

GEOTECNOLOGIAS APLICADAS EM BACIAS HIDROGRÁFICAS VISANDO A SUA RECUPERAÇÃO AMBIENTAL



ORGANIZADORES
MARCELO CAMPOS SÉRGIO CAMPOS AMANDA CAMPOS

GEOTECNOLOGIAS APLICADAS EM BACIAS HIDROGRÁFICAS VISANDO A SUA RECUPERAÇÃO AMBIENTAL



ORGANIZADORES

MARCELO CAMPOS SÉRGIO CAMPOS AMANDA CAMPOS

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Gabriel Motomu Teshima

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2022 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial**Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano

Profª Drª Amanda Vasconcelos Guimarães – Universidade Federal de Lavras

Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Universidade do Estado de Mato Grosso

Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará

Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás

Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria



Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^o Dr^a Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Edevaldo de Castro Monteiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Prof^o Dr^a Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof^o Dr^a Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Prof^o Dr^a Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Renato Jaqueto Goes – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof^o Dr^a Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas



Geotecnologias aplicadas em bacias hidrográficas visando a sua recuperação ambiental

Diagramação: Gabriel Motomu Teshima
Correção: Mariane Aparecida Freitas
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizadores: Marcelo Campos
Sérgio Campos
Amanda Campos

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

G352 Geotecnologias aplicadas em bacias hidrográficas visando a sua recuperação ambiental / Organizadores Marcelo Campos, Sérgio Campos, Amanda Campos. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-899-8

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.998221702>

1. Bacias hidrográficas - Manejo. 2. Desenvolvimento de recursos hídricos - Aspectos ambientais. 3. Recursos naturais. 4. Geoprocessamento. I. Campos, Marcelo (Organizador). II. Campos, Sérgio (Organizador). III. Campos, Amanda (Organizadora). IV. Título.

CDD 333.9162

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br



Atena
Editora
Ano 2022

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.



DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.



PREFÁCIO

O livro **“GEOTECNOLOGIAS APLICADAS EM BACIAS HIDROGRÁFICAS VISANDO A SUA RECUPERAÇÃO AMBIENTAL”** é uma coletânea de trabalhos resultante de pesquisas, principalmente dos pesquisadores dos grupos de pesquisas “Grupo de Estudos e Pesquisas em Geotecnologia, Geoprocessamento, Sensoriamento Remoto e Topografia – GEPEGEO” e “Grupo de Pesquisas Avançadas em Inteligência Artificial no Setor Agroflorestal - LINEAR, cadastrados junto ao CNPQ.

A demanda dos recursos naturais fez com que haja necessidade de estudos e planejamentos que maximizem a manutenção desses recursos.

O levantamento do uso da terra numa dada região é de fundamental importância para a compreensão dos padrões de organização do espaço. Qualquer que seja a organização espacial do uso da terra num dado período, raramente é permanente. Deste modo, há necessidade de atualização constante dos registros de uso da terra, para que as tendências sejam analisadas e utilizadas de forma mais técnica, adequadamente e racional possível.

O planejamento do uso da terra vem se tornando cada vez mais uma importante atividade para os meios rural e urbano. Nesse sentido, o uso adequado da terra, de maneira a protegê-la contra a erosão e visando aumentar gradativamente a sua capacidade produtiva, requer sempre um planejamento inicial, efetivo e eficiente.

Assim, para que se possa estruturar e viabilizar um planejamento e a implementação de uma política agrícola adequada há necessidade de se ter informações confiáveis e atualizadas referentes ao uso e ocupação da terra atual.

Portanto, o presente livro visou discriminar, mapear e quantificar o uso e ocupação do solo, as áreas de preservação permanente, a capacidade de uso do solo, os conflitos de uso do solo, etc., visando o prolongamento da capacidade produtiva, a racionalidade no uso e a conservação das terras da bacia. através de Sistemas de Informações Geográficas, pois este sistema permite obter resultados com maior agilidade quanto à integração e manipulação dos dados, bem como visam o prolongamento da capacidade produtiva, a racionalidade no uso e a conservação das terras, principalmente de bacias hidrográficas através das novas geotecnologias que permitem obter resultados com maior agilidade quanto à integração e manipulação dos dados.

SUMÁRIO


CAPÍTULO 1..... 6

USO DE GEOPROCESSAMENTO PARA CARACTERIZAÇÃO MORFOMÉTRICA DA MICROBACIA DO CÓRREGO INDEPENDÊNCIA – TUPÃ (SP)

Marcelo Campos

Amanda dos Santos Negreti

Sérgio Campos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9982217021>


CAPÍTULO 2..... 17

DELIMITAÇÃO DO USO INADEQUADO EM ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE, VISANDO A CONSERVAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS

Gabriel Rondina Pupo da Silveira

Fernanda Leite Ribeiro

Sérgio Campos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9982217022>

CAPÍTULO 3..... 27


CARACTERIZAÇÃO MORFOMÉTRICA DO CÓRREGO SANTA FLORA, MUNICÍPIO DE DRACENA – SP

Rafael Calore Nardini

Luciano Nardini Gomes

Sérgio Campos

Gabriel Rondina Silveira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9982217023>


CAPÍTULO 4..... 45

CARACTERIZAÇÃO MORFOMÉTRICA DA MICROBACIA DO CÓRREGO MARIA PIRES, SANTA MARIA DA SERRA, ESTADO DE SÃO PAULO, BRASIL

Fernando Doriguel

Sérgio Campos

Osmar Delmanto Junior

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9982217024>

CAPÍTULO 5..... 55

GEOTECNOLOGIAS APLICADAS NA ESPACIALIZAÇÃO DAS APP E DE CONFLITOS NA MICROBACIA DO CÓRREGO DO PRELÚDIO - ITAPEVA/SP

Sérgio Campos

Andressa Oliveira Fernandes

Marcelo Campos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9982217025>

CAPÍTULO 6.....69

CARACTERIZAÇÃO FISIAGRÁFICA DA MICROBACIA DO CÓRREGO DO BARREIRINHO – SÃO PEDRO DO TURVO – SP


Otávio Silvaston Fonseca
Sérgio Campos
Marcelo Campos
Thyellenn Lopes de Souza
Letícia Duron Cury
Yara Mnafrin Garcia

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9982217026>

CAPÍTULO 7.....82

SIG APLICADO NA IDENTIFICAÇÃO E LOCALIZAÇÃO POTENCIAL DE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE NUMA MICROBACIA


Sérgio Campos
Teresa Cristina Tarlé Pissarra
Katiúscia Fernandes Moreira
Thaís Maria Millani
Gabriel Rondina Pupo da Silveira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9982217027>

CAPÍTULO 8.....90

ESTUDO MORFOMÉTRICO DA BACIA DO CÓRREGO DA FORQUILHA, CONCHAL - SP: ASPECTOS DO RELEVO E DRENAGEM


Edéria Pereira Gomes Azevedo
Sérgio Campos
Mariana Wagner de Toledo Piza
Maria Beatriz Sartor
Gabriel Rondina Pupo da Silveira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9982217028>

CAPÍTULO 9.....100

ESTUDO DE ILHAS DE CALOR NO MUNICÍPIO DE PIRATININGA/SP, POR MEIO DE DADOS ORBITAIS DO LANDSAT 5 SENSOR TM

Nathalia Maria Salvadeo Fernandes Parizoto
Sérgio Campos


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9982217029>

CAPÍTULO 10.....116

GEROPROCESSAMENTO APLICADO NA MORFOMETRIA DA MICROBACIA DO RIBEIRÃO DOS VEADOS – PIRATININGA – SP, VISANDO A CONSERVAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS

Andrea Cardador Felipe
Sérgio Campos
Nathalia Maria Salvadeo Fernandes Parizoto

Rafael Calore Nardini
Daniela Polizeli Traficante

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.99822170210>

SOBRE OS ORGANIZADORES	126
-------------------------------------	------------

CARACTERIZAÇÃO FISIOGRAFICA DA MICROBACIA DO CÓRREGO DO BARREIRINHO – SÃO PEDRO DO TURVO – SP

Otávio Silvaston Fonseca

Sérgio Campos

Marcelo Campos

Thyellenn Lopes de Souza

Letícia Duron Cury

Yara Mnafrin Garcia

RESUMO: A caracterização física de uma microbacia é muito importante para o diagnóstico da susceptibilidade à degradação ambiental, pois os resultados visam a conservação dos recursos naturais. O trabalho teve como objetivo a análise morfométrica da microbacia do Córrego do Barreirinho São Pedro do Turvo - SP, visando a conservação dos recursos naturais. A microbacia apresenta uma área de 10,18 Km² e está localizada entre os paralelos 22° 35' a 22° 38' de latitude S e 49° 30' a 49° 35' de longitude W Gr. A base cartográfica utilizada foi a carta planialtimétrica de São Pedro do Turvo (SP) para determinação dos índices morfométricos. Os resultados mostram que os altos valores da densidade de drenagem e a declividade média, associados à presença de rochas permeáveis, facilitam a infiltração da água no solo, diminuindo o escoamento superficial e o risco de erosão e da degradação ambiental, bem como o baixo

valor do índice de forma amparado pelo índice de circularidade indica que a microbacia tende a ser mais alongada com menor susceptibilidade à ocorrência de enchentes mais acentuadas.

PALAVRAS-CHAVE: Geoprocessamento, hidrografia, parâmetros.

PHYSIOGRAPHIC CHARACTERIZATION OF THE STREAM BARREIRINHO WATERSHED – SÃO PEDRO DO TURVO – SP

ABSTRACT: The physical characterization of a microbasin is very important for the diagnosis of susceptibility to environmental degradation, since the results aim at the conservation of natural resources. The objective of this work was the morphometric analysis of the Barreirinho Stream microbasin, São Pedro do Turvo - SP, aiming at the conservation of natural resources. The microbasin presents an area of 10.18 Km² and is located between the parallels 22° 35' to 22° 38' of latitude S and 49° 30' to 49° 35' of longitude W Gr. The cartographic base used was the planialtimetric chart of São Pedro of Turvo (SP) to determine of morphometric indices. The results show that the high values of drainage density and the mean slope associated with the presence of permeable rocks facilitate the infiltration of water into the soil, reducing the runoff and the risk of erosion and environmental degradation, as well as the low value of the index of form supported by the circularity index indicates that the microbasin tends to be more elongated with less susceptibility to the occurrence of more accentuated floods.

KEYWORDS: Geoprocessing, hydrography, parameters.

INTRODUÇÃO

O uso adequado dos recursos naturais exige estudos aprofundados para que sejam compreendidos os possíveis impactos provocados pela ação antrópica (QUEIRÓZ, 2008). A caracterização fisiográfica da microbacia do Córrego do Barreirinho – São Pedro do Turvo (SP) é essencial para a elaboração e implementação de futuros projetos agroambientais regionais, pois os resultados auxiliarão na compreensão do escoamento superficial da microbacia.

As características físicas das microbacias são de suma importância, pois atuam no ciclo hidrológico, influenciando diretamente nos aspectos relacionados com a infiltração, a evapotranspiração e o escoamento superficial e subsuperficial (RODRIGUES et al., 2008).

O conhecimento dessas características físicas permite numa determinação do desenvolvimento do escoamento superficial numa determinada localidade, possibilitando a formulação de medidas preventivas no controle de enchentes, caso a microbacia seja susceptível a esse tipo de evento. (FONTES et al., 2008).

O sistema de informação geográfica (SIG) utiliza uma base de dados computadorizada que contém informação espacial (aspectos no meio natural como relevo, solo, clima, vegetação, hidrologia, etc., e os aspectos sociais, econômicos e políticos, que permitem uma divisão temática em subsistemas que integram um SIG, sendo esses componentes os atributos), sobre a qual atua uma série de operadores espaciais (conjunto de operações algébricas, booleanas e geométricas, utilizadas no cruzamento de dados pelo SIG).

O presente trabalho teve como objetivo a caracterização morfométrica da microbacia do Córrego do Barreirinho – São Pedro do Turvo (SP) em ambiente do Sistema de Informações Geográficas Idrisi Selva, visando o planejamento e o manejo integrado dos recursos hídricos da área.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização da área

A microbacia do Córrego do Barreirinho está localizada entre os paralelos 49° 30' a 49° 35' de latitude Oeste e 22° e 35' a 22° a 38' de longitude Sul Gr e apresenta uma área de 10,18 km². Está a uma altitude de 636 metros, segundo a classificação climática de Koppen para o Estado de São Paulo - que se baseia em dados mensais pluviométricos e termométricos, o estado abrange sete tipos climáticos diferentes, sendo que a maioria corresponde a clima úmido e quente – pertence ao clima do tipo Cfa, ou seja, “clima temperado úmido com verão quente”.

Na caracterização morfométrica foi utilizada a carta planialtimétrica de São Pedro do Turvo – SP (IBGE, 1973) para extração da rede de drenagem e da planimetria (Figura 1) e o curvímeter digital, modelo MR 380, para avaliação da rede drenagem.

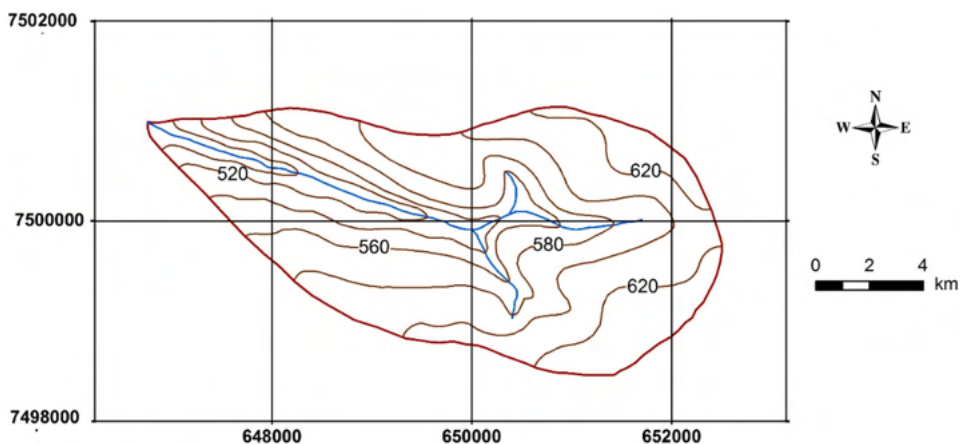


Figura 1. Hidrografia e planimetria do Córrego do Barreirinho – São Pedro do Turvo – SP.

O Software Idrisi Selva foi utilizado para vetorização das curvas de nível, do divisor de águas, da rede de drenagem, bem como para elaboração da análise morfométrica, hierarquia dos canais, de acordo com STRAHLER (1952).

Após a delimitação da área da bacia obteve-se as características dimensionais da rede de drenagem, que são parâmetros quantitativos que permitem eliminar a subjetividade na sua caracterização (OLIVEIRA e FERREIRA, 2001). Na determinação desses parâmetros foi seguida a metodologia proposta por OLIVEIRA e FERREIRA 2001 para o cálculo do maior comprimento (C), do comprimento do curso principal (CP), do comprimento total da rede (CR), do perímetro (P) e da área (A), as quais foram obtidas através do *software* Sistema de Informações Geográficas Idrisi Selva.

Na hierarquização da rede de drenagem foi seguida a metodologia proposta por HORTON (1945) e modificada por STRAHLER (1957) que refere a uma classificação sobre o grau de ramificações e bifurcações presentes em uma bacia hidrográfica.

Na caracterização da composição e padrão de drenagem foram analisados os seguintes parâmetros: a densidade de drenagem (Dd), a extensão do percurso superficial (Eps), a extensão média do escoamento superficial (I), a textura da topografia (Tt), o coeficiente de manutenção (Cm), a rugosidade topográfica (Rt) e o índice de forma (K) foram determinados a partir da metodologia desenvolvida por CHRISTOFOLETTI (1969), bem como, o fator de forma (Kf) foi determinado conforme metodologia de ALMEIDA (2007).

Determinação das variáveis

Densidade de drenagem (Dd)

A densidade de drenagem é a correlação do comprimento total dos rios com a área da bacia, sendo obtida a partir da fórmula (SILVA et al., 2004):

$$Dd = L \cdot A^{-1}$$

Onde:

Dd - Densidade de drenagem em km/km²

L - Comprimento total dos rios ou canais em km

A - Área da bacia em km²

Segundo CHRISTOFOLETTI (1969) a densidade de drenagem pode ser classificada em três classes de interpretação (Tabela 1).

Classes de valores (km ²)	Densidade de drenagem
< 7,5	Baixa
7,5 a 10,0	Média
10,0	Alta

Tabela 1. Classes de interpretação para os valores da densidade de drenagem (CHRISTOFOLETTI (1969)).

Declividade média (H)

A magnitude dos picos de enchente e de infiltração de água, trazendo como consequência maior ou menor grau de erosão, depende da declividade média da bacia (que determina a maior ou menor velocidade de escoamento da água superficial), associada à cobertura vegetal, tipo de solo e tipo de uso da terra (ROCHA e SILVA, 2001). A declividade média foi obtida a partir da fórmula abaixo e classificada segundo LEPSCH et al., 2001 (Tabela 2):

$$H = (D \cdot L) 100/A$$

Onde:

H - Declividade média em %

D - Distância entre as curvas de nível em m

L - Comprimento total das curvas de nível em m

A - Área da microbacia em m²

Classes de Declividade	(%) Relevo
0 – 3	Plano
3 – 6	Suave ondulado
6 – 12	Ondulado
12 – 20	Forte ondulado
20 – 40	Montanhoso
40	Escarpado

Tabela 2. Classes de declividade e relevo (LEPSCH et al, 2001).

Coefficiente de rugosidade (RN)

O coeficiente de rugosidade (RN), por ser um parâmetro que direciona o uso potencial das terras rurais, dependendo das características das atividades – agricultura, pecuária, silvicultura com reflorestamento ou preservação permanente –, foi usado para definir as classes de uso da terra das cinco microbacias hidrográficas da bacia do rio Soledade, que são: A (menor valor de CR) – terras apropriadas à agricultura; B – terras apropriadas à pecuária; C – terras apropriadas à pecuária e reflorestamento e D (maior valor de CR) – terras apropriadas para florestas e reflorestamento, segundo ROCHA e SILVA (2001).

As classes A, B, C e D para caracterização do uso potencial da terra de cada microbacia foram obtidas através do cálculo da amplitude, que é a diferença entre o maior e o menor valor de CR encontrada para as bacias de terceira ordem de ramificação e o intervalo de domínio – amplitude dividida por 4 –, que é o número de classes preconizadas pelo método de Sicco Smith (ROCHA e SILVA, 2001).

Índice de circularidade (IC)

O índice de circularidade, também denominado por alguns autores como índice de forma, representa a relação existente entre o perímetro e a área da bacia. O número calculado independe da área considerada, dependendo apenas da forma da bacia (SILVA et al., 2004). O menor valor possível a ser encontrado é 1,0, correspondendo a uma bacia circular (GANDOLFI, 1971). Esse parâmetro influencia a determinação da vazão e a intensidade de escoamento (SILVA et al., 2004). O índice de circularidade foi determinado

pela equação:

$$IC=12,57 P^2$$

Onde:

K - Índice de circularidade;

P - Perímetro da bacia em km ;

A - Área da bacia em km²

Índice de forma (If)

A forma de uma microbacia pode ser comparada conforme algumas figuras geométricas conhecidas. Assim, o coeficiente de compacidade, o índice de circularidade compara a microbacia a um círculo e o fator de forma a compara a um retângulo. A forma da microbacia e a configuração do sistema de drenagem, estão associadas a estrutura geológica do terreno.

Este fator é muito importante, pois, segundo VILLELA e MATTOS (1975), uma microbacia apresenta um fator de forma baixo quando é menos sujeita a enchentes que outra de mesmo valor de área, porém com fator de forma maior.

O Índice de forma (F) pode ser determinado pela seguinte equação:

$$If = A/L^2$$

Onde:

If - Índice de forma

A - A área de drenagem em m²

L - O comprimento do eixo da bacia em m

Coefficiente de Compacidade (Kc)

O coeficiente de compacidade é a relação entre o perímetro da microbacia e o perímetro de uma circunferência de um círculo de área igual da microbacia, que de acordo com VILLELA e MATTOS (1975) é um número adimensional que varia com a forma da microbacia, independentemente de seu tamanho. Se a bacia for irregular, maior será o coeficiente de compacidade e menos sujeita à enchentes, sendo: Kc = 1 – 1,25 (redondas para ovaladas); 1,25 – 1,50 (ovaladas); 1,50 – 1,70 (blongas). Na determinação do Kc utilizou-se da fórmula:

$$Kc = 0,28 (P : A^{1/2})$$

Onde:

Kc – Coeficiente de compacidade;

P - Perímetro em metros;

A - Área de drenagem em m².

Extensão de Percurso Superficial (EPS)

A extensão do percurso superficial da água de enxurrada (Eps), determinada pela equação, representa a distância média percorrida pelas enxurradas antes de encontrar um canal permanente (CHRISTOFOLETTI, 1969).

$$Eps = (Dd/2) \times 1000$$

Onde:

Eps = extensão do percurso superficial (m),

Dd = densidade de drenagem (km/km²).

Gradiente de Canais (GC)

O gradiente de canais (Gc) consiste na razão entre a maior altitude (AM) pelo comprimento do canal principal (Ccp), expresso em porcentagem. Segundo HORTON (1945) a finalidade desse índice é indicar a declividade dos cursos d'água.

$$GC = H_{\text{máx}} / L$$

Onde:

Gc = gradiente de canais (%),

H_{máx} = maior altitude (km),

L = comprimento do canal principal (km).

Índice de Sinuosidade (IS)

O índice de sinuosidade (Is) é um fator controlador da velocidade de fluxo, pois quanto maior for a sinuosidade, maior a dificuldade encontrada pelo canal no seu caminho à foz, portanto menor a velocidade (VALLE JUNIOR, 2008). Esse índice consiste na razão entre o comprimento do canal principal (L) pela distância vetorial (LV) entre nascente e foz.

$$IS = L / LV$$

Onde:

Is = índice de sinuosidade,

L = comprimento do canal principal (km),

LV = distância vetorial do canal principal (km).

Razão de Relevo (Rr)

A razão de relevo (Rr) segundo SCHUMM (1956), é obtida através da relação entre a amplitude altimétrica (H) e o seu maior comprimento (C), que corresponde a aproximadamente a direção do vale principal, entre a foz e o ponto extremo sobre a linha do divisor de águas. É calculada conforme a equação:

$$Rr = Hm / L$$

Onde:

Rr = razão de relevo,

H = amplitude altimétrica (m),

C = maior comprimento (m).

Segundo PIEDADE (1980) são usados os seguintes valores para quantificar a razão de relevo: baixa entre 0,0 a 0,10; média entre 0,11 a 0,30; e alta entre 0,31 a 0,60.

Frequência de Rios (Fr)

A frequência de rios (F) correlaciona a relação entre o número de canais de primeira ordem (Nw1) com a área da microbacia (A). Foi calculada segundo a descrição realizada por HORTON (1945), pela equação

$$Fr = Nt / A$$

Onde:

Fr = frequência de rios

Nt = número de segmentos de rio (quantidade)

A = área da bacia (km²)

Coefficiente de manutenção (Cm)

O coeficiente de manutenção dos canais (Cm) é importante para a caracterização do sistema de drenagem, limitando a área mínima necessária para o desenvolvimento e manutenção de um canal de escoamento permanente. De acordo com NARDINI et al. (2013), esse coeficiente tem dimensão de comprimento e aumenta em magnitude conforme a área de contribuição aumenta e está expresso pela equação:

$$Cm = (1 / Dd) \cdot 1000$$

Onde:

C_m = coeficiente de manutenção (km/km)

D_d = densidade de drenagem (km/km²).

LANA et al. (2001) constataram que quanto menor for o resultado obtido para o coeficiente de manutenção, de uma maneira geral, maior é a riqueza da microbacia em cursos d'água.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos para a microbacia mostra que a bacia constitui-se por mais de um canal de drenagem e apresenta uma área de 10,18 km², perímetro de 13,95 km, canal principal com 5 km e o comprimento total da rede de drenagem de 5,75 km (Tabela 3).

Da metodologia utilizada no estudo foi possível obter a caracterização da composição e padrão de drenagem da microbacia do córrego do Barreirinho, onde foram analisados os parâmetros morfométricas da microbacia.

Desse modo, as características morfométricas indicam as relações entre a rede de drenagem e a respectiva área drenada, refletindo a fisiografia e a dinâmica fluvial da bacia hidrográfica relacionada à manifestação dos processos de formação e degradação das superfícies (PISSARA et al., 2010).

Os resultados da caracterização da microbacia do córrego do Barreirinho demonstram que a área encontrada na bacia em estudo possui aproximadamente 10,18 km² e enquanto o seu perímetro encontrado foi de 13,95 km.

Características Físicas	Unidades	Resultados
Parâmetros dimensionais da bacia		
Área (A)	km ²	10,18
Perímetro (P)	km	13,95
Comprimento do canal principal (Cr)	km	5
Comprimento das curvas de nível (Cn)	km	33,75
Comprimento axial (LV)	km	5,9
Equidistância vertical das curvas de nível (D)	km	0,02
Comprimento do eixo da bacia (L)	km	5,9
Características do Relevo		
Coeficiente de compactidade (Kc)	-----	1,22
Índice de forma (If)	-----	0,29

Índice de Circularidade (Ic)	-----	0,65
Declividade média da bacia (H)	%	1,12
Amplitude altimétrica máxima (Hm)	m	36
Altitude máxima (H máx)	m	636
Menor Altitude (mA)	m	600
Coefficiente de rugosidade (RN)	-----	3,70
Razão de Relevô	km/km	0,02

Padrões de drenagem da bacia

Ordem da bacia (W)	-----	2 ^a
Densidade de drenagem (Dd)	km/km ²	3,31
Coefficiente de manutenção (Cm)	km/km ²	302,11
Extensão do percurso superficial (EPS)	m	1657,66
Gradiente de canais (Gc)	%	0,12
Índice de sinuosidade (Is)	-----	0,84
Frequência de rios (Fr)	-----	0,49

Tabela 3. Características morfométricas da microbacia do Córrego do Barreirinho – São Pedro do Turvo - SP.

A declividade média da microbacia sendo de 1,12% enquadrando-se na classe plano do relevo entre os índices de 0% a 3% de declividade, caracterizando-se como relevo plano, segundo estudos realizados por ROCHA e KURTZ (2001) essa declividade é suscetível para agricultura no plantio de monoculturas tais como a soja, trigo ou milho. Uma vez que a declividade pode influenciar sobre o escoamento superficial e, conseqüentemente, sobre o processo de erosão, que resulta em perdas de solo, água, matéria orgânica, nutrientes e microfauna, provocando, assim, assoreamento e eutrofização dos corpos d'água (TONELLO et al., 2006).

A densidade de drenagem encontrada na microbacia do córrego Ribeirão Pires, 3,31 Km/Km², mostra uma baixa capacidade de drenagem, segundo CHRISTOFOLETTI (1974) o resultado encontrado vai de encontro com as pesquisas elaboradas por Villela e Mattos (1975), pois esse índice varia de 0,5 Km², para bacia com baixa drenagem, a 3,5, ou mais, para bacias excepcionalmente bem drenadas.

O índice de circularidade (IC) encontrado com valor de 0,65 mostra que a bacia estudada possui uma forma circular ovalada, o que através da metodologia de classificação utilizada, indica uma alta tendência a enchentes.

O coeficiente de compacidade (Kc), apresenta suscetível a enchentes, dado ao coeficiente 1,22 estar próximo a 1. De acordo com os resultados apresentado por CARDOSO et al., (2006) pode-se afirmar que a bacia hidrográfica do rio que foi estudado em seu artigo mostra-se pouco suscetível a enchentes em condições normais de precipitação, ou seja, excluindo-se eventos de intensidades anormais, pelo fato do coeficiente de compacidade

apresentar o valor afastado da unidade do coeficiente entre 1,50 e 1,79.

Segundo ROCHA e KURTZ (2001) onde os coeficientes de rugosidade estão distribuídos em quatro classes, A, B, C, D, respectivamente, para agricultura, pastagens, pastagens/reflorestamento e somente reflorestamento. Nesse sentido, o coeficiente rugosidade apresentado na bacia em estudo tem o valor de 3,70 que está relacionada na faixa da classe A, assim, essa bacia se caracteriza no uso de suas terras para agricultura.

O coeficiente de compacidade maior do que 1 (1,22) e o índice de forma baixo (0,29) permitiram afirmar que a microbacia, em condições normais de precipitação, excluindo-se eventos de intensidades anormais, é susceptível a enchentes. Portanto, os resultados desses parâmetros mostram que a microbacia possui formato circular, tendendo para a forma alongada, elíptica (SANTOS, 2001; ROCHA e SILVA, 2001).

CONCLUSÕES

A bacia hidrográfica do córrego do Barreirinho permitiu classificá-la como de segunda ordem de magnitude.

A análise morfométrica do coeficiente de compacidade e o índice de circularidade permitiu constatar que esta apresenta forma circular ovalada, susceptível a enchentes em condições normais de precipitação.

A configuração topográfica natural do sistema de drenagem apresenta densidade drenagem alta, ocorrendo menor escoamento superficial e relativa infiltração da água das chuvas. Contudo, os resultados da análise morfométrica da microbacia estudada apresenta declividade média da bacia como baixa e relevo plano, sendo apropriada ao cultivo de soja, milho, cana-de-açúcar e trigo evidenciando a colheita mecanizada e favorecendo a conservação do solo.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, A.Q. de. 2007. Influência do desmatamento na disponibilidade hídrica da bacia hidrográfica do Corrego do Galo, Domingos Martins, ES. Dissertação (Mestre em Engenharia Ambiental) Espírito Santo – Brasil Julho –2007 Programa de Pós-Graduação Em Engenharia Ambiental – Centro Tecnológico - Universidade Federal do Espírito Santo, Vitoria, ES, 2007.

CARDOSO, C. A.; DIAS, H. C. T.; SOARES, C. P. B.; MARTINS, S. V. Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio Debossan, Nova Friburgo, RJ. Revista *Árvore*, v.30, n.2, p.241-248, 2006.

CHRISTOFOLETTI, A. Análise morfométrica de bacias hidrográficas. *Notícia Geomorfológica*, n. 18, p. 35-64, 1969.

CHRISTOFOLETTI, A. *Geomorfologia*. São Paulo: ed. Edgard Blucher, 1974. 149p.

CHRISTOFOLETTI, A. Geomorfologia. 2. ed. São Paulo: ed. Edgard Blucher, 1980. 188 p.

FONTES, M.P., OLIVEIRA, A.S., SANTOS, D.E., CONCEIÇÃO, J.A., PINTO, L.A., LISBOA, V.A.C., MELLO JÚNIOR, A.V. Análise comparativa das características de duas sub-bacias de Sergipe com uso de técnicas de geoprocessamento. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOPROCESSAMENTO E SENSORIAMENTO REMOTO, 5, 2008. Anais... Aracajú: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, 2011. p.3947.

GANDOLFI, P.A. 1971. Investigações sedimentológicas, morfométricas e físico-químicas nas bacias do Moji-Guaçu, do Ribeira e do Peixe. Tese (Livre Docência). Departamento de Geologia e Mecânica dos Solos, EESC-USP, São Carlos, SP.

HORTON, R.E. Erosional development of streams and their drainage basin: hydrophysical approach to quantitative morphology. Geological Society of America Bulletin, Colorado, v.56, n.3, p.275-370, 1945.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Cartas do Brasil. Superintendência de Cartografia do Ministério do Planejamento e Coordenação Geral do Brasil. Folha de São Pedro do Turvo, 1973.

LANA, C. E.; ALVES, J. M. P.; CASTRO, P. T. A. Análise morfométrica da bacia do Rio Tanque, MG - Brasil. Revista Escola de Minas, Ouro Preto, vol. 54, n. 2, p. 121-126, 2001.

LEPSCH, I. F.; BELLINAZZI JUNIOR, R.; BERTOLINI, D.; ESPÍNDOLA, C. R. Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso. Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1991. 175p.

NARDINI, R. C.; POLLO, R. A.; CAMPOS, S.; BARROS, Z. X.; CARDOSO, L. G. Análise Morfométrica e Simulação das Áreas de Preservação Permanente de uma Microbacia Hidrográfica. Irriga, Botucatu, v. 18, n. 4, p. 687-699, 2013.

OLIVEIRA, A., FERREIRA, E. 2001. Caracterização de sub-bacias hidrográficas. Lavras: UFLA/FAEPE, 64p. Textos Acadêmicos. Curso de pós-graduação Revista Brasileira de Geografia Física 03 (2010) 112-122.

PIEPADE, G.C.R. Evolução de voçorocas em bacias hidrográficas do município de Botucatu, SP. 1980. 161f. Livre Docência (Tese de Livre Docência) Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1980.

PISSARA, T. C. T.; RODRIGUES, F. M.; POLITANO, W.; GALBIATTI, J. A. Morfometria de microbacias do córrego rico, afluente do rio mogi-guaçu, estado de São Paulo, Brasil. Revista Árvore, v. 34, n. 4, p. 669-677, 2010.

QUEIRÓZ, H.A. Caracterização fisiográfica e de alguns atributos físicos e químicos dos solos da microbacia Jardim Novo Horizonte, em Ilha Solteira, SP. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – UNESP, Ilha Solteira – SP. 61p. Espírito Santo – Brasil Julho –2007 Programa de Pós-Graduação Em Engenharia Ambiental – Centro Tecnológico - Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, ES, 2007.

ROCHA, J.S.M.; KURTZ, S. M. J. M. Manual de Manejo Integrado de bacias Hidrográficas. Santa Maria: Editora da UFSM, 2001, 282p. HORTON, R.E. Erosional development of streams and their drainage basin: hydrophysical approach to quantitative morphology. Geological Society of America Bulletin, Colorado, v.56, n.3, p.275-370, 1945.

ROCHA, J. S. M., SILVA, S.M.J.M. Manual de Manejo Integrado de Bacias Hidrográficas. Santa Maria: UFSM, 2001. 302p.

RODRIGUES, F. M.; PISSARRA, T. C. T.; CAMPOS, S. Caracterização morfométrica da microbacia hidrográfica Córrego da Fazenda Glória, Município de Taquaritinga. Irriga, Botucatu, SP, v. 13, n. 3, p. 310-322, 2008.

SANTOS, A.R. Caracterização morfológica, hidrológica e ambiental da bacia hidrográfica do rio Turvo Sujo, micro-região de Viçosa, MG. 141f. 2001. Tese (Doutorado Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, MG, 2001

SCHUMM, S. A. Evolution of drainage systems and slopes in badlands at Perth Ambory, New Jersey. Bulletin of the Geological Society of America, Colorado, v.67, p.597-646, 1956.

SILVA, A.M.; SCHULZ, H.E.; BARBOSA, C.P.. 2004. Erosão e Hidrossedimentologia em Bacias hidrográficas. São Carlos : RiMa. 141p.

STRAHLER, A.N. 1952. Hypsometric analysis of erosional topography. Geol. Soc. America Bulletin, 63, pp. 1117 -1142.

STRALHER, A. N.. Quantitative analysis of watershed geomorphology. Trans. Am. Geophys. Un., New Haven, v.38, p.913-20, 1957.

TEIXEIRA, A.L.A., MORETTI, E., CRISTOFOLETTI, A. Introdução aos sistemas de informação geográfica. Rio Claro, SP, 1992, 80p.

TONELLO, K.C. DIAS, H. C. T., SOUZA, A. L. de., RIBEIRO, C.A. A.S. R. & LEITE, F.P (2006). Análise hidroambiental da bacia hidrográfica da cachoeira das Pombas, Guanhães, MG. R. Árvore, Viçosa-MG, v.30, n.5, p.849-857, 2006.

VALLE JUNIOR, R. F. Diagnóstico de áreas de risco de erosão e conflito de uso dos solos na bacia do rio Uberaba. 2008. 222 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2008.

VILLELA, S. M; MATTOS, A. Hidrologia aplicada. São Paulo: McGraw- Hill; 1975.

SOBRE OS ORGANIZADORES

MARCELO CAMPOS - Possui graduação em Licenciatura Plena e Bacharelado em Física, respectivamente em 2006 e 2007 pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), onde também concluiu o Mestrado em Física (2009) e Doutorado em Ciências (2013). Realizou Pós-Doutorado na Embrapa Instrumentação, São Carlos-SP em 2014 e atualmente é Professor Doutor na Faculdade de Ciências e Engenharia da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Câmpus de Tupã, desde janeiro de 2015.

SÉRGIO CAMPOS - Possui graduação em Agronomia em 1977 pela Faculdade de Ciências Médicas e Biológicas de Botucatu – FCMBB, atualmente Universidade Estadual Paulista – UNESP, Especialização em 1980 pela Universidade Estadual Paulista/UNESP, mestrado e doutorado em Agronomia pela Faculdade de Ciências Agrônomicas – UNESP – Botucatu, respectivamente em 1985 e 1995, Livre-Docência em 1997 pela Faculdade de Ciências Agrônomicas – UNESP – Botucatu. Atualmente é Professor Titular da Faculdade de Ciências Agrônomicas – UNESP – Botucatu, desde 2010.

AMANDA DOS SANTOS NEGRETI CAMPOS - Possui graduação em Administração de Empresas, em 2009, pelo Centro Universitário Católico Salesiano Auxilium, Campus de Araçatuba/SP. Especialização em MBA Gestão Empresarial, em 2013, pela Universidade Paulista de Araçatuba/SP. Mestrado em Agronegócio e Desenvolvimento, em 2016, pela Universidade Estadual do Estado de São Paulo (UNESP), Faculdade de Ciências e Engenharia, Tupã/SP. Atualmente, é aluna regular de doutorado do Programa de Pós Graduação em Agronegócio e Desenvolvimento, Universidade Estadual do Estado de São Paulo (UNESP), Faculdade de Ciências e Engenharia, Tupã/SP. Atua como coordenadora e professora do curso de Administração de Empresas da Faculdade União Cultural do Estado de São Paulo (UCESP), em Araçatuba/SP.

GEOTECNOLOGIAS APLICADAS EM BACIAS HIDROGRÁFICAS VISANDO A SUA RECUPERAÇÃO AMBIENTAL



GEOTECNOLOGIAS APLICADAS EM BACIAS HIDROGRÁFICAS VISANDO A SUA RECUPERAÇÃO AMBIENTAL

