



**PANTANAL:  
O ESPAÇO GEOGRÁFICO  
E AS TECNOLOGIAS  
EM ANÁLISE**

---

**Alan Mario Zuffo  
(Organizador)**

---

**Atena**  
Editora  
Ano 2019

**Alan Mario Zuffo**  
(Organizador)

# **Pantanal: O Espaço Geográfico e as Tecnologias em Análise**

Atena Editora  
2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Lorena Prestes e Geraldo Alves

Revisão: Os autores

#### Conselho Editorial

- Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
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  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista  
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
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  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

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

P197 Pantanal [recurso eletrônico] : o espaço geográfico e as tecnologias em análise / Organizador Alan Mario Zuffo. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader.

Modo de acesso: World Wide Web.

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-222-7

DOI 10.22533/at.ed.227192903

1. Biodiversidade. 2. Ecossistemas – Brasil. 3. Pantanal. I. Zuffo, Alan Mario.

CDD 577.0981

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

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

2019

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.

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

## APRESENTAÇÃO

A obra “Pantanal O Espaço Geográfico e as Tecnologias em Análises” aborda uma série de capítulos de publicação da Atena Editora, apresenta, em seus 16 capítulos, conhecimentos tecnológicos do pantanal e suas especificidades.

As Ciências estão globalizadas, englobam, atualmente, diversos campos em termos de pesquisas tecnológicas, dentre eles, o bioma pantanal. Tal bioma, tem característica peculiares, alimentares, culturais, edafoclimáticas, étnicos, entre outros. O bioma pantanal por ser rico em diversidades biológicas, a preservação é necessária para o equilíbrio do meio ambiente.

Vários são os desafios para a conservação do bioma pantanal, entre eles, destacam-se as queimadas e incêndios florestais, o monitoramento da qualidade das águas, o levantamento da distribuição das espécies arbóreas, dentre outras. Portanto, o conhecimento do espaço geográfico e as tecnologias de análise são importantes para garantir a conservação do bioma pantanal.

Este livro traz artigos alinhados com o bioma pantanal e suas especificidades. As transformações tecnológicas desse bioma são possíveis devido o aprimoramento constante, com base em novos conhecimentos científicos.

Aos autores dos diversos capítulos, pela dedicação e esforços sem limites, que viabilizaram esta obra que retrata os recentes avanços científicos e tecnológicos, os agradecimentos do Organizador e da Atena Editora.

Por fim, esperamos que este livro possa colaborar e instigar mais estudantes e pesquisadores na constante busca de novas tecnologias para o bioma do pantanal, assim, garantir perspectivas de solução para o desenvolvimento local e regional para as futuras gerações de forma sustentável.

Alan Mario Zuffo

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
ANÁLISE DA DISTRIBUIÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DOS FOCOS DE INCÊNDIO NO PANTANAL (2000-2016)	
<i>Wagner Tolone da Silva Ferreira</i> <i>Leticia Larcher de Carvalho</i> <i>Ângelo Paccelli Cipriano Rabelo</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2271929031</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>13</b>
ANÁLISE ESPACIALMENTE EXPLÍCITA DOS INCÊNDIOS FLORESTAIS NO BIOMA PANTANAL	
<i>Nickolas Mendes de Matos</i> <i>Eraldo Aparecido Trondoli Matricardi</i> <i>Fabrcio Assis Leal</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2271929032</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>24</b>
ANÁLISE QUANTI-QUALITATIVA DOS CASOS DE DOENÇAS TRANSMITIDAS POR VETORES NOS MUNICÍPIOS DO ESTADO DE MATO GROSSO DO SUL NOS ANOS DE 2015 E 2016	
<i>Adriana Bilar Chaquime dos Santos</i> <i>Orlando Moreira Junior</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2271929033</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>35</b>
APLICAÇÃO DO GEOPROCESSAMENTO NA CARACTERIZAÇÃO MORFOMÉTRICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VERMELHO - GOIÁS	
<i>Victor Tomaz de Oliveira</i> <i>Wellington Nunes de Oliveira</i> <i>Emanoelle Pereira da Silva</i> <i>Elaine Jacob da Silva Carmo</i> <i>Kharen de Araújo Teixeira</i> <i>Hugo José Ribeiro</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2271929034</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>46</b>
ASPECTOS MORFOMÉTRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO GRANDE VERMELHO – MT AFLUENTE DO RIO PARAGUAI SUPERIOR	
<i>Jéssica Ramos de Oliveira</i> <i>Carine Schmitt Gregolin</i> <i>Martins Toledo de Melo</i> <i>Tadeu Miranda de Queiroz</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2271929035</b>	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>59</b>
BALANÇO HÍDRICO DA BACIA DO ALTO PARAGUAI POR MEIO DE DADOS TRMM E MOD16A2	
<i>Hudson de Azevedo Macedo</i> <i>José Cândido Stevaux</i>	

*Ivan Bergier*

*Aguinaldo Silva*

**DOI 10.22533/at.ed.22712903686**

**CAPÍTULO 7 ..... 71**

CARTA HIPSOMÉTRICA DO PERÍMETRO URBANO DA CIDADE DE MACAPÁ-AP  
UTILIZANDO MODELOS DE ELEVAÇÃO DO TOPODATA E O LAF

*Herondino dos Santos Filho*

*Marcelo José de Oliveira*

*Darren Norris*

**DOI 10.22533/at.ed.2271929037**

**CAPÍTULO 8 ..... 83**

DETERMINAÇÃO DOS VALORES DE NÚMERO DE DEFLÚVIO (CN) PARA O  
PERÍMETRO URBANO DE DOURADOS-MS

*Vinícius Silva Rezende*

*Vinícius de Oliveira Ribeiro*

*Yani Scatolin Mendes*

**DOI 10.22533/at.ed.2271929038**

**CAPÍTULO 9 ..... 94**

DISTRIBUIÇÃO DA PLUVIOMETRIA, NDVI E UMIDADE DO SOLO NOS BIOMAS  
BRASILEIROS

*Hugo José Ribeiro*

*Nilson Clementino Ferreira*

*Wellington Nunes Oliveira*

*Victor Tomaz de Oliveira*

*Kátia Alcione Kopp*

**DOI 10.22533/at.ed.2271929039**

**CAPÍTULO 10 ..... 107**

ESTIMATIVA DA EFICIÊNCIA DO SEQUESTRO DE CARBONO EM VEGETAÇÃO  
NATURAL DE UMA UNIDADE DE CONSERVAÇÃO, USANDO DADOS DE IMAGENS  
CBERS-4 EM JARDIM – MS

*Adelsom Soares Filho*

*Maycon Jorge Ulisses Saraiva Farinha*

*Luciana Virginia Mario Bernardo*

*Clandio Favarini Ruviaro*

**DOI 10.22533/at.ed.22719290310**

**CAPÍTULO 11 ..... 119**

GEOPROCESSAMENTO APLICADO À GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS: O  
CASO DO SEMIÁRIDO NORDESTINO E DO PANTANAL

*Rafael Wendell Barros Forte da Silva*

*Dálete Maria Lima de Sousa*

**DOI 10.22533/at.ed.22719290311**

**CAPÍTULO 12 ..... 131**

IMPACTOS CLIMÁTICOS DAS EMISSÕES ASSOCIADAS ÀS QUEIMADAS NO

MUNICÍPIO DE CÁCERES-MT

*Verônica Martinez de Oliveira Raymundi*

*Thales Ernildo de Lima*

*Alfredo Zenen Domínguez González*

**DOI 10.22533/at.ed.22719290312**

**CAPÍTULO 13 ..... 140**

MODELOS DE DISTRIBUIÇÃO DE DUAS ESPÉCIES ARBÓREAS DO PANTANAL  
COM PACOTES CLIMÁTICOS DO QUATERNÁRIO

*Mariele Ramona Torgeski*

*Kelvin Felix Barbosa*

*Alan Sciamarelli*

**DOI 10.22533/at.ed.22719290313**

**CAPÍTULO 14 ..... 151**

PROPOSTA DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS DO RIO  
CUIABÁ, COM O USO DE PROCESSOS ESTATÍSTICOS E DE GEOTECNOLOGIA,  
PREVENDO POSSÍVEIS IMPACTOS AMBIENTAIS À REGIÃO DO PANTANAL

*Claudionor Alves da Santa Rosa*

**DOI 10.22533/at.ed.22719290314**

**CAPÍTULO 15 ..... 164**

RELAÇÃO SÓLIDOS/TURBIDEZ NO RIO GRANDE VERMELHO - MT: AFLUENTE  
DO RIO PARAGUAI NA CABECEIRA DO PANTANAL

*Jéssica Ramos de Oliveira*

*Tadeu Miranda de Queiroz*

**DOI 10.22533/at.ed.22719290315**

**CAPÍTULO 16 ..... 176**

USO DE SENSORES REMOTOS PARA DEFINIÇÃO DE ÁREAS DE AMOSTRAGEM  
EM CAMPO PARA ANÁLISE DA MORFOLOGIA DO RELEVO NO PANTANAL DA  
NHECOLÂNDIA

*Frederico dos Santos Gradella*

*Paola Vicentini Boni*

*Amanda Moreira Braz*

*Hermiliano Felipe Decco*

**DOI 10.22533/at.ed.22719290316**

**SOBRE O ORGANIZADOR..... 187**

## APLICAÇÃO DO GEOPROCESSAMENTO NA CARACTERIZAÇÃO MORFOMÉTRICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VERMELHO - GOIÁS

### **Victor Tomaz de Oliveira**

Instituto Federal Goiano, Campus Urutaí.  
Urutaí-Goiás

### **Wellington Nunes de Oliveira**

Universidade Federal de Goiás, Escola de Engenharia Civil e Ambiental.  
Goiânia-Goiás

### **Emanoelle Pereira da Silva**

Universidade Federal de Goiás, Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais.  
Goiânia-Goiás

### **Elaine Jacob da Silva Carmo**

Universidade Federal de Goiás,  
Goiânia-Goiás

### **Kharen de Araújo Teixeira**

Universidade Federal de Goiás,  
Goiânia-Goiás

### **Hugo José Ribeiro**

Universidade Federal de Goiás, Escola de Engenharia Civil e Ambiental.  
Goiânia-Goiás

**RESUMO:** Este trabalho teve como objetivo caracterizar morfometricamente a Bacia Hidrográfica do Rio Vermelho, a qual abrange onze municípios do Estado de Goiás. A análise morfométrica envolveu a caracterização de parâmetros geométricos do relevo e da rede de drenagem. Os dados demonstraram que a bacia ocupa uma área de 11.001,5 Km<sup>2</sup> com

comprimento do canal principal de 262,2 Km. A rede de drenagem da bacia do Rio Vermelho apresenta uma hierarquia de sétima ordem. O coeficiente de compactidade (Kc) encontrado (1,61) em conjunto com o fator forma (0,44) indicam que, em condições normais de precipitação, a bacia é pouco suscetível a enchentes. Há, ainda, uma indicação de que a bacia apresenta uma tendência à forma alongada e, portanto, uma menor concentração de deflúvio, como evidencia o índice de alongamento (0,57). A densidade de drenagem (0,75) evidencia uma drenagem regular no que diz respeito à capacidade de infiltração. O tempo de concentração é de 77,5 horas, indicando que uma chuva precipitada na nascente pode demorar cerca de três dias para chegar no exutório.

**PALAVRAS-CHAVE:** Recursos hídricos, geotecnologias, caracterização geométrica.

**ABSTRACT:** The objective of this paper was to characterize morphometrically the Rio Vermelho hydrographic basin, that have eleven cities of Goiás. The morphometric analysis involved the characterization of geometric parameter of ground and drainage network. The data showed that the basin have 11.001,5 km<sup>2</sup> of area and 262,2 km of channel length. The drainage network of Rio Vermelho hydrographic basin has a hierarchy of seventh order. The compactness



coefficient found was 1,61 and the form factor was 0,44. This indicates that, on normal condition of precipitation, the basin is somewhat susceptible to flooding. There is also an indication that the basin has a tendency to elongated shape, thus, a lower concentration of defluvium, as evidenced by stretching index (0,57). The drainage density (0,75) evidence a regular drainage for capacity of infiltration. The concentration time is 77,5 hours. This means that, if had a rainfall at the source of water, would to delay proximity 3 days to arrive in the exudation.

**KEYWORDS:** Water resources, geotechnology, geometric characterization.

## 1 | INTRODUÇÃO

A bacia hidrográfica pode ser definida como um conjunto de terras drenadas por um rio e seus afluentes, formada nas regiões mais altas do relevo por divisores de água, onde as águas das chuvas, ou escoam superficialmente formando os riachos e rios, ou infiltram no solo para formação de nascentes e do lençol freático (BARRELLA, 2001 apud TEODORO et. al., 2007).

Em se tratando do comportamento hidrológico de uma bacia hidrográfica essa se dá pela função de suas características geomorfológicas (forma, relevo, área, geologia, rede de drenagem, solo, dentre outros) e do tipo da cobertura vegetal (LIMA, 1986 apud TEODORO et. al., 2007).

Já o estudo morfométrico de bacias hidrográficas pode ser definido como a análise quantitativa das relações entre a fisiografia da bacia e a sua dinâmica hidrológica. Assim, a análise desses parâmetros tem grande importância nesses estudos, pois por meio da abordagem quantitativa, pode-se ter uma melhor noção do comportamento hidrológico, uma vez que os mesmos são bons indicadores da capacidade de escoamento superficial (NUNES et al., 2006 apud SANTOS, 2012).

Nesse contexto, a caracterização morfométrica da bacia hidrográfica é um procedimento que embasa as análises hidrológicas e ambientais e ajuda no conhecimento das dinâmicas local e regional, bem como subsidia as ações de planejamento para conservação e gerenciamento dos recursos hídricos (FIOREZE et al., 2010; ROCHA et al., 2014). Nesse sentido, o geoprocessamento pode figurar como uma poderosa ferramenta no estudo geométrico da bacia hidrográfica, considerando a capacidade de realizar análises automatizadas com uso de *softwares* de Sistema de Informação Geográfica (SIG) e dados espaciais.

Assim, o presente trabalho objetivou analisar a morfometria da bacia hidrográfica do Rio Vermelho a partir de sua caracterização geométrica, características do relevo, e características da rede de drenagem, com uso de dados geográficos e ferramentas de SIG.

## 2 | OBJETIVO

Analisar a morfometria da bacia hidrográfica do Rio Vermelho a partir de sua caracterização geométrica, com base na utilização de dados geográficos e *softwares* de Sistemas de Informação Geográficas.

## 3 | MATERIAL E MÉTODOS

### 3.1 Caracterização da área de estudo

A Bacia Hidrográfica do Rio Vermelho está inserida na Região Hidrográfica do Tocantins-Araguaia, na porção Centro-Oeste do Estado de Goiás. Suas nascentes localizam-se a 17 km do município Cidade de Goiás, e sua área de drenagem é de aproximadamente 11.000 Km<sup>2</sup>, o que representa aproximadamente 3,23% da área total do Estado. Os principais afluentes do Rio Vermelho são, pela margem esquerda, Rio Uvã e Rio Água Limpa, e pela margem direita recebe o Rio Ferreira. Fazem parte da bacia os municípios de Cidade de Goiás, Aruanã, Matrinchã, Britânia, Jussara, Santa Fé de Goiás, Fazenda Nova, Novo Brasil, Buriti de Goiás, Faina e Itapirapuã (Figura 1).

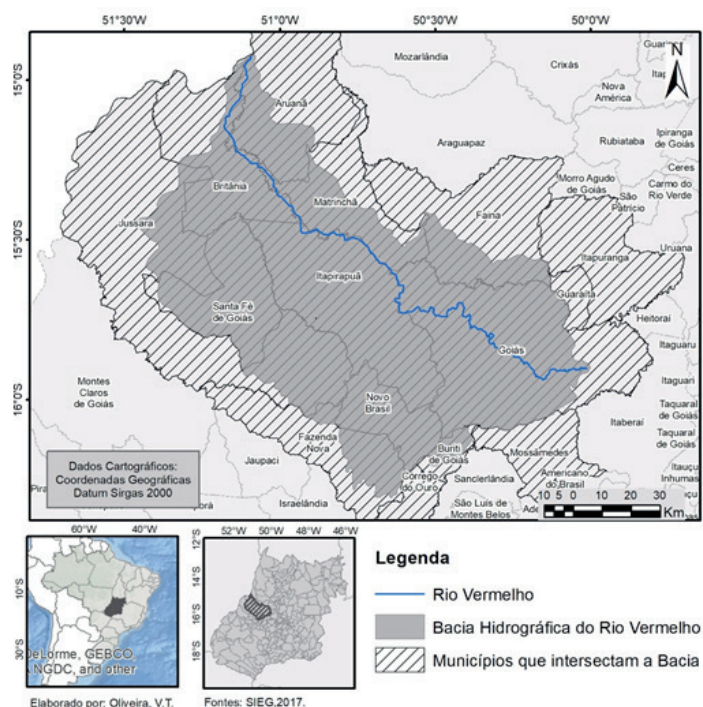


Figura 1 - Mapa de localização da Bacia Hidrográfica do Rio Vermelho, Estado de Goiás.

Em relação às classes de solos, conforme Machado & Lima (2001), a Bacia do Rio Vermelho contempla um complexo mosaico pedológico com o predomínio de Latossolos Vermelho-Amarelo e Latossolos Vermelhos laterizados na porção noroeste (região da Formação Araguaia), Cambissolos e Latossolos Vermelho-Amarelos no centro-leste da bacia; Neossolos Litólicos nas áreas acidentadas das serras Dourada,

Geral e São Francisco e Gleissolos ocorrem nas planícies de inundação do Rio Vermelho, Ribeirão Água Limpa e Ribeirão Samambaia (**Figura 2**).

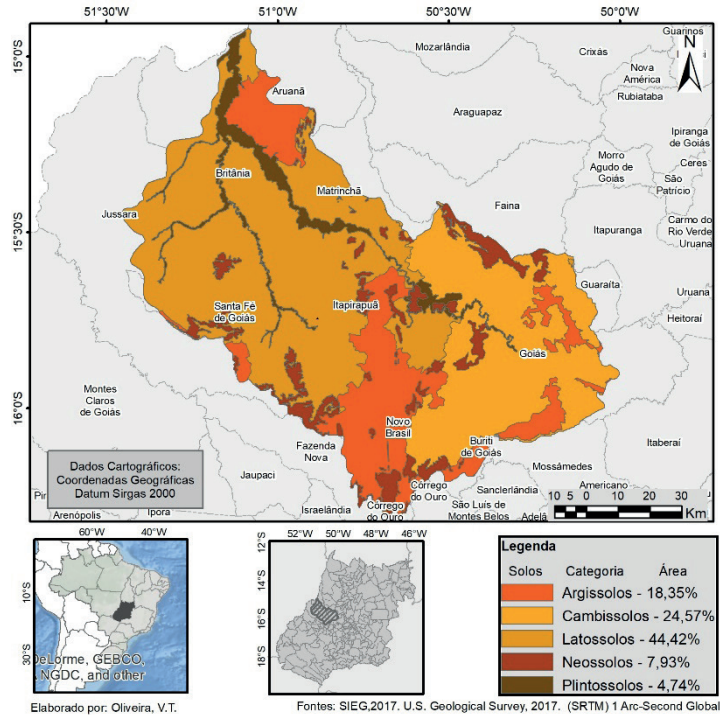


Figura 2 - Mapa de caracterização dos solos da Bacia Hidrográfica do Rio Vermelho, Estado de Goiás.

Já quanto ao uso do solo na bacia, Cavalcanti et al. (2008) demonstraram que 25% da área é antropizada, 38% é coberta por vegetação natural, e 37% representa afloramentos rochosos. Eles alertam que quando é realizada uma observação superficial, tem-se a suposição de que a cobertura vegetal é bem preservada (**Figura 3**).

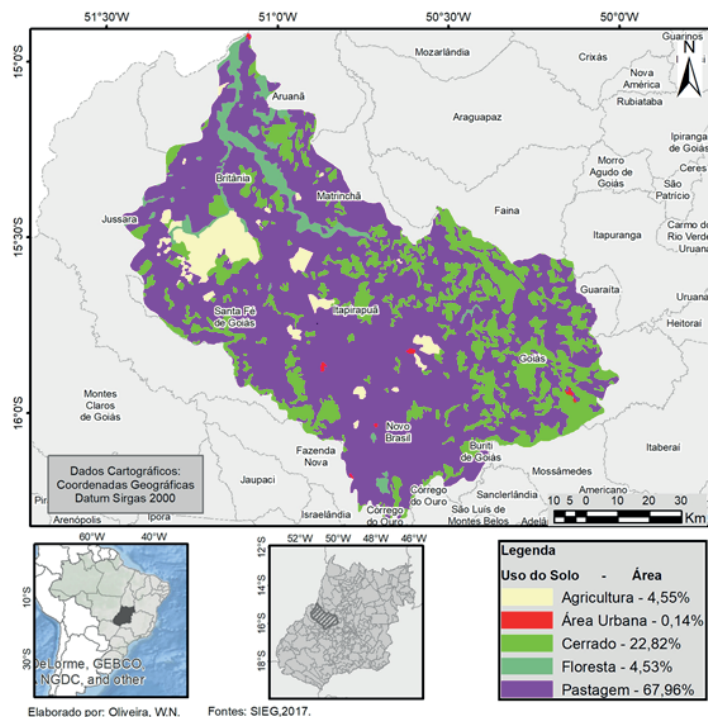


Figura 3 - Mapa de uso dos solos da Bacia Hidrográfica do Rio Vermelho.

## 4 | METODOLOGIA

O levantamento cartográfico e a delimitação da bacia hidrográfica do Rio Vermelho foram efetuados com base no mapa topográfico em escala 1:10.000 SIEG (2017). Para a caracterização morfométrica utilizou-se dados de atributos básicos como áreas, perímetros e comprimentos do canal principal e da bacia. A partir destes atributos foram calculados os índices de forma das bacias, traduzidos nos valores de Coeficiente de compacidade (Kc), Fator de forma (Kf). Além destes valores, foram calculados também os índices de declividade, altitude, densidade de drenagem (Dd), índice de alongamento, tempo de concentração e ordem dos cursos d'água. As fórmulas para obtenção dos parâmetros morfométricos são as mesmas utilizadas por Teodoro et. al. (2007) e a hierarquização da drenagem foi realizada por meio dos métodos propostos por Strahler (1952) e magnitude de drenagem, seguindo os parâmetros estabelecidos por Shreve (1966).

Utilizou-se o *software* ArcGIS 9.3 e o ordenamento dos cursos d'água foi realizado de forma automática pela ferramenta *hydrology – stream order*. Para a criação da curva hipsométrica utilizou-se o *software* Excel.

Os dados espaciais que subsidiaram os cálculos dos parâmetros estudados foram obtidos utilizando-se um Modelo Digital de Elevação – MDE, Imagens de Satélite e Dados Vetoriais. Segue detalhamento:

Em relação ao Modelo Digital de Elevação – MDE, para realização desse estudo foram utilizados diferentes dados espaciais. A análise hidromorfológica da bacia hidrográfica do Rio Vermelho foi realizada por meio de MDE oriundo do SRTM (Shuttle Radar Topography Mission / Missão Topográfica do *Radar Shuttle*). A extração dos dados necessários para o estudo hidromorfológico do MDE foi realizada utilizando técnicas de geoprocessamento por meio do *software* ArcGIS. As características fundamentais estudadas na análise morfométrica foram: - Declividade; - Área; - Extração e cálculo do Comprimento da drenagem.

Os dados do SRTM foram adquiridos na resolução espacial de 1 arco de segundo. (aproximadamente 30 m), no sistema de coordenadas Lat/Long e Datum WGS84, por meio do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE. Para cobrir a bacia hidrográfica do Rio Vermelho, localiza-se na região oeste do Estado de Goiás, nos quadrantes SD-22-Z-A, SD-22-Z-C, SD-22-Y-B, SD-22-Y-D, SD-22-X-A, SD-22-V-B.

Ainda com o SRTM foi possível realizar o ordenamento dos rios pelo método de Strahler, para isso foi utilizada a função *Hydrology/ Spatial Analyst* do *software* ArcGIS.

Sobre as Imagens de Satélite, para a geração do mapa de uso e cobertura da bacia hidrográfica do Rio Vermelho, foram utilizadas como base imagens do satélite americano Landsat-8 com resolução espacial de 30 metros no modo multiespectral e 15 metros no modo pancromático, cuja fusão de imagens via PDI (Processamento Digital de Imagens) gerou uma imagem colorida com resolução espacial de 15 metros. Essas imagens correspondem a órbita/ponto 223/71, também disponibilizadas pelo

INPE. Foi realizada uma classificação dessas imagens, gerando assim o mapa de uso e cobertura do solo da bacia.

Quanto aos Dados Vetoriais, foram adquiridas junto ao Sistema de Geoinformação de Goiás – SIEG, dados vetoriais como a delimitação da Bacia hidrográfica do Rio Vermelho, Limites Municipais, Solos e Vulnerabilidade Ambiental da bacia.

Todos os dados citados acima, MDE, Imagens de Satélite e Dados Vetoriais, serviram como subsídios para a análise morfométrica da bacia hidrográfica do Rio Vermelho.

## 5 I RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Bacia Hidrográfica do Rio Vermelho possui área de drenagem de 11.001,5 km<sup>2</sup> e perímetro de 604,3 km, podendo ser considerada uma bacia de médio porte para estudos de drenagem. Os resultados da caracterização física da Bacia Hidrográfica do Rio Vermelho estão apresentados na **Tabela 1**.

Parâmetro	Valor e Unidade
Área da bacia	11.001,5 Km <sup>2</sup>
Perímetro	604,3 Km
Comprimento do canal principal	262,2 Km
Comprimento da bacia	158,9 Km
Comprimento total dos cursos d'água	8,247,3 Km
Declividade baseada nos extremos	0,0021 m/m
Diferença de nível	554 m
Altitude mediana	365 m
Altitude máxima (nascente)	803 m
Altitude mínima (foz)	249 m
Fator forma	0,44
Densidade de drenagem	0,75 km/km <sup>2</sup>
Índice de alongamento	0,57
Índice de compacidade	1,61
Tempo de concentração	77,5 h

**Tabela 1** - Caracterização física da Bacia Hidrográfica do Rio Vermelho.

De acordo com os resultados, pode-se afirmar que a bacia hidrográfica do Rio Vermelho, mostra-se pouco suscetível a enchentes em condições normais de precipitação, isso pode ser verificado pelo fato de índice de compacidade apresentar o valor afastado da unidade (1,61), e seu fator forma exibir um valor baixo (0,44). Assim, há uma indicação de que a bacia não possui forma circular, possuindo, portanto, uma tendência a forma alongada, como evidencia o índice de alongamento (0,57). Esta forma alongada permite que a água escoe em menor velocidade e de maneira mais distribuída até o exutório.

O Índice de compacidade –  $K_c$ , relaciona a forma da bacia a de um círculo. Este índice mede a relação do perímetro da bacia e o perímetro que a bacia teria se fosse circular. É dado pela equação:  $K_c = 0,28P / A^{0,5}$ . Este parâmetro é um número adimensional que varia com a forma da bacia, onde quanto maior o coeficiente de compacidade, a bacia tem menor tendência a grandes enchentes. O coeficiente de compacidade apresentado pela Bacia em estudo é de  $K_c = 6,5$ .

O Fator de forma relaciona a forma da bacia com a de um retângulo, correspondendo à razão da largura média e o comprimento axial da bacia. O Fator forma ou índice de conformação ( $I$ ) é usado de maneira conceitual na hidrologia, e é um parâmetro que pode indicar a tendência da bacia a enchentes e inundações, de modo que quanto menor os valores de  $I$  menor a tendência a cheias (HORTON (1932) apud SANTOS (2012)). No caso da bacia do Rio Vermelho verificou-se que o fator forma é de 0,44, evidenciando uma baixa tendência da bacia a enchentes.

Na declividade, a princípio foram determinadas cinco classes de representação do relevo de acordo com o sistema brasileiro de classificação do solo da Embrapa (1999), apresentando mais da metade da bacia em uma única classe (plana – 0 a 3%). Todavia, essa metodologia foi substituída por uma determinação das classes de relevo tendo como referência os valores adaptados de Lepsch (1983). Essa alteração se justifica pelo fatiamento mais detalhado da bacia.

Tal fatiamento possibilitou evidenciar que a Bacia do Rio Vermelho possui 16,1% da superfície entre 0 a 2% de declividade, significando um relevo plano, principalmente a medida que se aproxima da foz. Ainda, de acordo com a Lei Federal 12.651/2012 (BRASIL, 2012), a bacia apresenta 0,6% de áreas que são de uso restrito ou de preservação permanente, representando 66 km<sup>2</sup> de área.

Assim, utilizou-se da ferramenta *slope* do *software* ArcGis para fatiamento do Modelo Digital de Terreno - MDT nas faixas pré-determinadas, e a conversão do arquivo matricial em vetorial possibilitou determinar a área ocupada por cada faixa de declividade. Essa caracterização pela declividade da bacia se faz importante na medida em que quanto maior a declividade de um terreno, maior a velocidade de escoamento, o que pode implicar em menor tempo de concentração estando relacionado ainda com os picos de enchentes. Na **Figura 4** está representado um mapa de declividade da referida bacia.

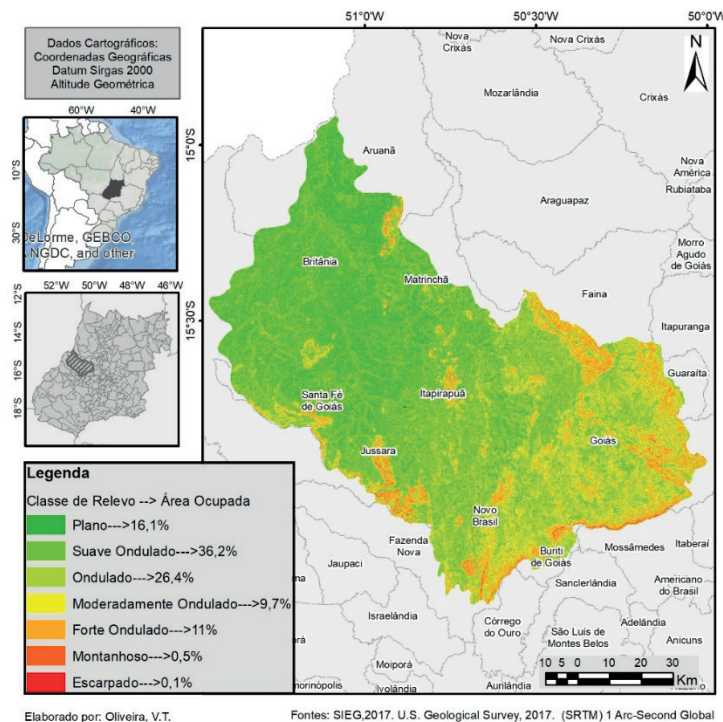


Figura 4 - Mapa de declividade da Bacia hidrográfica do Rio Vermelho.

No que se refere a altitude, a curva hipsométrica representa graficamente o relevo médio de uma bacia, além do estudo da variação da elevação de vários terrenos da bacia com referência ao nível médio do mar, ou a um determinado referencial vertical ou datum. Para a obtenção da curva hipsométrica fez-se necessário primeiramente classificar o MDT a fim de obter uma representação das elevações do terreno como pode ser visto na **Figura 5**.

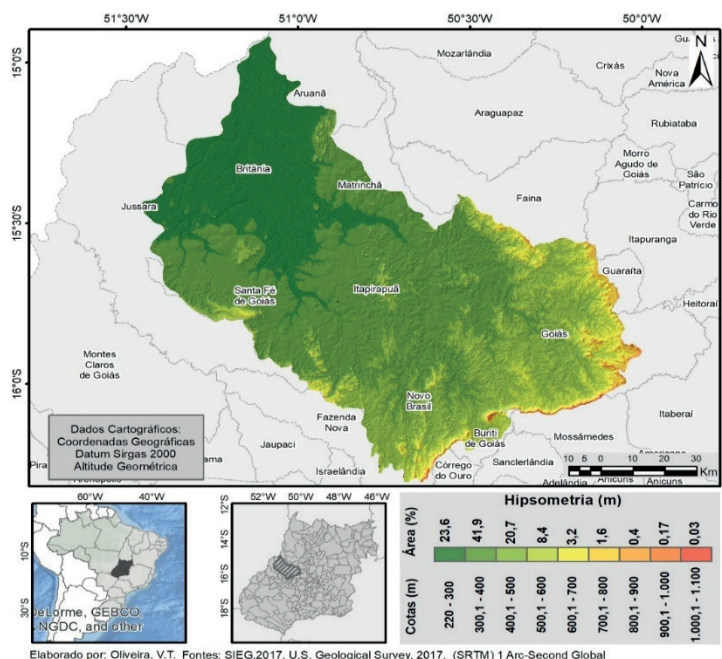
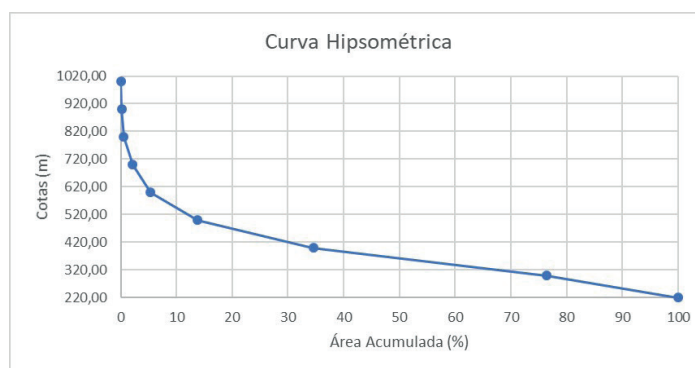


Figura 5 - Mapa de altitude da Bacia Hidrográfica do Rio Vermelho.

A partir de então, fez-se possível gerar a curva hipsométrica utilizando o *software*

Excel, relacionando o fatiamento em cotas e a porcentagem da área de cada faixa de forma acumulada. A curva hipsométrica está representada na **Figura 6**.



**Figura 6** - Curva hipsométrica da Bacia Hidrográfica do Rio Vermelho.

Assim, nota-se que 65,5% do total da bacia possui amplitude altimétrica de 180 metros (cotas de 220 a 400), o que significa dizer que existe pouca diferenciação de altitude na maior parte da superfície da bacia.

A densidade de drenagem é um fator importante na indicação do grau de desenvolvimento do sistema de drenagem de uma bacia. Este parâmetro varia de acordo com a precipitação, a geomorfologia e o relevo, fornecendo uma indicação da eficiência da drenagem da bacia, sendo expressa pela relação entre o somatório dos comprimentos de todos os canais da rede, sejam eles perenes, intermitentes ou temporários, e a área total da bacia (ANTONELI & THOMAZ, 2007 apud TEODORO, 2007). A densidade de drenagem é de 0,75 km/km<sup>2</sup>, mostrando que a bacia possui uma drenagem regular no que diz respeito a capacidade de infiltração e resistência a erosão conforme indicado na **Tabela 2**. Neste caso, em precipitações normais a Bacia do Rio Vermelho tende a ter escoamentos com velocidades moderadas.

Dd (Km/Km <sup>2</sup> )	Denominação
< 0,50	Baixa
0,50 – 2,00	Mediana
2,01- 3,50	Alta
> 3,50	Muito alta

Tabela 2 - Classificação da densidade de drenagem (Dd)

Fonte: SANTOS, *et al.*, 2012 *apud* BETRAME (1994).

O Índice de alongamento está relacionado com o fator forma, quanto mais alongada for a bacia, maior será o tempo de escoamento e conseqüentemente menor a tendência da bacia a grandes cheias. É a razão do diâmetro da bacia se ela fosse um círculo, com maior comprimento. A Bacia Hidrográfica do Rio Vermelho apresentou Índice de alongamento igual a 0,57.

O Tempo de concentração (Tc) é um importante parâmetro para planejamento nas bacias hidrográficas. Segundo DNIT (2005), ele é definido como o tempo de percurso



em que o deflúvio leva para atingir o curso principal desde o ponto mais distante até a seção de interesse. Na caracterização da Bacia do Rio Vermelho, optou-se por utilizar a fórmula de Kirpich modificada (DNIT, 2005), pois ela se mostrou apta para estudos em bacias de médio e grande porte. Encontrou-se um tempo de concentração de 77,5 horas. Isso indica que uma chuva precipitada na nascente pode demorar cerca de três dias para chegar no exutório. Isso quer dizer que em chuvas de curta duração (inferiores ao tempo de concentração), somente parte da bacia estará contribuído para formar efetiva para o somatório do hidrograma de enchente. A Ordem dos cursos d'água é realizada a partir da hierarquização da drenagem foi possível a análise de índices morfométricos para a bacia hidrográfica em questão. Esse ordenamento possibilita a elaboração de um mapa que configura a espacialização dos cursos d'água da bacia de acordo com sua ordem (Figura 7). No caso específico dessa classificação ordenada de forma automática da Bacia do Rio Vermelho, os corpos d'água variam de ordem 1 até a ordem 7. Na **Tabela 3** estão quantificados todos os cursos d'água de acordo com o ordenamento de Strahler (1952) e suas bifurcações.

Hierarquia (Strahler)	n ° de bifurcações
1	3213
2	1424
3	887
4	443
5	189
6	175
7	34

Tabela 3 - Ordenamento dos cursos d'água da Bacia Hidrográfica do Rio Vermelho, Estado de Goiás

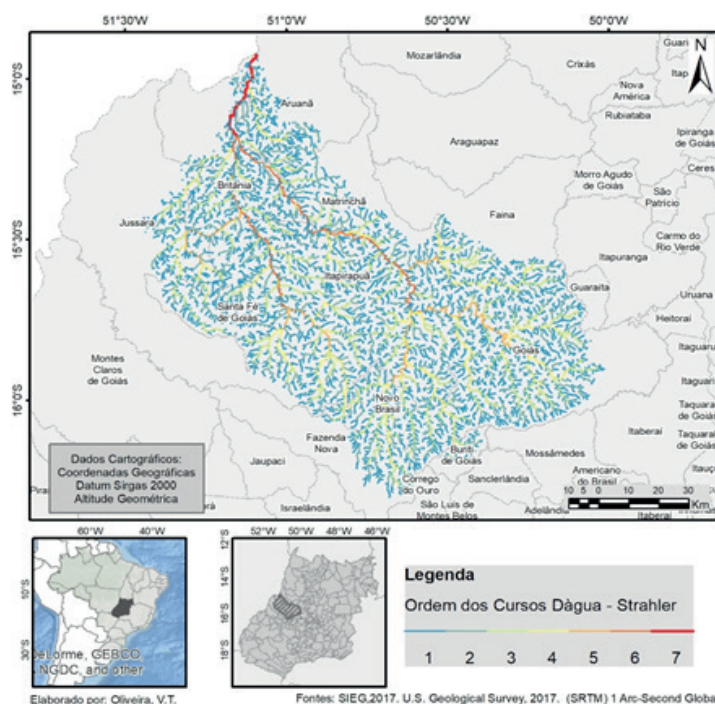


Figura 7 - Ordem dos cursos d'água da bacia hidrográfica do Rio Vermelho, Estado de Goiás

## 6 | CONCLUSÃO

A Bacia Hidrográfica do Rio Vermelho representa 3,23 % da área total do Estado de Goiás, intersectando onze municípios desde sua nascente até sua foz, quando desemboca no Rio Araguaia – Tocantins. Sua área de drenagem é de sétima ordem.

A bacia tem uma tendência à forma alongada, o que permite que a água escoe em menor velocidade e de maneira mais distribuída até o exutório. Em condições normais de precipitação, a bacia tende a ter escoamentos com velocidades moderadas, visto que possui uma drenagem regular no que diz respeito à capacidade de infiltração e resistência à erosão, mostrando-se, nesse caso, pouco suscetível a enchentes.

## REFERÊNCIAS

Brasil. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. **Código Florestal Brasileiro**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, 2012.

Cavalcanti, M. A.; Lopes, L.M.; Pontes, M.N.C. **Contribuição ao entendimento do fenômeno das enchentes do Rio Vermelho na cidade de Goiás, GO**. Boletim Goiano de Geografia, 28 (1): p. 167-186, jan./jun, 2008.

DNIT. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Manual de Hidrologia Básica para Estruturas de Drenagem. 2005**. Disponível em: < [http://ipr.dnit.gov.br/manuais/manual\\_de\\_hidrologia\\_basica.pdf](http://ipr.dnit.gov.br/manuais/manual_de_hidrologia_basica.pdf)>. Acessado em: 05 de outubro de 2017.

Embrapa. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. EMBRAPA-SPI, 1999.

Fioreze, A.P.; Oliveira, L.F.C.; Franco, A.P.B. **Caracterização morfológica da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Bárbara, Goiás**. Pesq. Agropec. Trop., 40 (2): p. 167-173, abr./jun. 2010.

Lepsch, I.F.; Bellinazzi, R.; Bertolini, D.; Espíndola, C. R. 1983. **Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso**. SBCS, 175p.

Machado, L. E. G; Lima, C. V. **Compartimentação geomorfológica da bacia hidrográfica do Rio Vermelho (GO) utilizando imagens ASTER**. Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR. Curitiba, PR, Brasil, 30 de abril a 05 de maio de 2001, p.8231 - 8239.

Rocha, R.M.; Lucas, A.A.T.; Almeida, C.A.P.; Neto, E.L.M.; Netto, A.O.A. **Caracterização morfométrica da sub-bacia do rio Poxim-Açu**. Revista Ambiente e Água, 9 (2): p. 276 – 287, 2014.

Santos, M.A.; Targa, M.S.; Batista, G.T.; Dias, N. W. **Análise morfométrica das sub-bacias hidrográficas Perdizes e Fojo no município de Campos do Jordão**. Revista Ambiente e Água, 7 (3). 2012.

Shreve, R. L. **Statistical law of stream numbers**. The Journal of Geology, 74 (1): p. 17-37, 1966.

Strahler, A. N. **Hypsometric (area-altitude) analysis of erosional topography**. Geological Society of America Bulletin, 63 (11), p. 1117-1142, 1952.

Teodoro, V. L. L., Teixeira, D., Costa, D. J. L., Fuller, B.B. **O Conceito de bacia hidrográfica e a importância da caracterização morfométrica para o entendimento da dinâmica ambiental local**. Revista UniAra, 20, 2007.

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-222-7

