



## GEOMORFOMETRIA DE BACIA HIDROGRÁFICA URBANIZADA: UMA ANÁLISE NO RIO IGUAÇU-SARAPUÍ(RJ)

PâmelaSuelen Pereira Mendanha Lopes Pereira<sup>(a)</sup>, Laura Delgado Mendes<sup>(b)</sup>

<sup>(a)</sup>DGEO/Instituto Multidisciplinar, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, pamela.mendanha@hotmail.com

<sup>(b)</sup>DGEO/Instituto Multidisciplinar, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, lauradmendes@gmail.com

### EIXO: BACIA HIDROGRÁFICA E RECURSOS HÍDRICOS: ANÁLISE PLANEJAMENTO E GESTÃO

#### Resumo

O presente trabalho tem o objetivo analisar a bacia hidrográfica do rio Iguaçu-Sarapuí a partir de parâmetros geomorfométricos que possam contribuir para a sua caracterização e análise de condições de vulnerabilidade a enchentes. A pesquisa foi realizada a partir de levantamento bibliográfico, teórico, conceitual e metodológico. O mapeamento foi realizado com imagem SRTM, no programa ArcGIS. As análises linear, areal e hipsométrica foram baseadas em Christofolletti (1969; 1980) e Vilella e Mattos (1975). Alguns parâmetros parecem mais determinantes que outros na dinâmica de escoamento nessa área e, portanto, na sua susceptibilidade a inundações, em especial os que impactam a velocidade do escoamento. Além disso, essa área foi ainda submetida a um longo período de intervenções antrópicas que alteram a dinâmica hidrogeomorfológica e que, associadas a características indicadas pela análise morfométrica, contribuem para os recorrentes eventos de enchentes urbanas.

**Palavras chave:** Bacia hidrográfica, Geomorfometria, Geomorfologia Urbana.

#### 1. Introdução

Estudos geomorfométricos em bacias hidrográficas são de grande importância em análises ambientais, pois quantificam diversos parâmetros que permitem caracterizá-las e averiguar condições de vulnerabilidade, pré-disposição à ocorrência de eventos erosivos acelerados e inundações, assim como se há incompatibilidade com as atividades humanas decorrentes do modelo de uso e ocupação do solo (MACHADO e TORRES, 2012).

A bacia hidrográfica do rio Iguaçu-Sarapuí situa-se no setor ocidental da Baía de Guanabara (RJ) e abrange os municípios de Nova Iguaçu, Nilópolis, Mesquita, São João de Meriti, Belford Roxo e Duque de Caxias. As principais cabeceiras de drenagem estão localizadas nos maciços do Tinguá e Marapicú-Gericinó-Mendanha, em importantes Unidades de Conservação (SNUC, 2000) da Baixada Fluminense e características fisiográficas e hidrodinâmicas distintas quando considerados os afluentes de suas margens direita e esquerda (Wilson Jr, 1997). A área está num contexto de ocorrência com constantes episódios de inundações devido às condições geomorfológicas dessa região de baixada, com processos que



são acentuados pelo uso antrópico. Nesse sentido, o objetivo da pesquisa foi analisar a bacia hidrográfica do rio Iguçu-Sarapuí a partir de parâmetros geomorfométricos que possam contribuir para a sua caracterização e análise de condições de suscetibilidade a inundações.

## 2. Metodologia

A pesquisa foi realizada a partir de levantamento bibliográfico, teórico, conceitual e metodológico. O mapeamento foi realizado com a imagem *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM) (USGS/NASA), com resolução espacial de 90 metros, no programa ArcGIS (v.10.3), com licença de uso do Laboratório de Geociências e Estudos Ambientais do Instituto Multidisciplinar da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. As análises geomorfométricas (linear, areal e hipsométrica) foram baseadas em Christofletti (1969; 1980) e Villela e Mattos (1975). Para a análise linear foram extraídos os seguintes parâmetros: Comprimento do canal principal (L), baseado na hierarquia proposta por Strahler (1952); Comprimento total dos canais ( $L_t$ ); Número total de nascentes, que quantifica o total dos canais de primeira ordem; Comprimento da bacia (L); Comprimento do tavelgue, distância medida em linha reta no canal principal; e Índice de sinuosidade ( $Sin = L/D_v$ ), onde o comprimento do canal principal (L) é dividido pela Distância vetorial ( $D_v$ ). A análise areal envolve os parâmetros: Área (A); Perímetro (P); Fator de forma, que representa a relação entre a largura média e comprimento da foz até o ponto mais longínquo da bacia ( $K_f = A/L^2$ ); Coeficiente de compacidade ( $K_c = 0,28 P/\sqrt{A}$ ), que faz referência à largura média da bacia hidrográfica e o comprimento axiforme; Densidade de drenagem ( $D_d = L_t/A$ ), que correlaciona o comprimento total dos canais e a área da bacia; Densidade de rios ( $D_h = N/A$ ), que demonstra a relação entre o número total de canais e a área da bacia; e Coeficiente de manutenção ( $C_m = 1/D_d \times 1000$ ), que representa a área mínima para a manutenção em metro de um canal de escoamento. E, por fim, na análise hipsométrica foram apurados: Amplitude altimétrica máxima, a partir da extração da média entre os dez pontos mais elevados da bacia; Relação de relevo ( $R_r = H_m/L$ ) que relaciona a amplitude altimétrica máxima e a maior extensão da referida bacia; Declividade, para analisar a relação da morfologia do terreno com o escoamento, de acordo com classes de declividade sugeridas pela EMBRAPA (1979); e, por fim, o Índice de rugosidade ( $I_r = H_m.D_d$ ), para expressar um dos aspectos de análise dimensional da topografia.



### 3. Resultados e discussões

Os resultados estão apresentados na Tabela 1. A bacia hidrográfica do Rio Iguaçu-Sarapuí possui uma área de 765,19 km<sup>2</sup> e perímetro de 164,94 km, definida como uma bacia de 6<sup>a</sup> ordem.

A Densidade de Drenagem é de 1,23 Km/Km<sup>2</sup>, demonstrando uma capacidade de drenagem de valor baixo, segundo Christofolletti (1969) ou intermediário (VILELLA e MATTOS, 1975). Vilella e Mattos (1975) definem uma variação entre 0,5, em bacias hidrográficas consideradas fracas, até 3,5 ou mais, quando são consideradas excepcionalmente bem drenadas. Hiruma e Ponçano (1994) atribuíram valores de Dd inferiores a 1,25 a condições de solos e rochas permeáveis em terrenos de topografia suave, influenciando numa baixa razão de flúvio/infiltração e que se refletem nos valores da densidade de drenagem. Na área de estudo a Dd parece indicar especialmente a influência das coberturas sedimentares quaternárias, especialmente das planícies fluviais da Baixada da Guanabara (CPRM, 2000).

A Densidade de Rios resultou em 1,41, o que indica que a boa capacidade de gerar novos cursos d'água, já que este índice está relacionado à magnitude de canais na bacia (CHRISTOFOLETTI, 1969; 1980). Enquanto o Coeficiente de Manutenção, como proposto por Schumm (1956 *apud* CHRISTOFOLETTI, 1980), indicou ser necessária uma área de 815,01 m<sup>2</sup>, portanto de tamanho significativo, para manter ativo um metro de escoamento fluvial. O Coeficiente de Compacidade foi de 1,67, e caracteriza uma bacia com uma forma mais alongada. Corroborando com esse resultado, o Fator de Forma de 0,45, sugere uma melhor condição de escoamento. Segundo Vilella e Mattos (1975), uma bacia com fator de forma baixo é menos sujeita a enchentes, pois há menor possibilidade de chuva cobrindo toda sua extensão. Além disso, a sinuosidade do canal resultou em 1,09, indicando que o canal possui baixa sinuosidade, o que influencia diretamente a velocidade do escoamento (VILELLA E MATTOS, 1975).

Com relação à análise hipsométrica, os resultados da Relação de Relevo (26,84) e Índice de Rugosidade (1.368) podem ser correlacionados com a curva hipsométrica, a qual indica que 59,89% da bacia hidrográfica situa-se em faixa de altitude que varia entre 3 e 50 metros. Trentin e Robaina (2005) observam a importância da análise hipsométrica na medida em que contribui para a análise da energia do relevo, indicando condições mais propícias a dissecação para as áreas de maior altitude e de acumulação para as áreas de menor altitude, além de influenciar as condições climáticas. O mapeamento da declividade indica que 61,33% da bacia encontra-se com gradientes entre 0 e 3%, o que caracteriza um relevo plano (EMBRAPA, 1979).

Souza (2005) aponta o uso de parâmetros morfométricos em correlação com características hidrológicas das bacias de drenagem. Assim, parâmetros como área, forma, hipsometria, comprimento e a declividade do



canal principal têm sido associados como importantes na determinação do tempo de duração do pico de cheia (PATTON, 1988 *apud* SOUZA, 2005). Sobre a relação entre o índice de rugosidade e a suscetibilidade para cheias, Sherem (2008) observa que os valores elevados indicam um maior potencial para cheias, pois são bacias com muita energia (maior amplitude altimétrica) ou com grande transmissividade, convertendo o fluxo da vertente em fluxo fluvial em menor tempo.

Tabela I – Resultados da análise Geomorfométrica

ANÁLISE LINEAR	
Comprimento do canal principal (L)	8,30 km
Comprimento total dos canais (Lt)	938,87 km
Número total de nascentes	1.082
Comprimento da bacia (L)	41,43km
Distância vetorial (Dv)	7,61km
Índice de sinuosidade (Is)	1,09
Ordem dos cursos d'água	6ª
ANÁLISE AREAL	
Área (A)	765,19 km <sup>2</sup>
Perímetro (P)	164,94 km
Fator de forma (Kf)	0,45
Densidade da drenagem (Dd)	1,23 km/km <sup>2</sup>
Densidade de Rios (Dh)	1,41 canais/km <sup>2</sup>
Coefficiente de Manutenção (Cm)	815,01 m <sup>2</sup>
Coefficiente de Compacidade (Kc)	1,67
ANÁLISE HIPSOMÉTRICA	
Amplitude altimétrica máxima da Bacia (Hm)	1.112,22m
Relação de relevo (Rr)	26,84
Índice de rugosidade (Ir)	1.368

É importante observar a evolução espacial e temporal da cobertura e uso da terra na área. Estudo realizado por Rodrigues *et.al.* (2015) evidencia ao longo de um período de 25 anos (1990-2015) uma redução de áreas de pastagens ou campos abertos (-14%) e de cobertura vegetal (-2%) e, por outro lado, um aumento de áreas construídas (+33%) e de solos expostos (+15%), ressaltando o processo de expansão urbana. Como afirma Tucci (2013), a consequência mais direta da urbanização é a alteração do escoamento superficial direto, este que pode em caso de vazão máxima de cheia ser seis vezes maior que em condições naturais. Essa área foi e ainda está submetida a intervenções antrópicas que alteram a dinâmica hidrogeomorfológica e que, associadas a características indicadas pela análise morfométrica, parecem contribuir significativamente para os reconhecidos e constantes eventos de enchentes urbanas.

#### 4. Considerações finais



A análise geomorfométrica da bacia hidrográfica do rio Iguaçu-Sarapuá apresenta alguns parâmetros, tais como forma, densidade de drenagem e coeficientes de compacidade e de manutenção, com resultados que não a caracterizam como uma área suscetível a enchentes em condições normais de precipitação. Entretanto, outros parecem mais determinantes na dinâmica de escoamento nessa área, em especial os que impactam a velocidade do escoamento, sendo esta predominância de baixas declividades, a amplitude altimétrica e relação de relevo, baixa sinuosidade, incluindo seruosidade e densidade de rios. Além disso, essa área foi e ainda está submetida a um longo período de intervenções antrópicas que alteram a dinâmica hidrogeomorfológica e que, associadas a características indicadas pela análise morfométrica, contribuem para os recorrentes eventos de enchentes urbanas.

## 5. Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de Iniciação Científica.

## 6. Bibliografia

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: Edgard Blucher, 1980. 188 p.

BRASIL. Lei nº 9.985/2000, de 18 de julho de 2000. **Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC)**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=322>>. Acesso em 14 de fevereiro de 2000.

CHRISTOFOLETTI, A. Análise morfométrica de bacias hidrográficas. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v.18, n.9, 1969, p.35-64.

CPRM. Mapa de Unidades Geomorfológicas do Estado do Rio de Janeiro. Disponível em: [http://www.cprm.gov.br/publique/media/geodiversidade/rjgeomorfologico/geomorfo\\_mpunid.pdf](http://www.cprm.gov.br/publique/media/geodiversidade/rjgeomorfologico/geomorfo_mpunid.pdf). Acesso em 08 de abril de 2017.

EMBRAPA, EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. Súmula da 10. Reunião Técnica de Levantamento de Solos. Rio de Janeiro, 1979. 83p. (EMBRAPA-SNLCS- SÉRIE MISCELÂNEA 1).

HIRUNA, S. T.; PONÇANO, W. L. Densidade de drenagem e sua relação com fatores geomorfopedológicos na área do Alto Rio Pardo, SP e MG. **Revista do Instituto Geológico**, v. 15, n.1/2, p. 49-57.

MACHADO P. J. O; TORRES, F. T. P. **Introdução à hidrogeografia**. São Paulo: Cengage Learning, 2012. 178 p.

RODRIGUES, N. B.; MENEZES, W. A.; PEREIRA, P.S.P.M.; MENDES, L. D. Geomorfometria associada à análise da cobertura e uso da terra com uso de geotecnologias livres: Estudo de caso da bacia hidrográfica do rio Iguaçu-Sarapuá, na Baixada Fluminense (RJ). In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA, 11., 2016, Maringá, **Anais...** Maringá: UGB, 2016.

SHEREM, L. F. S. **Análise morfométrica da Bacia do Alto do Rio das Velhas** – MG. 2008. 111 f. Dissertação (Mestrado em Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais), Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.



SOUZA, C. R. de G. Suscetibilidade morfométrica de bacias de drenagem e desenvolvimento de Inundações em Áreas Costeiras. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, n.1., 2005. p. 45-61.

TRENTIN, R.; ROBAINA, L. E. de S. Metodologia para mapeamento geoambiental no Oeste do Rio Grande do Sul. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 11., 2005, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Editora da USP, 2005. p. 3606-3615.

TUCCI, C. E.M, Drenagem urbana *in*: TUCCI, C. E. M.; SILVEIRA, A. L.L. **Hidrologia ciência e aplicação**. (Coleção ABRH de Recursos Hídricos; v. 4). Porto Alegre: Editora da UFRGS/ABRH, 2013. 943 p.

VILLELA, S.M., MATTOS, A. **A Hidrologia aplicada**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1975. 245 p.

WILSON Jr, G. Perfis sedimentares longitudinais das camadas ativas dos leitos dos rios. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 12., 1997, Vitória, **Anais...** Vitória: ABRH, 1997. P.1-8.