

ANÁLISE MORFOMÉTRICA DA BACIA DO RIBEIRÃO DAS ABÓBORAS – RIO VERDE (GO)

Wellmo dos Santos ALVES¹, Iraci SCOPEL², Alécio Perini MARTINS², Wilker Alves MORAIS¹

(1) Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde. Rod. Sul Goiana, S/N, km 01, Zona Rural, CEP 75901970. Rio Verde (GO). Endereço eletrônico: wellmo.alves@ifgoiano.edu.br; wilker.alves.morais@gmail.com.

(2) Universidade Federal de Goiás/Regional Jataí Unidade Riachuelo. Rua Riachuelo, 1530 - B. Samuel Graham, CEP 75800-000. Jataí (GO). Endereço eletrônico: iraciscopel@gmail.com; alecioperini@yahoo.com.br

Introdução
Material e métodos
Caracterização da área de estudo
Análises morfométricas
Coeficiente de compacidade
Fator de forma
Índice de rugosidade
Índice de circularidade
Densidade hidrográfica
Densidade do canal principal
Amplitude altimétrica máxima
Índice de sinuosidade
Razão de relevo
Densidade de drenagem
Extensão do percurso superficial
Resultados e discussão
Conclusão
Referências

RESUMO – O objetivo deste trabalho foi analisar os dados de morfometria da bacia do Ribeirão das Abóboras, principal fonte de água que abastece a cidade de Rio Verde (GO), por meio da caracterização da morfometria, considerando a geometria, o relevo e a drenagem. A etapa de geoprocessamento foi realizada no software ArcGIS 10.1[®]. As bases de dados foram as: do *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM), disponibilizado pela EMBRAPA – Monitoramento por Satélite, resolução espacial de 90 x 90 m; da carta do IBGE, SE-22-X-C, na escala 1:250.000; e da base hidrográfica, no formato *shapefile* (*shp*), disponibilizada pelo Sistema Estadual de Geoinformação de Goiás. A partir do SRTM, foram gerados os mapas de altimetria e declividade; e, a partir do *shp* ou *shape* da hidrografia, foi gerado o mapa de hidrografia e o mapa de hierarquia dos cursos d'água. Os resultados geométricos mostram que a bacia tende a ser alongada e apresenta baixa propensão a enchentes. Os estudos do relevo indicam que a unidade de gestão tem relevo, predominantemente, suave ondulado. Quanto à rede de drenagem, a bacia apresenta média densidade de drenagem, indicando substrato geológico e materiais pedológicos medianamente porosos. Considerando o conjunto das características obtidas, esta bacia apresenta forte controle estrutural de drenagem.

Palavras-chave: bacia hidrográfica, gestão ambiental, geotecnologias.

ABSTRACT – The objective of this study was to analyze the morphometric data from the Ribeirão das abóboras watershed, which is the main source of water that supplies the city of Rio Verde (GO), through the characterization of morphometry, considering the geometry, topography and drainage. The geoprocessing step was performed in ArcGIS software 10.1[®]. The databases were: *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM) available from EMBRAPA – Satellite Monitoring, spatial resolution of 90m; the IBGE letter, SE-22-X-C, scale 1:250,000; and hydrographic base, in *shapefile* format (*shp*), available from the Geoinformation System of the Goiás State. From the SRTM, maps of altimetry and declivity were generated; and from *shp* or *shape* hydrography were generated the hydrography and waterways hierarchy maps. Geometric results show that the watershed tends to be elongate and has a low propensity to flooding. The relief studies indicate that the management unit has a relief predominantly lightly hilly. As for the drainage system, the watershed has average drainage density, indicating geological substrate and moderately porous soil-related materials. Considering the set of characteristics obtained, this watershed has a strong structural control of drainage.

Key words: watershed, environmental management, geotechnologies.

INTRODUÇÃO

No Centro-Oeste do Brasil, políticas governamentais de incentivo à expansão da fronteira agrícola e programas de desenvolvimento agrícola tornaram possível, financeiramente, a implementação de uma agricultura nos moldes industriais de produção,

no intuito de atender a demanda do mercado interno e externo (PRADO, 2009). O Sudoeste de Goiás destaca-se, a partir da década de 1970, como modelo da modernização agropecuária implantada no Brasil (SOUSA, 2006).

A bacia hidrográfica foi realçada na Política Nacional de Recursos Hídricos, como unidade de estudo e gestão (BRASIL, 1997). A bacia hidrográfica pode ser entendida como uma área definida topograficamente, drenada por um curso de água ou um sistema conectado de cursos de água, de forma que toda a vazão efluente seja descarregada em uma única saída (Tucci, 2009). O processo evolutivo do uso da área, manifesta-se de maneira desordenada, impulsionado pelo crescimento populacional acelerado, expansão das áreas agrícolas e intensa urbanização (Vasco et al., 2011).

Como instrumentos para a gestão de bacias hidrográficas, tem-se as práticas apropriadas de uso e manejo, que compõem técnicas que priorizam a sustentabilidade hídrica da bacia, utilizando-se ações integradas entre governos - federal, estadual e municipal -, sociedade civil e a comunidade técnico-científica (Andrade et al., 2008).

O estudo de bacias hidrográficas, tanto em meio urbano quanto rural, é importante para obter o equilíbrio entre a exploração dos recursos naturais e a sustentabilidade ambiental (Vasco et al., 2011). Um dos primeiros e mais comuns procedimentos executados em análises hidrológicas e/ou ambientais de bacias hidrográficas é a sua caracterização morfométrica (Teodoro et al., 2007).

A caracterização da morfometria de bacias hidrográficas envolve estudos quantitativos do relevo. Esses estudos, conforme Fraga et al. (2014), são necessários para a determinação das potencialidades e limitações quanto ao uso do solo, auxiliando no planejamento das atividades a serem desenvolvidas.

O avanço tecnológico na área do geoprocessamento, em ambientes de Sistemas de Informações Geográficas (SIG) e de Modelos Digitais de Elevação (MDE), tem contribuído muito na execução de estudos, visando a delimitação automática de bacias hidrográficas, pois agilizam a obtenção e a confiança nos resultados obtidos (Fraga et al., 2014).

A bacia do Ribeirão das Abóboras é a principal fonte de água que abastece a cidade de Rio Verde (GO) que, segundo o IBGE (2015), apresenta uma população estimada de 207.296 habitantes. Fornece água para uma das unidades de uma das maiores empresas de alimentos do mundo, a Brasil Foods Sociedade Anônima (BRFS.A.). É, ainda, fonte de água para pequenas, médias e grandes propriedades rurais, além de dessedentar animais silvestres, sendo um dos principais afluentes do Rio São Tomaz que, por sua vez, é a principal fonte de abastecimento d'água da cidade de Santa Helena de Goiás (GO) que, segundo estimativa do IBGE (2015), apresenta população de 38.378 habitantes.

Assim, danos causados na bacia do Ribeirão das Abóboras podem afetar quantitativa e qualitativamente a água que abastece as populações rio-verdense e santa-helenense, bem como os seus demais usos.

Devido, portanto, à importância da bacia do Ribeirão das Abóboras e ao uso, ocupação e manejo que lhe é dado, este trabalho teve como objetivo principal caracterizar a sua morfometria (geometria, relevo e drenagem), com base em técnicas de geoprocessamento, proporcionando, assim, subsídios adicionais à sua gestão.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização da área de estudo

O presente estudo foi realizado na bacia do Ribeirão das Abóboras, localizada no município de Rio Verde (GO) (Figura 1). Este município apresenta área de 8.379,66 km² e densidade demográfica de 24,74 habitantes/km² (IBGE,

2015). Possui a maior área construída, comparada aos municípios do Sudoeste de Goiás, e o maior nível de desenvolvimento econômico (Prado et al., 2009), baseado predominantemente no agronegócio.

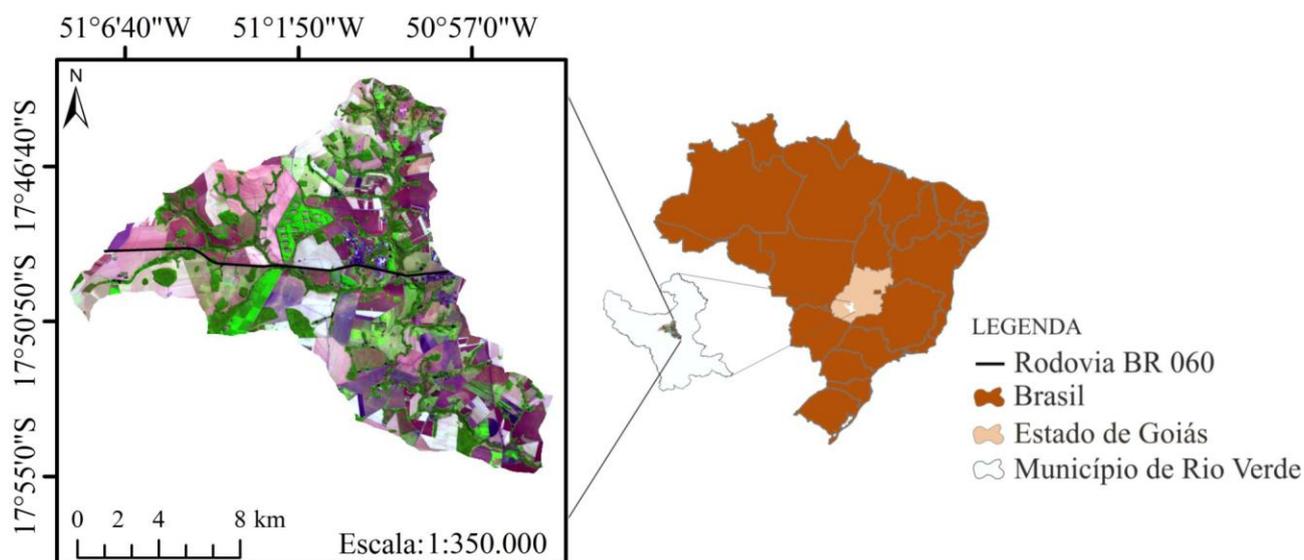


Figura 1. Mapa de localização da bacia do Ribeirão das Abóboras em Rio Verde, Estado de Goiás, Brasil.

Fonte: Elaborado por Alves, W. S. (2016) a partir de bases de dados geográficas disponibilizadas pelo Sistema Estadual de Geoinformação de Goiás (SIEG, 2016) e Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS, 2016).

Este município está localizado no Planalto Setentrional da Bacia Sedimentar do Paraná, no Sudoeste de Goiás, cujo relevo é, em geral, suave-ondulado, formado por chapadões dissecados (Sousa et al., 2006).

O Ribeirão das Abóboras nasce no local com coordenadas geográficas de $50^{\circ}58'8,239''W$ e $17^{\circ}45'4,927''S$, em altitude de 853 m, e deságua no Rio São Tomaz, na sua margem esquerda, com localização de $50^{\circ}55'0,677''W$ e $17^{\circ}54'43,223''S$, em altitude de 641 m.

O clima apresenta duas estações bem definidas: uma seca (de maio a outubro) e outra chuvosa (novembro a abril), sendo mesotérmico úmido, com temperaturas amenas durante o inverno e calor no verão e, principalmente, na primavera. Nas estações outono-inverno são registradas as menores temperaturas mínimas, que podem variar de $6^{\circ}C$ à $15^{\circ}C$. A temperatura média anual varia entre $20^{\circ}C$ e $25^{\circ}C$ (FERREIRA, 2010).

Em Rio Verde (GO), os maiores níveis pluviométricos ocorrem nos meses de outubro a abril e os menores, de maio a agosto, conforme dados observados da estação 83470 de Rio Verde (GO) obtidos no Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa, apresentados na Figura 2 (BDMEP, 2015).

Na Figura 3, gerada a partir de uma imagem do ano de 2015 do satélite Landsat 8/Sensor OLI, com resolução espacial de 30×30 m,

gerada pela *National Aeronautics and Space Administration* (NASA), disponibilizada pelo Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS, 2016), processada no software ArcGIS 10.1[®], licenciado para o laboratório de Geoinformação da Universidade Federal de Goiás (UFG)/Regional Jataí, observa-se, pela espacialização do uso e da cobertura do solo, as áreas de preservação permanente em torno das nascentes e ao longo das margens dos cursos de água do Ribeirão das Abóboras, o que contribui para a preservação do recurso hídrico.

Na Tabela 1 estão registrados percentuais e área do uso e ocupação do solo da bacia do Ribeirão das Abóboras, que apresenta área de $199,10 \text{ Km}^2$, observando-se um uso e ocupação diversificados. A área de agricultura ocupa a maior porção da unidade de gestão, com um total de $123,45 \text{ km}^2$ (62,00%). A segunda maior porção é ocupada por Matas (galeria e ciliar) e Cerrado com $39,03 \text{ km}^2$ (19,60%), seguida de área de pastagem, com $23,77 \text{ km}^2$ (11,93%), e eucalipto, $7,90 \text{ km}^2$ (3,97%). O eucalipto é cultivado para atender à demanda energética da Cooperativa Agroindustrial dos Produtores Rurais do Sudoeste de Goiás (COMIGO) e, também, é utilizado como barreira de proteção em diversas granjas, instaladas na bacia. Com menor representatividade na bacia, tem-se a área industrial com $2,33 \text{ km}^2$ (1,17%), rodovias pavimentadas com $1,02 \text{ km}^2$ (0,51%),

instalações de granjas com 0,85 km² (0,43%), área urbana com 0,50 km² (0,25%), e solo exposto 0,25 km² (0,13%), que, se não

atenderem aos requisitos de sustentabilidade, podem afetar a qualidade da água dessa unidade de estudo e gestão – bacia hidrográfica.

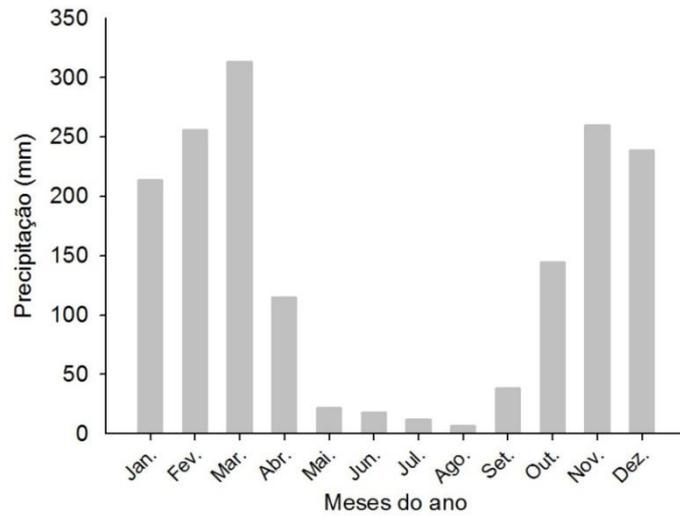


Figura 2. Média mensal de precipitação de janeiro de 2004 a dezembro de 2014, na bacia do Ribeirão das Abóboras, no município de Rio Verde (GO).

Fonte: Elaborado por Alves, W. S. (2016) a partir de dados disponibilizados pelo Banco de Dados Meteorológico para Ensino e Pesquisa, (BDMEP, 2015).

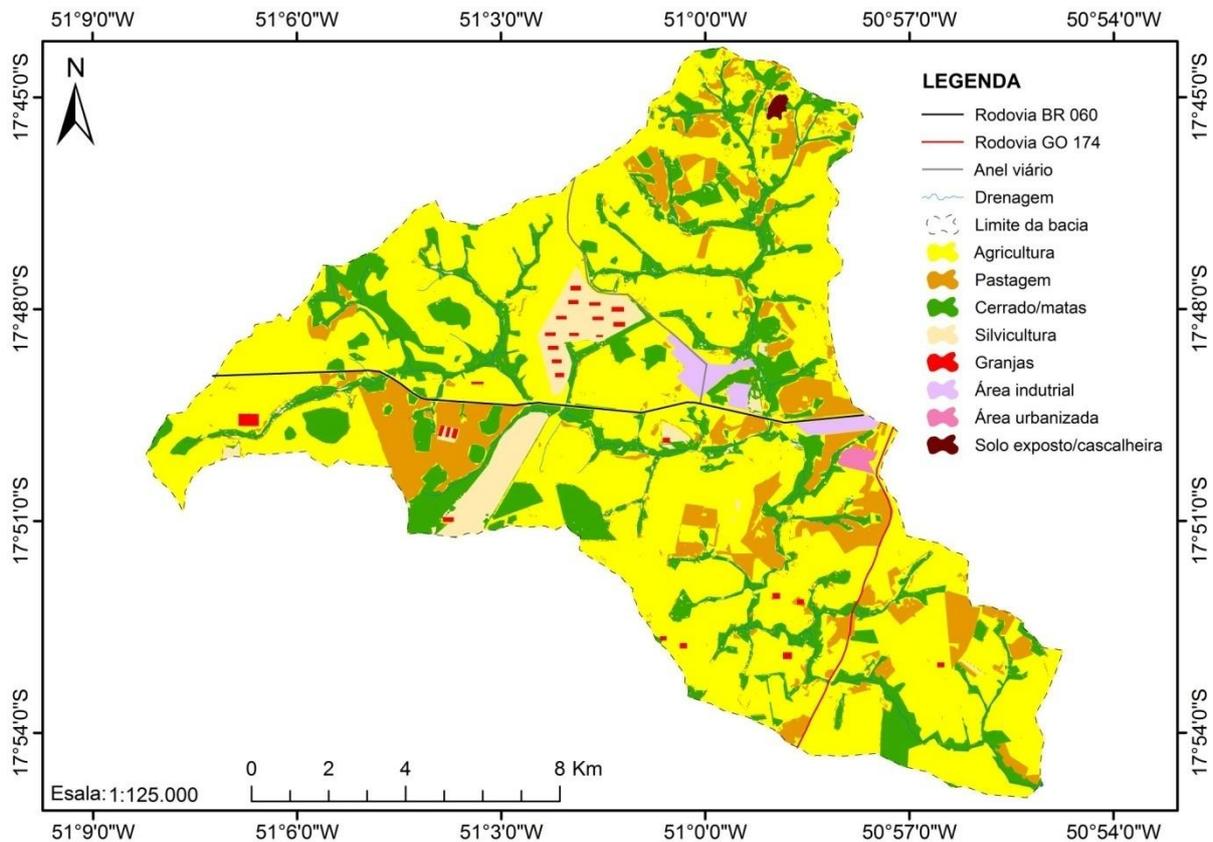


Figura 3. Mapa temático do uso e ocupação do solo da bacia do Ribeirão das Abóboras, em Rio Verde (GO), Brasil.

Fonte: Elaborado por Alves, W. S. (2016) a partir de imagem do ano de 2015 do satélite Landsat 8/Sensor OLI disponibilizada pelo Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS, 2016).

Tabela 1. Uso e cobertura do solo da bacia do Ribeirão das Abóboras no município de Rio Verde (GO).

Uso e Cobertura do Solo	Área (km ²)	Em %
Agricultura	123,45	62,00
Matas/Cerrado	39,03	19,60
Pastagem	23,77	11,93
Eucalipto	7,90	3,97
Área industrial	2,33	1,17
Rodovias	1,02	0,51
Granjas	0,85	0,43
Área urbanizada	0,50	0,25
Solo exposto	0,25	0,13
Total	199,10	100%

Análises morfométricas

Um total de 24 variáveis morfométricas foram levantadas e analisadas, tendo como base a proposta de Horton (1945), Strahler (1952) e Christofletti (1980), sendo 12 com dados obtidos por meio de SIG e 12 através da aplicação de equações específicas, utilizando os índices secundários obtidos dos 12 dados anteriores.

As bases de dados foram: imagens do *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM) geradas pela *National Aeronautics and Space Administration* (NASA), disponibilizadas pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) monitoramento por Satélite, com resolução espacial de 90 x 90 m (Figura 4);

carta do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) SE-22-X-C, compatível com a escala 1:250.000 (MIRANDA, 2005); drenagem da base cartográfica de Goiás (escala: 1:1.000.000), disponibilizada em formato *shapefile* (*shp*); e Mapa Geológico do Estado de Goiás e Distrito Federal (escala: 1:500.000). As duas últimas bases de dados foram disponibilizadas pelo Sistema Estadual de Geoinformação de Goiás (SIEG, 2016).

A fase de geoprocessamento foi realizada no software de Sistema de Informação Geográfica (SIG) ArcGIS 10.1[®], licenciado para o laboratório de Geoinformação da UFG/Regional Jataí.

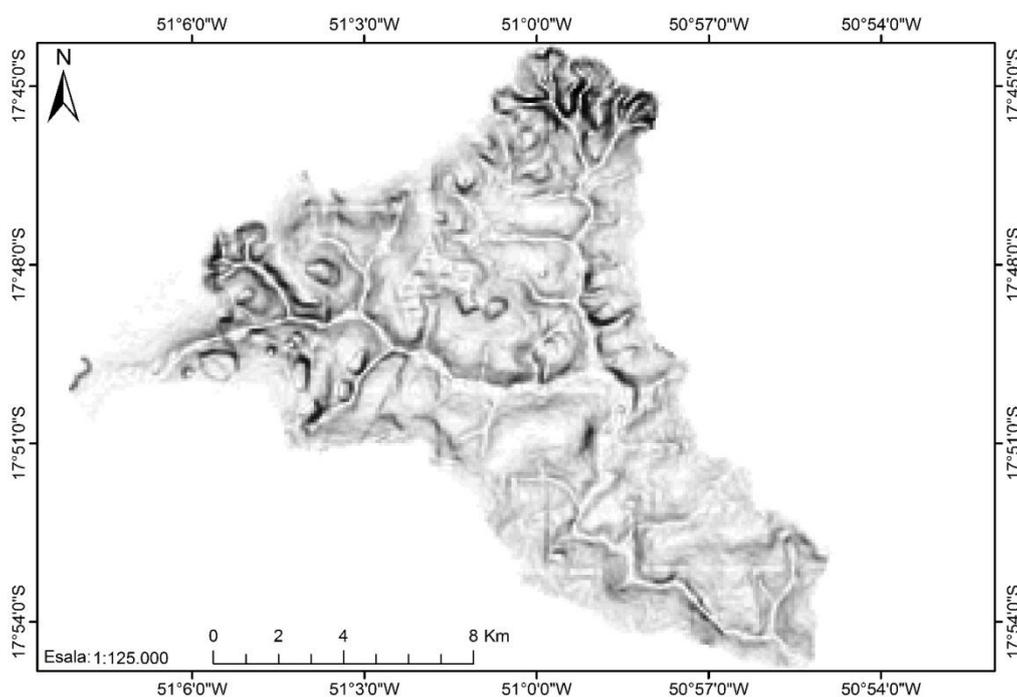


Figura 4. Mapa SRTM bacia hidrográfica do Ribeirão das Abóboras, em Rio Verde – GO, Brasil.

Fonte: Elaborado por Alves, W. S. (2016) a partir do SRTM disponibilizado pela EMBRAPA Monitoramento por Satélite –TOPODATA (MIRANDA, 2005).

A partir do SRTM foram extraídas curvas de nível com equidistância de 5 m, por meio da extensão *spatial analyst tools*, em *surface*, ferramenta *contour*. A partir das curvas de nível foi gerado o *shp* ou *chapefile* com a delimitação da área da bacia, desenhada a partir da seção fluvial do exutório, ou seja, do ponto mais baixo, em direção ao divisor de água (maiores cotas ou elevações). Este *shp* *shapefile* foi utilizado para realizar o recorte por meio da ferramenta *clip*, as curvas de nível, para gerar o mapa de altimetria, através da extensão 3D *analys*, ferramenta *create TIN* e *Edit TIN*. O *shp* ou *shape* da delimitação da unidade de gestão foi aplicado também para extrair o SRTM da bacia a partir da base SRTM maior para gerar o mapa de declividade, por meio da extensão *spatial analyst*, com uso das ferramentas *slope* e *reclassify*. O *shp* ou *shapefile* da delimitação da bacia foi aplicado ainda para extração da hidrografia da unidade, através da ferramenta *clip*, a partir da hidrografia de Goiás, para gerar o mapa de hidrografia e mapa de hierarquia dos cursos d'água. O mapa da hierarquização da rede de drenagem foi gerado conforme ordenação de Horton (1945), modificado por Strahler (1952), através da extensão *hydrology*, ferramenta *stream order*, com aplicação do algoritmo strahler. Todos os mapas foram gerados nas coordenadas geográficas, utilizando Datum SIRGAS 2000.

Através de cálculos no software ArcGIS 10.1[®] e dos mapas elaborados, foram obtidas as seguintes variáveis: área (A), perímetro (P), número dos cursos hídricos (N), comprimento axial (La), ponto mais alto (PI), ponto mais baixo (PII), amplitude média (Hm), declividade da bacia, comprimento do canal principal (L), comprimento total dos canais (Lt), vetorial médio em linha reta (Ev) e ordem dos cursos hídricos.

As demais variáveis morfométricas calculadas obedecem às equações descritas, a seguir:

Coefficiente de compacidade (Kc)

O Kc, segundo Fraga (2014), corresponde à relação entre o perímetro da bacia e o perímetro da circunferência de um círculo de área igual à da bacia.. Foi obtido conforme a equação 1:

$$Kc = 0,28*(P/\sqrt{A}) \quad (1),$$

onde:

Kc é o índice de compacidade;

P é o perímetro da bacia em km; e

A é a área em km².

Fator de forma (Ff)

Segundo Santos et al. (2012), o Ff relaciona a forma da bacia com um retângulo, correlacionando a razão entre a largura média e o comprimento axial da bacia da foz até o ponto mais distante do espigão. Foi obtido conforme a equação 2:

$$Ff = A/La^2 \quad (2),$$

onde:

Ff é o fator forma;

A é a área da bacia em km²; e

La é o comprimento axial da bacia em km.

Índice de rugosidade (Ir)

O Ir corresponde ao produto da densidade de drenagem pela declividade média da bacia (Fraga et al., 2014). Foi obtido conforme a equação 3:

$$Ir = Hm*Dd \quad (3),$$

onde:

Ir é o índice de rugosidade;

Hm é a amplitude altimétrica em m; e

Dd é a densidade de drenagem em km/km².

Índice de circularidade (Ic)

O Ic relaciona a área da bacia à área de um círculo de perímetro igual ao da área da bacia. Foi obtido conforme a equação 4:

$$Ic = 12,57*A/P^2 \quad (4),$$

onde:

Ic é o índice de circularidade, adimensional;

A é a área da bacia em km²; e

P é o perímetro da bacia em km.

Densidade hidrográfica (Dh)

A Dh é a relação existente entre o número de cursos de água e a área da bacia (também conhecida como frequência de drenagem). Conforme Christofletti (1980), o cálculo da densidade hidrográfica é importante por representar o comportamento hidrográfico da área em um de seus aspectos fundamentais: a capacidade de gerar novos cursos hídricos. Foi obtida conforme a equação 5:

$$Dh = N/A \quad (5),$$

onde:

Dh é a densidade hidrográfica em número de canais por km²;

N é o número de canais de primeira ordem, conforme sugestão de Christofolletti (1980);

A é a área da bacia em km².

Declividade do canal principal (S1)

Lorenzon et al. (2014) afirmam que uma das características morfométricas muito importante para fins de análise da propensão à ocorrência de enchentes é a S1. Esta foi obtida conforme a equação 6:

$$S1 = (\Delta H/L) * 100 \quad (6),$$

onde:

S1 é a declividade do canal principal em %;

ΔH é a variação da cota entre os dois pontos extremos em m (declividade entre extremos, que é obtida através da diferença entre as cotas máxima na cabeceira e mínima, na foz) e L é o comprimento em nível do curso de água principal em m.

Amplitude altimétrica máxima (Hm)

A Hm é a diferença entre a cota máxima e mínima. Obteve-se conforme equação 7:

$$Hm = P1 - P2 \quad (7),$$

onde:

Hm é a amplitude altimétrica da bacia em m;

P1 é a altitude máxima do divisor topográfico em m; e

P2 é a altitude da foz em m.

Índice de sinuosidade (Is)

O Is relaciona o comprimento verdadeiro do canal (em projeção ortogonal) com a distância vetorial (comprimento em linha reta) entre os dois extremos do canal principal (Nardini et al., 2013). Obteve-se conforme equação 8:

$$Is = L/Lv \quad (8),$$

onde:

Is é o índice de sinuosidade, adimensional;

L é o comprimento do rio principal em km; e

Lv é o comprimento vetorial do rio principal em km.

Razão de Relevo (Rr)

A Rr relaciona a amplitude altimétrica máxima da bacia e sua maior extensão medida

paralelamente à principal linha de drenagem (Rocha et al. 2014). Obteve-se conforme equação 9:

$$Rr = Hm/L \quad (9),$$

Onde:

Rr é a razão de relevo em m.m⁻¹;

Hm é a amplitude topográfica máxima em m e

L é o comprimento do canal principal em m.

Densidade de drenagem (Dd)

Conforme Christofolletti (1980), a densidade de drenagem é reconhecidamente, uma das variáveis mais importantes para a análise morfométrica das bacias de drenagem, representando o grau de dissecação topográfica, em paisagens elaboradas pela atuação fluvial, ou expressando a quantidade disponível de canais para o escoamento e o controle exercido pelas estruturas geológicas. Obteve-se conforme equação 10:

$$Dd = Lt/A \quad (10),$$

onde:

Dd é a densidade de drenagem em km.km⁻²;

Lt é o comprimento total dos canais em km e A é a área da bacia em em km².

Coefficiente de manutenção (Cm)

O Cm, segundo Schumm (1956), é calculado pela relação inversa da densidade de drenagem e que fornece a área mínima necessária para a manutenção de um metro de canal de escoamento. Obteve-se conforme equação 11:

$$Cm = (1/Dd) * 1000 \quad (11),$$

onde:

Cm é o coeficiente de manutenção em m².m⁻¹;

Dd é a densidade de drenagem em km.km⁻².

Extensão do percurso superficial (Eps)

A Eps da água de enxurrada corresponde à distância média percorrida pelas enxurradas antes de encontrar um curso de água permanente. Obteve-se conforme equação 12:

$$Eps = 1/2Dd \quad (12),$$

onde:

Eps é a extensão do percurso superficial em km de todos os canais;

Dd é a densidade de drenagem em km.km⁻².

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 estão os resultados matemáticos da análise morfométrica da bacia do Ribeirão das Abóboras, agrupados em características da geometria, do relevo e da rede de drenagem.

Tabela 2. Resultados obtidos para a caracterização morfométrica da bacia do Ribeirão das Abóboras, no município de Rio Verde (GO).

Características morfométricas	Resultados	
Geométricas	Área (A)	199,10 km ²
	Perímetro (P)	78,25 km
	Número de canais (N)	55
	Comprimento axial (La)	29,27 km
	Coefficiente de compacidade (Kc)	1,553
	Fator de forma (Ff)	0,23
	Índice de rugosidade (Ir)	155,25
	Densidade hidrográfica (Dh)	0,28 canais.km ⁻²
	Índice de circularidade (IC)	0,41
Relevo	Ponto mais alto da bacia (PI)	870 m
	Ponto mais baixo da bacia (PII)	641 m
	Altitude média	777,88 m
	Amplitude altimétrica (Hm)	235 m
	Declividade do canal principal (S1)	0,81 %
	Índice de sinuosidade (Is)	1,57 km.km ⁻¹
	Razão de relevo (Rr)	0,01 m.m ⁻¹
Rede de drenagem	Comprimento do canal principal (L)	29,15 km
	Comprimento total dos canais (Lt)	131,53 km
	Equivalente vetorial médio em linha reta (Ev)	18,62 km
	Densidade de drenagem (Dd)	0,661 km.km ⁻²
	Coefficiente de manutenção (Cm)	1513,72 m ² .m ⁻¹
	Extensão do percurso superficial (Eps)	0,33 km
	Ordem da bacia	4

Com área de 199,10 km², a bacia apresenta perímetro igual a 78,25 km e comprimento axial de 29,27 km. A bacia do Ribeirão das Abóboras, conforme o método de classificação (hierarquia) de Horton (1945), modificada por Strahler (1952), é de 4^a ordem, composta por 54 canais de 1^a ordem, 14 de 2^a ordem e 3 de 3^a ordem, podendo ser constatado na Figura 5. Essa ordem obtida reforça que a bacia do Ribeirão das Abóboras é caracterizada como de média drenagem. Conforme Tucci (2001), a ordem dos cursos d'água representa o grau de ramificação do sistema de drenagem da bacia.

Os principais afluentes do ribeirão, conforme se observa na Figura 6, são: Córrego

Curicaca, Córrego Retiro, Córrego Buriti, Córrego Sucuri, Córrego Aterrado-de-cima, Córrego Mutum, Córrego Olaria, Córrego do Queixada, Córrego Mata-burro e Córrego Marimondo. Este último é o principal afluente do Ribeirão das Abóboras.

Considerando os índices obtidos para as variáveis morfométricas – coeficiente de compacidade (1,553), fator de forma (0,23), índice de rugosidade (155,25) e índice de circularidade (0,41) – a bacia do Ribeirão das Abóboras é mais alongada que circular e, conseqüentemente, é pouco suscetível a grandes enchentes, com exceção de precipitação de intensidades anormais.

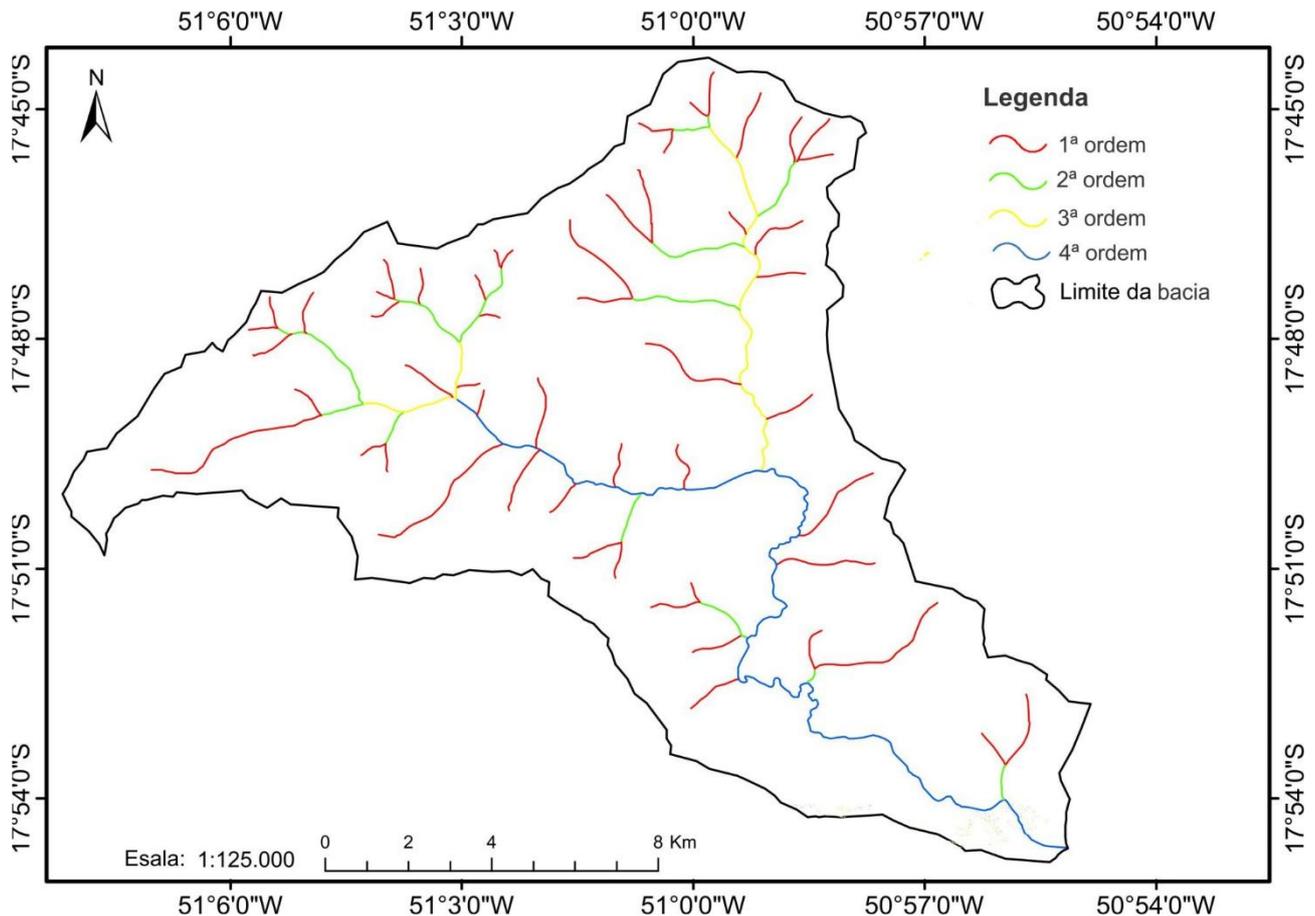


Figura 5. Mapa da ordem dos cursos de água da bacia do Ribeirão das Abóboras, conforme metodologia de Horton (1945), modificado por Strahler (1952), em Rio Verde – GO, Brasil.

Fonte: Elaborado por Alves, W. S. (2016) a partir de bases de dados geográficas disponibilizadas pelo Sistema Estadual de Geoinformação de Goiás (SIEG, 2016).

Quanto maior a irregularidade da bacia, maior será o coeficiente de compacidade. Como este coeficiente igual à unidade corresponde a uma bacia circular, ele possibilita a indicação de maior ou menor ocorrência de cheias à medida que se aproxima ou afasta da unidade (Villela & Mattos, 1975). Valor próximo ao encontrado para a bacia do Ribeirão das Abóboras (1,553) foi obtido por Andrade et al. (2008) na caracterização morfométrica e pluviométrica da bacia do Rio Manso - MT, sendo igual a 1,43, e, segundo esses autores, indica menor propensão a enchente quando comparado a uma bacia circular (coeficiente de compacidade igual a 1). Santos et al. (2012) também encontraram valores próximos ao

encontrado para a bacia do Ribeirão das Abóboras, sendo igual a 1,56, para a sub-bacia Perdizes e 1,41 para a sub-bacia Fojo, e afirmam que esses valores associados aos respectivos fatores de forma que encontraram (0,27, para a sub-bacia Perdizes e 0,29, para a sub-bacia Fojo) indicam que estas sub-bacias, em condições normais de precipitação, são pouco suscetíveis a enchentes. Coutinho et al. (2011), na caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do Rio da Prata, em Castelo – ES, obtiveram coeficiente de compacidade igual a 1,75, sendo 12,69% maior que o obtido para a bacia do Ribeirão das Abóboras (1,553), refletindo tendência a não ocorrência de grandes enchentes.

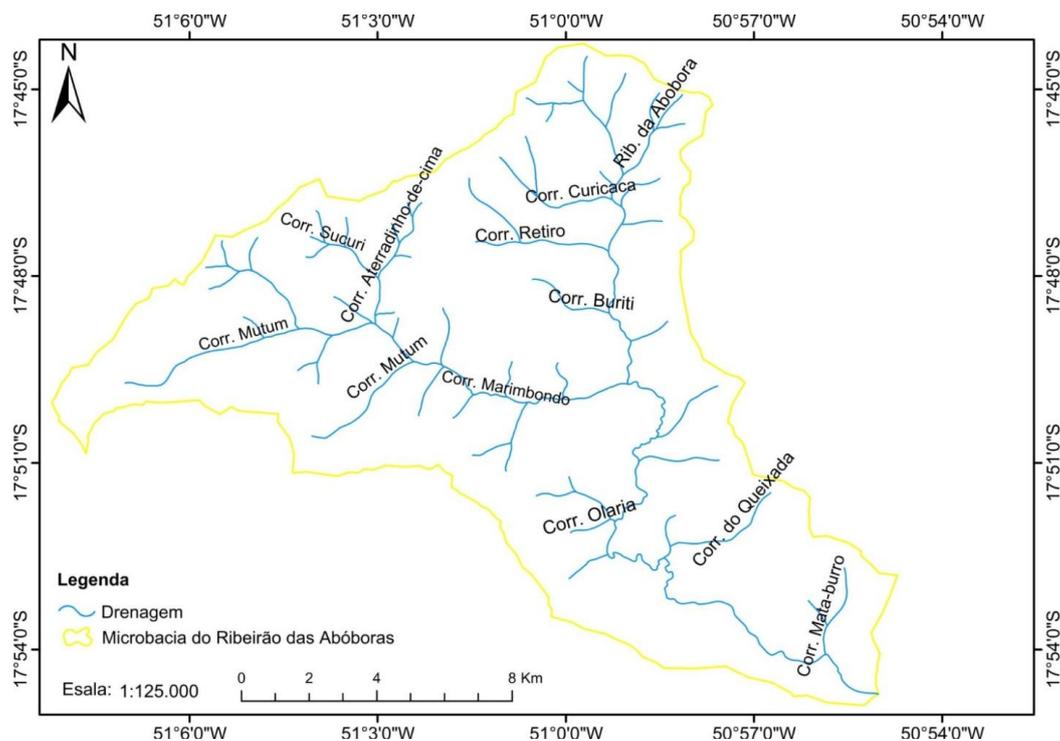


Figura 6. Mapa da hidrografia do Ribeirão das Abóboras, em Rio Verde – GO, Brasil.

Fonte: Elaborado por Alves, W. S. (2016) a partir de bases de dados geográficos disponibilizadas pelo Sistema Estadual de Geoinformação de Goiás (SIEG, 2016).

Bacias longas e estreitas são mais dificilmente atingidas inteiramente por chuvas intensas (Schwab et al., 1966). Ao comparar uma bacia com fator de forma menor com outra de fator de forma maior, esta tem maiores chances de sofrer inundações do que a primeira. Andrade et al. (2008) encontraram valor de fator de forma igual a 0,21, 8,70% menor que o valor obtido para a bacia do Ribeirão das Abóboras (0,23), e, conforme os autores, considerado baixo e que a bacia do Rio Manso é pouco susceptível a enchentes em condições normais de precipitação.

Quanto maior for o índice de rugosidade, maior será o risco de degradação da bacia quando as vertentes são íngremes e longas. Valores bem maiores que o obtido para a bacia do Ribeirão das Abóboras (155,25) foram encontrados por Cherem et al. (2011), na análise e compartimentação morfométrica da bacia hidrográfica do Alto Rio das Velhas – Região Central de Minas Gerais, onde obtiveram índice de rugosidade, nomeado como Ir1, igual a 462, 197,58% maior que o obtido para a bacia do Ribeirão das Abóboras, considerado alto, e atribuíram esse resultado a elevada amplitude altimétrica da bacia ($\Delta alt1 =$

1.050 m) que, por sua vez, é consequência da inclusão das escarpas serranas que delimitam a bacia, as quais influenciam a amplitude altimétrica sem terem representatividade espacial nessa bacia. Ainda segundo os autores, caso as escarpas serranas sejam desconsideradas ($\Delta alt2 = 750$ m), o Ir da bacia, nomeado como Ir2, assume valor menor, igual a 304, passando a ser 95,81% maior que o obtido para a bacia do Ribeirão das Abóboras.

Coutinho et al. (2011), na caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio da Prata, Castelo – ES, obtiveram índice de circularidade 26,83% menor que o obtido para a bacia do Ribeirão das Abóboras (0,41), sendo igual a 0,30, e relacionaram esse valor a tendência a não ocorrência de grandes enchentes nessa unidade de gestão. Conforme Cardoso et al. (2006), o índice de circularidade tende para 1 à medida que a bacia se aproxima da forma circular e diminui conforme a mesma se torna mais alongada.

A densidade hidrográfica da bacia do Ribeirão das Abóboras equivale a 0,28 canais por km², ou seja, em cada porção de 3,57 km² da bacia há um canal. Tratando-se, portanto, de uma bacia hidrográfica com baixa densidade de

canais, o que causa dificuldade das partículas de água que caem na superfície do solo encontrar rapidamente um canal e por ele escoar. Segundo Lollo (1995), bacias hidrográficas que apresentam densidade hidrográfica menor que 3 são classificadas como de baixa densidade hídrica, de 3 a 7, média, de 7 a 15, alta, e com índice maior que 15, muito alta. Lana et al. (2001) afirmam que se o índice de densidade de drenagem estiver acima de 2,00 canais por km², a bacia teria grande capacidade de gerar novos cursos d'água.

O mapa de altimetria e declividade das vertentes contribuem para o entendimento da modelagem e prevenção de movimentos de massa, uma vez que esse processo é influenciado fortemente pela gravidade. Observa-se na Figura 7, bem como na Tabela 2, que a bacia do Ribeirão das Abóboras apresenta maior altitude de 870 m e menor altitude de 641 m. Observa-se ainda que a altitude média da bacia é de 777,88 m e amplitude altimétrica igual a 235 m. Esta amplitude, considerada baixa, confere a bacia hidrográfica um relevo favorável à sua preservação.

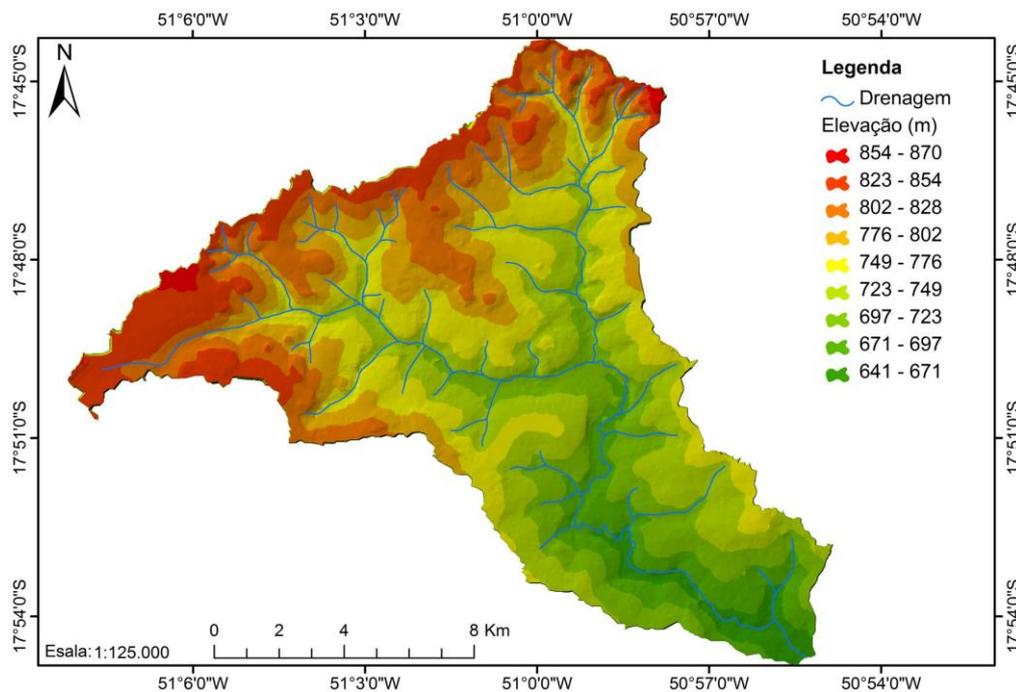


Figura 7. Mapa hipsométrico da bacia do Ribeirão das Abóboras, em Rio Verde – GO, Brasil.

Fonte: Elaborado por Alves, W. S. (2016) a partir do SRTM disponibilizado pela EMBRAPA Monitoramento por Satélite –TOPODATA (MIRANDA, 2005).

A declividade da bacia do ribeirão em estudo, conforme a classificação da declividade das formas de relevo, apresentada na Tabela 3, da EMBRAPA (2013), varia de plano (0 – 3%), em uma área de 62,35 km² (31,32% do total da bacia), suave ondulado (3 – 8%), em uma área

de 116,96 km² (58,74% da área total da bacia), ondulado (8 – 20%), em uma área de 15,16 km² (7,6% da área total da bacia) a fortemente ondulado (20 – 26%), em uma área de 0,05 km² (0,025% da área total da bacia).

Tabela 3. Classes de relevo utilizadas, conforme EMBRAPA (2013).

Relevo	Classificação
0 – 3%	Plano
3 – 8%	Suave ondulado
8 – 20%	Ondulado
20 – 45%	Forte ondulado
45 – 75%	Montanhoso
>75%	Escarpado

Observa-se na bacia do Ribeirão das Abóboras predominância do relevo suave ondulado, conforme Tabela 4 e Figura 8, característica favorável a práticas agrícolas, contribuindo para a infiltração da água das chuvas, o baixo risco de erosão e, juntamente com a declividade do canal principal obtida (0,81%), de assoreamento da rede de drenagem. Em outro trabalho, realizado por Coutinho et al. (2011), foram obtidos resultados diferentes aos da bacia do Ribeirão das Abóboras, tendo como objetivo caracterizar a morfometria da bacia hidrográfica do Rio da Prata em Castelo – ES, verificou-se declividade entre 20% e 45% de inclinação (49,23 km²), o que, conforme EMBRAPA (2013), caracteriza um relevo do tipo ondulado forte. Estas características contribuem no processo de erosão e sedimentação dos canais de água dessa bacia. Os autores ressaltam ainda que o relevo exerce influência no perfil do solo, nas relações de precipitação e deflúvio devido à velocidade do escoamento superficial, nas taxas de infiltração e, conforme no novo Código Florestal Brasileiro, Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, caracteriza área de preservação quando acima de 45° de inclinação (Brasil, 2012).

Para o índice de sinuosidade, foi obtido valor igual a 1,57 km.km⁻¹, inferindo que os canais são transicionais. A sinuosidade dos canais é influenciada pela carga de sedimentos, pela compartimentação litológica, estruturação geológica e pela declividade dos canais (Lana et al., 2001).

As rochas, sobre as quais está a bacia hidrográfica do Ribeirão das Abóboras, são de idades que oscilam entre o Neogeno e o Cretáceo. Os produtos litológicos são rochas sedimentar (Grupo Bauru - Formação Vale do Rio do Peixe e coberturas detríticas indiferenciadas, predominantes na bacia hidrográfica) e ígnea vulcânica (Grupo São Bento - Formação Serra Geral, menos

representativo na bacia hidrográfica), podendo ser observado na Tabela 5 e Figura 9.

A sinuosidade dos canais indica a velocidade de escoamento do canal principal. Quanto maior a sinuosidade, maior será a dificuldade de se atingir o exutório do canal, portanto, a velocidade de escoamento será menor (Santos et al. 2012). Na caracterização fisiográficas e morfométricas da bacia do córrego Jataí no município de Jataí (GO), o valor encontrado para o índice de sinuosidade em toda bacia foi 1,17 km.km⁻¹, 25,48% menor que o valor encontrado para o Ribeirão das Abóboras, sendo o valor considerado baixo pelos autores, inferido que a microbacia, conforme os autores, apresenta velocidade de escoamento favorável a preservação da microbacia (Lopes et al., 2007).

O valor obtido para a razão de relevo foi 0,01 m.m⁻¹, reforçando que a bacia do Ribeirão das Abóboras apresenta velocidade baixa de escoamento, contribuindo para maior infiltração da água, baixa susceptibilidade a erosão e redução de risco de assoreamento. Schumm (1956) afirma que quanto maior o valor de razão de relevo, maior será o desnível entre a cabeceira e o exutório, como consequência, maior será a declividade média da bacia. Santos et al (2012) obtiveram índice de 37, 5 m.km⁻¹ (0,0375 m.m⁻¹), para a sub-bacia do Perdiz, e 44,6 m.km⁻¹ (0,0446 m.m⁻¹), para a sub-bacia do Fojo, sendo 78,93% e 82,29%, nesta ordem, maiores que a encontrada para a bacia do Ribeirão das Abóboras, e os autores afirmam que esses resultados reforçam que essas duas bacias apresentam escoamento rápido. A razão de relevo encontrada para a caracterização fisiográfica e morfométrica da microbacia do córrego Jataí no município de Jataí (GO) foi de 0,024 ou 67,08% maior que os resultados obtidos para a bacia hidrográfica do Ribeirão da Abóboras, sendo considerada pelos autores como de relevo baixo (Lopes et al., 2007).

Tabela 4. Classes de declividade (S) em %, na bacia do Ribeirão das Abóboras, município de Rio Verde (GO), e áreas correspondentes em km² e em %.

S	Área (km ²)	% da bacia	Descrição das classes
0 – 3%	62,35	31,32%	Plano
3 – 8%	116,96	58,74%	Suave ondulado
8 – 20%	15,16	7,6%	Ondulado
20 – 26%	0,05	0,025%	Forte ondulado

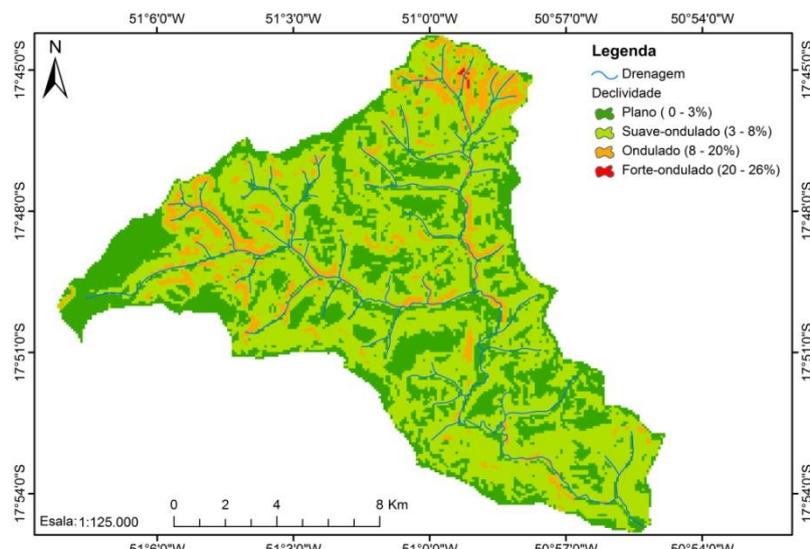


Figura 8. Mapa de declividade da bacia do Ribeirão das Abóboras, em Rio Verde – GO, Brasil.

Fonte: Elaborado por Alves, W. S. (2016) a partir do SRTM disponibilizado pela EMBRAPA Monitoramento por Satélite –TOPODATA (MIRANDA, 2005).

Tabela 5. Classes de geologia da bacia hidrográfica do Ribeirão das Abóboras.

Classe	Litotipo	Km ²	%
Grupo Bauru - Formação Vale do Rio do Peixe.	Arenito, argilito arenoso.	124,91	62,74
Coberturas detriticas indiferenciadas.	Depósitos de areia, depósitos de cascalho, depósitos de argila.	39,60	19,89
Grupo São Bento - Formação Serra Geral.	Basalto, basalto-andesito	34,59	17,37
Total		199,1	100

Fonte: Elaborado a partir do Mapa Geológico do Estado de Goiás e Distrito Federal disponibilizado pelo SIEG (2016).

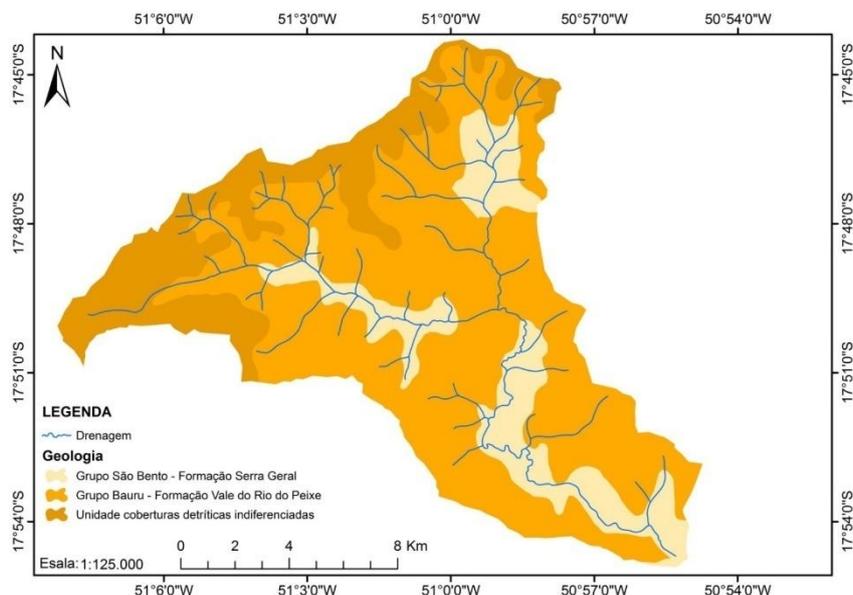


Figura 9. Mapa Geológico da bacia hidrográfica do Ribeirão das Abóboras, em Rio Verde – GO, Brasil.

Fonte: Elaborado por Alves, W. S. (2016) a partir de bases de dados geográficas disponibilizadas pelo SIEG (2016).

A densidade de drenagem encontrada foi igual a $0,661 \text{ km.km}^{-2}$, inferindo que a bacia hidrográfica em análise é caracterizada como de média drenagem. Esta tendência é confirmada pela densidade hidrográfica que apresentou um índice baixo ($0,28 \text{ canais.km}^{-2}$), conforme se observa na Tabela 2. Para Villela & Mattos (1975) esse índice pode variar de $0,5 \text{ km.km}^{-2}$ em bacias com drenagem pobre, a $3,5 \text{ km.km}^{-2}$ ou mais, para bacias bem drenadas, considerando a escala de 1:50.000. A classificação da Dd de uma bacia, segundo Beltrame (1994) consiste em: $Dd < 0,50 \text{ km.km}^{-2}$, considerada baixa, entre $0,50 - 2,00 \text{ km.km}^{-2}$, considerada média, entre $2,01 - 3,50 \text{ km.km}^{-2}$, considerada alta e $> 3,50 \text{ km.km}^{-2}$, considerada muito alta.

Para o coeficiente de manutenção, o resultado foi $1513,72 \text{ m}^2.\text{m}^{-1}$ (Tabela 2), ou seja, há necessidade de uma área de drenagem de, no mínimo, $1513,72 \text{ m}^2.\text{m}^{-1}$ para a

manutenção de um metro de canal de escoamento perene. A extensão do percurso superficial corresponde a $0,33 \text{ km}$ (Tabela 2). Este valor mostra que a bacia do Ribeirão das Abóboras possui longa distância de escoamento da enxurrada, proporcionando maior tempo de concentração da água, atenuando o risco de erosão e aumentando a conservação da bacia em questão. Os resultados para o coeficiente de manutenção e extensão do percurso superficial indicam que a bacia do ribeirão apresenta solos com boa permeabilidade. Zanata et al. (2011), ao estudarem a influência da escala na análise morfométrica de microbacias hidrográficas, obtiveram valores de coeficiente de manutenção igual a $1213,10$ (na escala 1:50000 do IBGE) e $1163,83$ (na escala 1:10000 do IGC) e para extensão do percurso superficial $0,61$ (na escala 1:50000 do IBGE) e $0,58$ (na escala 1:10000 do IGC), sugerindo, conforme os autores, solos mais permeáveis.

CONCLUSÕES

Considerando o conjunto das características geométricas obtidas da bacia do Ribeirão das Abóboras, essa unidade caracteriza-se como de forma mais alongada, inferindo-se que a bacia do Ribeirão das Abóboras apresenta menor propensão a grandes enchentes ao ser comparada com uma bacia circular. Levando em conta o relevo, o Ribeirão das Abóboras apresenta características de cursos de água de predominância em relevo suave ondulado, sendo favorável às práticas agrícolas. Em se tratando da drenagem, a bacia hidrográfica é caracterizada como de média densidade, inferindo-se que o substrato geológico e o material pedológico são mediantemente porosos. Aponta-se para a necessidade do uso de práticas

conservacionistas e atendimento ao código florestal vigente, de forma a manter seu potencial para usos múltiplos. Considerando o conjunto das características físicas obtidas e analisadas, a bacia do Ribeirão das Abóboras apresenta forte controle estrutural, favorecendo a preservação dos canais de água. Por ser uma bacia hidrográfica importante para a região e que apresenta ocupação e uso diversificados, faz-se necessário estudos para indicação da aptidão agrícola das terras e o levantamento da qualidade da água, por meio de variáveis físico-químicas e microbiológicas de amostras coletadas em pontos estrategicamente planejados.

REFERÊNCIAS

1. ANDRADE, N. L. R.; XAVIER, F. V.; ALVES, E. C. R. F.; SILVEIRA, A.; OLIVEIRA, C. U. R. Caracterização morfométrica e pluviométrica da bacia do Rio Manso – MT. *Geociências*, v. 27, n. 2, p. 237-248, 2008.
2. BDMEP. BANCO DE DADOS METEOROLÓGICOS PARA ENSINO E PESQUISA (BDMEP). Dados de precipitação de janeiro de 2004 a dezembro de 2014. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/projetos/rede/pesquisa/>. Acesso em 13 mar. 2015.
3. BRASIL. Presidência da República. Lei 2.651. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 25 de maio de 2012, Seção 1, p. 3.
4. BRASIL. Lei Nº 9.433. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei Nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989.

Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 9 janeiro de 1997, Seção 1, p. 470.

5. BELTRAME, A. V. Diagnóstico do meio ambiente físico de bacias hidrográficas: modelo de aplicação. Florianópolis: UFSC, 1994. 112 p.

6. CARDOSO, C. A.; DIAS, H. C. T.; SOARES, C. P. B.; MARTINS, S. M. Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio Debossan, Nova Friburgo – RJ. **Árvore**, v. 30, n. 2, p. 241-248, 2006.

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

8. CHEREM, L. F. S.; MAGALHÃES JR, A. P.; FÁRIA, S. D.. análise e compartimentação morfométrica da bacia hidrográfica do alto rio das velhas – região central de minas gerais. **Geomorfologia**, v.12, n.1, p.11-21, 2011.

9. CHRISTOFOLETTI, A. A Análise de Bacias Hidrográficas. **Geomorfologia**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blucher Ltda, 1980. 102-121p.

10. EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 3 ed. Brasília, (DF): Embrapa, 2013, 353 p.

11. FERREIRA, W. S. Cultivo do milho e da soja em sucessão as culturas de safrinha em Rio Verde – GO. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal). 2010. 67 f. Universidade de Rio Verde, Rio Verde, GO, 2010.

12. FRAGA, M. S.; FERREIRA, R. G.; SILVA, F. B.; VIEIRA, N. P. A.; SILVA, D. P.; BARROS, F. M.; MARTINS, I. S. B. Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do Rio Catolé Grande, Bahia, Brasil. **Nativa**, v. 2, n. 4, p. 214-218, 2014.

13. HORTON, R. E. Erosional development of streams and their drainage basin: hydrophysical approach to quantitative morphology. *Geological Society of America Bulletin*, v. 56, n. 3, p. 275, 1945. Disponível em: http://www.geos.ed.ac.uk/homes/s0451705/horton_1945.pdf. Acesso em: 06 set. 2015.

14. IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Dados do censo demográfico 2015. São Paulo: IBGE, 2015. Disponível em: <http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&odmun=521880&search=goias|rio-verde>. Acesso em: 02 out. 2015.

15. LANA, C. L.; ALVES, J. M. P.; CASTRO, P. T. A. Análise morfométrica da bacia do rio Tanque, MG-Brasil. **Escola de Minas**, v. 54, n. 2, p.121-126, 2001.

16. LOLLO, J. A. **O uso da técnica de avaliação do terreno no processo de elaboração do mapeamento geotécnico: sistematização e aplicação na quadrícula de Campinas.** São Carlos, 1995. 268 p. Tese (Doutorado em Geotecnia) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

17. LOPES, R. M.; ASSUNÇÃO, H. F.; SCOPEL, I.; CABRAL, J. B. P. Caracterização fisiográficas e morfométricas microbacia do córrego Jataí no município de Jataí (GO). **Geoambiente**, Jataí, GO, n. 9, 142 – 163, 2007.

18. LORENZON, A. S.; FRAGA, M. S.; MOREIRA, A. R.; ULIANA, E. M.; SILVA, D. D.; RIBEIRO, C. A. A. S.; BORGES, A. C. Influência das características

morfométricas da bacia hidrográfica do rio Benevente nas enchentes no município de Alfredo Chaves-ES. **Ambiente & Água**, v. 10 n. 1, p. 195-2006, 2014.

19. MIRANDA, E. E. de; (Coord.). Brasil em Relevo. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2005. Disponível em: <http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br>. Acesso em: 2 dez. 2015.

20. NARDINI, R. C.; POLLO, R. A.; CAMPOS, S.; BARROS, Z. X. D.; CARDOSO, L. G.; GOMES, L. N. Análise morfométrica e simulação das áreas de preservação permanente de uma micobacia hidrográfica. **Irriga**, v. 18, n. 4, p. 687-699, 2013.

21. PRADO, R. B.; FERREIRA, C. E. G.; BENITES, V. M. NAUMOV, ALEXEY. Mapeamento e descrição do padrão de uso e cobertura da terra em municípios do sudoeste goiano a partir de imagens orbitais TM/Landsat-5. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2009. 54 p. (Embrapa Solos. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 148).

22. 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, Sergipe, Brasil. **Ambiente & Água**, v. 9, n. 2, p. 276-287, 2014.

23. SANTOS, A. M.; TARGA, M. S.; BATISTA, G. T.; DIAS, N. W. Análise morfométrica das sub-bacias hidrográficas Perdizes e Fojo no município de Campos do Jordão, SP, Brasil. **Ambiente & Água**, Taubaté, v. 7, n. 3, p. 195-211, 2012.

24. SIEG – Sistema Estadual de Geoinformação de Goiás. Disponível em: <http://www.sieg.go.gov.br/>. Acesso em: 07 nov. 2016.

25. SCHWAB, G.O.; A.K. FREVERT; T.W. EDMINSTER, K.K. BARNES, 1966. **Soil and Water Conservation Engineering**. John-Wiley & Sons. New York. 683 p.

26. SCHUMM, S. A. Evolution of drainage systems and slopes in badlands at Perth Amboy, New Jersey. **Geological Society of America Bulletin**, v. 67, n. 5, p. 597- 646, 1956.

27. SOUSA, M. S. SCOPEL, I. PEIXINHO, D. M. CARVALHO, N. R. Compartimentação geomorfológica do Sudoeste de Goiás e relação com a situação de areais. In: VI SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA. GEOMORFOLOGIA TROPICAL E SUBTROPICAL: PROCESSOS, MÉTODOS E TÉCNICAS. Goiânia, 6 a 10 de setembro de 2006. Disponível em: <http://www.labogef.iesa.ufg.br/links/sinageo/articles/595.pdf>. Acesso em: 6 set. 2015.

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

29. 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. **Uniará**, n. 20, p. 137-156, 2007.

30. TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: Ciência e Aplicação**. 4.ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS/ABRH, 2009. 943p.

31. TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. Porto Alegre, RS: Editora da Universidade UFRGS/Edusp/ABRH, 2001. 943p.

32. United States Geological Survey – USGS. Earthexplorer. Disponível em: <http://earthexplorer.usgs.gov/>. Acesso em: 01 jul. 2016.
33. VASCO, A. N.; BRITTO, F. B.; PEREIRA, A. P. S., MÉLLO JUNIOR, A. V., GARCIA, C. A. B., NOGUEIRA, L. C. Avaliação espacial e temporal da qualidade da água na sub-bacia do Rio Poxim, Sergipe, Brasil. **Ambiente & Água**, v.6, n.1, p.118-130, 2011.
34. VILLELA, S. M & MATTOS, A. **Hidrologia aplicada**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1975. 245 p.
35. ZANATA, M.; PISSARRA, T. C. T.; ARRAES, C. L.; RODRIGUES, F. M.; CAMPOS, S. Influência da escala na análise morfométrica de microbacias hidrográficas. **Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, n.10, p.1062–1067, 2011.

*Manuscrito recebido em: 14 de Dezembro de 2015
Revisado e Aceito em: 22 de Agosto de 2016*