



CARACTERIZAÇÃO MORFOMÉTRICA E USO E COBERTURA DO SOLO DE UMA MICROBACIA NO MUNICÍPIO DE BURÍ, SP

MORPHOMETRIC CHARACTERIZATION AND LAND USE AND COVER OF A MICROBASIN IN THE CITY OF BURI, SP

CARACTERIZACIÓN MORFOMÉTRICA Y USO Y COBERTURA DEL SUELO DE UNA MICROBACIA EN EL MUNICIPIO DE BURÍ, SP

Felipe Nogueira¹

Marcos Paulo Ferreira²

Kelly Cristina Tonello³

Resumo: Este artigo tem como objetivo caracterizar e analisar a morfometria de uma microbacia de um afluente do Rio Apiaí-Guaçu, localizado no município de Buri, SP, a fim de indicar áreas prioritárias para conservação da vegetação e dos recursos hídricos. As características morfométricas foram obtidas através de parâmetros de relevo, geométricos e de drenagem. Já o mapeamento de uso e cobertura do solo, bem como a delimitação da microbacia foram realizadas através da utilização do software Qgis, 2.14.2. De acordo com a morfometria da microbacia, percebe-se que ela se apresenta com tendência mediana a enchentes, baixa capacidade de drenagem e baixo escoamento superficial e maior infiltração de água. O relevo da microbacia está ocupado principalmente pela agricultura, silvicultura e pastagem, com a floresta nativa se localizando nas áreas de preservação permanente.

Palavras chave: Morfometria. Bacia Hidrográfica. Buri-SP.

Abstract: This study aims to analyze the microbasin morphometry of a tributary of the Apiaí-Guaçu River, located in the city of Buri, SP, one of the priority areas for the conservation of plants and water resources. The morphometric characteristics were obtained through the relief, geometric and drainage parameters. The land use and land cover mapping, as well as the microbasin delimitation were obtained through the use of Qgis software, 2.14.2. According to the microbasin morphometry, it is possible to observe that it has a low drainage capacity, low runoff and greater water infiltration. The microbasin relief is disconnecting itself from agriculture, silviculture and pasture, with the native forest located in the permanent preservation areas.

Keywords: Morphometry. Watershed. Buri-SP.

Resumen: Este artículo tiene como objetivo caracterizar y analizar la morfometría de una microbacia de un afluente del Río Apiaí-Guaçu, localizado en el municipio de Buri, SP, a fin de indicar áreas prioritarias para la conservación de la vegetación y de los recursos hídricos. Las características morfométricas fueron obtenidas a través de parámetros de relieve, geométricos y de drenaje. El mapeamiento de uso y cobertura del suelo, así como la delimitación de la microcuenca se realizaron a través del uso del software Qgis, 2.14.2. De acuerdo con la

¹ Graduando em Eng^a Florestal – UFSCar/Sorocaba. E-mail: felipe.nsilva@hotmail.com

² Graduando em Eng^a Florestal – UFSCar/Sorocaba. E-mail: mmarcos.ferreira@gmail.com

³ Dra. Kelly Cristina Tonello. Professora UFSCar/Sorocaba. E-mail: kellytonello@ufscar.br



morfometría de la microcuenca, se percibe que se presenta con tendencia mediana a las inundaciones, baja capacidad de drenaje y bajo flujo superficial y mayor infiltración de agua. El relieve de la microcuenca está ocupado principalmente por la agricultura, la silvicultura y el pastoreo, con el bosque nativo ubicándose en las áreas de preservación permanente.

Palabras-clave: Morfometría. Cuenca hidrográfica. Buri-SP.

Envio 09/02/2019

Revisão 09/03/2019

Aceite 09/04/2019

Introdução

As características físicas de uma bacia hidrográfica são fundamentais para obter informações do seu potencial natural (Barbosa, *et al.*, 2012), compreender a dinâmica ambiental, permitir identificar situações de vulnerabilidade (Silva *et al.*, 2014) que por meio do uso destes parâmetros, é possível avaliar a ocorrência de escoamento superficial, processos erosivos e risco de cheia, que são determinantes no planejamento e tomada de decisões do manejo (Leal *et al.*, 2017).

A bacia hidrográfica é considerada de acordo com a Lei Federal nº 9.433 de 1997, como uma unidade de planejamento e Gestão de Recursos Hídricos, desta forma, é de grande importância conhecer suas características morfométricas e realizar o levantamento do uso e cobertura do solo, como a primeira etapa na estratégia do diagnóstico dos impactos ambientais (Valente e Vettorazzi 2003; Faustino *et al.*, 2014), objetivando o planejamento conservacionista (Vaeza *et al.*, 2010).

Os problemas ocasionados pelas atividades antrópicas, em especial a expansão de áreas urbanas e agricultura (Santos *et al.*, 2012), têm efeitos direto na conversão do uso da terra. Segundo Kronka (2005) o Estado de São Paulo encontra-se com apenas 15% da sua área original de cobertura florestal.

A realização da análise morfométrica permite a obtenção de informações sobre o potencial natural da bacia hidrográfica, o que facilita a identificação de áreas de risco, ambientes frágeis, impactos ambientais, interferência antrópica e a dinâmica da evolução natural da paisagem (Barbosa e Furrier), sendo assim um meio de explicar as interações entre todos os elementos da paisagem (Feltran *et al.*, 2007).

Para Lima (1986) a resposta hidrológica de uma bacia hidrográfica possui relação não apenas com as características geomorfológicas (solo, relevo, forma, drenagem e entre outros),



mas também com os diferentes usos dos solos (Menezes *et al.*, 2014). Desta forma, qualquer mudança, em conjunto com condições ambientais desfavoráveis, maximiza efeitos dos impactos ambientais e desastres naturais.

A caracterização do meio físico da bacia, com o intuito de levantar todas as áreas críticas com relação a manutenção da água, é condição básica para um planejamento sucedido da conservação e produção de água (Andrade *et al.*, 2005). Assim, a resposta hidrológica de uma microbacia hidrográfica está vinculada aos diferentes usos do solo, sendo assim uma forma de avaliação dos impactos ambientais, norteador de ações de manejo (Menezes *et al.*, 2014).

Os Sistemas de Informação Geográficas são utilizados como uma ferramenta para avaliar vários parâmetros morfométricos e do solo das bacias hidrográficas, por promover um ambiente flexível para a manipulação e análise da informação espacial (Pareta e Pareta, 2011).

As informações obtidas na caracterização morfométrica de uma bacia hidrográfica e do mapeamento do uso e cobertura do solo, subsidia o planejamento ambiental e a compreensão acerca da dinâmica ambiental local e regional. Diante deste cenário, o presente trabalho teve como objetivo a realização da análise morfométrica de uma microbacia localizada no município de Buri-SP e a caracterização do uso e cobertura do solo, visando o manejo e a gestão ambiental.

Método

A pesquisa foi realizada na microbacia (Figura 1) que está situada no município de Buri-SP na região sudoeste paulista, afluente do Rio Apiaí-Guaçu, pertencente a Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos UGRHI 14 - Alto Paranapanema. De acordo com o censo demográfico de 2010, o município possui uma população de 18.563 mil habitantes (IBGE, 2010).

Segundo a classificação internacional de Köppen, o clima da região é do tipo “Cwa”, ou seja, tropical quente úmido, com inverno frio e seco, temperatura média de 20,9°C e precipitação anual média de 1253 mm (CEPAGRI, 2014).

A formação florestal do município é a Floresta Estacional Semidecidual (IBGE, 2004), e cerca de 60% do uso do solo está com a presença de áreas de silvicultura (Instituto Florestal). Os solos da região compreendem o podzólico, vermelho-amarelo e regossol e possuem uma topografia de relevo de colinas amplas, com altitude média de 600 m.

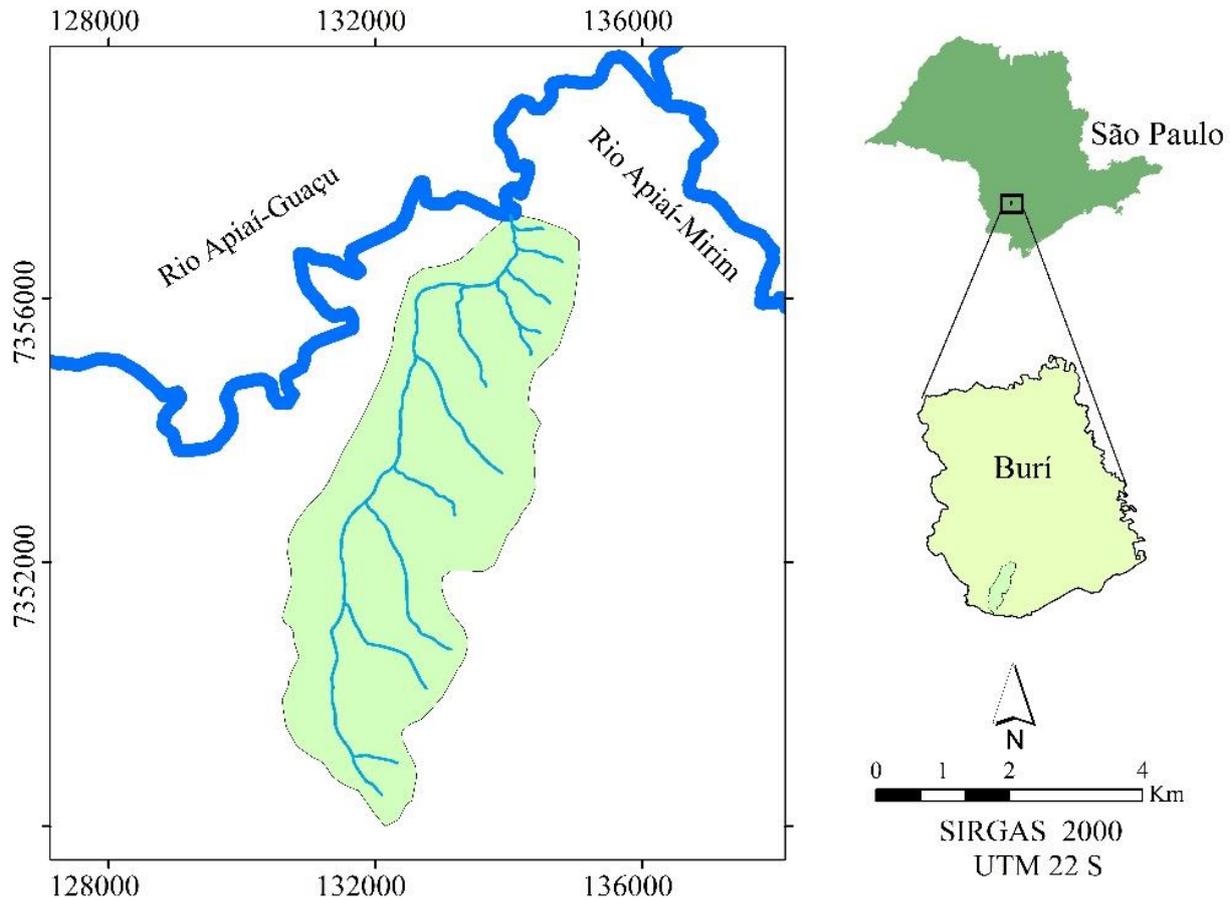


Figura 1 – Localização da microbacia hidrográfica do município de Buri-SP.

Para obtenção dos dados morfométricos da microbacia foram utilizadas cartas planialtimétricas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), sendo georreferenciadas para o sistema de projeção Universal Transverso Mercator (UTM) DATUM SIRGAS 2000, fuso 22 S. As curvas de nível com equidistância de 20 metros, foram vetorizadas a partir das folhas Buri (SF-22-Z-D-V-4), Itaguá (SF-22-Z-D-VI-3), usadas também para digitalização da rede hidrográfica.

Foi gerado através das curvas de nível o Modelo Digital do Terreno (MDT) por triangulação (altura do terreno em metros). Foi obtido as porcentagens relativas à declividade do terreno, classificando-as de acordo com a Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuária.



Tabela 1 - Classificação do relevo de acordo com as classes de declividade

Declividade (%)	Classe de relevo
0 a 3	Plano
3 a 8	Suavemente Ondulado
8 a 20	Ondulado
20 a 45	Fortemente Ondulado
45 a 75	Montanhoso
> 75	Escarpado

A partir dos dados em formato vetorial, em relação ao comprimento e área, tornou-se possível calcular os seguintes parâmetros morfométricos divididos nas características geométricas, relevo e drenagem (Tabela 2).

Tabela 2 – Características morfométricas adotadas para análise

Geométricas	
Área total	Fator de forma (F)
Perímetro total	Índice de circularidade (IC)
Coefficiente de compacidade (Kc)	Índice de sinuosidade (Is)
Razão de alongação (Re)	Padrão de drenagem
Relevo	
Orientação	Declividade máxima
Amplitude altimétrica	Razão de relevo (Rr)
Rede de drenagem	
Comprimento do rio principal	Densidade de drenagem (Dd)
Gradiente do canal principal (Gc)	Coefficiente de manutenção (Cm)
Densidade hidrográfica (Dh)	Extensão do percurso superficial (Eps)

O mapeamento do uso e cobertura do solo foi feito com base em imagens Rapideye na composição colorida RGB, obtidas pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA) com resolução 5 m, do ano de 2013, pelo método de classificação digital visual, por meio de vetorização em tela no programa Qgis 2.14.2, na escala 1:8.000. Por meio da fotointerpretação, através da



digitalização dos polígonos, a imagem permitiu distinguir os tipos de uso e cobertura, obtendo as seguintes classes: floresta, silvicultura, agricultura, urbano, pastagem, nas quais foram definidas considerando as seguintes características:

- Floresta: vegetação natural em todos os estados de conservação apresentando apenas extrato arbóreo.
- Silvicultura: áreas ocupadas por plantios de Eucalyptus, objetivando apenas aqueles plantados para uso comercial.
- Agricultura: regiões com espécies herbáceas e culturas temporárias, apresentando textura, forma e sombra típico desta classe.
- Água: corpos d'água, reservatórios e barragens
- Urbano: construções rurais.
- Pastagem: áreas com uso da pecuária ou por cobertura de gramíneas.

Resultados e Discussão

A partir da interpretação dos valores de fator de forma (0,2613), índice de circularidade (0,4898) e do coeficiente de capacidade (1,42) (Tabela 3), conclui-se que a microbacia possui um formato ovalado com tendência mediana a enchentes, inundações e erosões. Macedo et. al. (2010), Vieira et. al. (2012) e Nardini et. al. (2013) obtiveram resultados próximos a estes coeficientes com uma tendência baixa a enchentes.

Tabela 3 – Valores obtidos na análise da caracterização física da microbacia

Características morfométricas	Unidade	Resultados
Área total	Km ²	21,0864
Características morfométricas	Unidade	Resultados
Perímetro total	Km	23,2619
Coeficiente de capacidade (Kc)	-	1,4200
Razão de alongação (Re)	-	0,5766
Fator de forma (Ff)	-	0,2613
Índice de circularidade (Ic)	-	0,4898
Índice de sinuosidade (Is)	-	1,1840



Padrão de drenagem	-	Paralela
Orientação	-	Norte
Amplitude altimétrica	M	70
Declividade máxima	M	730
Razão de relevo (Rr)	-	7,7924
Comprimento do rio principal	Km	8,9830
Gradiente do canal principal (Gc)	%	0,0123
Densidade hidrográfica (Dh)	Canais/km ²	0,5690
Densidade de drenagem (Dd)	Km/km ²	1,1862
Coefficiente de manutenção (Cm)	Km/km ²	0,8432
Extensão do percurso superficial (Eps)	Km/km ²	0,5931

A extensão do percurso superficial (Eps), distância percorrida pelas enxurradas antes de encontrar um canal permanente foi de 0,5931 Km/km².

A densidade de drenagem da microbacia foi de 1,1862 km/km² o que, de acordo com a classificação de Horton (1945) e modificada por Strahler (1957) é considerada baixa, tendo como característica um baixo escoamento superficial e maior infiltração, sendo verificado uma variação na escala de 0,5 km.km⁻² para bacias de baixa drenagem a 3,5 km.km⁻² para bacias com boa drenagem (Tonello et. al., 2006).

Com um índice de sinuosidade de 1,1840, pode-se inferir que os canais tendem a ser retilíneo, favorecendo um maior transporte de sedimentos (Antoneli e Thomaz, 2007). Valores próximos de 1 tendem a serem retilíneos, valores intermediários indicam formas transicionais e valores acima de 2,0 indicam canais tortuosos (Nardini et. al., 2013).

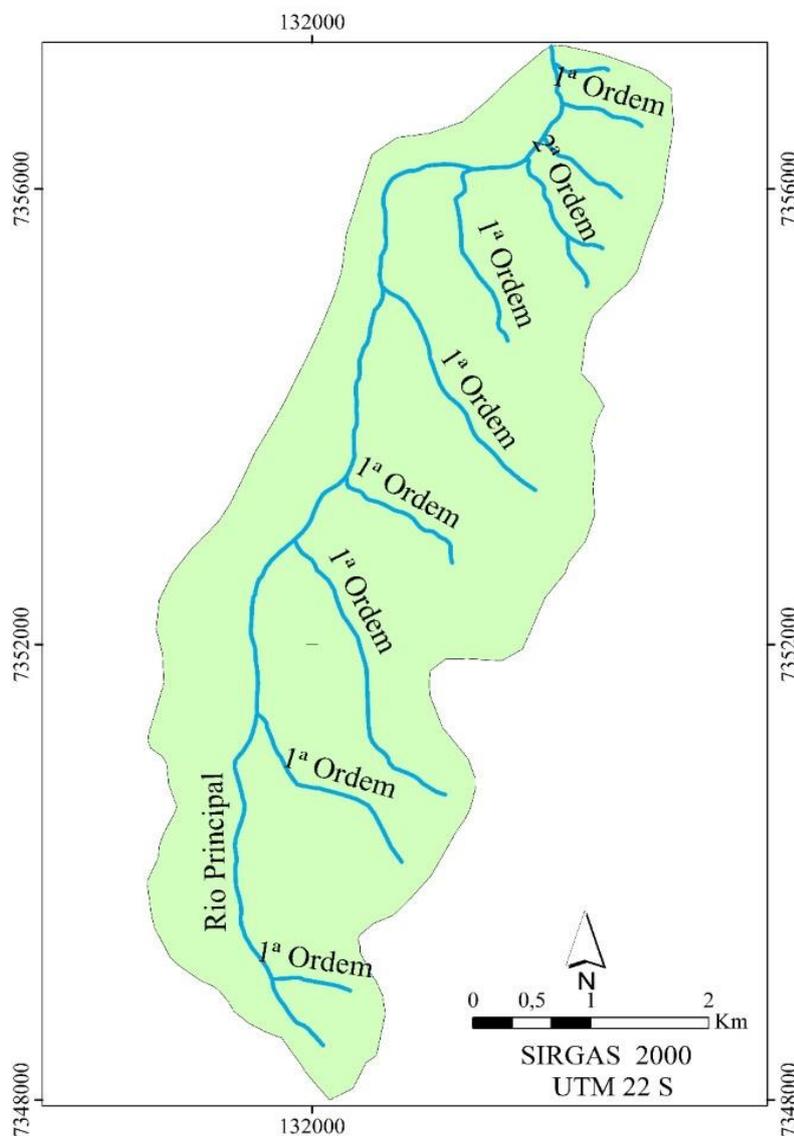
O padrão de drenagem apresentou-se paralela com sistema de ordenamento de canais de 3a ordem, possuindo: 12 canais de 1a ordem, 7 canais de 2a ordem e 4 canais de 3a ordem (Figura 2). Canais de ordem inferior ou igual a 4 é comum em pequenas bacias hidrográficas e refletem os efeitos diretos do uso da terra, assim quanto mais ramificada a rede, mais eficiente será o sistema de drenagem (Tonello et. al., 2006).

A densidade de drenagem na microbacia foi de 1,1862 km/km². De acordo com Villela e Mattos (1975), este índice varia de 0,5km/km² para bacias de baixa drenagem a 3,5km/km²



ou mais em bacias com boa drenagem, sendo assim que a microbacia em estudo apresenta baixa capacidade de drenagem. Baixos valores de densidade de drenagem estão associados a regiões de rochas impermeáveis e de regime pluviométrico, apresentando chuvas de baixa intensidade ou pouca concentração da precipitação (Tonello et. al., 2006).

Figura 2 – Hierarquização dos cursos d'água da microbacia.





O mapa de uso e cobertura do solo da microbacia, apresentado na Figura 3, possui em sua paisagem diferentes ocupações, estando relacionada principalmente ao relevo da região. Foram identificadas 6 distintas classes, de acordo com o Manual Técnico do Instituto Brasileiro de Geografia Estatística - IBGE sendo apresentada na Tabela 4.

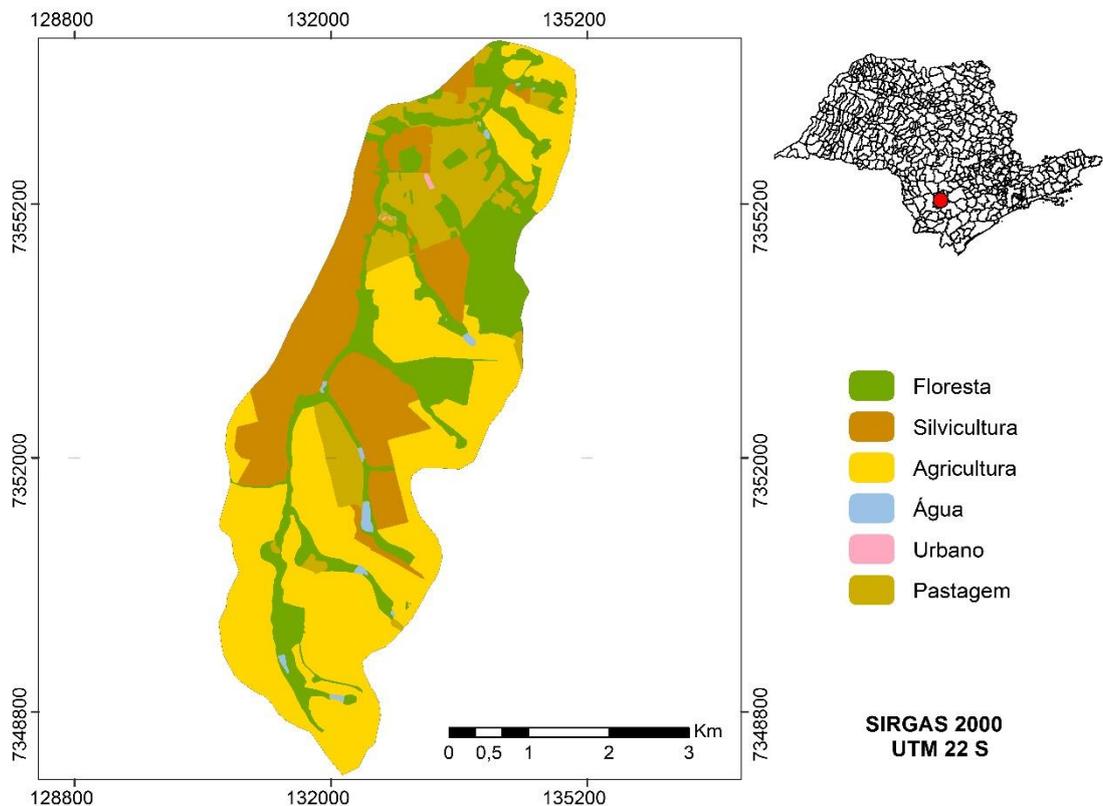


Figura 3 – Uso e cobertura do solo da microbacia, Buri-SP.

Classes	Área	
	(ha)	(%)
Agricultura	921,25	43,94
Floresta	468,40	22,34
Silvicultura	442,74	21,12
Pastagem	248,40	11,85



Água	13,86	0,66
Urbano	1,87	0,09
Total	2096,53	100,00

Tabela 4 – Uso e ocupação do solo da região, segundo o Manual Técnico do Instituto Brasileiro de Geografia Estatística - IBGE

A área ocupada por Agricultura corresponde 43,94% da microbacia sendo preferencialmente localizada próximas as cabeceiras. A região, em questão, apresenta alta aptidão do uso do solo para práticas agrícolas, justificando a sua majoritária presença.

A silvicultura, possui um valor percentual de 21,12% sendo encontrada por toda a microbacia. A classe Floresta apresentou, do total 22,34% concentradas principalmente nas Áreas de Preservação Permanente. A unidade de estudo se encontra bem próxima a cidade de Capão Bonito, que é uma das principais cidades com condições de relevo e clima para os plantios comerciais de espécies arbóreas.

Da área total da microbacia 11,85% corresponde a classe pastagem que possui uma presença consolidada próxima a região da foz. É possível dizer que a área de estudo apresenta uma matriz predominante de monoculturas (agricultura e silvicultura), promovendo a redução e fragmentação da cobertura florestal e o surgimento de outras classes. A área urbana e água apresentaram valores inferiores a 1% evidenciando os fortes atributos rurais da região.

Conclusão

Os valores encontrados para o fator de forma, coeficiente de compacidade e índice de circularidade, mostram que a microbacia possui um formato ovalado, o que caracteriza uma baixa à mediana tendência a enchentes, dado a predominância de seu formato circular.

O índice de sinuosidade demonstrou tendência a canais retilíneos e a baixa densidade e drenagem permitiu inferir que o solo é permeável com infiltração da água eficiente.

Com os resultados da morfometria, pode-se concluir que a microbacia apresenta susceptibilidade média à erosão, sendo necessária a realização da manutenção e recuperação das matas ciliares com o objetivo de conservar os recursos hídricos da microbacia.



Referências

- Andrade, L. V. P.; Ferreira, E.; Botelho, S. A.; Davide, A. C. Caracterização física da bacia hidrográfica do ribeirão Santa Cruz, Lavras, MG e uso conflitante da terra em suas áreas de preservação permanente. **Revista Cerne**, v.11, p.49-60, 2005.
- Barbosa, T. S.; Furrier, M. Avaliação morfológica e morfométrica da bacia hidrográfica do Rio Marés – PB, para verificação de influência neotectônica. **Cadernos de Geociências**, Salvador, v. 9, n. 2, p. 112-120, 2012
- Cechin, A.; Veiga, J. E. da. O fundamento central da economia ecológica. in: MAY, Peter H. (org) **Economia do meio ambiente: teoria e prática**. 2a. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010, p. 33-48.
- Fortunato, I. Meio-ambiente ou (meio-ambiente): o desafio da educação frente ao paradoxo ambiental. **ETD - Educação Temática Digital**, Campinas, SP, v. 16, n. 3, p. 386-394, set./dez. 2014.
- Maturana, H. **Cognição, ciência e vida cotidiana**. Tradução Cristina Magro e Victor Paredes. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 2001.
- Antoneli, V; Thomaz, E. L. Caracterização do meio físico da bacia do Arroio Boa Vista, Guamiranga-PR. **Caminhos da Geografia**, Uberlândia, v. 8, n. 21, p. 46-58, 2007.
- Barbosa, T. S.; Furrier, M. Avaliação morfológica e morfométrica da bacia hidrográfica do Rio Marés – PB, para verificação de influência neotectônica. **Cadernos de Geociências**, Salvador, v. 9, n. 2, p. 112-120, 2012.
- Brasil. Lei Federal nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9433.htm>. Acesso em 20 Abr. 2011.
- CEPAGRI - Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura. 2014. **Clima dos municípios paulistas**. Disponível em <http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima_muni_279.html>. Acesso em 04 Mar.2017.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. - Brasília: Embrapa Produção de Informações; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412p.
- Faustino, A. B.; Ramos, F. F.; Silva, S. M. P., 2014. Dinâmica temporal do uso e cobertura do solo na Bacia Hidrográfica do Rio Doce (RN) com base em sensoriamento remoto e SIG: uma contribuição aos estudos ambientais. **Sociedade e Território**.
- Feltran, A. F.; LIMA, E. F. Considerações morfométricas da bacia do rio Uberabinha – Minas Gerais. **Sociedade & Natureza**, v.19, n.1, p.65-80, 2007.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo 2010**.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. IBGE lança o Mapa de Biomas do Brasil e o Mapa de Vegetação do Brasil, em comemoração ao Dia Mundial da Biodiversidade. Disponível em:



Revista Hipótese



ISSN: 2446-7154

<http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/21052004biomashtml.shtm>. Acesso em 09 Set. 2017.

Instituto Florestal. **Buri**. Disponível em: <<http://iflorestal.sp.gov.br/areas-protegidas/estacoes-experimentais/buri/>>. Acesso em: 09 Set. 2017

Horton, R. Erosional development of streams and their drainage basins: Hydrophysical approach to quantitative morphology. **Geological Society of American Bulletin**, New York, v. 56, n. 3, p. 807-813, 1945.

Kronka, F. J. N. Et Al. Inventário florestal da vegetação natural do Estado de São Paulo. **São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente/Instituto Florestal**, 2005. 200p.

Lima, W. P. Princípios de hidrologia florestal para o manejo de bacias hidrográficas. **São Paulo: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**, 1986. 242p.

Macedo, F. L., Pedra, W. N., Mello Junior, A. V. Caracterização da sub-bacia do Riacho Jacaré – SE. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v. 3, n.3, p.163-169, 2010.

Menezes, J. P. C.; Franco, C.S.; Oliveira, L.S.C.; Bittencourt R.P.; Farias, M.S.; Fia, R. Morfometria e evolução do uso do solo e da vazão de máxima em uma microbacia urbana. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, São Paulo, v. 15, n. 4, p.659-672, out./dez. 2014.

Nardini, R. C. et al. Análise morfométrica e simulação das Áreas de Preservação Permanente de uma microbacia hidrográfica. **Irriga**, Botucatu, v. 18, n. 4, p. 687–699, 2013.

Pareta K, Pareta U (2011) Quantitative morphometric analysis of a watershed of Yamuna Basin, India using ASTER (DEM) data and GIS. **Int J Geomat Geosci** 2:248–269.

Salemi, L. F.; Groppo, J. D.; Trevisan, R.; Moraes, J. M.; Lima, W. L.; Martinelli, L. A. Aspectos hidrológicos da recuperação florestal de áreas de preservação permanente ao longo dos corpos d’água. **Revista do Instituto Florestal**, v. 23, n. 1, p. 69 – 80, 2011.

Santos, A. M.; Targa, M. S.; Batista, G. T.; Dias, Nelson Wellausen. Análise morfométrica das sub-bacias hidrográficas Perdizes e Fojo no município de Campos do Jordão, SP, Brasil. **Revista Ambiente & Água**, v. 7, p. 195-211, 2012.

Silva, J. L.; Tonello, K. C. Morfometria da bacia hidrográfica do Ribeirão dos Pinheirinhos, Brotas-SP. **Irriga**, v. 19, n. 1, p. 103, 2014.

Strahler, A. N. Quantitative analyses of watershed geomorphology. **Transactions of American Geophysical Union**, Washington, DC, v. 38, n.6, p. 913-920, 1957.

Tonello, K.C.; Dias, H.C.T.; Souza, A.L.; Ribeiro, C.A.A.S.; Leite, F.P. Morfometria da Bacia Hidrográfica da Cachoeira das Pombas, Guanhães – MG. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.30, n.5, p.849-857, 2006.

Vaeza, R. F. et al. Uso e ocupação do solo em bacia hidrográfica urbana a partir de imagens orbitais de alta resolução. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v.12, n.1, p. 23-29, 2010. Disponível em: <<http://www.floram.org/files/v17n1/v17n1a3.pdf>>. Acesso em: 25 Fev. 2016.

Valente, R. O. A.; Vettorazzi, C.A. Mapeamento do uso e cobertura do solo na Bacia do Rio Corumbataí, SP. **Circular Técnica IPEF**, n.196, maio 2003, 9p.



Revista Hipótese



ISSN: 2446-7154

Vieira, D. M. S. et al. Avaliação quantitativa das características geomorfológicas das microbacias hidrográficas que compõem a área de proteção ambiental do Rio Uberaba. **Irriga**, Botucatu, v. 7, n. 3, p. 313-326, 2012.

Villela, S. M.; Mattos, A. **Hidrologia aplicada**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1975. 245p.