

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-Não-Derivativos 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



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
-------------------------------------	------------

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

Marcelo Campos

Amanda dos Santos Negreti

Sérgio Campos

RESUMO: A gestão dos recursos hídricos de uma microbacia é de extrema importância e a microbacia é essencial, pois é considerada uma unidade ideal para gerir esses recursos, o que permite o planejamento de conservação, preservação e recuperação hídrica, garantindo para futuras gerações. Esse trabalho analisou as características morfométricas da microbacia do Córrego Independência, pertencente ao município de Tupã (SP), aplicando o geoprocessamento com o uso do Sistema de Informação Geográfica QGIS versão 3.10.4. A microbacia localizada entre as latitudes 50° 29' 09" e 50° 31' 37" W e longitudes 21° 49' 59" e 21° 52' 40" S. A microbacia foi classificada como sendo de 3ª ordem, com relevo suave ondulado e com vocação para pastagem e agricultura, como amendoim e mandioca. O formato da bacia foi considerado ovalado, com mediana susceptibilidade à enchentes e mediana drenagem, sendo propícia também a erosões. Isso indica que na microbacia é necessária práticas de conservação de solos.

PALAVRAS-CHAVE: Sensoriamento remoto,

recursos hídricos, sistema de informação geográfica - QGIS.

THE USE OF GEOPROCESSING FOR THE MORPHOMETRIC CHARACTERIZATION OF THE INDEPENDÊNCIA STREAM MICROBASIN - TUPÃ (SP)

ABSTRACT: The management of water resources in a microbasin is essential. The microbasin is essential because it is considered an ideal unit to manage these resources, allowing planning for conservation, preservation, and water recovery, ensuring future generations. This work analyzed the morphometric characteristics of the Independência stream microbasin, Tupã (SP), applying geoprocessing using the Geographic Information System software QGIS version 3.10.4. The microbasin located between latitudes 50° 29' 09" and 50° 31' 37" W and longitudes 21° 49' 59" and 21° 52' 40" S. The microbasin was classified as a 3rd order watershed, with gently undulating relief and with a vocation for pasture and agriculture, such as peanuts and cassava. Furthermore, the shape of the basin was considered oval, with medium susceptibility to flooding and medium drainage, also prone to erosion. It was pointing to the necessity of soil conservation practices in the microbasin.

KEYWORDS: remote sensing, water resources, geographic information system; QGIS.

INTRODUÇÃO

Para Bueno et al. (2019) as bacias hidrográficas são unidades que apresentam aspectos essenciais para realizar estudos quantitativos e qualitativos da água, bem como a gestão de recursos hídricos, pois compreendem toda a área de captação natural desse recurso proveniente da chuva, proporcionando escoamento superficial para o canal principal.

A gestão de recursos naturais, como o solo, também se faz necessária nas bacias hidrográficas, por exemplo, o seu uso pode ocasionar degradações, como alterações em suas propriedades químicas e físicas, provocando a aceleração dos processos de degradação ambiental. Desse modo, torna-se importante descrever e mapear a variabilidade espacial dessas propriedades, os quais demonstram relevância na determinação de um manejo mais adequado na bacia hidrográfica (LEMOS FILHO; FERREIRA; LYRA, 2017).

Nesse contexto, o estudo morfométrico das microbacias auxilia na compreensão do comportamento de escoamento superficial das águas, pois consiste na caracterização hidrológica e do relevo, permitindo a interpretação da dinâmica do solo e gestão dos recursos hídricos, no que diz respeito à ocupação da área para produção agrícola e/ou assentamentos humanos, bem como, fundamenta ações preventivas quanto à suscetibilidade de inundações e erosões. Dessa forma, os resultados provenientes do estudo morfométrico contribuem no planejamento, gestão e prevenção de riscos ambientais (ALMEIDA, 2017; COSTA; LEITE, 2020).

É nesse sentido que, a gestão de recursos hídricos é relevante no município de Tupã/SP, localizado entre as Bacias Hidrográficas dos Rios Aguapeí e Peixe, em que a sua principal atividade econômica é a produção agrícola, como o cultivo de amendoim e mandioca que, em 2019, se posicionou em 4º lugar no *ranking* produtivo do país e estado, respectivamente (IBGE, 2021). A gestão hídrica também é direcionada às atividades de comércio, indústrias exportadoras, pecuárias e o uso da população do município, sendo ações que requerem planejamento e gestão dos recursos naturais disponíveis (TUPÃ, 2021).

Dessa forma, o presente trabalho objetivou analisar as características morfométricas da microbacia do Córrego Independência, pertencente ao município de Tupã (SP), aplicando o geoprocessamento com o uso do Sistema de Informação Geográfica QGIS versão 3.10.4.

Os softwares presentes na categoria dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG) “permitem espacializar as variáveis que podem interferir no processo de erosão e integrar as respostas no contexto natural e intervencionado pelo homem” (SOUSA; PAULA, 2019, p. 494). Assim, o SIG permite que o pesquisador utilize uma base de dados computadorizada contendo informações de diversas fontes. As informações são espaciais, que são as características naturais, como vegetação, hidrologia, solo, clima, entre outros e aspectos

econômicos, políticos e sociais, apresentando uma divisão temática em subsistemas integrando um SIG. O SIG também permite o cruzamento de dados, por atuar em uma série de operadores espaciais (operações booleanas, algébricas e geométricas), sendo possível relacionar um determinado fenômeno da realidade com a localização espacial selecionada (CAMPOS, et al., 2015; SOUSA; PAULA, 2019; PEREIRA; CABRAL, 2021).

Deste modo, o presente estudo foi dividido em quatro seções, com essa introdução, em que na segunda a metodologia é apresentada, ao especificar o uso do SIG, a terceira os resultados juntamente com as discussões e a conclusão demonstrando os riscos ambientais e aptidões da microbacia estudada.

MATERIAIS E MÉTODOS

A cidade de Tupã ainda está localizada no aquífero Guarani e em relação as unidades hidrográficas de gerenciamento de recursos hídricos (UGRHI), se encontra em duas: UGRHI-20 (Aguapeí) e UGRHI-21 (Peixe). A microbacia do Córrego Independência (figura 1), se encontra somente na UGRHI-20 e possui área de 1101,09 ha (aproximadamente 2 % da área total do município), estando localizada no município de Tupã, entre as latitudes $50^{\circ} 29' 09''$ e $50^{\circ} 31' 37''$ W e longitudes $21^{\circ} 49' 59''$ e $21^{\circ} 52' 40''$ S. O clima predominante no município de Tupã é Mesotérmico de Inverno Seco (Cwa), segundo a classificação do sistema Köppen, com temperatura precipitação média de $24,12^{\circ}\text{C}$ e 112,3 mm, entre 2015 e 2020 (AGRITEMPO, 2021).

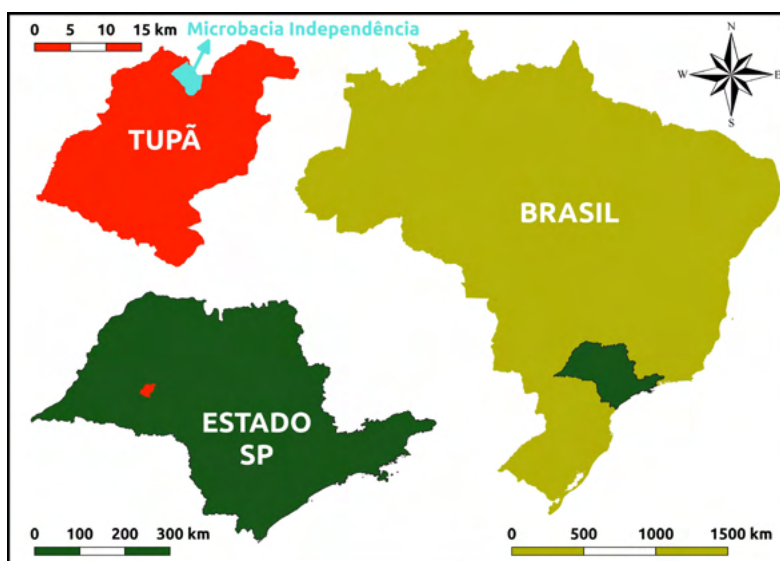


Figura 1. Localização da microbacia do Córrego Independência, na cidade de Tupã-SP.

Fonte: Próprios Autores.

Para o estudo foi necessário utilizar duas cartas planialtimétricas, sendo a a carta de Tupã-SP (SF-22-X-C-IV-4) e Paranso-SP (SF-22-X-C-V-3), onde ambas possuem escala de 1:50.000 e curvas de nível de 20 em 20 metros, editada em 1974 pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Todo o estudo foi realizado no software QGIS (QGIS, 2021), versão 3.10.4-A Coruña, com sistema de referências de coordenadas SIRGAS 2000 e projeção UTM, para zona 22S (EPSG: 31982).

Inicialmente as cartas planialtimétricas foram georreferenciadas utilizando a função “Georreferenciador”, presente no menu “Raster” do QGIS. Posteriormente foi vetorizada as curvas de nível e a rede de drenagem dessas cartas planialtimétricas. Para isso foi utilizando um complemento do QGIS, criado por Mikhail Kondratyev, denominado “Raster Tracer”.

Com a vetorização das curvas de nível, foi indicada as altitudes dessas curvas na tabela de atributos da camada, além disso, nessas tabelas de atributos foi determinada as variáveis dimensionais, como comprimento, perímetro e área, utilizando a função “Calculadora de Campo” presente na tabela de atributos. Foi utilizada para esses cálculos, respectivamente as funções “\$length”, “\$perimeter” e “\$area”, do menu “Geometria”. Demais parâmetros necessários, como comprimento do eixo da bacia, foram utilizada a função “Medir” do QGIS.

Os parâmetros obtidos nesse trabalho podem ser divididos em Dimensionais, do Relevo e de Drenagem. Em relação aos parâmetros obtidos diretamente do software QGIS, foram:

- **Parâmetros Dimensionais:** Área da Bacia (A), Comprimento do Rio Principal (C), Comprimento da Drenagem (Cd), Comprimento das Cotas (Cn), Comprimento do Eixo da Bacia (L) e Distância entre as Curvas de Nível (D).
- **Parâmetros do Relevo:** Altitude Máxima e Mínima (Hmax e Hmin) e Altitude Máxima e Mínima do Rio Principal.
- **Parâmetros de Drenagem:** Hierarquia, segundo à classificação de Strahler (MACHADO; TORRES, 2012), obtendo o número de canais em cada ordem (Ni, onde i é a ordem).

Os demais parâmetros foram obtidos de forma indireta utilizando as equações apresentadas na tabela 1.

Parâmetros do Relevo		
Altitude Média (Hm)	Amplitude Altimétrica (H)	Coefficiente de Rugosidade (CR)
$H_m = \frac{H_{MAX} + H_{MIN}}{2}$	$H = H_{MAX} - H_{MIN}$	$C_r = D_d \cdot D_m$
Declividade Média (Dm)	Fator de Forma (Kf)	Frequência de Rios (FR)
$D_m = \frac{D \cdot C_n}{A}$	$K_f = \frac{A}{L^2}$	$F_r = \frac{\sum N_i}{A}$
Gradiente Altimétrico (G)	Índice de Circularidade (Ic)	Índice de Compacidade (Kc)
$G = \frac{A_{MAX} - A_{MIN}}{C}$	$I_c = \frac{4 \cdot \pi \cdot A}{P^2}$	$K_c = \frac{1}{\sqrt{K_c^2}}$
Índice de Sinuosidade (Meandros) (Si)	Índice de Rugosidade (Ir)	Razão de Textura (T)
	$I_r = D_d \cdot H$	$T = \frac{N_i}{P}$
$I_s = \frac{C}{C'}$ C' é o comprimento do rio em linha reta	Relação de Bifurcação (Rb)	Relação de Relevo (Rr)
	$R_b = \frac{N_N}{N_{N+1}}$	$R_r = \frac{H}{C}$
Parâmetros de Drenagem		
Coeficiente de Manutenção (Cm)	Densidade de Drenagem (Dd)	
$C_m = \frac{1}{D_d}$	$D_d = \frac{C_d}{A}$	
Densidade de Rios (Dr)	Extensão do Percurso Superficial (Eps)	
$D_r = \frac{N}{A}$	$Eps = \frac{1}{2 \cdot D_d} = \frac{D_m}{2}$	

Tabela 1. Equações utilizados para os cálculos de alguns parâmetros morfométricos.

Fonte: Próprios Autores, adaptado de CHRISTOFOLETTI, 1980; COCHEV et al, 2015; FRANÇA, 1968; HORTON, 1932; HORTON, 1945; MACHADO; TORRES, 2012; SMITH, 1950.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

As redes de drenagem e as curvas de nível são apresentadas na figura 2 e os dados obtidos das características físicas da microbacia do Córrego Independência (tabela 2).

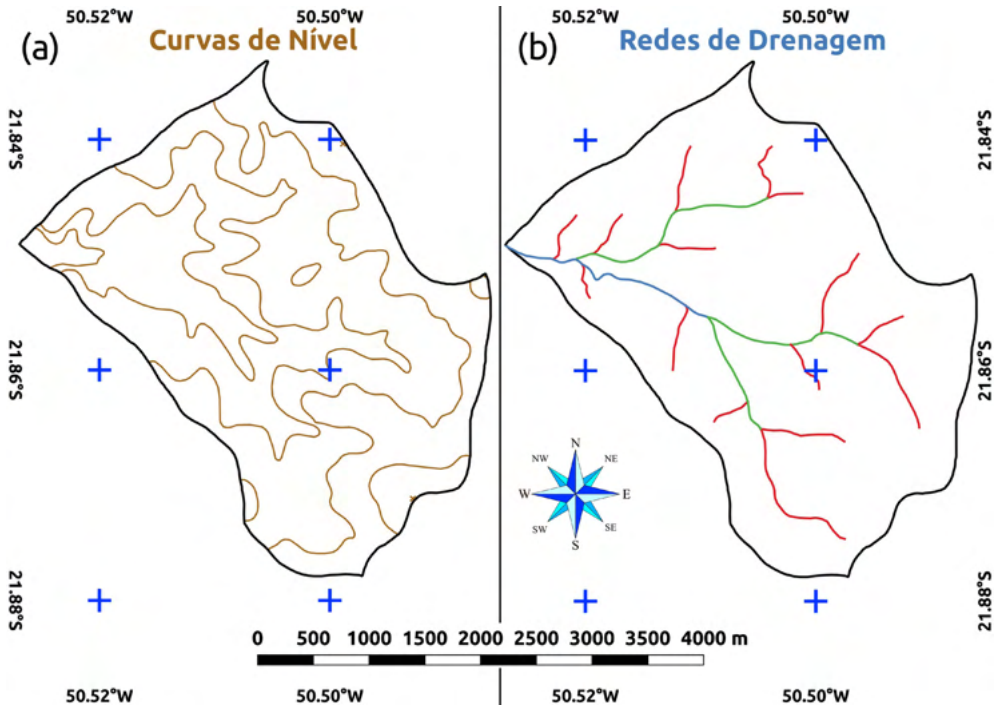


Figura 2. Curvas de nível (a) e redes de drenagem com classificação da hierarquia fluvial (b) da microbacia do Córrego Independência.

Fonte: Próprios Autores.

De acordo com o escoamento global, a microbacia foi classificada como endorreica, em relação ao curso d'água é classificada como perene, e a rede de drenagem é classificada como dendrítico (CHRISTOFOLETTI, 1980). A rede de drenagem mostrou 1 canal de 3ª ordem (12,7 % do comprimento total da rede drenagem), 3 canais de 2ª ordem (28,6 % do comprimento), e 15 canais de 1ª ordem (58,7 % do comprimento). Assim, a rede de drenagem foi classificada como de 3ª ordem, conforme hierarquia proposta de Strahler em 1952 (MACHADO E TORRES, 2012).

A microbacia do Córrego Independência (Tabela 2) possui uma área de 11,01 km² e um perímetro de 14,44 km, sendo que o fluxo de água é dado da direção Sudeste para o Noroeste, e o comprimento do rio principal é de 4,55 km, correspondendo a 27,8 % do comprimento total da rede de drenagem, que é de 16,33 km. O rio principal quando analisada a sinuosidade, obteve um índice (Si), igual a 1,11 ou 11 %, classificando esse rio com um canal reto, pois só é considerado um canal meândrico, se o rio possuir esse índice maior que 50 %.

Analisando a forma da microbacia, que é muito importante, pois com esses dados é possível determinar tempo de concentração, ou seja, o tempo que é necessário para que

toda a água de uma precipitação seja levada até o exutório (CAMPOS et. al., 2015).

O primeiro parâmetro analisado será o fator de forma (Kf), proposto por Horton (1932), indica que valores acima de 0,75 é classificado como sujeito a enchentes (0,50 e 0,75), classificado com tendência medianas e abaixo é classificado como não sujeito à enchentes. Nesse trabalho, o valor obtido foi de 0,52, que é classificado com tendências medianas para enchentes, sendo que o valor está bem próximo do limite para não sujeitos à enchentes, sendo assim, podemos classificar que as probabilidades de enchentes medianas sejam menores. Outro fator importante nesse quesito são os índices de compacidade (Kc) e circularidade (Ic), sendo que um pode ser calculado através do outro, sendo assim são ligados entre si. Portanto analisaremos o índice de compacidade (Kc), onde valores próximos a 1,00 até 1,25, a bacia tem o formato circular, e tem alta propensão à grandes enchentes, valores entre 1,25 e 1,50 a tendência é mediana a enchentes, e valores acima de 1,50, a bacia tem um formato mais ovalado e sendo assim, não é propensa à grandes enchentes. No caso desse trabalho o valor do índice de circularidade foi de 0,66 e do índice de compacidade foi de 1,23, ou seja indicando alta propensão à grandes enchentes para mediana, já que está quase no limite entre as duas. Isso é importante para a região de Tupã, devido ao fato de haver chuvas concentradas, com precipitações acima de 20 mm/h no meses considerados mais chuvosos, dezembro à março (CIIAGRO, 2020). Quando combinado todos esses valores, é possível considerar que a microbacia do Córrego Independência é classificado com tendências medianas para enchentes e de formato ovada (CURY et al, 2019).

Parâmetros Dimensionais da Microbacia do Córrego Independência	
Área (A)	11,01 km ²
Comprimento do Rio Principal (Cp)	4,55 km
Comprimento da Drenagem (Cd)	16,33 km
Comprimento das Cotas (Cn)	33,69 km
Perímetro (P)	14,44 km
Parâmetros do Relevo da Microbacia do Córrego Independência	
Altitude Máxima (Hmax)	474 m
Altitude Máxima do Rio Principal	440 m
Altitude Média (Hm)	427 m
Altitude Mínima (Hmin)	380 m
Altitude Mínima do Rio Principal	380 m
Amplitude Altimétrica (H)	94 m
Coefficiente de Rugosidade (Cr)	0,096 km/km ²
Declividade Média (Dm)	6,48 %
Fator de Forma (Kf)	0,52

Frequência de Rios (Fr)	1,73 cursos d'água/km ²
Gradiente Altimétrico (G)	1,32 %
Índice de Circularidade (Ic)	0,66
Índice de Compacidade (Kc)	1,23
Índice de Sinuosidade (Meandros) (Si)	1,11 (11 %)
Índice de Rugosidade (Ir)	0,14
Razão de Textura (T)	1,32
Relação de Bifurcação (Rb)	5 (Ordem 1/2)
	3 (Ordem 2/3)
Relação de Relevo (Rr)	20,68 m/km
Padrões de Drenagem da Microbacia do Córrego Independência	
Coeficiente de Manutenção (Cm)	0,67 km ² /km
Densidade de Drenagem (Dd)	1,48 km/km ²
Densidade de Rios (Dr)	1,73 canais/km ²
Extensão do Percurso Superficial (Eps)	337,10 m
Ordem da Microbacia (W)	3

Tabela 2. Características físicas da microbacia Córrego Independência.

Fonte: Próprios Autores.

Com essa tendência mediana, é importante o estudo do relevo da microbacia, que foi obtido pela carta planialtimétrica, onde as cotas são de 20 e 20 m. A extensão total das cotas dessa bacia foi de 33,69 km, e a declividade média da microbacia foi de 6,48 %, que pelo classificação da Embrapa (tabela 3), pode ser classificada o relevo como suave ondulado. Praticamente três quartos da bacia é composto por Argissolos Vermelho-Amarelos e o restante por Latossolos Vermelhos. A região que compreende os Latossolos, também são classificados como Distrófico, o que quer dizer que são solos com baixa fertilidade, sendo propícios ao uso como pastagem e para produção de grãos, que é o caso de Tupã, com cultura predominante de amendoim e também de pastagem. A região que é composta pelo Argissolo, já são classificada como solo Eutrófico, sendo assim, tem alta fertilidade. O argissolo em relevo suave ondulado podem ser utilizados para diversas culturas, entre elas o amendoim e o cultivo de mandioca, que é outra cultura que está crescendo em Tupã, além de serem aptas a pastagem. Devido a ser classificado com relevo suave ondulado é os tipos de solo, eles necessitam de correções no solo, como por exemplo adubação e calagem, para melhorar a prática no mesmo, assim como também deve ser preocupar com práticas de conservação de solos, devido à grande suscetibilidade à erosão (EMBRAPA, 2021), somado com a classificação da forma, que indicou tendências medianas à enchentes.

Declividade Média (Dm)	Classificação
Até 3 %	Plano
Entre 3 a 8 %	Suave ondulado
Entre 8 e 20 %	Ondulado
Entre 20 e 45 %	Forte Ondulado
Entre 45 e 75 %	Montanhoso
Acima de 75 %	Escarpado

Tabela 3. Classificação da declividade Média (Dm).

Fonte: Adaptado de EMBRAPA (1979).

O índice e o coeficiente de rugosidade (Ir e Cr) foram de 0,14 (ou 14 %) e 0,096 km/km², respectivamente. Eram valores previsíveis, devido ao fato das amplitude altimétrica ser baixa, de apenas 94 m. Esse valor indica que a bacia tem potencial para uso como pastagem (CURY et al, 2019) Esses dados corroboram com a relação de relevo, que indica o desnível entre a cabeceira e o exultório, que foi de 20,68 m de rios por km de relevo. Devido a esse valor baixo, é baixa a velocidade de escoamentos, e propicia à erosões. Em relação a textura do solo, foi determinado o valor de 1,32 para a razão de textura, classificando o solo com de textura grosseria (FRANÇA, 1968).

Analisando a drenagem da microbacia, a mesma possui 1,73 cursos d'água/km² quando analisada todos os cursos de água, quando é só analisada as nascentes, esse valor é de 1,36 cursos d'água de 1ª ordem/km². A densidade de drenagem (1,48 km/km²) foi classificada como a drenagem mediana (BELTRAME, 1994), conforme mostra a tabela 4, corroborando com os dados já apresentados. Quando é analisada a distância média percorrida pela água até chegar ao leito do rio, que foi de 337 m. O coeficiente de manutenção da microbacia foi de 0,67 km²/km, ou seja, é necessário 0,67 km² de área da microbacia, para manter ativo 1 km de canal fluvial. Esse dado é importante para pensar no balanço hidrodinâmico da microbacia.

Dd (km/km²)	Classificação
Menor que 0,50	Baixa
0,50 a 2,00	Mediana
2,01 a 3,50	Alta
Maior que 3,50	Muito Alta

Tabela 4. Parâmetros para classificar a rede de drenagem.

Fonte: BELTRAME, 1994.

CONCLUSÃO

A gestão dos recursos hídricos de uma microbacia é de extrema importância, servindo para estudos e planejamentos futuros. Sendo assim, saber o seu atual cenário é necessário, e nesse quesito o estudo das características morfométricas tem grande apelo. Esse trabalho estudou essas características da microbacia Córrego Independência, pertencente ao município de Tupã – SP. Esse estudo foi realizado com o uso do sensoriamento, que se mostrou muito eficaz. Os resultados demonstraram que o relevo é suave ondulado e a microbacia foi classificada com ovalada e com mediana drenagem. Esses dados mostraram que a microbacia é propícia e enchentes medianas, e devido a baixa drenagem, propícia também a erosões, sendo necessária práticas de conservação de solos. Em relação à vocação do solo, foi classificada principalmente para pastagens, mas também para algumas culturas, como amendoim e mandioca, que são atualmente as maiores utilizações dos solos de Tupã.

REFERÊNCIAS

AGRITEMPO – Sistema de Monitoramento Agrometeorológico. **Estatísticas 2015 a 2020, 2021**. Disponível em: <http://www.agritempo.gov.br/agritempo/jsp/Estatisticas/index.jsp?siglaUF=SP>. Acesso em: 25 mar. 2021.

ALMEIDA, R.A.; ROSA, D.R.Q.; FERREIRA, R.G.; DELAZARI, F.T.; ALMEIDA, I.A. Nota técnica: análise morfométrica de uma sub-bacia do Rio Piracicaba (MG) utilizando Sistemas de Informação Geográfica. **Revista Engenharia na Agricultura**, v. 25, n. 4, 2017.

BELTRAME, Ângela da Veiga. **Diagnóstico do meio físico de bacias hidrográficas: modelo e aplicação**. Florianópolis: Ed. da UFSC, 1994.

BUENO, G.E.S.; PONCIANO, I.M.; FERRI, K.C.F.; DE PAULA, C.R.; PINHEIRO, R.H.O.; PESSUTI, F.; PELAZZA, B.B.; FERRI, L.P. A qualidade da água na microbacia hidrográfica do ribeirão Santo Antônio para o abastecimento humano no município de Iporá (GO). **Itinerarius Refleções**, v. 15, n.3, 2019.

CAMPOS, Sérgio; UZÓ, Maurílio; CAMPOS, Marcelo; PISSARRA, Teresa Cristina Tarlé; RODRIGUES, Bruno Timóteo. Caracterização morfométrica da microbacia do rio BAURU/SP obtida por técnicas de geoprocessamento. **InterEspaço: Revista de Geografia e Interdisciplinaridade**, v. 1, n. 3, p. 222–234, 2015.

CHRISTOFOLETTI, Antonio. **Geomorfologia**. Edição: 2. [S. l.]: Blucher, 1980.

CIIAGRO. CIIAGRO On Line - Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas. 2020. Disponível em: <http://www.ciiagro.sp.gov.br/ciiagroonline/>. Acesso em: 14 jun. 2020.

COCHEV, Jakeline Santos; NEVES, Sandra Mara Alves da Silva; SILVA, Edgley Pereira da; SILVA, Aguinaldo; NEVES, Ronaldo José. Análise fisiográfica e do uso da terra em microbacias com produção olerícola no município de Alta Floresta/MT. **ACTA GEOGRÁFICA**, v. 9, n. 20, p. 55–71, 4 set. 2015.

COSTA, E. S.; LEITE, E. F. Análise da morfometria areal da bacia hidrográfica do rio Nioaque/MS. **Revista Pantaneira**, v. 18, n. esp., 2020.

CURY, D.; C.; LIMA, A. A.; BARROS, A. C.; SOUZA, T. L.; CAMPOS, S. Caracterização morfométrica da microbacia hidrográfica Córrego Água do Brejão – Anhembi, SP. **Energia na Agricultura**, v. 34, n. 1, p. 113-123, 2019.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. SERVIÇO NACIONAL DE LEVANTAMENTO E CONSERVAÇÃO DE SOLOS. **Súmula da X reunião técnica de levantamento de solos**. Rio de Janeiro: EMBRAPA-SNLCS, 1979(EMBRAPA-SNLCS. Serie Miscelania, 1).

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Argissolos**. Disponível em: http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/bioma_caatinga/arvore/CONT000g5twggzi02wx5ok01edq5sp172540.html. Acesso em: 25 mar. 2021.

FRANÇA, G. V. de. **Fotointerpretação de bacias e de redes de drenagem de três séries de solos da Fazenda Ipanema Município de Aracoiaba da Serra (S.P.)**. 1968. 92 f. Doutorado – USP-ESALQ, Piracicaba, 1968.

HORTON, Robert E. Drainage-basin characteristics. **Eos, Transactions American Geophysical Union**, v. 13, n. 1, p. 350–361, 1932.

HORTON, Robert E. EROSIONAL DEVELOPMENT OF STREAMS AND THEIR DRAINAGE BASINS; HYDROPHYSICAL APPROACH TO QUANTITATIVE MORPHOLOGY. **GSA Bulletin**, v. 56, n. 3, p. 275–370, 1 mar. 1945.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/tupa/pesquisa/14/10193?tipo=ranking>>. Acesso em: 10 abr. 2021.

LEMONS FILHO, L.C.A.; FERREIRA, L.L.N.; LYRA, D.L. Variabilidade espacial de atributos do solo indicadores de degradação ambiental em microbacia hidrográfica. **Revista Agro@ambiente On-line**, v. 11, n. 1, 2017. DOI: 10.18227/1982-8470ragro.v11i1. 3413.

MACHADO, Pedro; TORRES, Fillipe. **Introdução à hidrogeografia**. Edição: 1. São Paulo: Cengage Learning, 2012.

PEREIRA, M.D.R.; CABRAL, J.B.P. Perda de solo no alto curso das bacias hidrográficas dos ribeirões Taquaruçu Grande e Taquaruçuzinho, Palmas (TO). **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.14, n.1, 2021.

QGIS. **Sistema de Informação Geográfica**. Versão 3.12.2-Bucuresti, 1 maio 2020. Disponível em: <https://qgis.org>. Acesso em 20 julho 2020.

SMITH, K. G. Standards for grading texture of erosional topography. **American Journal of Science**, v. 248, n. 9, p. 655–668, 1 set. 1950.

SOUSA, F.R.C., PAULA, D.P. Análise de perda do solo por erosão na bacia hidrográfica do Rio Coreaú (Ceará-Brasil). **Rev. Bras. Geomorfol.**, v. 20, n. 3, 2019.

TUPÃ. **Cidade de Tupã**. Disponível em: <<https://www.tupa.sp.gov.br/>>. Acesso em: 10 de abr. de 2021.

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

