relação de relevo, índice de rugosidade, índice de circularidade e índice de compacidade.

Densidade Hidrográfica	15,96/km
Densidade de Drenagem	3,83 km/km <sup>2</sup>
Relação de Relevo	0,08
Índice de Rugosidade	1,52
Índice de Circularidade	0,34
Índice de Compacidade	1,68

#### **4. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A utilização do geoprocessamento e SIG para determinar as variáveis morfométricas mostrou a grande importância dessas ferramentas, que foram fundamentais para integrar diversas tipos informações espaciais, facilitando o cumprimento do objetivo do trabalho de forma simples e rápida.

O SIG permite a integração de diversos dados como imagens orbitais, altimetria, hidrografia e banco de dados geográficos, o que é importantíssimo para diferentes tipos de estudos, inclusive para estudos geomorfológicos.

Vale ressaltar que esse trabalho faz parte de uma série de outros trabalhos que visam contribuir para uma avaliação ambiental da bacia hidrográfica do rio Jacaré, e seu resultado compõe um conjunto de dados preliminares que contribuirão para tal tarefa.

#### **BIBLIOGRAFIA**

Câmara, G.; Monteiro, A. M. V. Conceitos Básicos da Ciência da Geoinformação. In: CÂMARA, G.; DAVIES, C., et al (Ed.). Introdução à Ciência da Geoinformação. São José dos Campos: INPE, 2001.

Castro, S. B.; Carvalho, T. M. Análise morfométrica e geomorfologia da bacia hidrográfica do rio Turvo - GO, através de técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento. Scientia Pelná, v. 5, n.2 p. 7-7, 2009.

Fernandes, P. J. F. 2010. Geoprocessamento aplicado ao mapeamento de Áreas de Preservação Permanente em São José de Ubá-RJ. Tese de Conclusão de Curso - Curso de Geografia, Departamento de Geografia, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2010.

Hott, M. C.; Furtado, A. S; Ribeiro, C. A. Determinação automática de parâmetros morfométricos de bacias hidrográficas no município de Campinas - SP. Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis. INPE. 2007.

STRAHLER, Arthur N. Hypsometric (area-altitude) – analysis of erosion al topography. Geol. Soc. America Bulletin. 63:1117-1142 (1952).

Vanacker, V.; Molina, A.; Govers, G.; Poesen, J.; Dercon, G.; Deckers, S. River channel response to short-term human-induced change in landscape connectivity in Andean ecosystems. Geomorphology, v. 72, n. 1-4, p. 340-353, 2005.