



# Geoprocessamento Aplicado no Planejamento de Bacias Hidrográficas

Sérgio Campos  
Marcelo Campos  
Bruno Timóteo Rodrigues  
Flávia Luíze Pereira de Souza  
Mateus de Campos Leme

Sérgio Campos  
Marcelo Campos  
Bruno Timóteo Rodrigues  
Flávia Luize Pereira de Souza  
Mateus de Campos Leme

# Geoprocessamento Aplicado no Planejamento de Bacias Hidrográficas

Atena Editora  
2019

2019 by Atena Editora  
Copyright © Atena Editora  
Copyright do Texto © 2019 Os Autores  
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora  
Editora Executiva: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira  
Diagramação: Lorena Prestes  
Edição de Arte: Lorena Prestes  
Revisão: Os Autores

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. 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.

### **Conselho Editorial**

#### **Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### **Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

#### **Ciências Biológicas e da Saúde**

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Prof.ª Dr.ª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

### **Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

### **Conselho Técnico Científico**

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo  
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba  
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Prof.ª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista  
Prof.ª Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof.ª Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal  
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

#### **Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)**

G345 Geoprocessamento aplicado no planejamento de bacias hidrográficas [recurso eletrônico] / Organizadores Sérgio Campos... [et al.]. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia.

ISBN 978-85-7247-407-8

DOI 10.22533/at.ed.078191306

1. Bacias hidrográficas – Brasil. 2. Ecossistemas. 3. Sistemas de informação geográfica. I. Campos, Sérgio. II. Campos, Marcelo. III. Rodrigues, Bruno Timóteo. IV. Souza, Flávia Luize Pereira de. V. Leme, Mateus de Campos.

CDD 333.95

**Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422**

Atena Editora  
Ponta Grossa – Paraná - Brasil  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
contato@atenaeditora.com.br

Atena  
Editora

Ano 2019

## APRESENTAÇÃO

O livro “*Geoprocessamento aplicado no planejamento de bacias hidrográficas*” apresenta uma coletânea de trabalhos desenvolvido pelo Grupo de Estudos e Pesquisas em Geotecnologia, Geoprocessamento, Sensoriamento Remoto e Topografia (GEPEGEO), cadastrado no CNPQ desde 2007, sobre estudos de tecnologias para coleta, processamento, análise e disponibilização de informação dos processos que ocorrem na unidade territorial de bacias hidrográficas e municipais.

Os artigos compilados neste livro foram desenvolvidos por discentes dos Programas de Pós-Graduação *Stricto Sensu*, da FCA, UNESP – Botucatu; UNESP/Tupã, entre outros, reconhecidos pela CAPES e por docentes da área de Agronomia, Engenharia Florestal, Física e Geografia.

O conteúdo deste livro traz subsídios para futuros trabalhos que utilizam geotecnologias aplicadas para o planejamento ambiental de bacias hidrográficas, servindo de fonte de informações para o desenvolvimento de novas pesquisas na área de ciências agrárias.

O planejamento ambiental envolve compilação e levantamento de dados, estabelecimento das unidades cartográficas e até a aplicação de um método de avaliação apoiada no estudo das capacidades ou potencialidades de uso e ocupação de um determinado território e dos impactos que a implantação e desenvolvimento dessas atividades produzem ao meio ambiente.

O desenvolvimento econômico do Brasil nas últimas décadas, seja nas áreas urbanas ou rurais, foi caracterizado pelo planejamento inadequado das bacias hidrográficas, com pressão cada vez maior sobre os recursos naturais.

A bacia hidrográfica quando usada como unidade natural de análise da superfície terrestre, favorece o reconhecimento das inter-relações existentes entre os diversos elementos da paisagem e os processos que atuam na sua esculturação.

Na análise ambiental, os estudos sobre bacia hidrográfica como unidade de planejamento tem grande importância nos contextos técnico-científicos e aplicados à montagem e execução de um projeto integrado de manejo sustentável, por ser uma unidade de planificação, devido a sua alta coesão geográfica e ao seu funcionamento em torno do elemento água, ou seja, a bacia hidrográfica é uma interessante unidade de planificação e gestão integral do meio na definição das unidades territoriais funcionais como unidades básicas de ordenação territorial

A paisagem é sempre complexa, sendo necessário definir unidades de mapeamento compostas, com mais de um parâmetro ambiental selecionado, descrevendo a complexidade que está presente, assim estas devem ser chamadas de áreas homogêneas de unidades ambientais que aplicado nos métodos de avaliações, pode ser uma combinação de diferentes tipos, podendo servir de base para diversos planejamentos, sob diferentes demandas e finalidades.

Assim, delimitação das unidades de ambientais apresenta grande complexidade,

pois a interação entre os diversos atributos do sistema natural e antrópico permite a identificação dos atributos responsáveis pela dinâmica da paisagem, como também identifica as principais fragilidades ambientais de cada unidade, elemento essencial na gestão do território.

Desta forma, este livro pode proporcionar subsídios teóricos, conceituais e metodológicos para a realização de outros projetos, bem como, fornecer ao poder público e à comunidade o diagnóstico da área e seus respectivos usos, visando à tomada de decisões adequadas à solução de possíveis problemas encontrados.

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
USO E OCUPAÇÃO DO SOLO PARTA PLANEJAMENTO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS	
Ronaldo Alberto Pollo	
Sérgio Campos	
Lincoln Gehring Cardoso	
Bruno Timóteo Rodrigues	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0781913061</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>6</b>
ANÁLISE FÍSICA DE BACIAS HIDROGRÁFICAS.	
Thyellenn Lopes De Souza	
Sérgio Campos	
Marcelo Campos	
Mateus De Campos Leme	
Flávia Luize Pereira De Souza	
Laila Afif Name Kahil Natchtigall	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0781913062</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>13</b>
DISCRIMINAÇÃO DE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE	
Sérgio Campos	
Marcelo Campos	
Thyellenn Lopes de Souza	
Mateus de Campos Leme	
Flávia Luize Pereira de Souza	
Laila Afif Name Kahil Nachtigall	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0781913063</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>22</b>
IMAGENS DIGITAIS PARA PLANEJAMENTO AGRÍCOLA	
Sérgio Campos	
Marcelo Campos	
Felipe Souza Nogueira Tagliarini	
Bruno Timóteo Rodrigues	
Yara Manfrin Garcia	
Thyellenn Lopes De Souza	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0781913064</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>29</b>
APTIDÃO AGRÍCOLA DE BACIAS HIDROGRÁFICAS	
Sérgio Campos	
Ana Paula Barbosa	
Milena Montanholi Mileski	
Raquel Cavasini	
Muriel Cicatti Emanoeli Soares	
Marina Granato	
Débora Marques Araújo	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0781913065</b>	

<b>CAPÍTULO 6 .....</b>	<b>39</b>
ANÁLISE MULTICRITERIAL APLICADA EM BACIAS HIDROGRÁFICAS	
Sérgio Campos	
Marcelo Campos	
Thyellenn Lopes de Souza	
Mateus de Campos Leme	
Flávia Luize Pereira de Souza	
Laila Afif Name Kail Natchgall	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0781913066</b>	
<b>CAPÍTULO 7 .....</b>	<b>51</b>
USO DE GEOPROCESSAMENTO NA CARACTERIZAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO	
CÓRREGO PINHEIRINHO - SP	
Luana Rosalen Brito	
Alexandre Luís da Silva Felipe	
Sérgio Campos	
Marcelo Campos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0781913067</b>	
<b>CAPÍTULO 8 .....</b>	<b>80</b>
ÍNDICES DE VEGETAÇÃO PARA AVALIAÇÃO DA COBERTURA VEGETAL DE UMA BACIA	
HIDROGRÁFICA	
Jordan Santos Sanini	
Alexandre Luís Da Silva Felipe	
Mateus de Campos Leme	
Flávia Luize Pereira De Souza	
Diedo Augusto de Campos Moraes	
Sérgio Campos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0781913068</b>	
<b>CAPÍTULO 9 .....</b>	<b>89</b>
DRONES APLICADOS EM ESTUDOS AGROFLORESTAIS	
Mikael Teimóteo Rodrigues	
Bruno Timóteo Rodrigues	
Tiago Makoto Otani	
Felipe De Souza Nogueira Tagliarini	
Sérgio Campos	
Mateus de Campos Leme	
Flávia Luize Pereira De Souza	
Ronaldo Alberto Pollo	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0781913069</b>	
<b>CAPÍTULO 10 .....</b>	<b>96</b>
ANÁLISE AMBIENTAL EM FUNÇÃO DO CAR	
Alba Maria Guadalupe Orellana Gonzales	
Flávia Luize Pereira de Souza	
Mateus de Campos Leme	
Diego Augusto de Campos Leme	
Sérgio Campos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.07819130610</b>	



**CAPÍTULO 11 ..... 108**

**ATRIBUTOS DO SOLO**

Anderson Antonio de Conceição Sartori

Gabriel Matsumoto

Sidnei Fonseca Guerreiro

Flávia Luíze Pereira de Souza

**DOI 10.22533/at.ed.07819130611**

**SOBRE OS ORGANIZADORES..... 127**

## ANÁLISE AMBIENTAL EM FUNÇÃO DO CAR

**Alba Maria Guadalupe Orellana Gonzales**  
**Flávia Luize Pereira de Souza**  
**Mateus de Campos Leme**  
**Diego Augusto de Campos Leme**  
**Sérgio Campos**

### GEOPROCESSAMENTO APLICADO AO CAR NA BACIA ÁGUA DA ONÇA AVARÉ, SP: UMA ANÁLISE AMBIENTAL

**RESUMO:** O conhecimento das características fisiográficas de uma bacia é fundamental para sua gestão. O objetivo do presente trabalho foi avaliar a morfometria e uso e ocupação da terra na microbacia Córrego Água de Onça, Avaré, SP, e mais especificamente em sua área de preservação permanente, utilizando técnicas de geoprocessamento. Os valores encontrados para o Fator de Forma, o índice de circularidade e o coeficiente de compacidade da microbacia, apresentaram um formato comprida/ovalada/redonda, indicando que a microbacia vai acumular água na parte superior que indicaria uma microbacia com tendência à conservação más como o exutorio é muito estreito ocasiona que a velocidade de escoamento do caudal aumente provocando alta à mediana tendência à enchentes, inundações e erosões. Porém pela baixa densidade de drenagem é possível inferir que o solo tem uma baixa permeabilidade. Foi possível identificar através dos dados do CAR

que a Legislação Ambiental não está sendo cumprida, ainda faltam muitas áreas que necessitam enquadrar-se para cumprir com a legislação.

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

### INTRODUÇÃO

Os recursos hídricos têm um lugar especial no contexto dos recursos naturais que existem no planeta, isso se deve a que a água é vital para a vida na terra. É parte importante do meio ambiente, sendo um elemento essencial a vida humana. A água é fundamental para a qualidade de vida e para o desenvolvimento socioeconômico dos povos (SHIKLOMANOV, 2000).

Nas décadas recentes, a sociedade tem tomado consciência de que os recursos naturais e particularmente os hídricos são limitados, em consequência devem ser usados de forma racional e eficiente, procurando o desenvolvimento sustentável das sociedades humanas. O anterior significa satisfazer as demandas presentes e futuras com um mínimo prejuízo ambiental.

De acordo com a Lei 9433 implementada no Brasil em 1997 a gestão de recursos hídricos tem como unidade de estudo a bacia

hidrográfica (BRASIL, 1997), sendo também essa mesma unidade de estudo a utilizada para estudar os diferentes usos do solo. (EROL; RANDHIR, 2013). A dinâmica da paisagem se deriva das interações de fatores sociais, econômicos, físicos e biológicos, em que práticas inadequadas de uso do solo como o desmatamento, pastagem com manejo inadequado, falta de planejamento para a expansão das atividades agrícolas, e o crescimento urbano desordenado afetam o funcionamento da bacia hidrográfica, alterando o ciclo hidrológico que resulta em problemas ambientais como a erosão, inundações e a eutrofização (AGATON; SETIAWAN; EFFENDI, 2016).

No Brasil para avaliar a situação ambiental dos imóveis rurais tem se desenvolvido o Cadastro Ambiental Rural (CAR), criado pela Lei nº 12.651/12, (BRASIL, 2012) é um registro eletrônico obrigatório para todos os imóveis rurais. As informações obtidas com essa ferramenta de gestão territorial irão compor uma base de dados estratégica para o controle, o monitoramento e o combate ao desmatamento das florestas e demais formas de vegetação nativa do Brasil, bem como para o planejamento ambiental e econômico dos imóveis rurais. A partir dessa base, o país terá informações importantes sobre a situação das Áreas de Preservação Permanente (APP), Áreas de Reserva Legal, Áreas de Uso Restrito, florestas e remanescentes de vegetação nativa e áreas consolidadas das propriedades rurais de todo o País.

Considerando isso, a utilização do CAR apresenta-se como uma importante ferramenta para avaliar nos imóveis rurais o uso do solo e a situação em quanto o cumprimento da legislação ambiental, assim mesmo ferramentas de geoprocessamento também permitem a análise morfométrica de bacias, que é o diagnóstico das condições fisiográficas, através dos parâmetros de análise, tais como: fator de forma, densidade de drenagem, declividade do terreno entre outros, estes, servem de indicadores de suscetibilidade à degradação ambiental (LEAL; TONELLO, 2016).

Com isso, é possível uma avaliação ambiental integrada dos fatores físicos e uso e ocupação do solo da bacia, explicitando as tendências morfométricas e práticas de gestão ambientais mais adequadas à bacia.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar a morfometria e uso e ocupação da terra na bacia Córrego Água de Onça, Avaré, SP, e mais especificamente em sua área de preservação permanente, utilizando técnicas de geoprocessamento.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Para a elaboração do presente estudo, foram utilizados: computador Laptop, Sistema de Informação Geográfica (SIG) – ArqGis 2.18.22, mapa das microbacias municipais do programa estadual oficial do Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI), em escala 1:50.000 do município de Avaré. Os dados utilizados em software SIG foram georreferenciados, em projeção Universal Transversa de Mercator (UTM), fuso 22S e Datum WGS84.

A área de estudo é a microbacia do Córrego Água da Onça situada na região

central do município de Avaré, estado de São Paulo e pertence a UGRHI 17 (Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Médio Paranapanema (Figura 1). O município está situado entre as coordenadas geográficas: 23° 05' 55" latitude Sul e 48° 55' 33" de longitude Oeste.

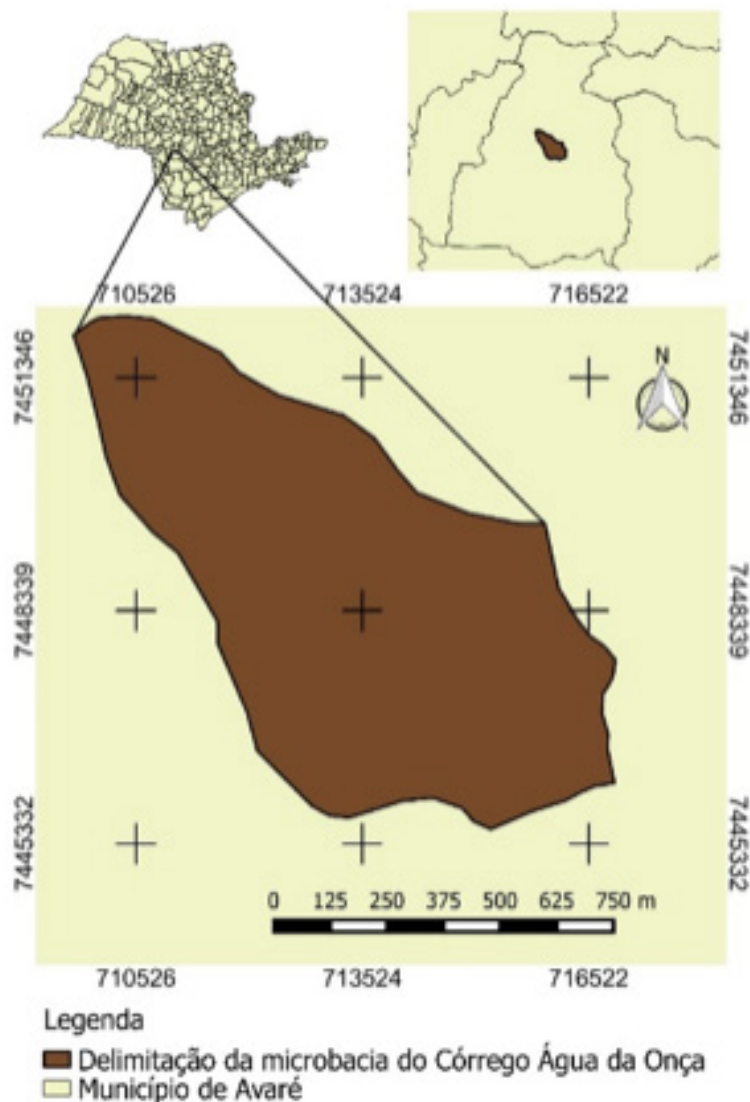


Figura 1 - Localização da área de estudo do Córrego Água da Onça, Avaré (SP)

### Caracterização Morfométrica e Geoprocessamento da Bacia

Os dados utilizados em software SIG foram georreferenciados, o divisor de águas e a rede de drenagem foram vetorizadas manualmente no mapa das microbacias municipais do CATI.

Os parâmetros dimensionais da microbacia (HORTON, 1945) calculados foram: área (A), perímetro (P) e maior comprimento (C), enquanto que os parâmetros do relevo (Lima, 2013) foram altitude média (Hm), amplitude altimétrica (Ha), declividade média (D). Já os fatores do padrão de drenagem do Córrego Água da Onça são o fator de forma (Ff), razão de relevo (Rr) densidade de drenagem (Dd) extensão do

percurso superficial da água da enxurrada (Eps), Densidade hidrográfica (Dh), Índice de sinuosidade (Is), Coeficiente de compacidade (Kc), Índice de circularidade (Ic), Coeficiente de Rugosidade (RN), Gradiente de Canais (Gc), Coeficiente de Manutenção (Cm), Razão de Textura (Rt), Razão de Relevo (Rr) e Frequência de Canais de Primeira Ordem (F).

Dentre as características morfométricas da microbacia o perímetro da bacia (P) é representado pelo comprimento da linha que se forma ao delimitar o divisor de águas, após a determinação do perímetro com a ferramenta do geoprocessamento (Calculate Geometry) é possível realizar cálculos da microbacia. E entre os divisores topográficos há a área de drenagem (A) drenada pelo conjunto do sistema fluvial.

O coeficiente de compacidade (Kc) relaciona o perímetro com a área da bacia. Segundo Villela e Mattos (1975) é um número adimensional que varia independentemente do tamanho da bacia, mas de acordo com a forma, ou seja, quanto mais irregular for a bacia, maior será o coeficiente de compacidade. O Kc foi determinado sob a seguinte equação, onde A é a área de drenagem (km<sup>2</sup>) e P é o perímetro (km):

$$Kc = 0,28 \frac{P}{\sqrt{A}}$$

O índice de circularidade concomitantemente ao coeficiente de compacidade tende para unidade à medida que a bacia se aproxima da forma circular e diminui conforme o formato se torna mais alongado, segundo a equação, onde IC é o índice de circularidade, A é a área da microbacia em m<sup>2</sup> e P é o perímetro em m (CARDOSO et al., 2006):

$$IC = \frac{12,57 \times A}{P^2}$$

Para classificar a hierarquia fluvial área de estudo foi utilizado a classificação de Strahler (1952) e com isso determinar a ordem da microbacia do rio principal em toda a sua extensão.

A densidade de drenagem corresponde à relação entre o comprimento total dos rios nos limites da microbacia e a sua área, fornecendo uma indicação da eficiência da drenagem da microbacia (CARDOSO, 2006). A densidade de drenagem demonstra a influência da topografia, solo e vegetação (LIMA, 1976). É dada pela seguinte equação, onde Cr é o comprimento de todos os rios em Km e A é a área da microbacia em Km<sup>2</sup>:

$$Dd = \frac{C_r}{A}$$

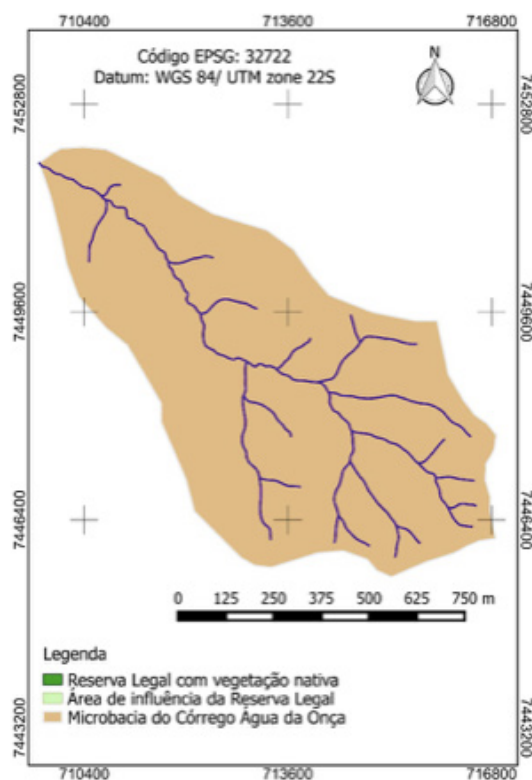
### Diagnóstico da Bacia Usando o Car

O Cadastro Ambiental Rural (CAR) é um registro eletrônico obrigatório, utilizado como um instrumento para regularização Ambiental dos imóveis rurais, conjunto de informações ambientais referentes às situações das Áreas de Preservação Permanente (APP), áreas de Reserva Legal, dos remanescentes de vegetação nativa, das áreas de uso restrito e das áreas consolidadas. O cadastro foi criado pela Lei nº 12.651/2012 e regulamentado pela Instrução Normativa MMA nº 2, de 5 de maio de 2014

Os shapes de APP, Reserva Legal e imóveis rurais foram baixados da consulta pública do CAR e processados no SIG para a análise da vegetação em áreas de APP e Reserva Legal da microbacia do Córrego Água da Onça e a finalização dos mapas.

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

A área de estudo apresentou padrão de drenagem dendrítico e grau de ramificação de 3ª ordem (Figura 2). Considera-se que, quanto mais ramificada for a rede, mais eficiente será o sistema de drenagem. O padrão de drenagem dendrítico lembra a configuração de uma árvore. É típica de regiões onde predominam rochas de resistência uniforme (STHALER, 1952).



===

Figura 2 – Rede de drenagem do Córrego Água da Onça, Avaré (SP)

A análise mostra que foram identificados e quantificados todos os canais da rede de drenagem, resultando em um comprimento total de 24 km de extensão, foram identificados 19 canais de primeira ordem. Segundo o sistema de classificação proposto por Strahler (1957) e Lima (2013), essa microbacia é de terceira ordem de ramificação.

A extensão do percurso superficial (Eps), distância percorrida pelas enxurradas antes de encontrar um canal permanente foi de 410 Km/Km<sup>2</sup> e o coeficiente de manutenção, área mínima necessária para a existência de um canal de drenagem, é de 1,06 km/km<sup>2</sup> (SCHUMM, 1956). Conforme Figura 2.

O cálculo de parâmetros morfométricos (Tabela 1), permitiu constatar que a área (A) do Córrego Água da Onça é de 25,47 km<sup>2</sup>, com perímetro (P) de 22,21 km. A área de uma microbacia é de extrema importância diante do grande número de características relacionadas com esta variável, tal como a quantidade de água produzida como deflúvio.

<b>Características físicas</b>	<b>Unidades</b>	<b>Resultados</b>
<b>Parâmetros dimensionais da microbacia</b>		
Área (A)	Km <sup>2</sup>	25,47
Perímetro (P)	Km	22,21
Comprimento Axial da Microbacia (C )	Km	9,73
Comprimento do Rio Principal (Lc)	Km	10,3
Comprimento Total dos Rios (Lt)	Km	24
<b>Características do relevo</b>		
Coeficiente de Compacidade (Kc)		1,23
Índice de circularidade		0,65
Fator Forma (Ff)		0,27
Altitude Média	m	783
Amplitude Máxima (AM)	m	860
Amplitude Mínima (Am)	m	706
Amplitude Altimétrica (H)	m	154
<b>Padrões de drenagem da microbacia</b>		
Ordem da Microbacia		3°
Número de canais de 1° ordem		19
Densidade de Drenagem (Dd)	km/km <sup>2</sup>	0,94
Coeficiente de Manutenção de Canais (Cm)	km <sup>2</sup> /km	1,06
Gradiente de Canais (Gc)	%	8,35
Razão de textura (Rt)		0,0009
Extensão do percurso superficial da água de enxurrada (Eps)	Km	410
Frequência de canais de Primeira Ordem	Canais/km <sup>2</sup>	0,75
Índice de Sinuosidade (Is)		1,06
Razão de Relevo (Rr)	m/Km	0,016

Tabela 1 - Características morfométricas da Microbacia Córrego Água da Onça, Avaré-SP

A amplitude altimétrica é a diferença entre a cota máxima e mínima, sendo a maior altitude (AM) de 860 metros e menor altitude (Am) de 706 metros à jusante da mesma. A altitude média da microbacia é de 783 metros.

Foi encontrada para o Córrego Água da Onça uma densidade de drenagem (Dd), de 0,94 km/km<sup>2</sup>, pode ser considerada como baixa, pois segundo Villela e Mattos (1975) o valor deste parâmetro varia de 0,5 km/km<sup>2</sup>, em bacias com baixa drenagem, a 3,5 ou mais, nas bacias excepcionalmente bem drenadas. Valores baixos de densidade de drenagem estão geralmente associados a regiões de solos mais permeáveis, possibilitando que a infiltração seja mais eficiente (LEAL, TONELLO,



2016; COUTINHO et al, 2011; ELESBON et al, 2011). O que permite inferir que a rede de drenagem tem baixa magnitude e baixa capacidade de gerar novos cursos d'água.

O Fator de Forma (Ff) foi de 0,27; o índice de circularidade (Ic) têm um valor de 0,65 e o coeficiente de compacidade (Kc) da microbacia é igual a 1,23 de acordo com esses valores a microbacia apresenta um formato comprida/ovalada/redonda, indicando que a microbacia vai acumular água na parte superior que indicaria uma microbacia com tendência à conservação mas como o exutorio é muito estreito ocasiona que a velocidade de escoamento do caudal aumente provocando alta à mediana tendência à enchentes, inundações e erosões (Tabela 2) (VILELLA; MATTOS; 1975).

A forma de uma microbacia é um parâmetro importante na determinação do tempo de concentração do deflúvio. Bacias compridas mas de forma ovalada/redonda como a microbacia do Córrego Água da Onça, apresentam menor tempo de concentração do deflúvio, uma vez que os afluentes do rio principal o atingem em poucos pontos distintos ao longo do seu percurso, aumentando as possibilidades de ocorrência de enchentes (VILLELA; MATTOS, 1975).

A razão de relevo calculada pode ser classificada em baixa (0 a 0,1), média (0,11 a 0,30) e alta (0,31 a 0,60) (LEAL, TONELLO, 2016), neste caso 0,016 foi considerada baixa. O baixo valor de razão de relevo obtido indica que o rio tem uma baixa razão entre o componente vertical (amplitude altimétrica) e horizontal (comprimento) e quanto menor o valor menos acidentado é o relevo predominante na região. O gradiente do canal principal foi de 8,35%, apontando baixa declividade no curso d'água principal. Analisando esses dois últimos parâmetros percebeu-se que o canal principal, assim como a microbacia, apresenta baixa declividade, o que proporcionou um escoamento superficial mais lento e menor pressão de erosão (COUTINHO et al, 2011; ELESBON et al, 2011).

A baixa sinuosidade, de 1,06, indicou canais retilíneos na microbacia. A carga de sedimentos, a compartimentação litológica, a estruturação geológica e a declividade dos canais, segundo Horton (1945), influenciam a sinuosidade (Is). Quando o Is possui valor próximo a 1,0 os canais apresentam tendência retilínea e tendem a ser tortuosos com valores superiores a 2,0; enquanto que os valores intermediários indicam formas transicionais (SCHUMM; 1956). O Is encontrado nesse estudo foi ligeiramente superior a 1,0 apontando a tendência retilínea, o que pode implicar em maior velocidade da água, maior carreamento e menor acúmulo de sedimentos no canal principal (LEAL; TONELLO, 2016), indicando menor possibilidade de assoreamento e diminuição da produção de água.

A razão de textura (Rt) foi classificada como grosseira, com valor de 0,0009. Segundo Smith (1950) e modificado por França (1968), corresponde à relação entre o número de canais de Primeira ordem (Nw1) e seu perímetro (P), classificando as classes de textura topográfica em: fina (Rt > 6,2); grosseira (Rt < 2,5); média (Rt entre 2,5 a 6,2).

No que respeita ao uso dos dados do CAR para analisar a situação da microbacia

no relativo ao cumprimento da legislação ambiental vigente, considerou-se efetuar a análise usando os dados dos imóveis cadastrados que abrangem uma área maior a que corresponde a microbacia propriamente dita, essa área foi denominada como área de influência da microbacia, podendo constatar que o 96% dos imóveis são áreas pequenas (Figura 3 e Tabela 2).

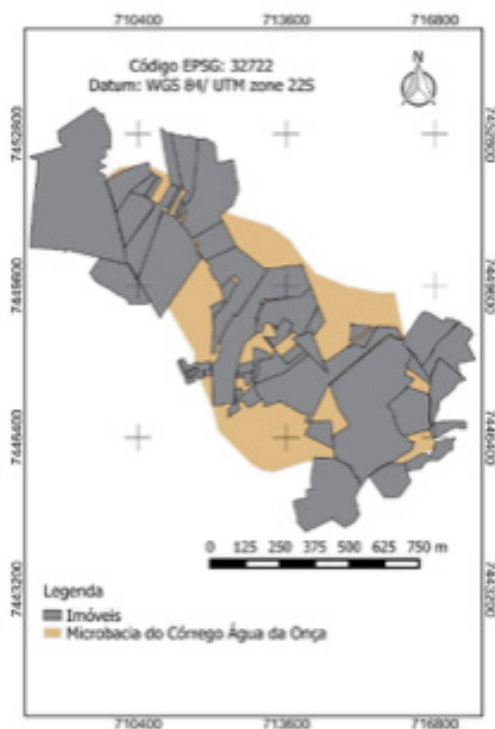


Figura 3 - Imóveis (Área de Influência) Microbacia Córrego Água da Onça, Avaré– SP

MF	Equivalência (ha)	Imóveis	Classificação
1	0-22	35	Pequeno
2	22-44	5	Pequeno
3	44-66	4	Pequeno
4	66-88	*	*
5	88-110	*	*
6	110-132	1	Médio
7	132-154	1	Médio

Tabela 2 - Classificação dos Imóveis da Microbacia Córrego Água da Onça, Avaré-SP, segundo o número de módulos fiscais compreendidos

Para localizar as APPs, as Áreas de Reserva Legal, a Vegetação Nativa, a Vegetação Nativa nas APPs e nas Áreas de Reserva Legal na Área de Influência (Figura

4) foram utilizados os dados vetorizados do Cadastro Ambiental Rural disponibilizados pelo Sistema Florestal Brasileiro (CAR,2018).

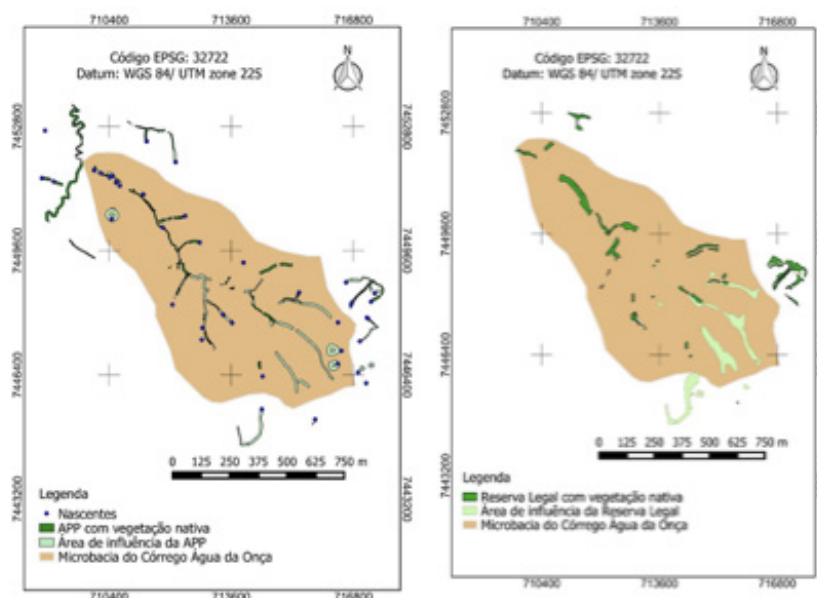


Figura 4 - APP, Reserva Legal e Área de Influência Córrego Água da Onça, Avaré– SP

Área Considerada	APP (Ha)	Reserva Legal (ha)	Vegetação Nativa (ha)	Vegetação Nativa na APP (ha)	Vegetação na Reserva Legal (ha)
Bacia Água da Onça	123,9	139,2	115,3	32,7	56,7
Área de Influência	213,8	213,7	219,9	81,7	94,1

Tabela 3 - Áreas de APP, Reserva Legal, Vegetação Nativa na APP e na Reserva Legal na Microbacia Córrego Água da Onça, Avaré-SP, e na Área de Influência (ha).

## CONCLUSÕES

Os resultados obtidos permitem concluir que a microbacia do Córrego Água da Onça apresentara um formato comprida/ovalada/redonda, indicando que a microbacia vai acumular água na parte superior que indicaria uma microbacia com tendência à conservação más como o exutorio é muito estreito ocasiona que a velocidade de escoamento do caudal aumente provocando alta à mediana tendência à enchentes, inundações e erosões. Este resultado evidencia que a microbacia em estudo possui médio a alto risco de grandes cheias em condições normais de pluviosidade anual.

A Densidade de drenagem (Dd) encontrada foi considerada baixa. Este valor de

índice de drenagem indica uma baixa disponibilidade hídrica superficial, ou seja, para um melhor aproveitamento de suas águas, são necessárias ações para manutenção e permanência destas águas para que estas permaneçam disponíveis por mais tempo, a bacia tem a maior eficiência de drenagem quanto maior for essa relação.

Foi possível identificar através dos dados do CAR que a Legislação Ambiental não está sendo cumprida, ainda faltam muitas áreas que necessitam enquadrar-se para cumprir com a legislação. Diante de todo exposto cabe salientar a importância da elaboração de um Plano de Manejo Ambiental para a microbacia do córrego Água da Onça, que possibilite assegurar a preservação deste manancial responsável por parte do abastecimento público de água do município de Avaré.

## REFERÊNCIAS

AGATON, M.; SETIAWAN, Y.; EFFENDI, H. Land use/land cover change detection in an urban watershed: a case study of upper Citarum Watershed, West Java **Province, Indonesia**. *Procedia Environmental Sciences*, v. 33, p. 654 –660, 2016.

BRASIL. **Lei Federal nº 9.433, de 08 de Janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, regu- Brasília a. 49 n. 194 abr./jun. 2012 157 lamenta o inc. XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1o da Lei no 8.001, de 13.03.1990, que modificou a Lei no 7.990, de 29.12.1989. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, 9 jan. 1997.

BRASIL. **Lei n.12651, de 25 de Maio de 2012**, Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 25 mai. 2012. Disponível em: < [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm) >. Acesso em 7 de novembro de 2018.

CAR. **Módulo de Consulta Pública aos dados do Cadastro Ambiental Rural**. Disponível em <[http://www.car.gov.br/publico/municipios/do\\_wloads](http://www.car.gov.br/publico/municipios/do_wloads)>. Acesso 15 out. 2018.

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** 30 (2): 241-248, 2006.

CHRISTOFOLETTI, A. **Análise morfométrica das bacias hidrográficas**. Notícia Geomorfologia, Campinas, vol.9, n.18, p.35-64, 1969.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2ª ed. São Paulo: Editora Blucher, 1980, p. 110-118.

COUTINHO, L. M.; CECÍLIO, R. A.; XAVIER, A. C.; ZANETTI, S. S.; GARCIA, G. O. **Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do Rio da Prata**, Castelo, ES. Irriga, v.16, n.4, p.369-381, 2011.

ELESBON, A. A. A.; GUEDES, H. A. S.; DA SILVA, D. D.; OLIVEIRA, I. C. **Uso de dados SRTM e plataforma SIG na caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do Braço Norte do Rio São Mateus – Brasil**. Escola de Minas, v.64, n.3, p.281-288, 2011.

EROL, A.; RANDHIR, T. O. Watershed ecosystem modelling of land use impacts on water quality. **Ecological Modelling**, v. 270, p. 54-63, 2013.

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 basins in hydrophysical approach to quantitative morphology.** Bulletin of the American Geological Society 56(3) : p.275-330, 1945.

LEAL, M. C.; TONELLO, K. C. **Análise da morfometria e do uso e cobertura da terra da microbacia do Córrego Ipaneminha de Baixo,** Sorocaba, SP. Floresta, v. 46, n. 4, p. 439 - 446, 2016.

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

LIMA, W. P. **Princípios de manejo de bacias hidrográficas.** Piracicaba/SP, ESALQ-USP, 1976.

SCHUMM, S. A. Evolution of drainage systems and slopes in badlands at Perth Amboy. **New Jersey. Bull. Geol. Soc. Am.,** Colorado, v.67, p.597-646, 1956.

SHIKLOMANOV, I. Appraisal and assessment of world water resources. **Water International,** London, v. 25, n. 1, p. 11-32, mar. 2000.

STRAHLER, A. N. Quantitative analysis of watershed geomorphology. **Trans. Am. Geophys. Union, New Haven,** v.38, p.913-920, 1957.

STRAHLER, A. N. Hypsometric (área-altitude) – analysis of erosion on topography. **Geological Society of America Bulletin,** v.63, n.10, p.1117-1142, 1952.

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

## **SOBRE OS ORGANIZADORES**

**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.

**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 e Doutorado em Ciências, ambos na área de Física da Matéria Condensada em 2009 e 2013, respectivamente. 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), Campus de Tupã, desde janeiro de 2015.

**BRUNO TIMÓTEO RODRIGUES** Possui graduação em Geografia Bacharelado pela Universidade Federal de Alagoas em 2013, mestre em Agronomia pela Faculdade de Ciências Agrônomicas, UNESP, Botucatu – SP, em 2017, Graduação em Gestão ambiental pelo Instituto Federal de Alagoas – IFAL, Campus de Marechal Deodoro, em 2009, sendo atualmente doutorando em Agronomia pela Faculdade de Ciências Agrônomicas, UNESP, Botucatu – SP.

**FLÁVIA LUIZE PEREIRA DE SOUZA** Possui graduação em Bacharelado em Agronomia, em 2017 pela Universidade Sagrado Coração de Jesus - USC, Bauru - SP, em 2017, sendo atualmente mestranda em Agronomia pela Faculdade de Ciências Agrônomicas, UNESP, Botucatu – SP.

**MATEUS DE CAMPOS LEME** Possui graduação em Bacharelado em Engenharia Florestal em 2017 pela Universidade Estadual Paulista – UNESP, Faculdade de Ciências Agrônomicas - FCA, Botucatu – SP, sendo atualmente mestrando em Agronomia pela Faculdade de Ciências Agrônomicas, UNESP, Botucatu – SP.

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-407-8

