



## **CARACTERIZAÇÃO MORFOMÉTRICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DAS ALMAS, MICRORREGIÃO DE CERES (GO)**

Maria Gonçalves da Silva Barbalho<sup>1</sup>

Paulo Cesar Rocha<sup>2</sup>

Francisco Leonardo Tejerina Garro<sup>3</sup>

Josana de Castro Peixoto<sup>4</sup>

Cristiane Gonçalves Moraes<sup>5</sup>

**Resumo:** Para os estudos sobre as características da bacia hidrográfica é utilizada a análise morfométrica. Este trabalho teve como objetivo quantificar os parâmetros morfométricos e construir um modelo digital de elevação (MDE) para a bacia hidrográfica do rio das Almas, Microrregião de Ceres (GO), localizada na região centro-norte do Estado de Goiás, com uma área de 10.246,40 km<sup>2</sup>. A metodologia baseou-se no uso de Imagem de Satélite RapidEye, com resolução espacial de 5 metros e das imagens *Shuttle Radar Topographic Mission - SRTM*, resolução de 30m, para elaboração do MDT e de um sistema de informação geográfica (SIG), como o ARCVIEW 10.3 e SPRING 5.27. A rede de drenagem bacia hidrográfica do rio das Almas apresenta o padrão geral dendrítico, embora presente em algumas áreas feições que evidencia o controle estrutural. A análise morfométrica (areal e linear) apresentou resultados que facilitaram a compreensão de forma integrada dos processos hidrogeológicos da bacia hidrográfica do Rio das Almas, Microrregião de Ceres. O trecho estudado da bacia hidrográfica do Rio das Almas apresentou uma amplitude altimétrica, entre a altitude da foz e a do ponto mais alto do seu curso, de 200 metros. Os terrenos da bacia não apresentam um bom grau de infiltração possibilitando um maior escoamento superficial, não sujeita a enchentes, exceção nas estações chuvosas anômalas com índices pluviométricos elevados.

**Palavras-chave:** Uso da terra, Recursos hídricos, risco, Sistema de Informação Geográfica.

**Abstract:** For the studies on the characteristics of the watershed is used the morphometric analysis. This work aimed to quantify morphometric parameters and build a digital elevation model (MOU) for the water catchment area of the river of souls, Northeast of Ceres (Goiás), located in the North Central region of the State of Goiás, with an area of 10,246.40 km<sup>2</sup>. The methodology was based on the use of

<sup>1</sup> Docente do Programa de Pós-graduação em Sociedade, Tecnologia e Meio Ambiente (PPG STMA) - Centro Universitário de Anápolis, Goiás, Brasil [mariabarbalho2505@gmail.com](mailto:mariabarbalho2505@gmail.com)

<sup>2</sup> Docente do Programa de Pós-graduação em Geografia, Faculdade de Ciência e Tecnologia, Unesp, Presidente Prudente, SP, Brasil. [pcrocha@fct.unesp.br](mailto:pcrocha@fct.unesp.br)

<sup>3</sup> Docente do Programa de Pós-graduação em Sociedade, Tecnologia e Meio Ambiente (PPG STMA) - Centro Universitário de Anápolis, Goiás, Brasil

<sup>4</sup> Docente do Programa de Pós-graduação em Territórios e Expressões culturais no Cerrado ( PPG TECCER), Universidade Estadual de Goiás e do Programa de Pós-graduação em Sociedade, Tecnologia e Meio Ambiente (PPG STMA), Centro Universitário de Anápolis, Goiás.

<sup>5</sup> Docente do curso de Ciências Biológicas, Centro Universitário de Anápolis, Goiás, Brasil.



satellite imagery RapidEye, with spatial resolution of 5 meters and Shuttle Radar Topographic Mission SRTM-30 m resolution, for drafting of MDT and of a geographical information system (GIS), such as ARCVIEW 10.3 and SPRING 5.27. The drainage network of the catchment area of the river of souls presents the General standard dendritic pattern, although present in some areas showing structural control features. The morphometric analysis (sand and linear) presented results that facilitated the understanding of the hydrogeological processes in an integrated manner of the catchment area of the river of souls, Ceres microregion. The studied of the catchment area of the river of souls introduced an amplitude design, between the mouth and the highest point of your course, 200 metres. The land of the basin do not present a good degree of infiltration enabling greater runoff, not subject to flooding, except in the anomalous rainy seasons with high rainfall.

**Keywords:** land use, water resources, risk, geographic information System.

## INTRODUÇÃO

O processo de ocupação da bacia hidrográfica do rio das Almas, Microrregião de Ceres (GO) nos últimos 40 anos, além de cominar na demanda sobre os recursos hídricos, foram responsáveis por uma série de transformações na paisagem e dentre elas pode-se destacar a supressão da cobertura vegetal (BARBALHO et al., 2015) que levou a alterações no ciclo hidrológico, com o aumento do escamento superficial e conseqüentemente diminuição da infiltração das águas pluviais, o aumento na produção de sedimentos, bem como na perda de solos por erosão, o assoreamento de canais e surgimento de áreas de riscos por inundações.

A bacia hidrográfica é a unidade física de reconhecimento, caracterização e avaliação na gestão dos recursos hídricos. Como também a unidade territorial para implementação da política nacional de recursos hídricos e gestão dos recursos hídricos (KETTELHUT et al., 1999).

Lanna (2000) considera que o gerenciamento de bacias hidrográficas tem como objetivo garantir a adequação dos meios de exploração dos recursos naturais pelo homem e visa garantir a sustentabilidade.

Um estudo realizado por Pereira Junior (2017) sobre o uso da água em Goiás para 2015 relevou que para a região do Rio das Almas e afluentes goianos do Rio Maranhão, onde se insere a área da pesquisa, apresenta a quarta maior demanda para atender os pivôs centrais, utilizando cerca de 112 milhões de metros cúbicos. Esse volume corresponde a cerca de 9% da necessidade total de água para esse tipo de técnica agrícola.

<sup>1</sup> Docente do Programa de Pós-graduação em Sociedade, Tecnologia e Meio Ambiente (PPG STMA) - Centro Universitário de Anápolis, Goiás, Brasil [mariabarbalho2505@gmail.com](mailto:mariabarbalho2505@gmail.com)

<sup>2</sup> Docente do Programa de Pós-graduação em Geografia, Faculdade de Ciência e Tecnologia, Unesp, Presidente Prudente, SP, Brasil. [pcrocha@fct.unesp.br](mailto:pcrocha@fct.unesp.br)

<sup>3</sup> Docente do Programa de Pós-graduação em Sociedade, Tecnologia e Meio Ambiente (PPG STMA) - Centro Universitário de Anápolis, Goiás, Brasil

<sup>4</sup> Docente do Programa de Pós-graduação em Territórios e Expressões culturais no Cerrado (PPG TECCER), Universidade Estadual de Goiás e do Programa de Pós-graduação em Sociedade, Tecnologia e Meio Ambiente (PPG STMA), Centro Universitário de Anápolis, Goiás.

<sup>5</sup> Docente do curso de Ciências Biológicas, Centro Universitário de Anápolis, Goiás, Brasil.



O referido autor, diz ainda que risco maior gerado pela irrigação é contaminação dos mananciais pelo uso indiscriminado defensivos agrícolas e fertilizantes. Barbalho e De-Campos (2010) chamam a atenção para a utilização e descarte da vinhaça que pode levar a contaminação tanto dos solos quanto dos corpos d'água superficiais e subterrâneos. Este fato, aliado a práticas agrícolas inadequadas, também podem desencadear processos erosivos, a compactação dos solos e assoreamentos dos rios, entre outros impactos, com consequências inevitáveis ao meio ambiente.

Convém mencionar que a supressão da vegetação leva a fragmentação e conseqüentemente na diminuição da biodiversidade das espécies nativas e em alguns casos pode aumentar as espécies exóticas que se beneficiam e se adaptam a essas condições (FERREIRA et al., 2016).

Nos estudos geomorfológicos, as características da rede de drenagem de uma bacia hidrográfica são imprescindíveis para conhecer a complexidade dos processos naturais e subsidiar os processos de uso e ocupação, uma vez que os cursos de água constituem em um dos processos mais ativos na esculturação da paisagem terrestre (CHRISTOFOLETTI, 1980). A respectiva caracterização, associadas a topografia do terreno influenciam o fluxo de água e de sedimentos no sistema de uma bacia hidrográfica, bem como os que definem a estrutura da rede de drenagem de seus afluentes.

Assim, esse trabalho teve como objetivo realizar um estudo morfométrico da bacia hidrográfica do rio das Almas, Microrregião de Ceres (GO) para subsidiar estudos mais específicos desta bacia no que se refere aos aspectos erosivos, de uso e ocupação da terra, e assim propor alternativas para a mitigação dos problemas encontrados.

## ÁREA DE ESTUDO

A bacia hidrográfica do rio das Almas localiza-se entre as coordenadas geográficas 17° 52' 53" de latitude sul e 51° 42' 52" de longitude oeste, na microrregião de Ceres (GO), e tem uma área de aproximadamente 10.246 km<sup>2</sup> (Figura 1), distribuídos por territórios de 21 municípios goianos, com destaque para as cidades de Goianésia, Ceres e Barro Alto. As cidades de Ceres e Rialma estão situadas nas barrancas do rio das Almas. A rede hidrográfica pertence à bacia hidrográfica do rio Tocantins, sendo os principais afluentes os rios Sucuri, Uru e Verde. A nascente do rio das Almas localiza-se no parque estadual da Serra dos Pirineus, com altitude aproximada de 1.200m e a sua foz no lago de Serra da Mesa com atitude de 450m.

Figura 1. Mapa de Localização da Bacia Hidrográfica do Rio das Almas, Microrregião de Ceres (GO).

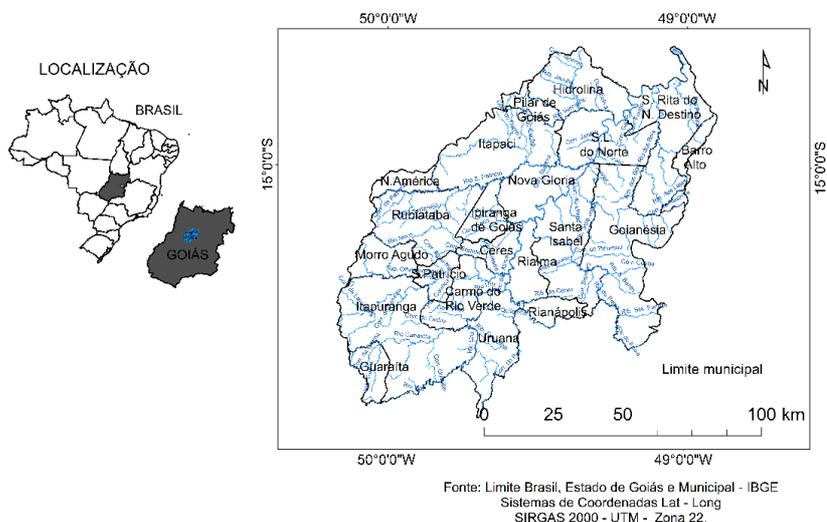
<sup>1</sup> Docente do Programa de Pós-graduação em Sociedade, Tecnologia e Meio Ambiente (PPG STMA) - Centro Universitário de Anápolis, Goiás, Brasil [mariabarbalho2505@gmail.com](mailto:mariabarbalho2505@gmail.com)

<sup>2</sup> Docente do Programa de Pós-graduação em Geografia, Faculdade de Ciência e Tecnologia, Unesp, Presidente Prudente, SP, Brasil. [pcrocha@fct.unesp.br](mailto:pcrocha@fct.unesp.br)

<sup>3</sup> Docente do Programa de Pós-graduação em Sociedade, Tecnologia e Meio Ambiente (PPG STMA) - Centro Universitário de Anápolis, Goiás, Brasil

<sup>4</sup> Docente do Programa de Pós-graduação em Territórios e Expressões culturais no Cerrado ( PPG TECCER), Universidade Estadual de Goiás e do Programa de Pós-graduação em Sociedade, Tecnologia e Meio Ambiente (PPG STMA), Centro Universitário de Anápolis, Goiás.

<sup>5</sup> Docente do curso de Ciências Biológicas, Centro Universitário de Anápolis, Goiás, Brasil.



Os estudos desenvolvidos e a revisão da literatura sobre a bacia hidrográfica do rio das Almas, Microrregião de Ceres (GO), mostraram que a região possui uma população de cerca de 231.230 habitantes e densidade demográfica de 17,44 habitantes por quilometro quadrado. A área ocupada pelos municípios é de 13.253,36 km<sup>2</sup>. Dos 22 municípios que estão inseridos na microrregião apenas um não faz parte da bacia hidrográfica do rio das Almas (Guarinos) e cinco (Nova América, Itapaci, Pilar de Goiás, Barro Alto e Goianésia) não estão totalmente na área da bacia do rio das Almas. Assim, estão totalmente inseridos na área da bacia hidrográfica os seguintes municípios: Carmo do Rio Verde, Ceres, Guaraitá, Hidrolina, Ipiranga, Itapuranga, Morro Agudo, Nova Glória, Rialma, Rubiataba, Rianópolis, Santa Isabel, S. Rita do N. Destino, São Luiz do Norte, São Patrício e Uruana.

A base econômica dos municípios que compõe a bacia hidrográfica do rio das Almas, na microrregião de Ceres (GO), está alicerçada na agropecuária. Já a economia urbana baseia-se em atividades comerciais e de serviços para atender as demandas locais e regionais.

O clima é do tipo tropical, enquadrado na classe Aw definida por Köppen, e apresenta inverno seco e verão chuvoso. O maior índice pluviométrico ocorre entre outubro e abril, e o período de estiagem entre maio e setembro. O volume pluviométrico médio anual é de aproximadamente 1.800 mm e a temperatura média no inverno varia entre 10°C e 27°C, e no verão varia entre 18°C e 35°C,

<sup>1</sup> Docente do Programa de Pós-graduação em Sociedade, Tecnologia e Meio Ambiente (PPG STMA) - Centro Universitário de Anápolis, Goiás, Brasil [mariabarbalho2505@gmail.com](mailto:mariabarbalho2505@gmail.com)

<sup>2</sup> Docente do Programa de Pós-graduação em Geografia, Faculdade de Ciência e Tecnologia, Unesp, Presidente Prudente, SP, Brasil. [pcrocha@fct.unesp.br](mailto:pcrocha@fct.unesp.br)

<sup>3</sup> Docente do Programa de Pós-graduação em Sociedade, Tecnologia e Meio Ambiente (PPG STMA) - Centro Universitário de Anápolis, Goiás, Brasil

<sup>4</sup> Docente do Programa de Pós-graduação em Territórios e Expressões culturais no Cerrado ( PPG TECCER), Universidade Estadual de Goiás e do Programa de Pós-graduação em Sociedade, Tecnologia e Meio Ambiente (PPG STMA), Centro Universitário de Anápolis, Goiás.

<sup>5</sup> Docente do curso de Ciências Biológicas, Centro Universitário de Anápolis, Goiás, Brasil.



podendo chegar até 38°C (CARDOSO, et al., 2014). A vegetação original é caracterizada pelas formações florestais, savânicas e campestres (RIBEIRO e WALTER, 1998).

A área de estudo está inserida na Província do Tocantins, que é uma unidade tectônica Neoproterozóica desenvolvida durante a colagem orogênica brasileira (ALMEIDA et al., 1977). A Província do Tocantins foi dividida, por Lacerda Filho e Frasca (2008), nas faixas Brasília, Araguaia e Paraguai. Na área de estudo predomina a faixa Brasília, representada por litologias dos complexos Granulítico, Máfico-Ultramáfico, Grantito-Gnaissico e Greestone Belts, que incluem suítes gabro-dioríticas, intrusões graníticas e diques máficos ultramáficos, e por litologias do Arco Magmático de Goiás, que é composto por rochas graníticas sintectônicas, sequência metavulcanossedimentar e granitos sin a tardi e pós-tectônicos. Há, também, áreas com formações superficiais mais recentes, representadas pelas coberturas detrito-lateríticas ferruginosas - que compreendem sedimentos aluviais ou coluviais constituídos por conglomerados oligomíticos com seixos de quartzito e lateritos autóctones com carapaças ferruginosas - e pelos depósitos aluvionares, que se associam à rede de drenagem, são pouco extensos e compreendem acumulações de areia, cascalho e lentes de material silto-argiloso e turfa (LACERDA FILHO e FRASCA, 2008).

Em termos geomorfológicos, a região da bacia hidrográfica do rio das Almas situa-se sobre a unidade geomorfológica denominada de Planalto Central Goiano, que reflete feições de relevos resultantes da exumação das estruturas dobradas decorrentes de vários ciclos tectônicos. Ela exibe dois compartimentos topográficos distintos: um mais elevado com altimetrias entre 761 a 1471 metros, ocupando menor área, e outro rebaixado abrangendo cotas entre 461 a 761 metros, com maior área, cujos atributos permitem distingui-los e foram considerados por Mamede e Nascimento (1981).

As principais classes de solos que ocorrem na área da bacia hidrográfica do rio das Almas, microrregião de Ceres, são os Argissolos, Cambissolos, Latossolos, (EMBRAPA, 2013).

## MATERIAL E MÉTODOS

Para atender os objetivos da pesquisa foram desenvolvidas as seguintes atividades:

1. Elaboração do mapa da rede de drenagem - Utilizando as imagens RapidEye 3A do ano de 2014, cedidas pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA), ortorretificadas, ou seja, corrigidas dos deslocamentos do relevo. Foi digitalizada a drenagem, na escala 1:25.000 (na tela do computador). É importante mencionar

<sup>1</sup> Docente do Programa de Pós-graduação em Sociedade, Tecnologia e Meio Ambiente (PPG STMA) - Centro Universitário de Anápolis, Goiás, Brasil [mariabarbalho2505@gmail.com](mailto:mariabarbalho2505@gmail.com)

<sup>2</sup> Docente do Programa de Pós-graduação em Geografia, Faculdade de Ciência e Tecnologia, Unesp, Presidente Prudente, SP, Brasil. [pcrocha@fct.unesp.br](mailto:pcrocha@fct.unesp.br)

<sup>3</sup> Docente do Programa de Pós-graduação em Sociedade, Tecnologia e Meio Ambiente (PPG STMA) - Centro Universitário de Anápolis, Goiás, Brasil

<sup>4</sup> Docente do Programa de Pós-graduação em Territórios e Expressões culturais no Cerrado (PPG TECCER), Universidade Estadual de Goiás e do Programa de Pós-graduação em Sociedade, Tecnologia e Meio Ambiente (PPG STMA), Centro Universitário de Anápolis, Goiás.

<sup>5</sup> Docente do curso de Ciências Biológicas, Centro Universitário de Anápolis, Goiás, Brasil.



que o processo de digitalização manual constitui uma das etapas que exige maior tempo e atenção, para que os resultados sejam os mais precisos possíveis.

2. Elaboração dos modelos digitais de elevação (MDE) hipsometria e declividade a partir das imagens *Shuttle Radar Topographic Mission* - SRTM, resolução de 30m disponibilizadas pelo *Serviço Geológico dos Estados Unidos* (U.S.G.S. – United States of Geological Survey) do ano de 2016.

a) Mapa hipsométrico - a área foi compartimentada em oito unidades altimétricas com intervalos de 100 metros, considerados adequados para representar os conjuntos topográficos, que relevaram as unidades geomorfológicas.

b) Mapa de declividade - Definiu-se as classes segundo Ramalho Filho e Beek (1995), nos seguintes intervalos: Plano (0-3%); Suave-ondulado (3-6%); Moderadamente Ondulado (6-12%); Ondulado (12-20%); Forte ondulado (20-45%) e Montanhoso (>45%).

3. Com os dados obtidos nas etapas anteriores foram calculados os dados morfométricos lineares e areais da bacia apresentados por Christofolletti (1980) a partir das equações apresentadas a seguir:

Cálculos dos parâmetros morfométricos (área, perímetro, densidade de drenagem, extensão do percurso superficial e areais da bacia apresentados por Christofolletti (1980) a partir das equações apresentadas a seguir:

- Relação entre bifurcação entre o número total de segmentos de certa ordem e o número total dos de ordem superior, (HORTON, 1945)

$$R_b = \frac{N_u}{N_{u+1}}$$

Onde:

$N_u$  = Número de segmentos de determinada ordem

$N_{u+1}$  = Número de segmentos de ordem imediatamente superior

- Comprimento médio dos canais de cada ordem. Para se calcular o comprimento médio dos segmentos dos canais *divide*-se a soma dos comprimentos dos canais de cada ordem  $\frac{L_u}{N_u}$  pelo número de canais de cada ordem

$$L_m = \frac{L_u}{N_u}$$

- Relação entre o comprimento médio

<sup>1</sup> Docente do Programa de Pós-graduação em Sociedade, Tecnologia e Meio Ambiente (PPG STMA) - Centro Universitário de Anápolis, Goiás, Brasil [mariabarbalho2505@gmail.com](mailto:mariabarbalho2505@gmail.com)

<sup>2</sup> Docente do Programa de Pós-graduação em Geografia, Faculdade de Ciência e Tecnologia, Unesp, Presidente Prudente, SP, Brasil. [pcrocha@fct.unesp.br](mailto:pcrocha@fct.unesp.br)

<sup>3</sup> Docente do Programa de Pós-graduação em Sociedade, Tecnologia e Meio Ambiente (PPG STMA) - Centro Universitário de Anápolis, Goiás, Brasil

<sup>4</sup> Docente do Programa de Pós-graduação em Territórios e Expressões culturais no Cerrado (PPG TECCER), Universidade Estadual de Goiás e do Programa de Pós-graduação em Sociedade, Tecnologia e Meio Ambiente (PPG STMA), Centro Universitário de Anápolis, Goiás.

<sup>5</sup> Docente do curso de Ciências Biológicas, Centro Universitário de Anápolis, Goiás, Brasil.



dos canais de cada ordem e o índice de bifurcação. É um fator importante na relação entre a composição da drenagem e o desenvolvimento fisiográfico das bacias

$$L_{lb} = \frac{R_{lm}}{R_b}$$

- Relação entre o comprimento do rio principal e a área da bacia

$L = 1,5 A^{0,6}$  (em unidades métricas)  
Onde: L = o comprimento do rio principal, em km, e A = a área da bacia em km<sup>2</sup>.

### Análise Áreal

- Área da Bacia (A)  
- Perímetro da Bacia  
- Densidade de Drenagem - Relação entre o comprimento dos canais de drenagem com a área da bacia

$$D_d = \frac{L_t}{A}$$

Onde:  $D_d$  é a densidade de drenagem

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

A rede de drenagem bacia hidrográfica do rio das Almas, microrregião de Ceres (GO) apresenta o padrão geral dendrítico, embora presente em algumas áreas feições que evidencia o controle estrutural. O padrão dendrítico se desenvolve quando a rede de drenagem se encontra sobre rochas com resistência homogênea (CUNHA e GUERRA, 1995), com tributários espalhados por todas as direções do terreno.

Os dados referentes à morfometria da bacia na Microrregião de Ceres (GO) mostraram que esta apresenta uma significativa rede de drenagem superficial que é beneficiada pelo clima tropical úmido (Aw), que faz dessa região uma das mais bem servidas por chuvas no Estado de Goiás. O Relevo bem dissecado nos divisores e o regime pluviométrico condicionam o E isso é confirmado pelo número representativo de canais de 1ª ordem para a área da bacia de 10.246,40 km, como pode ser observado na Figura 2 e no Quadro 1. Estes canais possuem comprimento médio de 1,06 km.

Figura 2 - Hierarquização da Rede de Drenagem da Bacia Hidrográfica do Rio das Almas, Microrregião de Ceres (GO).

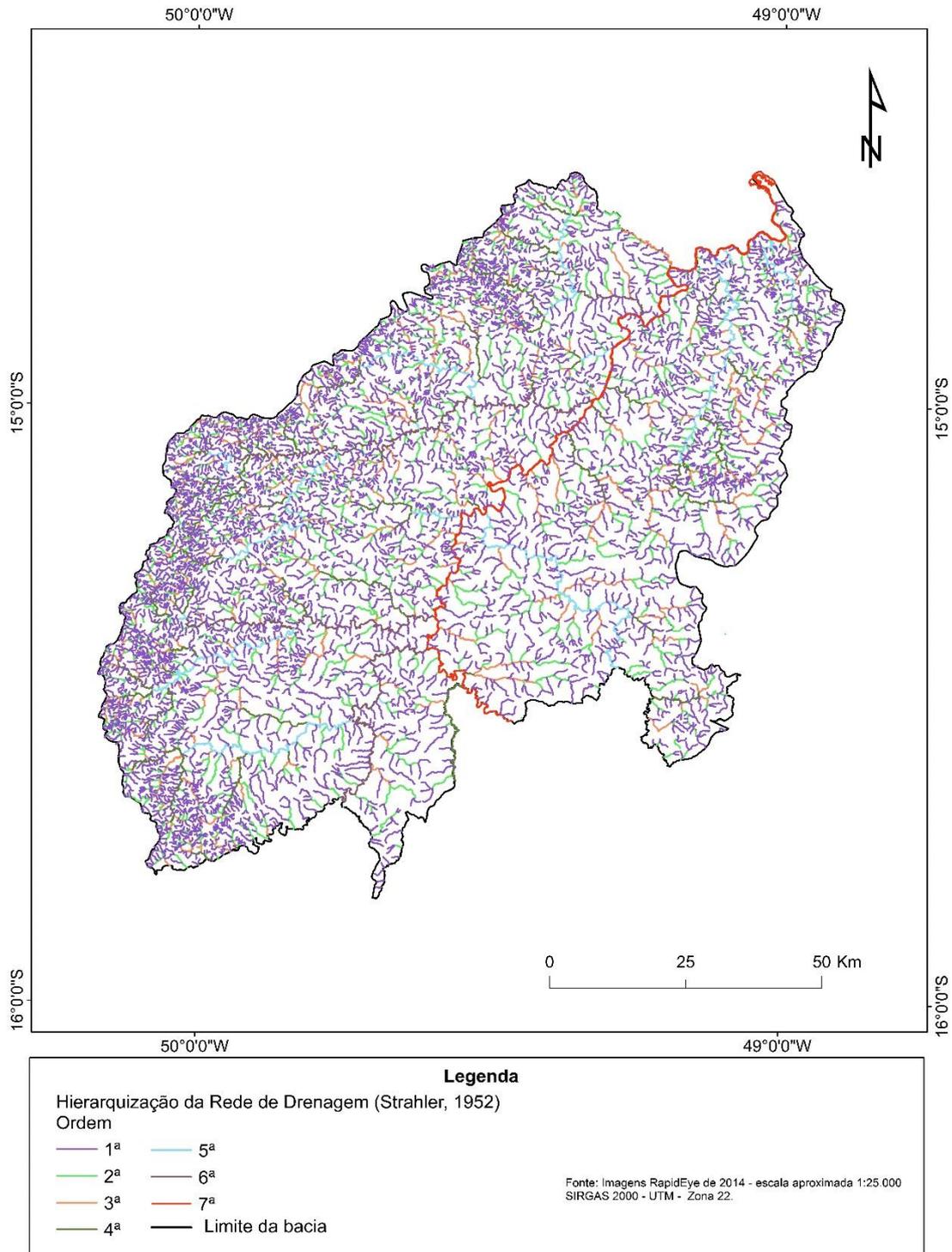
<sup>1</sup> Docente do Programa de Pós-graduação em Sociedade, Tecnologia e Meio Ambiente (PPG STMA) - Centro Universitário de Anápolis, Goiás, Brasil [mariabarbalho2505@gmail.com](mailto:mariabarbalho2505@gmail.com)

<sup>2</sup> Docente do Programa de Pós-graduação em Geografia, Faculdade de Ciência e Tecnologia, Unesp, Presidente Prudente, SP, Brasil. [pcrocha@fct.unesp.br](mailto:pcrocha@fct.unesp.br)

<sup>3</sup> Docente do Programa de Pós-graduação em Sociedade, Tecnologia e Meio Ambiente (PPG STMA) - Centro Universitário de Anápolis, Goiás, Brasil

<sup>4</sup> Docente do Programa de Pós-graduação em Territórios e Expressões culturais no Cerrado ( PPG TECCER), Universidade Estadual de Goiás e do Programa de Pós-graduação em Sociedade, Tecnologia e Meio Ambiente (PPG STMA), Centro Universitário de Anápolis, Goiás.

<sup>5</sup> Docente do curso de Ciências Biológicas, Centro Universitário de Anápolis, Goiás, Brasil.



<sup>2</sup> Docente do Programa de Pós-graduação em Geografia, Faculdade de Ciência e Tecnologia, Unesp, Presidente Prudente, SP, Brasil. [pcrocha@fct.unesp.br](mailto:pcrocha@fct.unesp.br)

<sup>3</sup> Docente do Programa de Pós-graduação em Sociedade, Tecnologia e Meio Ambiente (PPG STMA) - Centro Universitário de Anápolis, Goiás, Brasil

<sup>4</sup> Docente do Programa de Pós-graduação em Territórios e Expressões culturais no Cerrado (PPG TECCER), Universidade Estadual de Goiás e do Programa de Pós-graduação em Sociedade, Tecnologia e Meio Ambiente (PPG STMA), Centro Universitário de Anápolis, Goiás.

<sup>5</sup> Docente do curso de Ciências Biológicas, Centro Universitário de Anápolis, Goiás, Brasil.



Quadro 1. Fatores Lineares da Análise Morfométrica da Bacia do Rio das Almas, Microrregião de Ceres (GO).

Ordem	$N_u$	$R_b$	$L_u$ (km)	$RL_m$ (km)	$R_{lb}$	L
1 <sup>a</sup>	5.967	5,58	6.326,67	-	-	-
2 <sup>a</sup>	1.303	5,37	2.274,82	1,75	0,33	-
3 <sup>a</sup>	298	5,52	1.201,00	4,03	0,73	-
4 <sup>a</sup>	66	4,67	615,63	9,33	2,00	-
5 <sup>a</sup>	18	5,50	579,65	32,20	5,85	-
6 <sup>a</sup>	4	5,50	450,05	112,51	20,46	-
7 <sup>a</sup>	1	-	468,88	468,88	-	32,78

$N_u$  = Número de segmentos  
 $R_b$  = Relação de bifurcação  
 $L_u$  = Comprimento dos canais de cada ordem  
 $RL_m$  = Relação entre o comprimento médio dos canais de cada ordem  
 $R_{lb}$  = Relação entre o comprimento médio dos canais de cada ordem e o índice de bifurcação  
 $L$  = Relação entre o comprimento do rio principal e a área da bacia

As leis da composição da drenagem em séries geométricas em relação ao número de canais das redes hidrográficas, bem como o comprimento médio dos canais foram formuladas por Horton (1945). Segundo a referida lei em uma determinada bacia hidrográfica a soma do número de canais de cada ordem forma uma série geométrica inversa, cujo primeiro termo é a unidade da primeira ordem e a razão é a relação de bifurcação ( $R_b$ ). Já Strahler (1952) destacou que os valores característicos da relação de bifurcação ocorrem entre 3,0 e 5,0. Os respectivos valores encontrados na área de estudo ficaram entre 4,67 e 5,58.

O índice de bifurcação revela que existem em média 5,58 canais de primeira ordem para um canal de segunda ordem. Normalmente esse índice de bifurcação decresce com o

<sup>1</sup> Docente do Programa de Pós-graduação em Sociedade, Tecnologia e Meio Ambiente (PPG STMA) - Centro Universitário de Anápolis, Goiás, Brasil [mariabarbalho2505@gmail.com](mailto:mariabarbalho2505@gmail.com)

<sup>2</sup> Docente do Programa de Pós-graduação em Geografia, Faculdade de Ciência e Tecnologia, Unesp, Presidente Prudente, SP, Brasil. [pcrocha@fct.unesp.br](mailto:pcrocha@fct.unesp.br)

<sup>3</sup> Docente do Programa de Pós-graduação em Sociedade, Tecnologia e Meio Ambiente (PPG STMA) - Centro Universitário de Anápolis, Goiás, Brasil

<sup>4</sup> Docente do Programa de Pós-graduação em Territórios e Expressões culturais no Cerrado ( PPG TECCER), Universidade Estadual de Goiás e do Programa de Pós-graduação em Sociedade, Tecnologia e Meio Ambiente (PPG STMA), Centro Universitário de Anápolis, Goiás.

<sup>5</sup> Docente do curso de Ciências Biológicas, Centro Universitário de Anápolis, Goiás, Brasil.



aumento da ordem. No entanto, há um aumento desse índice na quinta e sexta ordem e isso pode ser correlacionada à diminuição da quantidade de canais da ordem superior. Com a soma do comprimento total dos cursos d'água ( $L_u$ ) chegamos ao resultado de 11.916,70 km de canais de escoamento superficial na bacia hidrográfica do Rio das Almas.

A densidade de drenagem é de  $1,16 \text{ km} \times \text{km}^2$ , o que permite confirmar que a bacia é bem drenada. Villela e Mattos (1975) consideraram que o índice de densidade de drenagem varia de  $0,50 \text{ km} \times \text{km}^2$  para bacias com drenagem pobre a  $3,50 \text{ km} \times \text{km}^2$  ou mais para bacias excepcionalmente bem drenadas. Para Horton (1945) uma área com elevado índice de densidade de drenagem é resultante da baixa transmissibilidade do terreno e, portanto sujeita a erosão. Contudo, este valor leva em consideração a bacia toda. Percebe-se contudo que há variação desta relação devido às dimensões da bacia.

Quadro2. Fatores Areais da Análise Morfométrica da Bacia do Rio das Almas, Microrregião de Ceres (GO).

Área da bacia (A)	10.246,40 $\text{km}^2$
Perímetro (P)	735,02 km
Densidade da drenagem (Dd) ( $\text{km} \times \text{km}^2$ )	1,16 $\text{km} \times \text{km}^2$
Comprimento total dos cursos fluviais ( $L_t$ )	11.916,70 km

O comprimento do rio principal, rio das Almas é de 468,88 km, no trecho, e sua amplitude altimétrica entre a altitude da foz e a do ponto mais alto do seu curso, na microrregião de Ceres (GO) é de 200 metros (Figura 3).

Figura 3 –Mapa de Declividade (a) e Modelo Digital de Elevação (b) da Bacia do Rio das Almas, Microrregião de Ceres (GO)

(a)

(b)

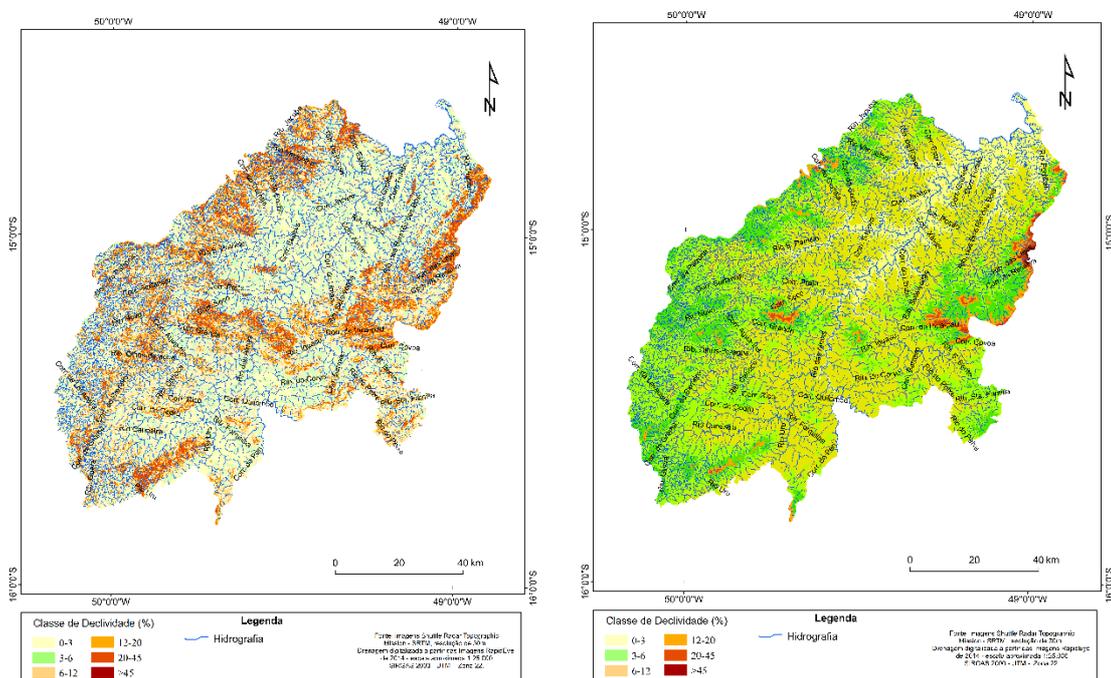
<sup>1</sup> Docente do Programa de Pós-graduação em Sociedade, Tecnologia e Meio Ambiente (PPG STMA) - Centro Universitário de Anápolis, Goiás, Brasil [mariabarbalho2505@gmail.com](mailto:mariabarbalho2505@gmail.com)

<sup>2</sup> Docente do Programa de Pós-graduação em Geografia, Faculdade de Ciência e Tecnologia, Unesp, Presidente Prudente, SP, Brasil. [pcrocha@fct.unesp.br](mailto:pcrocha@fct.unesp.br)

<sup>3</sup> Docente do Programa de Pós-graduação em Sociedade, Tecnologia e Meio Ambiente (PPG STMA) - Centro Universitário de Anápolis, Goiás, Brasil

<sup>4</sup> Docente do Programa de Pós-graduação em Territórios e Expressões culturais no Cerrado ( PPG TECCER), Universidade Estadual de Goiás e do Programa de Pós-graduação em Sociedade, Tecnologia e Meio Ambiente (PPG STMA), Centro Universitário de Anápolis, Goiás.

<sup>5</sup> Docente do curso de Ciências Biológicas, Centro Universitário de Anápolis, Goiás, Brasil.



## CONCLUSÕES

A análise morfométrica (areal e linear) apresentou resultados que facilitaram a compreensão de forma integrada dos processos hidrogeológicos da bacia hidrográfica do Rio das Almas, Microrregião de Ceres. O Modelo Digital de Elevação (MDE) apresentou-se como uma excelente ferramenta na execução de estudos geomorfológicos, oferecendo maiores detalhes e uma melhor percepção visual das formas de relevo, facilitando o cálculo dos parâmetros morfométricos. O trecho estudado da bacia hidrográfica do Rio das Almas apresentou uma amplitude altimétrica, entre a altitude da foz e a do ponto mais alto do seu curso, de 200 metros. O elevado número de segmentos de baixa ordem indica intenso escoamento superficial e nestas áreas, o cuidado com processos erosivos superficiais é necessário. Os terrenos da bacia não apresentam um bom grau de infiltração possibilitando um maior escoamento superficial, contudo sua forma não sujeita a bacia a enchentes, a exceção de estações chuvosas anômalas com índices pluviométricos elevados.

## AGRADECIMENTOS

<sup>1</sup> Docente do Programa de Pós-graduação em Sociedade, Tecnologia e Meio Ambiente (PPG STMA) - Centro Universitário de Anápolis, Goiás, Brasil [mariabarbalho2505@gmail.com](mailto:mariabarbalho2505@gmail.com)

<sup>2</sup> Docente do Programa de Pós-graduação em Geografia, Faculdade de Ciência e Tecnologia, Unesp, Presidente Prudente, SP, Brasil. [pcrocha@fct.unesp.br](mailto:pcrocha@fct.unesp.br)

<sup>3</sup> Docente do Programa de Pós-graduação em Sociedade, Tecnologia e Meio Ambiente (PPG STMA) - Centro Universitário de Anápolis, Goiás, Brasil

<sup>4</sup> Docente do Programa de Pós-graduação em Territórios e Expressões culturais no Cerrado ( PPG TECCER), Universidade Estadual de Goiás e do Programa de Pós-graduação em Sociedade, Tecnologia e Meio Ambiente (PPG STMA), Centro Universitário de Anápolis, Goiás.

<sup>5</sup> Docente do curso de Ciências Biológicas, Centro Universitário de Anápolis, Goiás, Brasil.



Ao apoio da CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) e do PROCAD (Programa Nacional de Cooperação Acadêmica) entre a UNESP, UnB e UniEVANGÉLICA a partir do Projeto intitulado “Novas fronteiras no Oeste: relação entre sociedade e natureza na Microrregião de Ceres em Goiás (1940-2013)” - Processo nº 2980/2014.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, F. F. M. 1977. O Cráton do São Francisco. *Revista Brasileira de Geociências*, 7:349-364.

BARBALHO, M. G. S, SILVA, S.; DELLA GIUSTINA, C. C. Avaliação temporal do perfil da vegetação da microrregião de Ceres através do uso de métricas de paisagem. *Boletim Goiano de Geografia*, vol. 35, nº 3, 2015.

CARDOSO, M. R. D; MARCUSO, F. F. N; BARROS, J. R. Classificação climática de Koppen-Geiger para o Estado de Goiás e o Distrito Federal. *Acta geográfica*, vol. 8 nº 16, jan./mar., 2014. p.44-55.

CHRISTOFOLETTI, A. *Geomorfologia*. São Paulo: Edgard Blucher, 2 ed. 1980.

FARIA, T.de O.; VECCHIATO, A.B.; SALOMAO, F. X. de T.; SANTOS JR, W. A. Morphopedologic approach for diagnosis and control of erosion. *Rev. Ambient. Água* [online]. 2013, vol.8, n.2, pp.215-232.

GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S.B. *Degradação Ambiental*. In.: *Geomorfologia e Meio Ambiente*, Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1995.

HORTON, R. E. Erosional development of streams and their drainage basins: hydrophysical approach to quantitative morphology. *Geol. Soc. America Bulletin* (1945), 56 (3), pp. 275-370.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. *Manual Técnico de Uso da Terra*. 3ª edição. Rio de Janeiro. 2013.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. Rio de Janeiro: *Mapas de Geologia, Geomorfologia e Solos na escala 1:250.000*.

<sup>1</sup> Docente do Programa de Pós-graduação em Sociedade, Tecnologia e Meio Ambiente (PPG STMA) - Centro Universitário de Anápolis, Goiás, Brasil [mariabarbalho2505@gmail.com](mailto:mariabarbalho2505@gmail.com)

<sup>2</sup> Docente do Programa de Pós-graduação em Geografia, Faculdade de Ciência e Tecnologia, Unesp, Presidente Prudente, SP, Brasil. [pcrocha@fct.unesp.br](mailto:pcrocha@fct.unesp.br)

<sup>3</sup> Docente do Programa de Pós-graduação em Sociedade, Tecnologia e Meio Ambiente (PPG STMA) - Centro Universitário de Anápolis, Goiás, Brasil

<sup>4</sup> Docente do Programa de Pós-graduação em Territórios e Expressões culturais no Cerrado ( PPG TECCER), Universidade Estadual de Goiás e do Programa de Pós-graduação em Sociedade, Tecnologia e Meio Ambiente (PPG STMA), Centro Universitário de Anápolis, Goiás.

<sup>5</sup> Docente do curso de Ciências Biológicas, Centro Universitário de Anápolis, Goiás, Brasil.



Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. Rio de Janeiro: Censo demográfico 2010.

Instituto Mauro Borges - IBM - Estatísticas Georreferenciadas - BDE-Goiás.

KETTELUTH, J.T.S.; RODRIGUES, F. A.; GARRIDO, R.J.; PAIVA, F.; CORDEIRO NETO, O.; RIZZO, H. Aspectos legais, institucionais e gerenciais. In: O Estado das águas no Brasil. Brasília, DF. Ameal: ANA, 1999.

LANNA, A.E. Inserção da gestão das águas na gestão ambiental. In.: MUÑOZ, H.R. Interfaces da gestão de recursos hídricos: desafios da lei de águas de 1997.2. ed. Brasília, DF. Secretaria de Recursos Hídricos, 2000.p.75-108.

LACERDA FILHO, J. V. de; FRASCA, A. A. S. Compartimentação Geotectônica. In: Geologia do Estado de Goiás e Distrito Federal. Programa Geologia do Brasil: Integração, Atualização e Difusão de Dados da Geologia do Brasil. Goiânia: CPRM/SIC-FUNMINERAL, 2008.

MAMEDE, L; NASCIMENTO, M. A. L. S; FRANCO, M. Geomorfologia, In. Projeto RADAMBRASIL. Folha SD 22 Goiás. Rio de Janeiro, 1981 (Levantamento de Recursos naturais, 25).

NASCIMENTO, M. A. L. Geomorfologia do Estado de Goiás. Boletim Goiano de Geografia, vol. 12, nº 1, Jan-Dez de 1991.

PEREIRA JÚNIOR, L. C. O uso da água em Goiás, potencialidade, demanda para irrigação por pivôs centrais e perspectivas. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2017.

RIBEIRO, J. F; WALTER, B. M. T. Fitofisionomias do bioma Cerrado. In: SANO S.M; ALMEIDA S. P. Eds. Cerrado: Ambiente e Flora. Planaltina: EMBRAPA - CPAC. 1998. p. 89-168

STRAHLER, A. N. Hypsometric (Area-Altitude) Analysis of Erosional Topography. Geological Society of America Bulletin 1952; 63;1117-1142

VILLELA, S. A; MATTOS, A. Hidrologia Aplicada. São Paulo. Ed. Mangre-Hill do Brasil, 1ª ed., 1975.

<sup>1</sup> Docente do Programa de Pós-graduação em Sociedade, Tecnologia e Meio Ambiente (PPG STMA) - Centro Universitário de Anápolis, Goiás, Brasil [mariabarbalho2505@gmail.com](mailto:mariabarbalho2505@gmail.com)

<sup>2</sup> Docente do Programa de Pós-graduação em Geografia, Faculdade de Ciência e Tecnologia, Unesp, Presidente Prudente, SP, Brasil. [pcrocha@fct.unesp.br](mailto:pcrocha@fct.unesp.br)

<sup>3</sup> Docente do Programa de Pós-graduação em Sociedade, Tecnologia e Meio Ambiente (PPG STMA) - Centro Universitário de Anápolis, Goiás, Brasil

<sup>4</sup> Docente do Programa de Pós-graduação em Territórios e Expressões culturais no Cerrado ( PPG TECCER), Universidade Estadual de Goiás e do Programa de Pós-graduação em Sociedade, Tecnologia e Meio Ambiente (PPG STMA), Centro Universitário de Anápolis, Goiás.

<sup>5</sup> Docente do curso de Ciências Biológicas, Centro Universitário de Anápolis, Goiás, Brasil.