



**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

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

CAPÍTULO 1	1
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>	
DOI 10.22533/at.ed.2271929031	
CAPÍTULO 2	13
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>	
DOI 10.22533/at.ed.2271929032	
CAPÍTULO 3	24
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>	
DOI 10.22533/at.ed.2271929033	
CAPÍTULO 4	35
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>	
DOI 10.22533/at.ed.2271929034	
CAPÍTULO 5	46
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>	
DOI 10.22533/at.ed.2271929035	
CAPÍTULO 6	59
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

ASPECTOS MORFOMÉTRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO GRANDE VERMELHO – MT AFLUENTE DO RIO PARAGUAI SUPERIOR

Jéssica Ramos de Oliveira

Universidade do Estado de Mato Grosso,
Programa de Pós-Graduação em Ambiente e
Sistemas de Produção Agrícola
Tangará da Serra – Mato Grosso

Carine Schmitt Gregolin

Universidade do Estado de Mato Grosso,
Programa de Pós-Graduação em Ambiente e
Sistemas de Produção Agrícola
Tangará da Serra – Mato Grosso

Martins Toledo de Melo

Fundação Nacional do Índio – FUNAI
Tangará da Serra – Mato Grosso

Tadeu Miranda de Queiroz

Universidade do Estado de Mato Grosso,
Faculdade de Arquitetura e Engenharia
Barra do Bugres – Mato Grosso

RESUMO: As características morfométricas de uma bacia permitem conhecer os aspectos do seu comportamento hidrológico, sua dinâmica ambiental local e regional. O objetivo do presente estudo foi determinar as características morfométricas da bacia hidrográfica do rio Grande Vermelho, a partir da estimativa de algumas variáveis físicas. Foi utilizado o Modelo Digital de Elevação (MDE) para o cálculo de variáveis associadas às características morfométricas da Bacia Hidrográfica do Rio Grande Vermelho, localizado no município de Barra do Bugres - Mato Grosso, afluente do

Rio Paraguai, um dos principais contribuintes do Pantanal mato-grossense, afim de obter o conhecimento quantitativo das variáveis e contribuir para o planejamento e gerenciamento deste recurso hídrico. A análise morfométrica da bacia consistiu na caracterização de algumas variáveis físicas, as quais compõem as características geométricas, da rede de drenagem e as características do relevo. A bacia do Rio Grande Vermelho possui uma área de 867,76 km², com perímetro de 242,98 km, com um curso d'água principal de 60 km de comprimento, sendo uma bacia de extensão mediana, o que destaca sua relevância à contribuição hídrica do pantanal mato-grossense. Quanto às características de declividade da bacia, observa-se que o relevo é condizente com o da região na qual está situada e possui uma forma alongada, sendo seu sistema de drenagem caracterizado como regular. Os resultados encontrados podem ser utilizados para subsidiar a análise da adequação do uso e ocupação da terra em conformidade com sua capacidade e também das ações para as entidades gerenciadoras dos recursos hídricos.

PALAVRAS-CHAVE: Morfometria, sensoriamento remoto, processamento de imagens, áreas úmidas, Pantanal.

ABSTRACT: The morphometric characteristics

of a basin allow to know the aspects of its hydrological behavior, its local and regional environmental dynamics. The objective of this study was to determine the morphometric characteristics of the Rio Vermelho Grande Basin, as from estimates of some physical variables. The Digital Elevation Model (DEM) was used to calculate the variables associated with the morphometric characteristics of the Rio Grande Vermelho Basin, located in Barra do Bugres – Mato Grosso, affluent of Rio Paraguai, one of the main contributors to Pantanal mato-Grosense, in order to obtain the quantitative knowledge of the variables and contribute to the planning and management of this water resource. The morphometric analysis of the basin consisted in the characterization of some physical variables, which make up the geometric characteristics of the drainage network and the characteristics of the relief. The Rio Grande Vermelho basin has an area of 867.76 km², with a perimeter of 242.98 km, with a main water course of 60 km of length, being a basin of medium extension, which highlights its relevance to the water contribution of the pantanal mato-grossense. As for the characteristics of slope of the basin, it is observed that the relief is consistent with that of the region in which it is situated and has an elongated shape, its drainage system being characterized as regular. The results obtained can be used to support the analysis of the adequacy of land use and occupation in accordance with its capacity and of the actions for the entities managing the water resources.

KEYWORDS: Morphometry, remote sensing, image processing, wetlands, Pantanal.

1 | INTRODUÇÃO

O conceito de bacia hidrográfica sofre diversas variações dentro da literatura científica. No entanto, a Lei Federal brasileira de nº 9.433/97 que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), traz em seu inciso V, que bacia hidrográfica é “a unidade territorial para implementação da PNRH e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos”.

Um dos mais comuns e primeiros procedimentos executados em análises hidrológicas ou ambientais é a caracterização morfométrica de uma bacia hidrográfica, possuindo como objetivo esclarecer as diversas questões relacionadas com o entendimento da dinâmica ambiental local e regional (Teodoro et al., 2007). De acordo com Antonelli e Thomaz (2007), o cruzamento dos dados morfométricos permite a diferenciação de áreas homogêneas, e possibilitam, conforme Santos (2017) estimar quantitativamente e qualitativamente as características da bacia por meio de vários parâmetros.

Para Tonello (2005), as características morfométricas podem ser divididas em: características geométricas, características do relevo e características da rede de drenagem. Vilella e Mattos (1975) ressaltaram que as propriedades físicas de uma bacia hidrográfica permitem uma avaliação do seu comportamento hidrológico, e conforme relações e comparações dos resultados são estabelecidos é possível determinar de

forma indireta diversos parâmetros.

O estudo destas características permite conhecer o comportamento hidrológico de uma bacia hidrográfica, e assim compreender como este comportamento está sendo afetado por ações antrópicas, uma vez que, ao intervir no meio natural, o homem acaba interferindo nos processos do ciclo hidrológico (Tonello, 2005).

O uso do geoprocessamento permite o cálculo de diversas variáveis associadas ao relevo com rapidez e precisão, e com o crescimento da capacidade de processamento e armazenamento de dados dos computadores, juntamente com a evolução dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG) torna possível se trabalhar com extensas áreas com alta resolução espacial, sem perda significativa do tempo de processamento envolvido e são ferramentas eficientes para estudos morfométricos (Grohmann et al., 2008; Ataíde et al., 2017).

Deste modo, o presente estudo é relevante para geração de conhecimentos sobre características do ciclo hidrológico da bacia do Rio Grande Vermelho, afluente do Rio Paraguai, e em como os impactos das alterações no comportamento hidrológico deste afluente pode estar afetando um dos principais contribuintes da bacia pantaneira, além gerar informações e servir de base para o planejamento, implementação e regulamentação das ações realizadas pelas entidades e órgãos que integram o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, principalmente as dos afluentes do Pantanal Mato-grossense.

Sendo assim, objetivou-se determinar as características morfométricas da bacia hidrográfica do rio Grande Vermelho, a partir da estimativa de algumas variáveis físicas, sendo elas: área e perímetro da bacia, comprimento do curso d'água principal, fator de forma, coeficiente de compactidade, índice de circularidade, densidade de drenagem, ordem dos cursos d'água, coeficiente de manutenção, altitude máxima e mínima, declividade média e índice de sinuosidade.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

A área de estudo compreende a bacia hidrográfica do rio Grande Vermelho, a qual está localizada no município de Barra do Bugres no estado de Mato Grosso, entre as coordenadas UTM 432.090 e 475.299 ao leste, e, 8.323.458 e 8.348.912 ao oeste, conforme apresentado na Figura 1. A bacia em estudo é composta por três unidades hidrográficas, sendo elas o córrego Grande, rio Vermelhinho e rio Grande Vermelho, sendo considerada um importante afluente da margem direita da bacia hidrográfica do rio Paraguai, um dos principais contribuintes do pantanal mato-grossense.

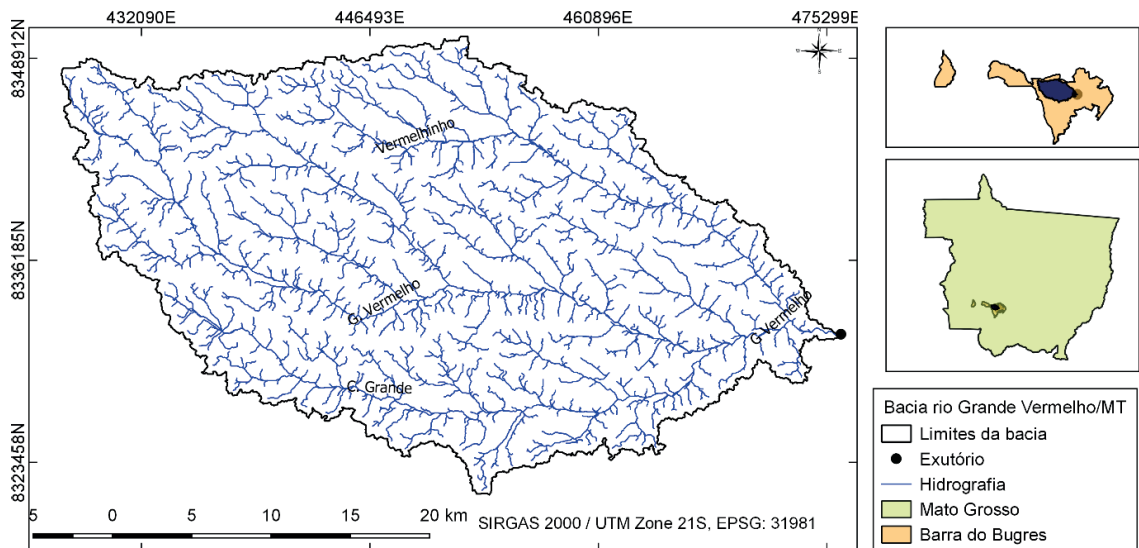


Figura 1: Localização da bacia hidrográfica do rio Grande Vermelho

O clima da região é classificado (Classificação de Köppen) como tropical úmido megatérmico (AW), também chamado de clima quente semiúmido. A região é caracterizada por conter duas estações bem definidas, uma seca, compreendendo os meses de maio a setembro, e outra chuvosa, entre os meses de outubro a abril, com um regime hídrico anual de 1800 mm e temperatura média anual de 24,4°C (Dallacort et al., 2011).

O relevo da região é caracterizado por predominância de planícies, com algumas áreas levemente onduladas, contendo solo predominantemente de areias quartzosas, além de, latossolos e cambissolos, de baixa fertilidade, teor razoável de alumínio trocável e acidez moderada (Pessoa et al., 2014).

2.2 Morfometria da bacia hidrográfica

Utilizou-se dados topográficos disponibilizados pelo United States Geological Survey (USGS) no Modelo Digital de Elevação (MDE) no formato raster do tipo SRTM 30 (Shuttle Radar Topography Mission, com resolução de 30 m) para a delimitação da bacia no software livre QGIS 2.18.0. Para tanto, o MDE foi retroprojetado para o sistema de coordenadas planas, e através da extensão TauDEM (Terrain Analysis Using Digital Elevation Models) a área da bacia foi delimitada automaticamente. Seguiu-se a metodologia utilizada por Silva *et al.* (2017).

2.3 Análise morfométrica

A análise morfométrica consistiu na caracterização de algumas variáveis físicas, as quais compõem as características geométricas, da rede de drenagem e as características do relevo, conforme apresentado no Quadro 1.

Variáveis	Unidades
Características geométricas	
Área	km ²
Perímetro	km
Fator de forma (F)	adimensional
Coefficiente de compacidade (Kc)	adimensional
Índice de circularidade (IC)	adimensional
Características da rede de drenagem	
Comprimento do curso d'água principal	km
Densidade de drenagem (Dd)	km.km ⁻²
Ordem dos cursos d'água	adimensional
Coefficiente de manutenção (Cm)	km ² .km ⁻¹
Características do relevo	
Altitude máxima	m
Altitude mínima	m
Declividade média da bacia	%
Índice de sinuosidade	%

Quadro 1: Características morfométricas da bacia hidrográfica do Rio Grande Vermelho, MT.

O fator de forma (F) indica a propensão de enchentes em bacias hidrográficas, relacionando o formato da bacia com de um retângulo, correspondendo a razão entre a largura média e o comprimento axial da bacia (Eq. 1). Bacias com fator de forma baixo possuem menos chances de ocorrerem enchentes do que bacias do mesmo tamanho, mas, com fator de forma alto (Vilela; Matos, 1975).

$$F = \frac{A}{L^2} \quad \text{Equação (1)}$$

Sendo, F o fator de forma, A a área da bacia (km²), L o comprimento axial da bacia (km).

O coeficiente de compacidade (Kc) relaciona o formato da bacia com a de um círculo, utilizando a relação entre o perímetro da bacia e a circunferência de um círculo de área igual da bacia (Eq. 2). Valores próximos de uma unidade indicam uma bacia hidrográfica com formato aproximado de um círculo (Tonello et al., 2006).

$$Kc = 0,28 \frac{P}{\sqrt{A}} \quad \text{Equação (2)}$$

Sendo, Kc o coeficiente de compacidade, P o perímetro da bacia (km), A a área da bacia (km²).

O índice de circularidade (IC) corresponde ao grau de alongamento da bacia, o seu valor aproxima-se de uma unidade em bacias com formato circular, e diminui em bacias com formato alongado. Para isto utilizou-se a Equação 3.

$$IC = \frac{12,57 \times A}{P^2} \quad \text{Equação (3)}$$

Sendo, IC o índice de circularidade, A a área da bacia (km²), P o perímetro da bacia (km).

A densidade de drenagem (Dd) indica o grau de desenvolvimento do sistema de drenagem, fornecendo a eficiência de drenagem da bacia (Cardoso et al., 2006), através da relação entre o somatório dos comprimentos de todos os canais, perenes, intermitentes ou temporários, e a área da bacia (Eq. 4).

$$Dd = \frac{Lt}{A} \quad \text{Equação (4)}$$

Sendo, Dd a densidade de drenagem (km.km⁻²), Lt o comprimento total dos canais (km), A a área da bacia (km²).

A ordem dos cursos d'água foi obtida automaticamente, conforme a hierarquia proposta por Strahler (1957), em que todos canais sem tributários são considerados de primeira ordem, a confluência de dois canais de primeira ordem gera um canal de segunda ordem, a união de dois canais de segunda ordem forma um canal de terceira ordem, e assim sucessivamente. A união de um canal de determinada ordem a um canal de ordem superior não altera a sua ordem.

O coeficiente de manutenção (Cm) representa a área mínima necessária para manutenção de um metro de escoamento permanente, é expresso como o inverso da densidade de drenagem (Eq. 5).

$$Cm = \frac{1}{Dd} \quad \text{Equação (5)}$$

Sendo, Cm o coeficiente de manutenção (km⁻².km), Dd a densidade de drenagem (km.km⁻²).

A altitude e declividade média foram obtidas diretamente no software livre QGIS 2.18.0 através do processamento do MDE, por meio do comando Plugin Elevation para as altitudes e o comando GRASS:r.slope.aspect para a declividade média. Posteriormente, a declividade foi classificada de acordo com as classes propostas pela Embrapa (1979), conforme apresentado no Quadro 2.

Declividade (%)	Discriminação
0 – 3	Relevo plano
3 – 8	Relevo suavemente ondulado
8 – 20	Relevo ondulado
20 – 45	Relevo fortemente ondulado
45 – 75	Relevo montanhoso
> 75	Relevo escarpado

Quadro 2: Classes de declividade e discriminação das classes de relevo

O índice de sinuosidade (I_s) indica o grau de sinuosidade da bacia, expresso pela relação entre o comprimento do canal principal com a distância vetorial deste (Eq. 6), relaciona-se diretamente com a velocidade de escoamento, portanto, em canais muito sinuosos a velocidade de escoamento reduz-se (Villela e Mattos, 1975).

$$I_s = \frac{100 \times (L - Ev)}{L} \quad \text{Equação (6)}$$

Sendo, I_s o índice de sinuosidade (%), L o comprimento do canal principal (km), Ev o equivalente vetorial medido em linha reta (km).

Em seguida, foi determinada a classe de sinuosidade conforme a classificação sugeria por Christofolletti (1981), dividida em cinco classes, conforme apresentado no Quadro 3.

Classe de Sinuosidade	Discriminação
I = <20%	Muito reto
II = 20 – 29,9%	Reto
III = 30 – 39,9%	Divagante
IV = 40 – 49,9%	Sinuoso
V = <50%	Muito Sinuoso

Quadro 3: Classes de sinuosidade e discriminação grau de sinuosidade

3 I RESULTADOS E DISCUSSÃO

A bacia hidrográfica do rio Grande Vermelho possui área de 867,76 km², com perímetro de 242,98 km, com um curso d'água principal de 60 km de comprimento, demonstrando ser uma bacia de extensão mediana, evidenciando sua importância para a contribuição hídrica do pantanal mato-grossense. As características morfométricas da bacia do rio Grande Vermelho estão apresentadas na Tabela 1.

Características morfométricas	Resultados
Área (km ²)	867,76
Perímetro (km)	242,98
Fator de forma	0,35
Coeficiente de compacidade	2,30
Índice de circularidade	0,18
Comprimento do curso d'água principal (km)	60,00
Densidade de drenagem (km.km ⁻²)	1,45
Ordem dos cursos d'água	6
Coeficiente de manutenção (km ² /km)	0,69
Altitude máxima (m)	264
Altitude mínima (m)	150
Declividade média da bacia (%)	3,11
Índice de sinuosidade (%)	16,43

Tabela 1: Características morfométricas da bacia hidrográfica do Rio Grande Vermelho, MT.

O fator de forma apresentou um valor muito baixo (0,35), enquanto o coeficiente

de compacidade demonstrou-se distante de uma unidade (2,30), valores estes que indicam formato alongado da bacia. Conforme Cardoso et al. (2006) bacias com formato alongado são menos propensas a enchentes do que bacias circulares, haja vista que nestas bacias a precipitação possa ocorrer em toda a extensão simultaneamente, gerando maior concentração de água.

O índice de circularidade comprova o formato alongado da bacia, tendo em vista apresentar valor muito distante de uma unidade (0,18). Sendo assim, conforme as características morfométricas, pode-se inferir que, quanto a sua forma, a bacia hidrográfica do rio Grande Vermelho não tem propensão a enchentes em condições normais de precipitação. Em estudos semelhantes, Silva et al. (2016) observaram para a bacia hidrográfica do rio das Pitas, e Bruno (2017) para a bacia hidrográfica do rio Ariranha, ambas em Mato Grosso, morfometria similar ao rio Grande Vermelho, com formato alongado e pouca possibilidade de ocorrência de enchentes. Desta forma, o formato da bacia proporciona a possibilidade de realizar um correto planejamento do uso e ocupação nos arredores bacia, de forma a não gerar prejuízos futuros relacionados a eventos de enchentes e inundações.

A densidade de drenagem está fortemente relacionada com a velocidade de escoamento superficial da bacia e a eficiência no desenvolvimento do sistema de drenagem (Cardoso et al., 2006). A densidade de drenagem na bacia do rio Grande Vermelho foi 1,45 km km⁻², segundo Villela e Mattos (1975), caracteriza-se de drenagem regular, pois enquadra-se na classe de 0,5 a 1,5 km.km⁻², sendo assim, a bacia possui baixa eficiência em seu sistema de drenagem. Conforme Tonello et al. (2006) bacias hidrográficas que apresentam valores baixos de densidade de drenagem geralmente associam-se com regiões de rochas permeáveis e de regime pluviométrico de baixa intensidade ou pouca concentração. A região em estudo possui baixa intensidade de chuvas, concentrada em apenas alguns meses do ano (Dallacort et al., 2011), confirmando a relação apresentada por Tonello et al. (2006). Silva et al. (2016) ainda destacam a relação entre a densidade de drenagem e a declividade, em declives menores obtém-se velocidade de escoamento superficial baixa, gerando menor densidade de drenagem. Desta forma, a densidade de drenagem apresentou-se coerente com o padrão observado em bacias pantaneiras, caracterizadas por terrenos planos e rios com correntezas leves.

A ordem dos cursos d'água determina o grau de ramificação do sistema de drenagem da bacia hidrográfica (Tonello et al., 2006). A bacia hidrográfica do rio Grande Vermelho é uma bacia de 6ª ordem, possuindo maiores ramificações do sistema de drenagem. O coeficiente de manutenção evidencia áreas de recarga, podendo ser associada ao índice de impermeabilização do solo e ao tipo de substrato rochoso, permitindo avaliar o risco de disponibilidade hídrica (Ataíde *et al.*, 2017). Os resultados obtidos indicam que são necessários 0,69 km² de área para manter cada quilômetro de escoamento permanente da Bacia hidrográfica do Rio Grande Vermelho.

A bacia do rio Grande Vermelho possui altitude máxima de 264m e mínima

de 150m (Figura 2), corroborando para as características predominantes do relevo da região e temperaturas médias assinaladas. Segundo Castro Junior (2001), em áreas de altitudes baixas, quase toda a energia absorvida é usada na evaporação da água, propiciando a ocorrência de maior evaporação, sendo que o inverso ocorre para altitudes altas. A altitude está diretamente relacionada com radiação recebida na bacia, influenciando a temperatura, evapotranspiração e precipitação (Pinto, 2015). Conforme Santos et al. (2007) para o correto uso e ocupação da terra em bacias hidrográficas é necessário observar as áreas elevadas e declivosas, tornando possível o planejamento e manejo da área, de forma a obter a melhor utilização da aptidão das terras.

A declividade representa o comportamento de escoamento superficial, em que por ação da gravidade a água escoar até as cotas mais baixas, influenciando na velocidade do escoamento e no tempo de concentração da água (Villela e Mattos, 1975).

Analisando a bacia do rio Grande Vermelho, declividade média apresentada é de 3,11%, caracterizada com relevo suavemente ondulado, condizente com o relevo predominante plano da região (Figura 3). De acordo com Christofletti (1981), o aumento da declividade de um terreno provoca um aumento nos valores de textura topográfica e densidade de drenagem, no entanto, os resultados confirmam a relação demonstrada por Silva et al. (2016), no qual declives menores geram menor densidade de drenagem.

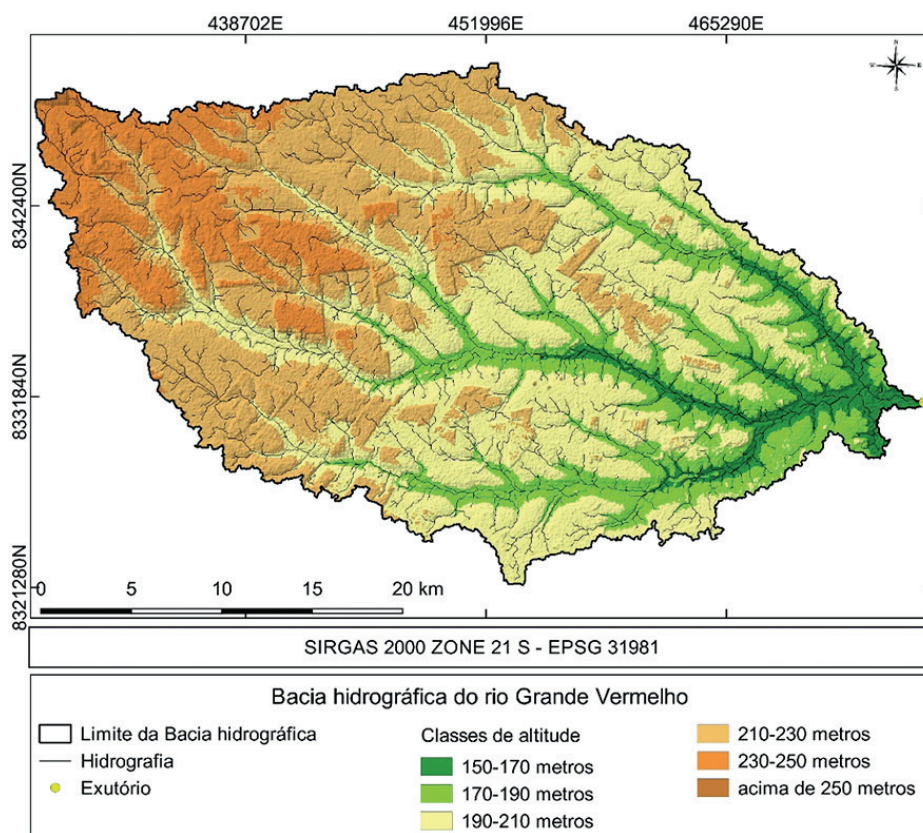


Figura 2: Mapa de altitude da bacia hidrográfica do rio Grande Vermelho

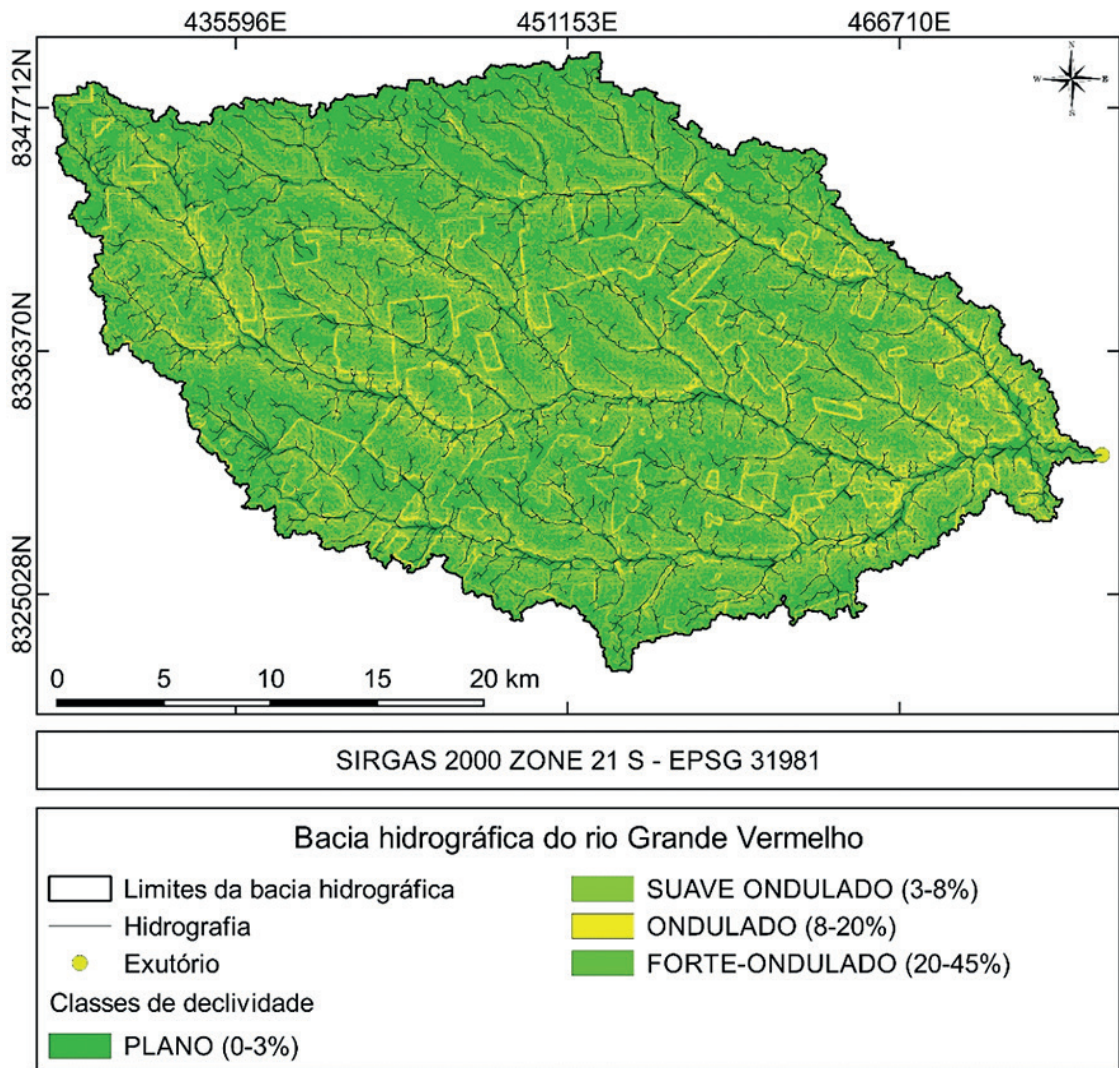


Figura 3: Mapa de declividade da bacia hidrográfica do rio Grande Vermelho

O índice de sinuosidade da bacia do rio Grande Vermelho é de classe I, muito reto. Este resultado relaciona-se diretamente com a velocidade de escoamento, portanto, a velocidade de escoamento nesta bacia é maior devido sua tendência retilínea (Villela e Mattos, 1975). Essa característica favorece um maior transporte de sedimentos, corroborando com os estudos os quais demonstram que, a planície alagável do Paraguai está sendo assoreada pelos sedimentos destes leques, que sobre ela progradam (Assine, 2003).

As análises realizadas no presente estudo demonstram a importância das características morfométricas para a gestão de bacias hidrográficas, indicando um padrão de seu comportamento, fornecendo subsídios para melhor direcionamento das ações de planejamento urbano e para a adequação do uso e ocupação da terra em conformidade com a sua capacidade, amenizando situações de riscos, favorecimento de infiltração de água no solo e a redução do escoamento superficial (Almeida et al., 2017; Santos et al., 2012)

O estudo também demonstrou que a utilização do software livre QGIS, com

auxílio de seus complementos, apresentou-se como uma alternativa simples e gratuita para a realização da caracterização de bacias hidrográficas, demonstrando-se uma ferramenta útil para o gerenciamento de recursos naturais baseado no desenvolvimento sustentável, fornecendo subsídios para auxiliar os planejadores e tomadores de decisão quanto a bacias hidrográficas.

4 | CONCLUSÕES

A bacia do rio Grande Vermelho possui extensão mediana, com um formato alongado, de baixa susceptibilidade a enchentes, o que proporciona possíveis usos e ocupações em seus arredores, de forma a não gerar prejuízos futuros decorrentes de enchentes e inundações. A densidade de drenagem é caracterizada como um sistema de drenagem regular, propiciando baixa velocidade de escoamento, em coerência com as bacias pantaneiras.

Características, como a tendência retília da bacia do rio Grande Vermelho, que favorecem o transporte de sedimentos ao longo de seu curso, e um relevo com tendência plana, aliado a ações antrópicas degradantes, como uso e cobertura da terra inadequado, seja por pastagens, degradação de matas ciliares, entre outros, podem contribuir para o assoreamento dos rios desta bacia e daqueles em que deságua.

Este trabalho permite a avaliação dos componentes morfométricos de forma integrada, e sempre que estes dados são considerados, viabiliza o estabelecimento de relações com o uso e ocupação do solo ao longo de seu curso, auxiliando a aplicação de estratégias de gestão e planejamento ambiental, possibilitando o manejo adequado e a sustentabilidade ambiental.

5 | AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001 e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Mato Grosso – FAPEMAT (Edital 041/2016).

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, L. T.; ABREU, M. C.; FRAGA, M. S.; SILVA, D. D.; CECÍLIO, R. A. Aspectos morfométricos relacionados ao estudo de enchentes na Bacia do Rio Sapucaí, Minas Gerais. **Revista Nativa**, v. 5, n. 3, p.169-174, 2017.

ANTONELI, V.; THOMAZ, E. L.; Caracterização do meio físico da bacia do arroio Boa Vista - Guaramiranga (PR). **Caminhos de Geografia**, v. 8, n. 21, jun. 2007.

ASSINE, M. L.; Sedimentação na bacia do Pantanal Mato-Grossense, Centro-Oeste do Brasil. 2003.

x, 106 f. **Tese** (livre-docência) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, 2003.

ATAÍDE, L. C. P.; RODRIGUES, R. S. S.; PESSOA, F. C. L.; Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio Tauá, nordeste paraense. **Rev. Brasileira de Gestão Ambiental**. V. 11, n.1, p. 130-138, 2017.

BRUNO, L. O. Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio Ariranha, em Mato Grosso. In: Congresso Nacional de Meio Ambiente, 14., 2017, Poços de Caldas. **Anais...** Minas Gerais: 2017.

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.

CASTRO JR., E. O papel da fauna endopedônica na estruturação física dos solos e o seu significado para a hidrologia de superfície. 2001. 150 f. **Dissertação** (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2001.

CHRISTOFOLETTI, A. Geomorfologia Fluvial. São Paulo: **Edgard Blücher**, 1981, 297 p.

DALLACORT, R.; MARTINS, J. A.; INOUE, M. H.; FREITAS, P. S. L.; COLETTI, A. J. Distribuição das chuvas no município de Tangará da Serra, médio norte do Estado de Mato Grosso, Brasil. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 33, n. 2, p. 193-200, 2011.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Súmula da 10. Reunião Técnica de Levantamento de Solos**. Rio de Janeiro, 1979. 83p.

GROHMANN, C. H.; RICCOMINI, C.; STEINER, S. S. Aplicações dos modelos de elevação SRTM em geomorfologia. **Revista Geografia Acadêmica**. v. 2 n. 2, p. 73-83, 2008.

PESSOA, S. P. M.; GALVANIN, E. A. S.; NEVES, S. M. A. S. Mapeamento do uso e ocupação da floresta aluvial no rio Paraguai - Barra do Bugres/Mato Grosso. **Revista Brasileira de Cartografia**, n. 66, v. 6, p. 1295-1303, 2014.

PINTO, V. R. Caracterização morfométrica e capacidade de uso da terra da Bacia Hidrográfica do rio Sararé, sudoeste do Estado do Mato Grosso. 2015. 87p. **Dissertação** (Mestrado em Ciências Ambientais) – Universidade do Estado de Mato Grosso, Cáceres, 2015.

SANTOS, D. B.; VIDOTTO, M. L.; BERTINATTO, R.; MARCON, G. R. S.; FRIGO, E. P. Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio São José, Cascavel, PR. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, v. 5, n. 2, p. 7-12, 2012.

SANTOS, G. V.; DIAS, H. C. T.; SILVA, A. P. S.; MACEDO, M. N. C. Análise hidrológica e socioambiental da bacia hidrográfica do Córrego Romão dos Reis, Viçosa-MG. **Revista Árvore**, v.31, n.5, p.931-940, 2007.

SANTOS, S. O.; CARNEIRO, A. S.; LOBÃO, J. S. B. Análise de parâmetros morfométricos aplicados para a caracterização de uma bacia hidrográfica. Em Simpósio regional de geoprocessamento e sensoriamento remoto, 8, 3-6 Out., Salvador. **Anais**, UFBA, 2017. p. 1-5.

SILVA, C. V. T.; RIBEIRO FILHO, J. C.; SILVA, P. C. M.; LEMOS FILHO, L. C. A.; BRASIL, J. B. Caracterização morfométrica, uso e ocupação de uma bacia hidrográfica. **Revista Engenharia na Agricultura**, v.25, n.5, p. 436-444, 2017.

SILVA, R. M.; COSTA, A. L. R.; SILVA, G. M. S.; SOUZA, C.; TEIXEIRA, N. C.; SILVA, A. R. C. B. Análise das características morfométricas da bacia hidrográfica rio das Pitas. In: Simpósio de Geotecnologias no Pantanal, 6., 2016, Cuiabá. **Anais...** Embrapa Informática Agropecuária: INPE, p.

307-315. 2016.

STRAHLER, A. N. Quantitative Analysis of Watershed Geomorphology. Transactions, **American Geophysical Union**, v. 38, n. 6, p. 913-920, 1957.

TEODORO, V. L. I.; 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 Brasileira Multidisciplinar**, [S.l.], v. 11, n. 1, p. 137-156, jan. 2007. ISSN 2527-2675..

TONELLO, K. C.; DIAS, H. C. T.; SOUZA, A. L.; RIBEIRO, C. A. A. S.; LEITE, F. P. Morfometria da bacia hidrográfica da Cachoeira das Pombas, Guanhães – MG. **Revista Árvore**, v.30, n.5, p.849-857, 2006.

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

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

