

## MAPEAMENTO E CARACTERIZAÇÃO DOS ASPECTOS FISIAGRÁFICOS DA BACIA DO RIO ATIBAIA - SP

**BRUNO DE S. GARCIA<sup>1</sup>, CAMILA DA S. DOURADO<sup>2</sup>, ANA MARIA H. DE AVILA<sup>3</sup>,  
VANESSA DA S. BITTER<sup>4</sup>**

1 Graduando. Centro Universitário de São Paulo/UNASP. (22) 997101872. E-mail: ec.0154908@edu.unasp.br

2 Doutora. Centro Universitário de São Paulo/UNASP, Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura/UNICAMP. (19) 35211278, E-mail: camila.dourado@edu.unasp.br

3 Doutora. Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura/UNICAMP. (19) 35212460. E-mail: avila@cpa.unicamp.br

4 Graduanda. Centro Universitário de São Paulo/UNASP. (19) 994121820. E-mail: ec.0154698@edu.unasp.br

Apresentado no  
L Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2021  
08 a 10 de novembro de 2021 - Congresso On-line

**RESUMO:** Este trabalho objetivou a caracterização dos aspectos fisiográficos da bacia do Rio Atibaia localizada no Estado de São Paulo, visando estabelecer parâmetros auxiliares à gestão de seus recursos hídricos. A bacia apresenta uma área de 2.815 km<sup>2</sup>, abrangendo, total ou parcialmente, 16 municípios do Estado de São Paulo e um no Estado de Minas Gerais. A extração e análise dos dados ocorreu por meio de técnicas de sensoriamento remoto em ambiente de Sistema de Informação Geográfica (SIG), utilizando dados vetoriais das sub-bacias do Estado de São Paulo e dos trechos de drenagem das Bacias Hidrográficas do Piracicaba, Capivari e Jundiá, ambas na escala 1:50.000, além de informações de imagens do satélite ALOS sensor radar PALSAR. Os resultados obtidos conferem à bacia baixa susceptibilidade à enchente e eficiente rede de drenagem.

**PALAVRAS-CHAVE:** geoprocessamento, morfometria, segurança hídrica.

## MAPPING AND CHARACTERIZATION OF PHYSIOGRAPHIC CHARACTERISTICS OF THE ATIBAIA RIVER BASIN - SP

**ABSTRACT:** This work aimed at characterizing the physiographic aspects of the Atibaia river basin in São Paulo state, to establish auxiliary parameters for the management of its water resources. The river basin has an area of 2,815 km<sup>2</sup>, covering, totally or partially, 16 municipalities in São Paulo state and one of them in the Minas Gerais state. The extraction and analysis of the data took place through remote sensing techniques in a Geographic Information System (GIS) environment, utilizing vector data of the sub-basins in São Paulo state and the drainage sections of the Piracicaba, Capivari and Jundiá River Basins, both on a 1:50,000 scale, in addition to information from images from the ALOS radar sensor PALSAR. The results indicated a low flood susceptibility and an efficient drainage section to the basin.

**KEYWORDS:** geoprocessing, morphometry, water security.

**INTRODUÇÃO:** No estudo das bacias hidrográficas, as expressões quantitativas de suas manifestações morfológicas têm grande importância na compreensão de seu comportamento

hidrológico, pois influenciam, dentre outros aspectos, à precipitação e evaporação, assim como à quantidade de água produzida como deflúvio e o tempo e velocidade dos escoamentos superficiais (LIMA, 2008). Por esta razão, o conhecimento dos fatores fisiográficos permite identificar e avaliar as potencialidades e restrições das bacias hidrográficas, exercendo papel indicativo para a gestão de recursos hídricos, como a previsão de vulnerabilidade da bacia a enchentes, inundações e erodibilidade (VILLELA e MATTOS, 1975). Diversos índices foram desenvolvidos a fim de determinar estas propriedades, considerando como características fisiográficas aquelas que podem ser obtidas a partir de cartas, fotografias aéreas ou imagens de satélite (LIMA, 2008). A manipulação de dados cartográficos em ambiente de Sistema de Informação Geográfica tem sido adotada para avaliar diversos parâmetros das bacias, uma vez que os procedimentos computacionais otimizam o tempo e permitem uma exploração mais precisa e exaustiva das informações analisadas (COUTINHO et al., 2011). Nesta perspectiva, o presente trabalho objetivou a caracterização morfométrica da bacia do Rio Atibaia - SP, por meio da aplicação de técnicas de sensoriamento remoto e SIG, visando compreender a área estudada e auxiliar na tomada de decisões no manejo e gestão de seus recursos hídricos.

**MATERIAL E MÉTODOS:** A bacia hidrográfica do rio Atibaia situa-se na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos 5 (UGRHI 5) do Estado de São Paulo, participando como afluente do Rio Piracicaba. Corresponde a uma região importante ao abrigar parte da Região Metropolitana de Campinas (RMC), abrangendo, total ou parcialmente, 16 municípios do Estado de São Paulo e um do Estado de Minas Gerais, localizada entre os paralelos 22° 40'S e 23° 20'S e os meridianos 47° 20'W e 46° 00'W. Para a caracterização morfométrica da bacia foram utilizados dados vetoriais referentes às sub-bacias do Estado de São Paulo (SIMA, 2013) e aos trechos de drenagem das Bacias Hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá (ANA, 2013), ambas na escala 1:50.000 e informações de imagens do satélite ALOS sensor radar PALSAR com 12,5 metros de resolução espacial (ASF DAAC, 2021). A análise das variáveis fisiográficas, sendo estas relativas à geometria da bacia, ao relevo e rede de drenagem, foram realizadas através do *software* QGIS 3.16 (2021) e por meio de índices estabelecidos na literatura. Na análise das variáveis geométricas da bacia do rio Atibaia foram utilizados os seguintes parâmetros: área (A): projeção vertical da linha de divisores topográficos da bacia sobre o plano horizontal (TUCCI, 2001); perímetro (P): linha dos divisores de água da bacia (TUCCI, 2001); comprimento axial da bacia (C): distância da foz ao ponto mais longínquo dos divisores topográficos (VILLELA e MATTOS, 1975); fator de forma (Kf): relação entre a área da bacia e o quadrado do seu comprimento axial (VILLELA e MATTOS, 1975); coeficiente de compacidade (Kc): relação entre o perímetro da bacia e a circunferência de um círculo de área igual à da bacia (VILLELA e MATTOS, 1975) e índice de circularidade (Ic): relação entre a área da bacia e um círculo de perímetro igual ao da bacia (TONELLO, 2006). Para a análise das variáveis de relevo, confeccionou-se, por meio de técnicas de sensoriamento remoto, o modelo digital de elevação do terreno e mapa de declividade da bacia, a fim de determinar sua altitude e declividade máxima, média e mínima, assim como a amplitude altimétrica (Hm). Determinou-se também a razão de relevo (Rr), indicada pela relação entre a amplitude altimétrica e a maior extensão da bacia (ROMERO et al., 2017) e o índice de rugosidade (Ir), definida pela relação entre a declividade e o comprimento dos canais (CASTRO e CARVALHO, 2009). Por sua vez, para a avaliação da morfometria da rede de drenagem foram analisados os seguintes parâmetros: número (n) e comprimento (Cr) total da drenagem; comprimento real (L) e vetorial do rio principal; densidade de drenagem (Dd), correspondente à razão entre o comprimento total dos canais e a área da bacia hidrográfica (LIMA, 2008) e índice de sinuosidade (Is), o qual relaciona o comprimento verdadeiro do canal (em projeção ortogonal) com a distância vetorial (comprimento em linha reta) entre os dois extremos do canal principal (BATISTA et al., 2017). A declividade média do rio principal, assim como sua altitude

máxima, média e mínima e amplitude altimétrica foram extraídas a partir de seu perfil longitudinal (PALARETTI, 2013).

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Por meio da metodologia proposta, foram estabelecidos 26 parâmetros fisiográficos da bacia do rio Atibaia, apresentados na tabela subsequente:

TABELA 1. Características físicas da bacia do rio Atibaia – SP.

Características Físicas	Unidades	Resultados
<b>Características Geométricas</b>		
Área de drenagem (A)	km <sup>2</sup>	2.814,59
Perímetro (P)	km	579,71
Comprimento axial (C)	km	131,27
Fator de forma (Kf)	Adimensional	0,16
Coefficiente de compacidade (Kc)	Adimensional	3,06
Índice de circularidade (Ic)	Adimensional	0,11
<b>Características de Relevô</b>		
Altitude mínima da bacia	m	499
Altitude média da bacia	m	850,3
Altitude máxima da bacia	m	2.026
Amplitude altimétrica da bacia (Hm)	m	1.527
Declividade mínima da bacia	%	0
Declividade média da bacia	%	20,2
Declividade máxima da bacia	%	279,60
Razão de relevô (Rr)	Adimensional	0,029
Índice de rugosidade	Adimensional	3,58
<b>Características da Rede de Drenagem</b>		
Número total dos canais (n)	-	12.365
Comprimento total da drenagem (Cr)	km	6.599,26
Comprimento do rio principal (L)	km	257,48
Comprimento vetorial do rio principal	km	127,56
Altitude mínima do rio principal	m	504
Altitude média do rio principal	m	708,69
Altitude máxima do rio principal	m	1.306
Amplitude altimétrica do rio principal	m	802
Declividade média do rio principal	%	0,021
Densidade de drenagem (Dd)	km/km <sup>2</sup>	2,34
Índice de sinuosidade	Adimensional	2,02

A área exerce um papel fundamental em definir o potencial hídrico da bacia hidrográfica ao influenciar a quantidade de água produzida como deflúvio (LIMA, 2008). A forma representa um parâmetro importante na determinação do tempo de concentração, ao estipular o tempo de transformação da chuva em escoamento. Valores de coeficiente de compacidade superiores a 1,50, assim como valores de fator de forma e índice de circularidade abaixo de 0,50 e 0,51, conferem a bacia do Atibaia um formato comprido e baixa tendência a enchentes (PALARETTI, 2013; LANA et al., 2001). O relevô representa um parâmetro significativo, pois influencia sobre os fatores meteorológicos e hidrológicos, visto que a temperatura, a precipitação e evaporação são funções da altitude da bacia, enquanto a velocidade do escoamento superficial é determinada pela declividade do terreno (LIMA, 2008; COLLISCHONN e DORNELLES, 2013). Os baixos valores de razão de relevô e índice de rugosidade indicam uma menor declividade geral da bacia do rio Atibaia (ROMERO et al.,

2017), confirmada pela declividade média da bacia da ordem de 20,2%, permitindo classificá-la com relevo ondulado (LEPSCH, 2001). Esta classe de relevo apresenta moderada fragilidade à erosão e degradação ambiental, além de apresentar limitações à mecanização agrícola, recomendada no emprego de agricultura semi-intensiva (LEPSCH, 2001). As características da rede de drenagem, por sua vez, revelam a densidade de drenagem da bacia, assim como o índice de sinuosidade do rio principal. De acordo com Palaretti (2013), a densidade de drenagem calculada indica boa drenagem à bacia do Atibaia, ao passo que quanto maior o valor numérico da densidade de drenagem, maior a capacidade da bacia de realizar escoamentos rápidos no exutório. O índice de sinuosidade, por sua vez, caracteriza os cursos hídricos ao descrever a velocidade de escoamento do canal principal, visto que quanto menor a sinuosidade, menor dificuldade os cursos hídricos encontrarão para atingir o exutório (BATISTA et al., 2017). De acordo com Batista et al. (2017), o Rio Atibaia classifica-se como um curso de água sinuoso.

**CONCLUSÕES:** O estudo possibilitou estabelecer e compreender variáveis importantes no auxílio ao planejamento e gestão ambiental da região. Apesar das características de forma e drenagem, a bacia apresenta baixa susceptibilidade à enchente e eficiente rede de drenagem. Por sua vez, os indicativos de relevo conferem à bacia do rio Atibaia uma moderada fragilidade à erosão e degradação ambiental, apresentando limitações à mecanização agrícola.

#### **REFERÊNCIAS:**

- Agência Nacional de Águas (ANA). Catálogo de Metadados da ANA. **Base Hidrográfica Ottocodificada das Bacias Hidrográficas do Piracicaba, Capivari e Jundiá**, 2013.
- ASF DAAC. Alaska Satellite Facility. Distributed Active Archive Center. 2021. **ALOS PALSAR - Radiometric Terrain Correction**. Disponível em: <<https://asf.alaska.edu/data-sets/derived-data-sets/alos-palsar-rtc/alos-palsar-radiometric-terrain-correction/>>.
- BATISTA, D. F.; CABRAL, J. B. P.; ROCHA, T.; BARBOSA, G. R. Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do Ribeirão Santo Antônio – GO. **Revista Geoambiente**, n. 29, p. 15-35, 2017.
- 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 Plena**, v.5, n.2, fev., 2009.
- COLLISCHONN, W.; DORNELLES, F. **Hidrologia para Engenharia e Ciências Ambientais**. 1.ed. Porto Alegre: ABRH, 2013. 350 p.
- COUTINHO, L. M. et al. Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do Rio da Prata, Castelo, ES. **Irriga**, v.16, p.369-381, out/dez., 2011.
- LANA, C. E.; ALVES, J. M. P.; CASTRO, P. T. A. Análise morfométrica da bacia do Rio do Tanque, MG - Brasil. **Revista Escola de Minas**, Ouro Preto, v. 54, n. 2, p. 121-126, 2001.
- LEPSCH, J.F. et al. Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso. Campinas, **Soc.Bras.Cien.do Solo**, 2001.175p.
- LIMA, W. P. **Hidrologia Florestal aplicada ao Manejo de Bacias Hidrográficas**. Piracicaba: ESALQ, 2008.
- PALARETTI, L. F. **Manejo de Bacias Hidrográficas**. Jaboticabal, p. 11. 2013.
- QGIS.org, 2021. **Geographic Information System**. Open Source Geospatial Foundation Project. Disponível em: <<http://qgis.org>>.
- ROMERO, V. et al. Estudo Hidromorfológico de Bacia Hidrográfica Urbana em Goiânia/GO. **Ciência e Natura**, v.39, n.2, p.320-340, jun/ago., 2017.
- SÃO PAULO. Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente do Estado de São Paulo (SIMA). **Sub-bacias do Estado de São Paulo**, 2013.
- TONELLO, K. C.; et al. **Morfometria da bacia hidrográfica da Cachoeira das Pombas, Guanhões MG**. Sociedade de Investigações Florestais, Viçosa MG, v. 30, n.5, p. 849-857, 2006.
- TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. 2.ed. Porto Alegre: ABRH, 2001. 943 p.
- VILLELA, S.M.; MATTOS, A. 1975. **Hidrologia aplicada**. São Paulo: McGraw-Hill.