

# MORFOMETRIA DE BACIA HIDROGRÁFICA URBANIZADA: UMA ANÁLISE DO RIO IGUAÇU-SARAPUÍ, NA BAIXADA FLUMINENSE (RJ), PARA AVALIAÇÃO DE PARÂMETROS DE SUSCETIBILIDADE À OCORRÊNCIA DE ENCHENTE E INUNDAÇÃO

Pâmela Suelen Pereira Mendanha Lopes Pereira<sup>1</sup>

Laura Delgado Mendes<sup>2</sup>

34

## Resumo.

O presente trabalho tem o objetivo de analisar os parâmetros morfométricos da bacia hidrográfica do rio Iguaçu-Sarapuí e avaliar sua suscetibilidade a enchentes e inundações. O mapeamento foi realizado com imagem SRTM, no programa ArcGIS. As análises linear, areal e hipsométrica foram baseadas em Christofolletti (1969; 1980) e Villela e Mattos (1975). Os resultados indicaram parâmetros (Índice de Sinuosidade, Índice Bifurcação, Densidade de Rios, Fator de Forma, assim como a Hipsometria e Declividades) mais determinantes na dinâmica de escoamento nessa área e, portanto, na sua suscetibilidade a enchentes. Os parâmetros de Densidade de Drenagem, Coeficiente de Manutenção, Coeficiente de Compacidade e Relação de Circularidade não a caracterizam como uma área suscetível a enchentes em condições normais de precipitação. Além disso, essa área foi e ainda está submetida a intervenções antrópicas que alteram a dinâmica hidrogeomorfológica e que, associadas a características morfométrica, contribuem para os eventos de enchentes e inundações.

**Palavras-chave:** bacia hidrográfica; geomorfometria; enchentes; inundações.

**MORPHOMETRY OF URBANIZED HYDROGRAPHIC BOWL: AN ANALYSIS OF THE IGUAÇU-SARAPUÍ RIVER, IN BAUMADA FLUMINENSE (RJ), FOR THE EVALUATION OF PARAMETERS OF SUSCEPTIBILITY TO FLOOD AND FLOOD OCCURRENCE**

---

<sup>1</sup>Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro—Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGGEO)- (pamela.mendanha@hotmail.com).

<sup>2</sup>Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro— Professora no Departamento de Geografia (DGEO) da UFRRJ- (lauradmendes@gmail.com).

Lopes Pereira & Mendes, *Morfometria de bacia hidrográfica urbanizada: uma análise do Rio Iguaçu-Sarapuí, na Baixada Fluminense (RJ), para avaliação de parâmetros de suscetibilidade a ocorrência de enchente e inundação.*

**Abstract:** The present work has the objective of analyzing the morphometric parameters of the Iguaçu-Sarapuí river basin and evaluating its susceptibility to floods and floods. The mapping was performed with SRTM image in the ArcGIS program. Linear, sandy and hypsometric analyzes were based on Christofolletti (1969, 1980) and Villela and Mattos (1975). The results indicated parameters (Sinuosity Index, Bifurcation Index, River Density, Form Factor, as well as Hypsometry and Declivity), which are more determinant in the flow dynamics in this area and, therefore, in its susceptibility to floods. The parameters of Drainage Density, Maintenance Coefficient, Compensation Coefficient and Circularity Relationship do not characterize it as an area susceptible to flooding under normal precipitation conditions. In addition, this area was and still is submitted to anthropic interventions that alter the hydrogeomorphological dynamics and, associated with morphometric characteristics, contribute to flood and flood events.

**Keywords:** drainage basin, geomorphometry, floods; inundations.

**MORPHOMÉTRIE DU BOL HYDROGRAPHIQUE URBANISÉ: ANALYSE DE LA RIVIÈRE IGUAÇU-SARAPUÍ, À BAUMADA FLUMINENSE (RJ), POUR L'ÉVALUATION DES PARAMÈTRES DE SUSCEPTIBILITÉ À LA SURVENUE D'INONDATIONS ET LES INONDATIONS**

**Résumé:** Le présent travail a pour objectif d'analyser les paramètres morphométriques du bassin de la rivière Iguaçu-Sarapuí et d'évaluer sa sensibilité aux inondations. La cartographie a été effectuée avec une image SRTM dans le programme ArcGIS. Les analyses linéaires, sableuses et hypsométriques ont été basées sur Christofolletti (1969, 1980) et Villela et Mattos (1975). Les résultats ont indiqué des paramètres (indice de sinuosité, indice de bifurcation, densité de la rivière, facteur de forme, hypsométrie et déclivité), qui sont plus déterminants dans la dynamique des écoulements dans cette région et, par conséquent, dans sa sensibilité aux inondations. Les paramètres de densité de drainage, de coefficient de maintenance, de coefficient de compensation et de relation de circularité ne le caractérisent pas comme une zone susceptible d'être inondée dans des conditions de précipitations normales. En outre, cette zone a été et est toujours soumise à des interventions anthropiques qui modifient la dynamique hydrogéomorphologique et, associées à des caractéristiques morphométriques, contribuent aux inondations et les inondations.

**Mots-clés :** bassin versant, géomorphométrie, inondations, les inondations.

## INTRODUÇÃO

Os problemas ambientais afloram na acelerada transformação da paisagem pelas ações antrópicas da sociedade urbano-industrial. Nesse contexto pode-se explicitar a área da atualmente denominada Baixada Fluminense (RJ), pois durante um longo período histórico, onde apenas os povos nativos habitavam a região, se estabelecia um equilíbrio dinâmico com a natureza. Os processos de transformação dessa importante área são reconhecidos e fundamentais para compreender os impactos socioambientais observados atualmente.

Segundo Amador (1997), a região da denominada Baixada da Guanabara passou por diferentes ciclos da agricultura, desde a cana-de-açúcar a laranja, que deram o início ao assoreamento dos rios causado pelo desmatamento para que tais plantações fossem estabelecidas. Ao longo do tempo, com o aumento da importância de algumas localidades e do contexto relacionado ao desenvolvimento da metrópole, a ocupação dessa baixada se amplia. Conforme Abreu (2013), o incentivo para as populações mais pobres habitarem áreas mais distantes do centro da cidade do Rio de Janeiro foi a implantação de linhas férreas ligando o centro da cidade a Baixada Fluminense. Esses processos culminaram em um inchaço urbano.

A ocupação urbana e industrial incentivada, "sem planejamento" (este acaba sendo planejado, pois há intenção do Estado em favorecer determinadas áreas e negligenciar outras), intensificou o processo de transformação da dinâmica fluvial, com consequentes impactos como impermeabilização de áreas, modificação dos rios via canalização e retinização, associados à devastação florestal. Todas essas modificações afetaram o equilíbrio natural da paisagem, alterando processos geomorfológicos, com consequências graves como no caso das enchentes urbanas que ocorrem com frequência nessa área.

A análise da rede hidrográfica pode levar à compreensão sobre diversos processos geomorfológicos, pois os cursos d'água constituem processo morfogenético dos mais ativos na esculturação da paisagem terrestre, conforme Christofolletti (1980). Além disso, o comportamento hidrológico de uma bacia hidrográfica também é afetado

Lopes Pereira & Mendes, *Morfometria de bacia hidrográfica urbanizada: uma análise do Rio Iguaçu-Sarapuí, na Baixada Fluminense (RJ), para avaliação de parâmetros de suscetibilidade a ocorrência de enchente e inundação.*

por ações antrópicas, uma vez que, ao intervir no meio natural, o homem acaba alterando os processos hidrogeomorfológicos (TONELLO, 2005).

Análises morfométricas em bacias hidrográficas têm sido de grande importância nos estudos ambientais, pois abrangem um número de parâmetros que permitem melhor caracterizar as bacias hidrográficas e averiguar sua pré-disposição à ocorrência de eventos como enchente e inundação, assim como se há incompatibilidade com as atividades humanas decorrente do modelo de uso e ocupação do solo (MACHADO e TORRES, 2012).

Nesse sentido, esta pesquisa tem como objetivo apresentar os resultados dos parâmetros morfométricos da bacia hidrográfica do Rio Iguaçu-Sarapuí e identificar sua suscetibilidade à ocorrência de enchentes e inundações. Além disso, busca-se entender a problemática relacionada à dinâmica de uso e ocupação do solo, pois conforme destacado por Amador (1997) a área estudada apresenta uma história de ocupação associada a diversas modificações e intervenções desde o início da colonização, intensificadas do século XX com canalização, retificação e dissecação de canais.

### ÁREA DE PESQUISA



Figura 1: Mapa de localização da bacia hidrográfica do Rio Iguaçu-Sarapuí

Lopes Pereira & Mendes, *Morfometria de bacia hidrográfica urbanizada: uma análise do Rio Iguaçu-Sarapuí, na Baixada Fluminense (RJ), para avaliação de parâmetros de suscetibilidade a ocorrência de enchente e inundação.*

A bacia de drenagem do rio Iguaçu-Sarapuí, localiza-se na Baixada Fluminense, na margem sententrional do Recôncavo da Guanabara (LAMEGO, 1964), no setor oeste da Baía da Guanabara, e abrange os municípios de Mesquita, Belford Roxo, São João de Meriti, Nova Iguaçu e Duque de Caxias, conforme a figura 1. Situada no Gráben da Guanabara (FERRARI, 2001), caracteriza-se pelas unidades morfoestruturais: Maciços Costeiros, Colinas e Morros; e Região dos Terraços Fluviais e Planícies Fluviais (SILVA, 2002) com tipo climático Tropical com Chuvas de Verão (Aw) (KÖPPEN, 1931). As principais cabeceiras de drenagem estão localizadas nos maciços do Tinguá e Marapicu-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 de constantes episódios de inundações devido às condições geomorfológicas dessa região de baixada, com processos que são acentuados pelo uso antrópico.

## **METODOLOGIA**

A pesquisa foi realizada a partir de levantamento bibliográfico, teórico, conceitual e metodológico. O mapeamento foi realizado com imagem SRTM do Instituto Nacional de Pesquisa Espaciais - INPE (Topodata) com resolução espacial de 30 metros e processada 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 morfométricas (linear, areal e hipsométrica) foram baseadas em Christofolletti (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 (Lt); Número total de nascentes, que quantifica o total dos canais de primeira ordem; Comprimento da bacia (L); Relação de Bifurcação (Rb), relação entre o número total de segmentos de certa ordem e número total do de ordem superior ( $Rb = Nu/nu + 1$ ); Comprimento do talvegue, distância medida em linha reta no canal principal e Índice de sinuosidade ( $Sin = L/Dv$ ), onde o comprimento do canal principal (L) é dividido pela Distância vetorial (Dv).

Lopes Pereira & Mendes, *Morfometria de bacia hidrográfica urbanizada: uma análise do Rio Iguaçu-Sarapuí, na Baixada Fluminense (RJ), para avaliação de parâmetros de suscetibilidade a ocorrência de enchente e inundações.*

A análise areal envolveu 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; Relação de circularidade ( $R_c = 4\pi A/P^2$ ); 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 ( $I_r = H_m \cdot D_d$ ), para expressar um dos aspectos de análise dimensional da topografia.

## RESULTADOS

A análise linear (Tabela 1) apresenta o **Índice de sinuosidade** (1,08) que indica que o canal é retilíneo e possui baixa sinuosidade o que influencia na velocidade do escoamento (VILELLA E MATTOS, 1975), pois aumentam a vazão e a capacidade de transporte de sedimentos, sendo mais suscetível à ocorrência de cheias. A sinuosidade dos canais é influenciada pela descarga dos sedimentos e estrutura geológica, sendo canais retinizados mais propícios à ocorrência de cheias. O **Índice de Bifurcação** apresenta os canais de segunda e quarta ordem (Tabela 2) com valores abaixo de 2, estes são canais com pouca dissecação, menos perturbados e sem distorção no padrão de drenagem. Já os canais de terceira, quinta e sexta ordem apresentam valores altos com uma forte dissecação dos canais e alto escoamento, principalmente o de quinta ordem que apresenta o valor de 6,73. Pandey (2004) observa que bacias alongadas apresentam comumente  $R_b$  altos e bacias circulares, baixo  $R_b$ . A média do Índice de

bifurcação resultou em 3,2068, o que demonstra que a bacia tem um elevado escoamento com alto grau de dissecação.

**Tabela 1: Morfometria da bacia hidrográfica do Rio Iguaçu-Sarapuí**

ANÁLISE LINEAR	
Comprimento do canal principal (Lp)	9,34 km
Comprimento total dos canais (Lt)	886,3 km
Número total de nascentes	1477
Comprimento da bacia (L)	28,45 km
Distância vetorial(Dv)	8,6 km
Índice de sinuosidade (Is)	1,08
Ordem dos cursos d'água	6ª
ANÁLISE AREAL	
Área (A)	770,942 km <sup>2</sup>
Perímetro (P)	156,961 km
Densidade da drenagem (Dd)	1,15 km/km <sup>2</sup>
Densidade de Rios (Dh)	1,91canais/km <sup>2</sup>
Fator de forma (Kf)	0,95
Coeficiente de Manutenção (Cm)	869.84 m <sup>2</sup>
Coeficiente de Compacidade (Kc)	1,58
Relação de circularidade (Rc)	0,39
ANÁLISE HIPSOMÉTRICA	
Amplitude altimétrica máxima da Bacia (Hm)	1103,9m
Relação de relevo (Rr)	38.80
Índice de rugosidade (Ir)	1269,48

**Tabela 2: Índices de Bifurcação dos canais da bacia hidrográfica do Rio Iguaçu-Sarapuí**

Ordem dos canais	Nº de segmentos	Comprimento total dos canais (km)	Índice de bifurcação
1ª	1.477	435,46	-----
2ª	1.113	241,72	1,327
3ª	262	105,61	4,248
4ª	310	71,21	0,845
5ª	46	22,93	6,739
6ª	16	9,34	2,875

A análise areal (tabela 1) apresenta **Densidade de Drenagem (Dd)** 1,15 km/km<sup>2</sup>, com valor baixo, segundo Christofolletti (1969). Hiruma e Ponçano (1994) atribuíram

Lopes Pereira & Mendes, *Morfometria de bacia hidrográfica urbanizada: uma análise do Rio Iguaçu-Sarapuí, na Baixada Fluminense (RJ), para avaliação de parâmetros de suscetibilidade a ocorrência de enchente e inundação.*

valores de Dd inferiores a 1,25 a condições de solos e rochas permeáveis em terrenos de topografia suave. Na área de estudo a Dd parece indicar a influência das coberturas sedimentares quaternárias, especialmente das planícies fluviais da Baixada da Guanabara (CPRM, 2000), pois permitem melhor condição de infiltração por se tratar de um terreno arenoso, contribuindo para recarga dos lençóis freáticos. A **Densidade de Rios (Dh)**, com 1,91 canais/km<sup>2</sup> indica boa capacidade de gerar novos cursos d'água, já que o índice está relacionado à magnitude de canais na bacia. O resultado do **Coefficiente de Manutenção (Cm)** indica a necessidade 869.84m<sup>2</sup> para manter ativo 1 metro de canal de escoamento, um tamanho significativo. Quanto maior o tempo de concentração, menor a vazão máxima de enchente, se mantidas constantes as outras características (VILELLA E MATOS, 1975). O **Fator de Forma (Kf)**, 0,95 apresenta um valor alto que afirma a sua suscetibilidade para enchente e processos erosivos. Cardoso *et al.* (2006) observam que em bacias com forma circular, há maiores possibilidades de chuvas intensas ocorrerem simultaneamente em toda a sua extensão, concentrando grande volume de água no tributário principal. Apollo *et al.* (2012) afirmaram que valores de (Kf) próximos a 0,4 indicam tendência para conservação, enquanto que valores próximos a 1, são referentes a bacia sujeita a enchentes, permitindo a degradação, devido suas características físicas. O **Coefficiente de Compacidade (Kc)** ou **Índice de Gravelious (K)** resultou em 1,58, sendo uma área menos propensa à enchentes em condições normais de precipitação. Quanto mais irregular for a bacia, maior será o coeficiente de compacidade. Villela e Matos (1975), ao estudarem a bacia Ribeirão Lobo (sub-bacia do Paraná-Tietê, SP), encontraram (Kc) de 1,47 classificando-a como não sujeita a enchente. O parâmetro de **Relação de Circularidade (Rc)**, 0,39, favorece o processo de escoamento por ter uma forma mais alongada. Schum (1956) afirma que bacia com o valor de circularidade menor que 0,51 sugere uma forma mais alongada.

Na análise hipsométrica o Modelo digital de elevação (Figura 2) demonstra que grande parte da bacia varia suas faixas altitudinais entre 1 a 20 metros. Os resultados da **Relação de Relevo (Rr)** (38.80) e o **Índice de Rugosidade (Ir)** (1.269,48) (tabela 1) demonstram a energia do relevo, Almeida *et al.* (2016) apresentam o valor de 1.036,6 para o (Ir) na sub-bacia do Alto Rio Coco em Tocantins, sendo considerado um valor alto

Lopes Pereira & Mendes, *Morfometria de bacia hidrográfica urbanizada: uma análise do Rio Iguaçu-Sarapuá, na Baixada Fluminense (RJ), para avaliação de parâmetros de suscetibilidade a ocorrência de enchente e inundação.*



com elevado escoamento superficial. Cherem (2008) afirma que bacias hidrográficas com (Ir) alto têm maior potencial para cheias, pois são bacias hidrográficas com muita energia (maior amplitude altimétrica). A alta energia do Rio Iguaçu-Sarapuí está relacionada com sua Amplitude Altimétrica, pois contribui para o escoamento das águas para o curso do rio principal da bacia.

As faixas altitudinais variam de 2 a 50 metros, com total de 425,48 km<sup>2</sup>, sendo 55,19% da bacia especializada em um relevo plano e suave (Tabela 3 e Figuras 3 e 4).

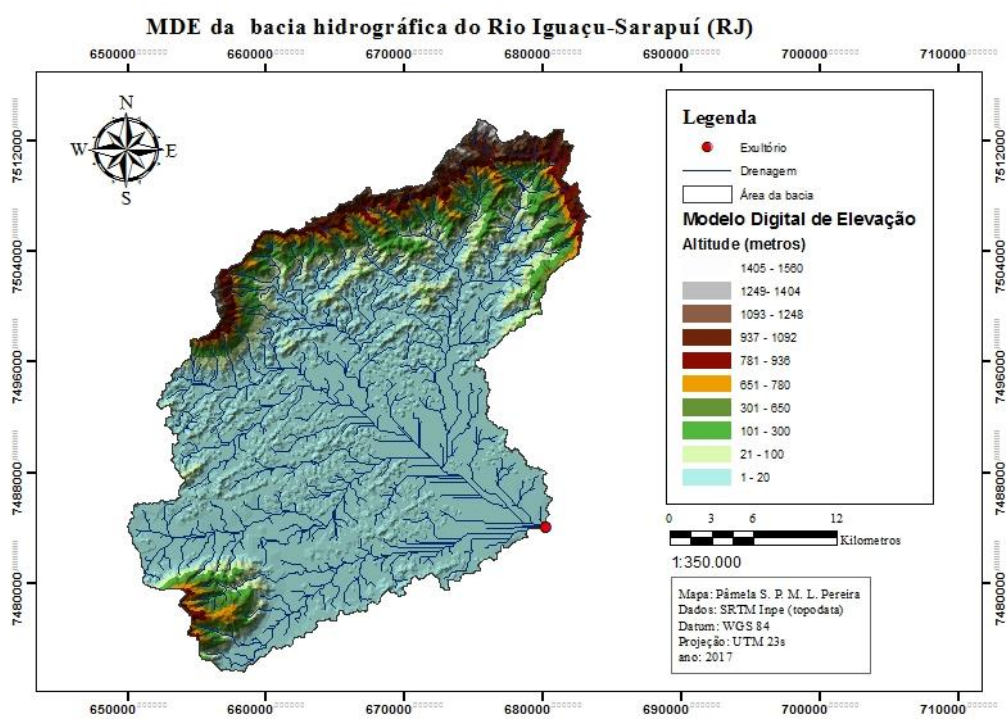


FIGURA 2: Modelo Digital de Elevação da Bacia hidrográfica do Rio Iguaçu-Sarapuí (RJ), processado com base na imagem SRTM do Inpe (Topodata) de 30 metros e processada com as ferramentas de análise espacial do Arcgis.

**Tabela 3- Faixas altitudinais da bacia hidrográfica do Rio Iguaçu-Sarapuí**

Lopes Pereira & Mendes, *Morfometria de bacia hidrográfica urbanizada: uma análise do Rio Iguaçu-Sarapuí, na Baixada Fluminense (RJ), para avaliação de parâmetros de suscetibilidade a ocorrência de enchente e inundação.*

Nº ORDEM	COTA MIN	COTA MAX	Área Parcial (km²)	Área Acumulada (km²)	Área deixada na superfície (km²)
1	2	20	244,25	244,25	770,94
2	20	50	181,23	425,48	526,69
3	50	100	92,13	517,61	345,46
4	100	300	97,00	614,61	253,33
5	300	500	55,03	669,64	156,33
6	500	700	39,80	709,44	101,30
7	700	1000	39,80	749,24	61,50
8	1000	1521	21,70	770,94	21,70
			770,94		

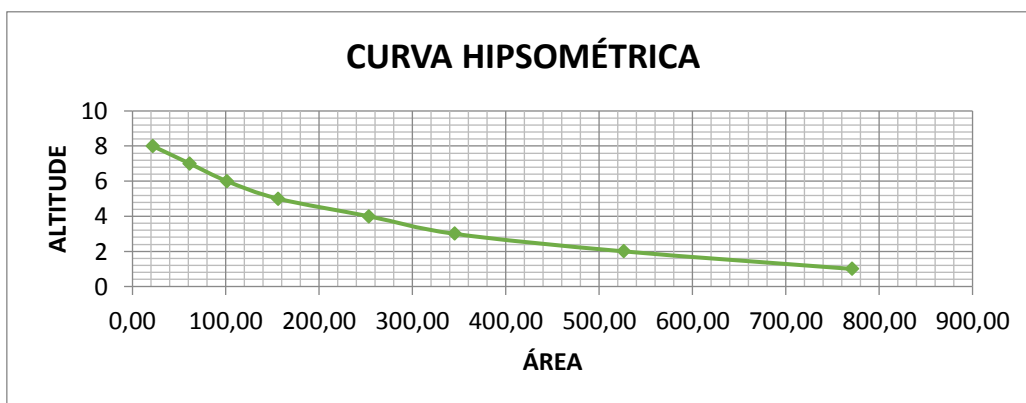


FIGURA 3 - Curva hipsométrica da Bacia Hidrográfica do Rio Iguaçu-Sarapuí

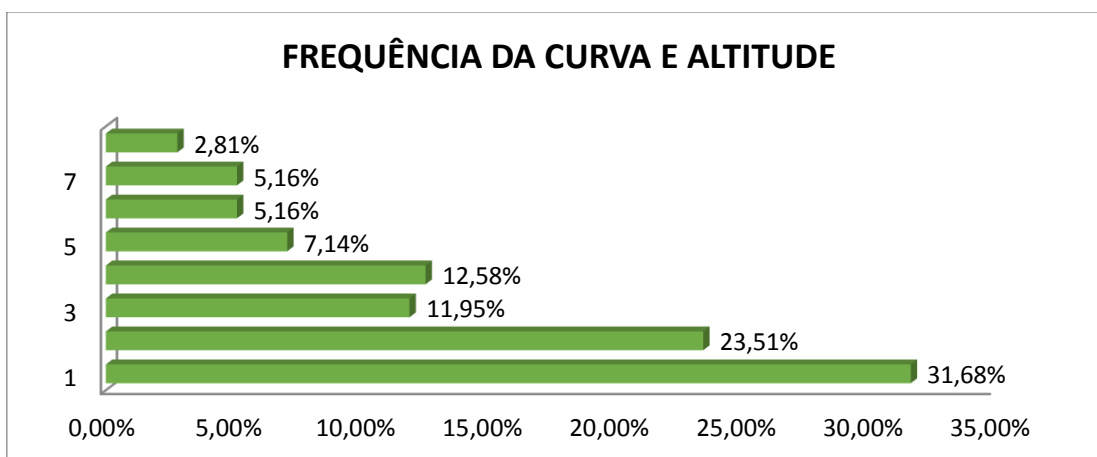


Figura 4- Curva Hipsométrica: frequência e altitude

Tretin e Robaina (2005) observam que um dos parâmetros mais importantes na análise de vertentes é a declividade, pois representa a inclinação das vertentes e sua

Lopes Pereira & Mendes, *Morfometria de bacia hidrográfica urbanizada: uma análise do Rio Iguaçu-Sarapuí, na Baixada Fluminense (RJ), para avaliação de parâmetros de suscetibilidade a ocorrência de enchente e inundação.*

amplitude em distância vetorial entre a base e o topo. O mapeamento da declividade indica que 60,33% da bacia encontra-se com gradientes entre 0 e 8% (Tabela 4 e Figura 5), o que a caracteriza como um relevo plano com poucas áreas suavizadas (EMBRAPA, 1979). Segundo Tonello *et al.* (2006), a declividade de uma bacia hidrográfica é importante no planejamento, tanto para com o cumprimento da legislação quanto para garantir a eficiência das intervenções do homem no meio. A ausência de cobertura vegetal e associada à intensidade de chuvas conduzirá maior velocidade de escoamento, menor quantidade de água armazenada no solo e resultará em enchentes, conduzindo a bacia à degradação. Sendo assim, a magnitude dos picos de enchentes, a baixa taxa de infiltração e suscetibilidade à erosão dos solos dependem da rapidez com que ocorre o escoamento superficial e este está relacionado com o relevo.

**Tabela 4: Classes de declividade**

Declividade	área km <sup>2</sup>	Porcentagem
1 - 3	318,65	41,332
3 - 8	145,73	18,902
8 - 20	156,4	20,26
20 - 45	144,2	18,704
45 - 75	5,84	0,757
Maior que 75	0,12	0,015
	770,94	99,97

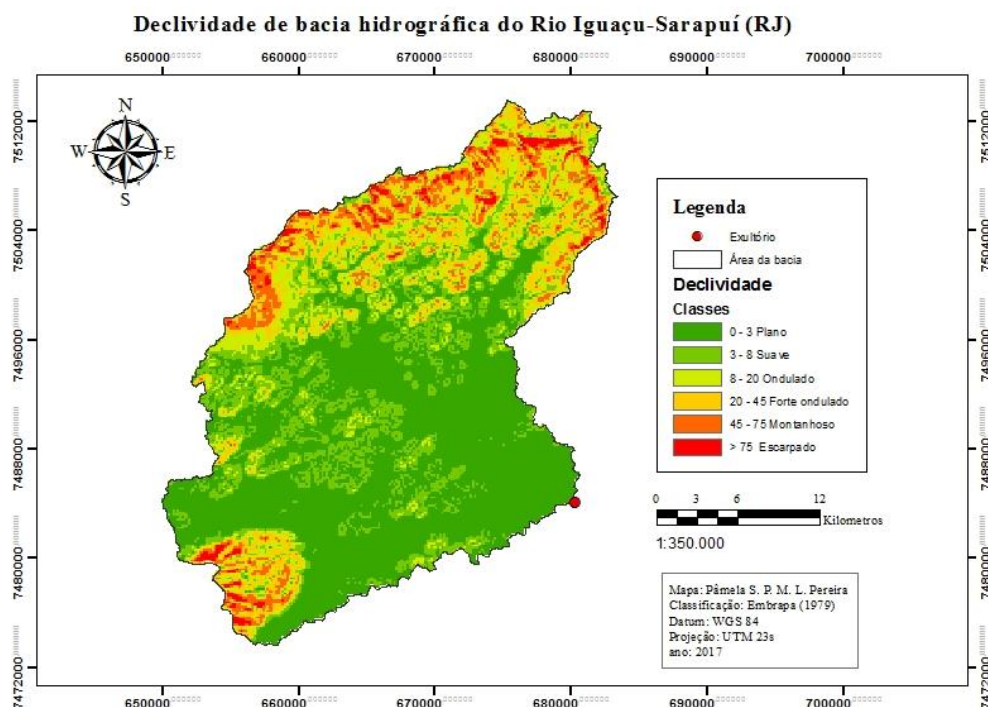


Figura 5: Mapa de declividade da bacia hidrográfica do Rio Iguaçu-Sarapuí com base na classificação proposta pela Embrapa (1979).

Estudo realizado por Rodrigues *et.al.* (2016) evidencia nessa área, 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, que pode em caso de vazão máxima de cheia ser seis vezes maior do que em condições naturais. De acordo com Poletto (2014), o aumento da impermeabilização gera menor infiltração e, conseqüentemente, um aumento no escoamento superficial, e que também se refletem na área em condições de agravamento do assoreamento de canais, já que esse aumento do volume escoado superficialmente e o acréscimo da velocidade do escoamento garantem maior energia no transporte de sedimentos.

Lopes Pereira & Mendes, *Morfometria de bacia hidrográfica urbanizada: uma análise do Rio Iguaçu-Sarapuí, na Baixada Fluminense (RJ), para avaliação de parâmetros de suscetibilidade a ocorrência de enchente e inundação.*

## CONCLUSÕES

A análise morfométrica da bacia hidrográfica do Rio Iguaçu-Sarapuí apresenta os parâmetros de Densidade de Drenagem, Coeficiente de Manutenção, Coeficiente de Compacidade e Relação de Circularidade 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 estes a predominância de baixas declividades, a amplitude altimétrica e relação de relevo, baixa sinuosidade, incluindo rugosidade 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. A análise hipsométrica parece determinante para definição da bacia como uma área suscetível a enchentes, pois a predominância de baixas declividades, a amplitude altimétrica, relação de relevo e Índice de Rugosidade impactam a velocidade do escoamento, aumentando a capacidade de transporte e de vazão da bacia.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, M. de A. A evolução urbana do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: IPP, 2013. 155 p.
- AMADOR, E. S. Baía de Guanabara e Ecossistemas periféricos: Homem e Natureza. Rio de Janeiro: Edição do autor, 1997. 539 p.
- ALMEIDA, R. F. B.; BAYER, M.; JÚNIOR, L. G. F. Compartimentação morfométrica da bacia do Rio Coco como subsídio a análise de fragilidade ambiental. Revista Mercator. v 15, n.4, 2016. p. 83-94.
- APOLLO, R. A.; BARROS, B. S. X.; BARROS, Z. X.; CARDOSO, L. G.; RODRIGUES, V. A. Caracterização morfométrica da microbacia do Ribeirão Água da Lucia, Botucatu-SP. Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia, v. 5, n. 1, 2012. p. 163-167.
- BRASIL. Lei nº 9.985/2000, de 18 de julho de 2000. Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC).
- CARDOSO, C. A.; DIAS, H. C. T.; SOARES C. P. B.; MARTINS S. V. Venâncio Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do Rio Debossan, Nova Friburgo, RJ. Revista Árvore, vol. 30, n. 2, 2006. p. 241-248.
- CHEREM, L. F. S. Análise morfométrica da Bacia do Alto do Rio das Velhas – MG. 2008. 111 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Análise e
- Lopes Pereira & Mendes, *Morfometria de bacia hidrográfica urbanizada: uma análise do Rio Iguaçu-Sarapuí, na Baixada Fluminense (RJ), para avaliação de parâmetros de suscetibilidade a ocorrência de enchente e inundação.*

Modelagem de Sistemas Ambientais, Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

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

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

CPRM (Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais). Unidades Geomorfológicas do Estado do Rio de Janeiro. Relatório Anual - 2002. Disponível em <http://www.cprm.gov.br/publique/Gestao-Territorial/Geodiversidade/Projeto-Rio-de-Janeiro---Geomorfologica-613.html> Acesso em 05/08/2018

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 MISCELÂNEIA 1)

FERRARI, A. L. Evolução tectônica do Gráben da Guanabara. 2001. 412 p. Tese (Doutorado em Geologia) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

HIRUMA, 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, 1994. p. 49-57

KÖPPEN, W. Climatologia. México: Fondo de Cultura Económica, 1931.

LAMEGO, A R. O homem e a Guanabara. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística- Conselho Nacional de Geografia, 1964. 415 p.

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

PANDEY, A.; CHAUDHARY, V. M.; MAL, B. C. Morphological Analysis and Watershed management using GIS. Hydrology Journal f IAH, v.27, n3-4, 2004. p.71-84.

POLETO, C. Bacias hidrográficas urbanas. In: POLETO, C. Bacias hidrográficas e recursos hídricos. Rio de Janeiro: Interciência, 2014. 272 p. (p. 29-47).

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 o uso de geotecnologias livres: estudo de caso da bacia hidrográfica Iguaçu-Sarapuí, na Baixada Fluminense (RJ). In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA. 2016, Maringá.

SCHUMM, S. A., Evolution of drainage systems and slopes in badlands at Perth Amboy, New Jersey. Geological Society of American Bulletin, 67, 1956. p. 597–646.

SILVA, T. M. A estruturação geomorfológica do Planalto Atlântico no Estado do Rio de Janeiro. 2002. 264 p. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2002.

STRAHLER, A. N. Hypsometric (area-altitude) anaysis of erosional topography. Geol. Soc. America Bulletin. 1952. p. 1.117- 1.142.

Lopes Pereira & Mendes, *Morfometria de bacia hidrográfica urbanizada: uma análise do Rio Iguaçu-Sarapuí, na Baixada Fluminense (RJ), para avaliação de parâmetros de suscetibilidade a ocorrência de enchente e inundação.*

- TONELLO, K.C. Análise hidroambiental da bacia hidrográfica da cachoeira das Pombas, Guanhões, MG. 2005. 69p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2005.85p.
- TONELLO, K. C.; DIAS, H. C. T.; SOUZA, A. L.; R, C. A. A. S.; LEITE, F. P. Morfometria da Bacia Hidrográfica da Cachoeira das Pombas, Guanhões- MG. Revista Árvore, Viçosa-MG, v.30, n.5, p.849-857, 2006.
- 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, Controle de enchentes *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: Mc Graw-Hill do Brasil, 1975.245p.
- 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
- CRUZ, C.B.M.; VICENS, R.S.; RICHTER, M.; SEABRA, V.S.; REIS R.B.; FABER, O.A.; ARNAUT, P.K.E.; ARAÚJO, M. Classificação orientada a objetos no mapeamento dos remanescentes da cobertura vegetal do bioma Mata Atlântica, na escala 1:250.000. Anais do XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Florianópolis-SC. 2006.

**Data de Submissão: 20/11/2018**

**Data da Avaliação: 10/12/2018**