GEOPROCESSAMENTO APLICADO NA AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS FISIOGRÁFICAS DE UMA MICROBACIA HIDROGRÁFICA

Mateus de Campos Leme[1], Flávia Luize Pereira de Souza[2], Bruno Timóteo Rodrigues[3], Mikael Timóteo Rodrigues[4], Sérgio Campos[5]

[1] Universidade Estadual Paulista – UNESP Botucatu/SP, Brasil, mateus.leme93@gmail.com; [2] Universidade Estadual Paulista – UNESP Botucatu/SP, Brasil, flavialuizesouza@hotmail.com; [3] Universidade Estadual Paulista – UNESP Botucatu/SP, Brasil, brunogta21@gmail.com; [4] Universidade Estadual Paulista – UNESP Botucatu/SP, Brasil, mikaelgeo@gmail.com; [5] Universidade Estadual Paulista – UNESP Botucatu/SP, Brasil, seca@fca.unesp.br

RESUMO

O conhecimento das características fisiográficas de uma bacia é fundamental para sua gestão. O trabalho teve como objetivo a caracterização fisiográfica da microbacia hidrográfica do Córrego do Faxinal, Regente Feijó (SP), por meio de técnicas de geoprocessamento. Os resultados das variáveis morfométricas permitiram inferir que o solo é permeável, com boa infiltração de águas e baixo escoamento superficial. A microbacia apresenta baixo risco de enchentes pelo formato comprido/oblongo, porém pela baixa densidade de drenagem é possível inferir que o solo tem uma boa permeabilidade, entretanto tem baixa susceptibilidade a erosão devido a sua declividade suave ondulada.

Palavras-chave — *microbacia hidrográfica, morfometria, geoprocessamento.*

ABSTRACT

The knowledge of the physiographic characteristics of a basin is fundamental for its management. The objective of this work was the physiographic characterization of the hydrographic micro watershed of the Faxinal Stream River, Regente Feijó (SP), using geoprocessing techniques. The results of the morphometric variables allowed to infer that the soil is permeable, with good water infiltration and low surface runoff. The micro watershed presents low risk of flooding due to the lengthy / oblong format, but due to the low drainage density it is possible to infer that the soil has a good permeability, however it has low susceptibility to erosion due to its smooth undulating slope.

Key words — *micro watershed, morphometric, geoprocessing.*

1. INTRODUÇÃO

Para a execução do planejamento ambiental, as características do sistema de drenagem de uma bacia hidrográfica, são informações importantes, pois auxiliam e orientam ações de conservação da água e da terra [1]. A avaliação da bacia hidrográfica, permite identificar as modificações impostas pelo homem e seus respectivos reflexos na natureza, levando em consideração não só os elementos naturais, mas também os impactos sociais dessas ações [2].

A análise morfométrica é uma forma quantitativa de caracterização de uma bacia, imprescindível na investigação de processos hidrológicos [3]. Assim, a compreensão de características geomorfológicas (forma, relevo, área, geologia, rede de drenagem, solo, e o tipo de cobertura vegetal), norteia estudos voltados para a dinâmica ambiental local.

Neste contexto, o geoprocessamento e o Sistema de informação Geográfica (SIG), são ferramentas importantes, pois os dados podem ser obtidos de forma confiável e com uma boa acurácia [4].

Assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar as características fisiográficas da microbacia do Córrego do Faxinal, utilizando técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

A microbacia do Córrego do Faxinal localiza – se no limite administrativo dos municípios de Regente Feijó (SP) e Martinópolis (SP), entre as coordenadas geográficas 22º 15’ 46’’ a 22º 19’ 46’’ de latitude sul e 51º 5’ 03’’ a 51º 7’ 52’’ longitude W Gr. A rede de drenagem da microbacia hidrográfica do Córrego do Faxinal é de 2ª ordem e escoa para o Ribeirão da Laranja Doce. A área da microbacia é de 14,65 quilômetros quadrados (km²), delimitada por um perímetro de 17,56 quilômetros (km).

Os pontos de controle (coordenadas) para o georreferenciamento e os pontos de máxima altitude para a delimitação dos divisores de águas foram demarcados na Carta do Brasil de Cabeceiras do Jaguaretê, editada pelo [5] em escala 1:50.000 e equidistância das curvas de nível de 20 metros (FOLHA SF – 22 – Y – B – III – 4).

O software de desenho foi o Quantum Gis 2.18.24. Identificado o canal principal da microbacia, a ferramenta "linha" foi utilizada para encontrar o valor do comprimento axial da microbacia (C). Já o comprimento do rio principal (Lc), comprimento vetorial do rio principal (Lv), comprimento total dos rios (Lt) e somatória das curvas de nível (∑cv) foram obtidos pela seleção dos atributos e com a ferramenta "selecionador de feições" obteve-se a medida de cada segmento, gerando uma tabela de propriedades e a somatória dos valores dessa tabela resultava nas medidas finais.

Para o cálculo do comprimento axial da microbacia (C), do comprimento do rio principal (Lc), do comprimento total dos rios (Lt), do perímetro (P) e da área (A), foi seguida a metodologia citada por [6].

O parâmetro, ordem dos canais, classifica o grau de ramificações da rede de drenagem de uma bacia hidrográfica. A metodologia mais utilizada na definição da hierarquização da rede de drenagem, e seguida neste trabalho, é a proposta por [7] e modificada por [8], na qual os canais primários (nascentes) são designados de primeira ordem, a junção de dois canais primários forma um de segunda ordem, e assim sucessivamente.

Os parâmetros dimensionais da microbacia [7] estudados são: área (A), perímetro (P) e maior comprimento (C), enquanto os parâmetros do relevo, como descritos por [10] foram altitude média (Hm), amplitude altimétrica (Ha), declividade média (D). Já os fatores do padrão de drenagem do córrego do Roseira são o fator de forma (Ff), razão de relevo (Rr) densidade de drenagem (Dd) extensão do percurso superficial da água da enxurrada (Eps), Densidade hidrográfica (Dh), Índice de sinuosidade (Is), Coeficiente de compacidade (Kc), Índice de circularidade (Ic), Coeficiente de Rugosidade (Cr), Gradiente de Canais (Gc), Coeficiente de Manutenção (Cm), Razão de Textura (Rt), Razão de Relevo (Rr) e Frequência de Canais de Primeira Ordem (F).

O coeficiente de rugosidade (CR) é um parâmetro adimensional determinado pelo produto entre a densidade de drenagem e a declividade média da bacia. Esse parâmetro direciona o uso potencial das terras rurais. Os valores de CR são classificados em quatro classes de uso (Tabela 1) [9].

Tabela 1. Classes de uso dos solos.

Coeficiente de Rugosidade	Classe	Propensão da Terra
1,09 - 10,63	A	Agricultura
10,43 - 20,18	B	Pastagens
20,19 - 29,73	C	Pastagens/Reflorestamento
29,74 - 39,28	D	Reflorestamento

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise mostra que quanto à ordem foram identificados e quantificados todos os canais da rede de drenagem, resultando em um comprimento total de 7,4 km de extensão. Obteve-se 3 canais de primeira ordem (Nw1), 2 canais de segunda ordem (Nw2), e segundo o sistema de classificação, essa microbacia é de segunda ordem de ramificação [8] e [10].

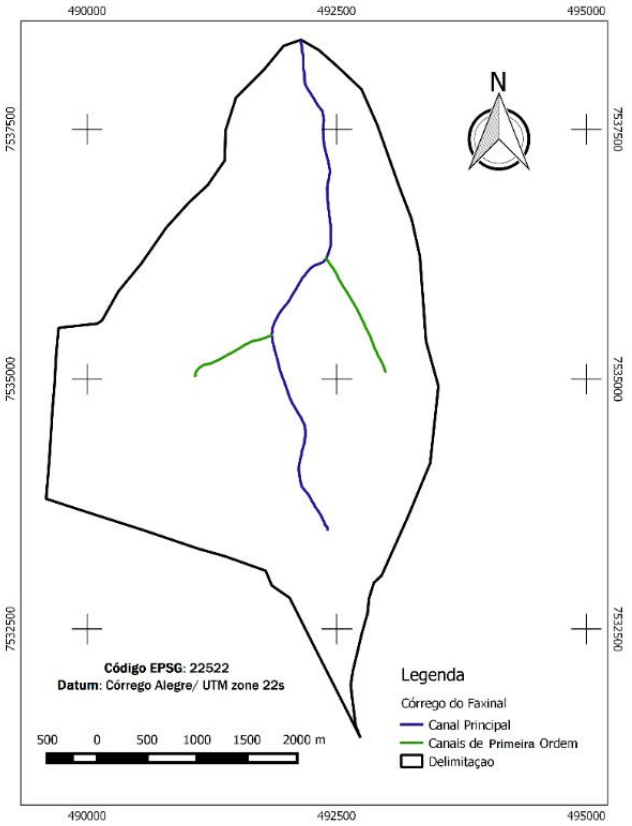

Figura 1. Hierarquia Fluvial do Córrego do Faxinal, entre Regente Feijó (SP) e Martinópolis (SP).

Os cálculos dos parâmetros morfométricos, permitiram constatar que a área (A) do Córrego do Faxinal é de 14,65 km², com perímetro (P) de 17,56 km. A área de uma microbacia é de extrema importância diante do número de características relacionadas com esta variável.

A amplitude altimétrica é a diferença entre a cota máxima e mínima, sendo a maior altitude (AM) de 589 metros e menor altitude (Am) de 460 metros à jusante da mesma. O comprimento das cotas é de 35,07 quilômetros e a altitude média da microbacia é de 524 metros.

Foi encontrada para o Córrego do Faxinal uma densidade de drenagem (Dd) na ordem de 0,50 km/km², classificada como uma drenagem baixa [11], com rios curtos e espalhados e com uma maior superfície de contribuição,

caracterizando uma drenagem pouco eficiente cujo deflúvio demora mais para atingir os rios [12]. Desse modo, entende-se que o substrato tem baixo escoamento superficial e maior infiltração da água de forma mais eficiente. A densidade de drenagem é uma variável que permite inferir sobre a geologia local, valores baixos como o obtido para o Córrego do Faxinal são indicativos de solos arenosos provenientes de arenitos.

O Fator de Forma (Ff), índice de circularidade (Ic) e o coeficiente de compacidade (Kc) da microbacia, apresentaram um formato cumprida/oblonga/ovalada, indicando tendência a conservação pelo fator de forma, baixa tendência a enchente pelo Índice de circularidade e tendência mediana a enchentes devido ao coeficiente de compacidade. Com isso, pela predominância do formato oblongo da microbacia (Figura 2) constatou-se, que esses coeficientes implicam em uma baixa suscetibilidade a enchentes [13].

A forma de uma microbacia é um parâmetro importante na determinação do tempo de concentração do deflúvio. Bacias mais compridas, como a microbacia do Córrego do Faxinal (Figura 1), apresentam menor tempo de concentração do deflúvio, uma vez que os afluentes do rio principal o atingem em poucos pontos distintos ao longo do seu percurso, diminuindo as chances de ocorrência de enchentes [11].

A baixa densidade de drenagem somada à forma redonda/oblongada da microbacia, à fazem suscetível a enchentes, sendo necessária uma precipitação de média intensidade, com médio volume de água em um curto período, para causar danos. Há, entretanto, outros fatores que influem na ocorrência de enchentes, como a cobertura vegetal e ações antrópicas, seja de urbanização, obras hidráulicas, desmatamento, manejo inadequado do solo, entre outras. O processo de ocupação e desenvolvimento da sociedade, tem causado intensa degradação do meio ambiente, que com o tempo, tem contribuído consideravelmente para maior frequência e magnitude das enchentes [12].

Foi encontrada declividade média (D) de 4,78% para a microbacia, com relevo suave ondulado [14]. Esta moderada declividade diminui a velocidade do escoamento superficial, o que permite inferir que existe menor suscetibilidade a erosão. Porém, outro parâmetro relacionado ao relevo calculado foi a razão de relevo (Rr), cujo valor de 0,00024 obtido para a microbacia do Córrego do Faxinal é considerado baixo [15]. Esse parâmetro demonstra o quão acidentado é o relevo na região e consequentemente se refere a maior ou menor velocidade da água que escoa na bacia, sendo o relevo mais acidentado e a velocidade de escoamento valores diretamente proporcionais à razão de relevo, ou seja, quanto maior a razão de relevo, maior a velocidade de escoamento. Assim, a microbacia possui relevo suave ondulado pouco acidentado com uma velocidade moderada de escoamento superficial, possibilitando uma boa infiltração de água no solo e considerável suscetibilidade a erosão.

Para o coeficiente de rugosidade (Rn) foi encontrado o índice na ordem de 2,39, que classifica o solo como classe "A" (Tabela 1), com potencial de uso agrícola [9]. Quanto maior o valor do coeficiente de rugosidade, maior a susceptibilidade à erosão dentro da área da microbacia, e o valor obtido é bastante baixo, apontando baixo risco a erosão e condições propícias para prática da agricultura.

A densidade hidrográfica (Dh) encontrada foi igual a 0,34, considerada baixa [16]. Por apontar a quantidade de canais por área alguns autores, expressam seu resultado como número de canais por Km², temos que a microbacia do Córrego do Faxinal apresenta em média 0,34 canais/Km², menos de um canal por Km², o que permite inferir que a rede de drenagem tem pequena magnitude e baixa capacidade de gerar novos cursos d'água [17].

Foi encontrado para a microbacia índice de sinuosidade (Is) igual a 1,47, caracterizando seus canais de drenagem como de sinuosidade transitória, ou seja, canais que não têm forma retilínea, mas também não podem ser considerados como sinuosos [17]. A microbacia também apresenta baixa declividade dos cursos d'água, como aponta o parâmetro gradiente de canais (Gc), cujo valor obtido foi de 11,11%. Conclui-se que a velocidade do escoamento nos canais de drenagem é mediana, não sendo muito veloz pelos canais apresentarem sinuosidade transitória e baixa declividade dos cursos d'água [18].

A razão de textura (Rt) foi classificada como grosseira, com valor de 0,28, Segundo [19] e modificado por [20], corresponde à relação entre o número de canais de Primeira ordem (Nw1) e seu perímetro (P), classificando as classes de textura topográfica em: fina (T > 6,2); grosseira (T < 2,5); média (T entre 2,5 a 6,2).

5. CONCLUSÕES

Os valores encontrados para o fator de forma e o coeficiente de compacidade, demonstram que a microbacia possui um formato comprido/oblongado, indicando alta baixa a enchentes. A baixa densidade de drenagem da microbacia mostra que o solo desta é permeável com infiltração de água mais eficiente.

O valor encontrado para a extensão do percurso superficial mostra que a microbacia possui uma distância média de escoamento de enxurrada, resultando em maior tempo de concentração de água, diminuindo a tendência de erosão e aumentando a conservação da microbacia.

O índice de sinuosidade permitiu constatar que a microbacia apresenta canais de sinuosidade transitória. O valor baixo obtido para densidade hidrográfica aponta que a rede de drenagem da microbacia é de pequena magnitude com baixa capacidade de gerar novos cursos d'água.

A declividade média e a razão de relevo permitiram classificar o relevo como suave ondulado pouco acidentado, com uma velocidade moderada de escoamento superficial,

possibilitando uma boa infiltração de água no solo e baixa suscetibilidade a erosão, enquanto o coeficiente de rugosidade encontrado classifica o solo como classe "A", com potencial de uso agrícola.

Os resultados da morfometria permitiram concluir que a microbacia apresenta baixa tendência para degradação ambiental por meio de erosão, porém a manutenção e recuperação das matas ciliares continuam sendo essenciais na conservação dos recursos hídricos.

Assim, o conhecimento sobre uma bacia hidrográfica pela sua caracterização por meio de levantamento de dados morfométricos nos permite prever o comportamento dos cursos d'água, sendo ainda essencial adquirir também dados climáticos e geomorfológicos da bacia para melhor compreensão do comportamento hidrológico da área como um todo. Com tais informações, torna-se possível a elaboração de planos de manejo e gestão dos recursos naturais, de forma a garantir às próximas gerações e à presente, recursos como solo, água, fauna e flora e todos os seus benefícios ambientais com qualidade.

6. REFERÊNCIAS

[1] Aher, P.D.; Adinarayana, J.; Gorantiwar, S.D. Quantification of morphometric characterization and prioritization for management planning in semi-arid tropics of India: A remote sensing and GIS approach. Journal of Hydrology, v. 511, p. 850–860, 2014.

[2] Guerra, A. J. T.; Cunha, S. B. Degradação ambiental. In: Cunha, S. B. Geomorfologia e meio ambiente. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. p. 337-339, 1996.

[3] Nautiyal, M.D. Morphometric analysis of drainage basin using aerial photographs: a case study of Khairkuli basin, District Dehradun, U.P. J. Journal of the Indian Society of Remote Sensing, v. 22, n. 4, p. 251-261, 1994.

[4] Babu, K. J.; Sreekumar, S.; Aslam, A. Implication of drainage basin parameters of a tropical river basin of South India. Applied Water Science, v. 6, n. 67, p. 67-75, 2016.

[5] Fundação Instituto Brasileiro de Geografia. Coleção Carta do Brasil. **Departamento de Cartografia**, Rio de Janeiro, Folha Moji Guaçu, Folha – SF-23-Y-A-III-3, Escala 1:50000, 1969.

[6] Oliveira, A.; Ferreira, E. Caracterização de sub-bacias hidrográficas. Lavras: UFLA/FAEPE, Textos Acadêmicos. Curso de pós-graduação. Revista Brasileira de Geografia Física v.3, p.112-122, 2001.

[7] Horton, R. E. Erosional development of streams and their drainage basins: hydrophysical approach to quantitative morphology. In.: Geological Society of America Bulletin. v.56, n.3, p.275-370, 1945.

[8] Strahler, A. N. Quantitative analysis of watershed geomorphology. Trans. Am. Geophys. Union, New Haven, v.38, p.913-920, 1957.

[9] Rocha, J. S. M.; Kurtz, S. M. J. M. Manual de Manejo Integrado de bacias Hidrográficas. Santa Maria: Editora da UFSM, 4ª edição, 120p., 2001.

[10] Lima, A. G. Índice de gradiente de canal: significado e diretrizes para aplicação. Geosul, Florianópolis, v.28, n.56, p.147-162, jul./dez. 2013.

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

[12] Ribeiro, F. L.; Campos, S.; Traficante, D. P.; Santos, W. R. P.; Nardini, R. C. Fisiografia da microbacia do Ribeirão Coqueiro – Jataizinho, PR, obtida por meio de técnicas de geoprocessamento. Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada em Ciências Agrárias, Guarapuava, 2015.

[13] 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.

[14] Lepsch, J.F. et al. Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, 175p., 1991.

[15] Piedade, G. C. R. Evolução de voçorocas em bacias hidrográficas do município de Botucatu, SP. Tese (Livre Docência) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu, 161 f., 1980.

[16] Christofoletti, A. Análise morfométrica das bacias hidrográficas. Notícia Geomorfologia, Campinas, vol.9, n.18, p.35-64, 1969.

[17] Freitas, R. O. Textura de drenagem e sua aplicação geomorfológica. Boletim Paulista de Geografia, São Paulo, v.11, p.53-57, 1952.

[18] Santos, M.; Targa, M. S.; Batista, G. T.; Dias, N. W. Análise morfométrica das sub-bacias hidrográficas Perdizes e Fojo no município de Campos do Jordão, SP, Brasil. Revista Ambiente & Água, Taubaté, v.7, n.3, p.195-211, 2012.

[19] SMITH, K.G. Standards for grading texture of erosional topography. American Journal of Science, New Haven, v.248, p. 655-668, 1950.

[20] SANTOS, M.; TARGA, M. S.; BATISTA, G. T.; DIAS, N. W. Análise morfométrica das sub-bacias hidrográficas Perdizes e Fojo no município de Campos do Jordão, SP, Brasil. **Revista Ambiente & Água, Taubaté**, v.7, n.3, p.195-211, 2012.