

# 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<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> 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<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> 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<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> 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<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> 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](http://www.atenaeditora.com.br)  
[contato@atenaeditora.com.br](mailto: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>

<b>SOBRE OS ORGANIZADORES .....</b>	<b>126</b>
-------------------------------------	------------

## 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**

**RESUMO:** Este trabalho objetivou a aplicação de geoprocessamento na caracterização morfométrica da microbacia do Córrego da Forquilha – Conchal / SP através do Sistema de Informações Geográficas IDRISI Selva e software CartaLinx. A microbacia apresenta uma área de 632,50 ha e está localizada entre os paralelos 22° 19' 07" e 22° 20' 41" de latitude S e 47° 10' 47" e 47° 14' 11" de longitude W Greenwich. A base cartográfica utilizada foi a carta planialtimétrica de Conchal / SP, em escala 1:50000 (IBGE, 1974) na extração das curvas de nível, da hidrografia e da topografia, e posteriormente em ambiente de Sistema de Informações Geográficas IDRISI Selva para determinação dos índices morfométricos. Os resultados demonstram que a microbacia possui baixa densidade de drenagem, com formato entre redondo e ovalado e com tendência mediana a enchentes. A pouca declividade classifica o relevo como plano ondulado, com aptidão para

agricultura (classe A), com solos permeáveis. A sinuosidade é moderada e a bacia apresenta pequena vazão.

**PALAVRAS-CHAVE:** Geoprocessamento. Microbacia. Morfometria.

### MORPHOMETRIC STUDY FORQUILHA STREAM BASIN, CONCHAL / SP: ASPECTS OF RELIEF AND DRAINAGE

**ABSTRACT:** This work aimed at the geoprocessing application in the morphometric characterization of Forquilha Stream Watershed – Conchal / SP through the Geographical Information System IDRISI Selva and software CartaLinx. The watershed has an area of 632.50 ha and it ranges from 22° 19' 07" S to 22° 20' 41" S and 47° 10' 47" W to 47° 14' 11" W. The cartographic base used was the planialtimetric letter of Conchal / SP, in scale 1:50000 (IBGE 1974) in the extraction of the level curves, the hydrography and the topography, and later on Geographical Information System IDRISI Selva environment to determine the morphometric indices. Results demonstrate that the watershed has low drainage density, with format of round, oval and median tendency to flood. The small declivity classifies the relief as wavy plan, with suitability for agriculture (class A), and permeable soils. The sinuosity is moderate and the basin has little flow.

**KEYWORDS:** Geoprocessing. Watershed. Morphometric.

## INTRODUÇÃO

Conceitualmente, a bacia hidrográfica tem sido utilizada como unidade de gestão da paisagem nas áreas relacionadas ao planejamento ambiental, especialmente na gestão dos recursos hídricos. Pires et al. (2005) destacam que o conceito tem sido ampliado ao longo dos anos, sendo a bacia hidrográfica compreendida como um sistema biofísico complexo, que evidencia sistemas hidrológicos e ecológicos coesos. A água é o ponto de convergência de um sistema ambiental de múltiplas relações estabelecidas entre os diversos componentes físicos, bióticos e antrópicos.

A delimitação de uma bacia hidrográfica é um dos primeiros e mais comuns procedimentos executados em análises hidrológicas ou ambientais (CARDOSO et al., 2006). Seus elementos principais são a água, o solo, as espécies vegetais e animais, os quais coexistem em uma interação permanente e dinâmica, de forma que as interferências naturais (intemperismo e modelagem da paisagem) e antrópicas (uso e cobertura da terra) os afetam como um todo. Todas as áreas urbanas, industriais ou rurais compõem uma bacia hidrográfica, ou seja, tudo o que estiver dentro dos divisores de águas, que são os pontos mais altos determinantes do limite da bacia hidrográfica fazem parte desta.

Diversas áreas, como margens dos recursos hídricos e nascentes dos mananciais, não têm sido devidamente respeitadas, devido ao uso inadequado dos recursos naturais. Esses recursos foram intensamente reduzidos na maioria das Áreas de Preservação Permanente (APPs), em muitos casos, pelo desconhecimento da população e pela incorreta interpretação do Código Florestal Brasileiro. O planejamento adequado da terra deve ser realizado constantemente para que a degradação não ocorra ou, ao menos, seja diminuída nessas áreas de APPs.

O uso adequado dos recursos naturais exige estudos aprofundados para que sejam compreendidos os possíveis impactos provocados pela ação antrópica. (QUEIRÓZ, 2007).

A caracterização de variáveis morfométricas de bacias hidrográficas é uma análise representativa e investigativa do comportamento do relevo, abrangendo assim diversos parâmetros, sendo que alguns envolvem a hidrografia, relevo e outros, indicando se a bacia é susceptível ou não à erosão.

Na morfometria, são estabelecidas as relações entre os parâmetros mensuráveis de uma bacia hidrográfica e os seus condicionantes, através de índices numéricos que classificam a rede de drenagem. Tais índices numéricos são de fundamental importância na caracterização das potencialidades das áreas de uso de uma bacia hidrográfica, permitindo o seu manejo adequado com diagnósticos e análises de riscos de degradação dos recursos ambientais.

O estudo morfométrico da bacia do Córrego da Forquilha, Conchal / SP, é essencial para elaboração e implantação de futuros projetos agroambientais regionais, uma vez que

os resultados darão maior compreensão do escoamento superficial desta bacia hidrográfica. Com a adequada avaliação dos recursos hídricos e utilizando o monitoramento dos dados relativos à microbacia, pode-se propor uma adequação da ocupação do solo em relação ao seu potencial e de suas limitações, tornando possível um manejo racional e equilibrado com a natureza, conquistando assim a sustentabilidade.

Segundo Ferreira (1997), os Sistemas de Informações Geográficas podem ser considerados um instrumento para mapear e indicar respostas às várias questões sobre planejamento urbano e regional, meio rural e levantamento dos recursos renováveis, descrevendo os mecanismos das mudanças que operam no meio ambiente e auxiliando o planejamento e manejo dos recursos naturais de regiões específicas. O IDRISI é um programa SIG, ou seja, um sistema de informação geográfica, que possui a função de processar, armazenar e gerenciar informações de imagens com dados de localização espacial. Uma das mais recentes atualizações do IDRISI, a versão Selva, lançada em 2012, trouxe ferramentas modernas para o software, deixando o seu manuseio mais simples e eficaz.

O presente trabalho teve como objetivo a caracterização morfométrica da bacia do Córrego da Forquilha, Conchal / SP, em ambiente do Sistema de Informações Geográficas IDRISI Selva e do software CartaLinx, visando ao planejamento e ao manejo integrado dos recursos hídricos da área.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

A bacia hidrográfica do Córrego da Forquilha está localizada no município de Conchal / SP, entre as coordenadas 22° 19' 07" e 22° 20' 41" de latitude S e 47° 10' 47" e 47° 14' 11" de longitude W Gr, apresentando uma área total de 632,50 hectares.

O clima predominante do município, classificado segundo o sistema Köppen é do tipo Cwa – clima subtropical úmido com invernos secos e verões quentes, em que a temperatura do mês mais frio é inferior a 18°C e do mês mais quente ultrapassa os 22°C, sendo a temperatura média de 20,3°C e a pluviosidade média anual de 1300 mm.

Na caracterização morfométrica da área, foi utilizada a carta planialtimétrica do IBGE (1974), em escala 1:50000, folha Conchal SF-23-Y-A-II-4, com curvas de nível de 20 em 20 metros, para extração da rede de drenagem e da planialtimetria.

O software CartaLinx foi utilizado no georreferenciamento da bacia e para a realização das análises morfométricas e obtenção dos dados necessários como comprimento da rede de drenagem (Cr), comprimento do curso principal (CP), do perímetro (P) e da área (A) da bacia.

O SIG IDRISI Selva foi utilizado na vetorização das curvas de nível, do divisor de água, da rede de drenagem e nascentes.

A rede de drenagem da bacia do Córrego da Forquilha, Conchal / SP, foi sobreposta no SIG IDRISI Selva, que calculou o comprimento total da drenagem. Para a caracterização e composição da rede de drenagem foram analisados os seguintes parâmetros: densidade de drenagem (Dd), declividade média (H), coeficiente de rugosidade (RN), índice de circularidade (Ic), índice de forma (IF), coeficiente de compacidade (Kc), extensão de percurso superficial (EPS), gradiente de canais (GC), índice de sinuosidade (IS), razão de relevo (Rr), frequência de rios (Fr) e coeficiente de manutenção (Cm).

A Equação 1 apresenta o cálculo da Densidade de Drenagem (Dd), conforme proposto por França (1968):

$$Dd = Cr/A \quad (1)$$

Onde:

Dd = Densidade de drenagem (Km/Km<sup>2</sup>);

Cr = Comprimento da rede de drenagem (Km);

A = Área da bacia hidrográfica (Km<sup>2</sup>), que foi obtida através do SIG IDRISI Selva.

Densidade de drenagem (Km/Km <sup>2</sup> )	Classificação
< 1,5	Baixa
1,5 a 2,5	Média
> 2,5	Alta

Tabela 1. Intervalo de valores para densidade de drenagem e respectiva classificação.

A Equação 2 apresenta o cálculo da Declividade Média (H), conforme proposto por Mota (1981):

$$H = D.L/A$$

Onde:

H = Declividade média da bacia hidrográfica (%);

D = Eqüidistância vertical das curvas de nível (Km);

L = Comprimento total das curvas de nível da bacia hidrográfica (Km);

A = Área da bacia hidrográfica (Km<sup>2</sup>).

Valor do RN	Classe do RN	Coefficiente de rugosidade (RN)
1,09 até 10,63	A	Agricultura
10,64 até 20,18	B	Pastagem
20,19 até 29,73	C	Pastagem / Florestamento
29,74 até 39,28	D	Florestamento

Tabela 2. Classes de declive segundo o relevo (Deamo, 2009).

A Equação 4 apresenta o cálculo do Índice de Circularidade (Ic), conforme proposto por Christofolletti (1980):

$$Ic = 4 \cdot \pi \cdot A / P^2 \quad (4)$$

Onde:

Ic = Índice de circularidade (adimensional);

A = Área da bacia hidrográfica (ha ou km<sup>2</sup>);

P = Perímetro bacia hidrográfica (km); = Coeficiente de rugosidade (Adimensional).

Índice de forma (IF)	Índice de circularidade (Ic)	Formato da bacia	Tendência a enchente
> 0,75	1,00 – 0,80	Circular	Alta
0,75 – 0,50	0,80 – 0,60	Ovalada	Média
0,50 – 0,30	0,60 – 0,40	Oblonga	Baixa
< 0,30	< 0,40	Comprida	Tendência à conservação

Tabela 4. Intervalo de valores para interpretação dos resultados quanto aos índices de forma (IF) e de circularidade (Ic). Adaptado por Villela e Mattos, 1975.

A Equação 5 apresenta o cálculo do Índice de Forma (IF), conforme proposto por Villela e Mattos (1975):

$$IF = A / L^2 \quad (5)$$

Onde:

IF = Índice de forma (adimensional);

A = Área da bacia hidrográfica (ha);

L = Comprimento do eixo da bacia (Km).

A Equação 6 apresenta o cálculo do Coeficiente de Compacidade (Kc), conforme proposto por Villela e Mattos (1975):

$$K_c = 0,28.P (6)$$

Onde:

$K_c$  = Coeficiente de compacidade (adimensional);

$P$  = Perímetro da bacia hidrográfica (Km);

$A$  = Área da bacia hidrográfica (Km<sup>2</sup>).

Coeficiente de compacidade ( $K_c$ )	Formato da bacia
1 – 1,25	Redondas ovaladas
1,25 – 1,50	Ovaladas
1,5 – 1,70	Oblongas

Tabela 5. Intervalo de valores para interpretação dos resultados do Coeficiente de Compacidade ( $K_c$ ).

A Equação 7 apresenta o cálculo da Extensão do Percurso Superficial (EPS), conforme proposto por Horton (1945):

$$EPS = (1/2.Dd).1000 (7)$$

Onde:

EPS= Extensão de Percurso Superficial (m);

$Dd$  = Densidade de Drenagem (Km/Km<sup>2</sup>).

A Equação 8 apresenta o cálculo dos Gradientes de Canais (GC), conforme proposto por Freitas (1952):

$$GC = H_{\text{máx}}/L (8)$$

Onde:

GC= Gradiente de canais (%);

$H_{\text{máx}}$  = Altitude Máxima (Km);

$L$  = Comprimento do Canal Principal (Km).

A Equação 9 apresenta o cálculo do Índice de Sinuosidade (IS), conforme proposto por Freitas (1952):

$$IS = L/LV (9)$$

Onde:

IS= Índice de Sinuosidade (Adimensional);

L = Comprimento do canal principal (Km);

LV = Comprimento vetorial do canal principal (Km).

A Equação 10 apresenta o cálculo da Razão de Relevo (Rr), conforme proposto por Schumm (1956):

$$Rr = Hm/L \quad (10)$$

Onde:

Rr= Razão do Relevo (Km/Km)

Hm= Amplitude Altimétrica Máxima (Km);

L= Comprimento do canal principal (Km).

A Equação 11 apresenta o cálculo da Frequência de Rios (Fr), conforme proposto por Horton (1945):

$$Fr = Nt/A \quad (11)$$

Onde:

Fr = Frequência de rios (Adimensional);

Nt = Número de rios (quantidade);

A = Área da bacia (Km<sup>2</sup>).

A Equação 12 apresenta o cálculo do Coeficiente de Manutenção (Cm): área que a bacia deve ter para manter perene cada metro de canal de drenagem

$$Cm = (1/Dd) \times 1000 \quad (12)$$

Onde:

Cm= Coeficiente de manutenção (Km/Km<sup>2</sup>);

Dd= Densidade de Drenagem (Km/Km<sup>2</sup>).

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

A análise dos resultados (Tabel 6) obtidos para a bacia hidrográfica do Córrego da Forquilha, com base na análise morfométrica, mostra que a área da bacia é de 6,32 km<sup>2</sup> (632 ha). O comprimento total da rede drenagem é de 6,28 Km, com poucos canais de drenagem, num córrego de 2ª ordem e, segundo França (1968), com baixa densidade de drenagem.

Para Villela e Mattos (1975), com o coeficiente de compacidade de 1,20 e índice de circularidade de 0,68, o formato da bacia é caracterizado como redondo para ovalado; significa que têm maiores possibilidades de chuvas intensas ocorrerem simultaneamente

em toda sua extensão e que possui tendência mediana a enchentes.

A declividade média da microbacia, da ordem de 8,60, permitiu classificá-la com relevo plano ondulado (Chiarini e Donzelli, 1973), apropriada para o uso de pastagens, culturas anuais, podendo ser também exploradas com culturas perenes, que protegem o solo (café, laranja, cana-de-açúcar, leguminosas como forma de adubação verde, etc.) e o coeficiente de rugosidade de 8,54, apresenta aptidão para agricultura (classe A) (Deamo, 2009). Pelo fato da área possuir um relevo plano e solos férteis, a agricultura pode ser mecanizada.

Características físicas	Unidades	Resultados
Parâmetros dimensionais da microbacia		
Área (A)	Km <sup>2</sup>	6,32
Perímetro (P)	Km	10,80
Comprimento do Rio Principal (C)	Km	5,80
Maior Largura (L)	Km	2,40
Comprimento da Rede de Drenagem Total (Cr)	Km	6,28
Comprimento Axial (LV)	Km	5,00
Comprimento das Curvas de Nível (Cn)	Km	27,29
Características do relevo		
Coefficiente de Compacidade (Kc)	---	1,20
Índice de Forma (IF)	---	0,19
Índice de Circularidade (Ic)	---	0,68
Declividade Média (D)	%	8,60
Altitude Média (Hm)	m	630
Maior Altitude (MA)	m	680
Menor Altitude (mA)	m	580
Amplitude Altimétrica (H)	m	100
Coefficiente de Rugosidade (RN)	---	8,54
Padrões de drenagem da microbacia		
Ordem da Bacia (W)	---	2 <sup>a</sup>
Densidade de Drenagem (Dd)	Km/Km <sup>2</sup>	0,99
Coefficiente de Manutenção (Cm)	Km/Km <sup>2</sup>	1,01
Extensão do Percurso Superficial (EPS)	m	496,50
Gradiente de Canais (Gc)	%	0,12
Índice de Sinuosidade (Is)	---	1,16
Frequência de Rios (Fr)	---	0,63
Razão de Relevo (Rr)	Km/Km	0,017

Tabela 6. Características morfométricas da microbacia do Córrego da Forquilha, Conchal – SP.

A microbacia do Córrego da Forquilha apresenta 0,63 segmentos de rios a cada Km<sup>2</sup>

da área (frequência de rios). A razão de relevo é baixa, com apenas 0,017 Km de rios por Km de relevo, mostrando que a bacia apresenta pouca declividade geral e pequena vazão.

O valor médio da extensão do percurso superficial mostra que a água percorre 496,50 m em escoamento normal e juntamente com o coeficiente de manutenção de 1,01 Km/Km<sup>2</sup>, indicam existência de solos permeáveis e diminuição na velocidade de escoamento superficial.

A diferença de cotas altimétricas na área de 100 m, sendo considerada baixa, resultando em baixa declividade.

A sinuosidade, um dos fatores controladores da velocidade de escoamento do canal, segundo Freitas (1952), valores < 1,00 indicam canais retilíneos e valores > 2,00, canais sinuosos, ou seja, o Córrego da Forquilha apresenta uma sinuosidade moderada (1,16).

A bacia apresenta 27,29 Km de curvas de nível (Cn), sendo o Cn um reflexo da declividade, conclui-se que a bacia possui pouca declividade.

## CONCLUSÕES

A velocidade do escoamento da água é reduzida pelo relevo plano ondulado que a área da bacia apresenta e aos bons solos que a compõem.

O fator de forma e a densidade de drenagem, classificados como baixo, permitem inferir que o solo tem alta permeabilidade, alta taxa de infiltração e baixo escoamento de água.

Dados obtidos pelo coeficiente de rugosidade classificaram a bacia com vocação para a Agricultura (Classe A), apropriada para o uso de pastagens, culturas anuais, podendo ser também exploradas com culturas perenes, que protegem o solo.

Os resultados encontrados concluíram que os estudos morfométricos podem servir como base para o planejamento e a gestão de futuros trabalhos.

## REFERÊNCIAS

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.

CHIARINI, J.J.; DONZELLI, P.L. Levantamento por fotointerpretação das classes de capacidade de uso das terras do Estado de São Paulo. Bol. Tec. Inst. Agrônomo, Campinas, n.3, p.1-29, 1973.

CHRISTOFOLETTI, A. Geomorfologia. 2. Ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1980.

DEAMO, J.C.M.; VALLE JUNIOR, R.F. do; VIEIRA, D.M.S.; VIEIRA, T.A.; COUTO, R.G.C. Diagnóstico Físico-Conservacionista da microbacia dos córregos Pindaíba, Marimbondo e Tenda, Uberlândia-MG. In: II Seminário Iniciação Científica – IFTM, Uberaba, MG, 2009. Anais...Uberaba: IFTM, 2009.

FERREIRA, C. C. M. Zoneamento agroclimático para implantação de sistemas agroflorestais com eucaliptos em Minas Gerais. Universidade Federal de Viçosa, 1997, 158p.

FRANÇA, G. V. Interpretação de bacias e redes de drenagem aplicados a solos da região de Piracicaba (SP). 1968. 151p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” Universidade de São Paulo, Piracicaba / SP. 1968.

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

HORTON, R. E. Erosional development of streams and their drainage basin: hydrophysical approach to quantitative morphology. Boletim da Sociedade Geológica da América, v.56, n.3, p.275-370, 1945.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Carta topográfica: Conchal (SF-23-Y-A-II-4). Serviço gráfico do IBGE, 1974. Escala 1:50000.

MOTA, S. Planejamento urbano e preservação ambiental. Fortaleza: Edições UFC, 1981.

PIRES, J. S. R.; SANTOS, J. E.; DEL PRETTE, M. E. A utilização do conceito de Bacia Hidrográfica para a conservação dos recursos naturais. Conceitos de Bacias Hidrográficas: teorias e aplicações. Ilhéus: Editus, 2005.

QUEIRÓZ, H.A. Caracterização fisiográfica e de alguns atributos físicos e químicos dos solos da microbacia Jardim Novo Horizonte, em Ilha Solteira (SP). 2007. 61 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira / SP. 2007.

ROCHA, J. S. M. Manual de Projetos Ambientais. Santa Maria: Imprensa Universitária, 1997, 446p.

SCHUMM, S. A. Sinuosity of alluvial rivers on the great plains. Boletim da Sociedade Geológica da América, v.74, n.9, p.1089-1100, 1956.

VILLELA, S. M.; MATTOS, A. Hidrologia aplicada. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1975, 245p.

## 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



🌐 [www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
✉ [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)  
📷 @atenaeditora  
📘 [www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)