



Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe>



Análise do uso da terra, da cobertura vegetal e da morfometria da bacia do Ribeirão Douradinho, no sudoeste de Goiás, Brasil

Wellmo dos Santos Alves¹, Wilker **Alves Morais**², Alécio Perini Martins³, Davi Santiago Aquino⁴, Maria Antonia Balbino Pereira⁵, Bruno Botelho Saleh⁶.

¹Doutorando pela Universidade Federal de Goiás/Regional Jataí, autor correspondente: wellmoagro2@gmail.com. ²Pós-doutorando pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde, wilker.alves.morais@gmail.com. ³Professor na Universidade Federal de Goiás/Regional Jataí, aleciooperini@yahoo.com.br. ^{4,6}Professores no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde, davi.aquino@ifgoiano.edu.br, bruno.eloisa@brturbo.com.br. ⁵Acadêmica do curso de Engenharia Ambiental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde.

Artigo recebido em 10/04/2018 e aceito em 14/01/2019

RESUMO

Este trabalho objetivou analisar o uso da terra, a cobertura vegetal e a morfometria da bacia do Ribeirão Douradinho, no sudoeste de Goiás, usando geotecnologias. O uso da terra e a cobertura vegetal foram analisados para o ano de 2016, enquanto a morfometria da bacia foi estudada quanto às suas características geométricas, de relevo e de drenagem. Na bacia, com extensão total de 149,35 km², predomina área de culturas anuais (72,57%), seguida pela área de pastagem (13,10%), Cerrado/matias (10,57%) e outros usos (3,76%). Foram observadas irregularidades ambientais dentro de áreas de preservação permanente, onde estas, em diversos pontos, estão cobertas por vegetação agrícola e pastagem. A área de estudo possui geometria com pouca propensão a enchentes, mas drenagem pobre. Seu relevo é propício à atividade agropecuária, que deve ser executada em consonância com práticas conservacionistas e com fiscalização mais intensa pelos órgãos responsáveis pela aplicação da legislação ambiental vigente.

Palavras-chave: bacia hidrográfica, geotecnologias, índices morfométricos, uso do solo.

An analysis of the land use, vegetation coverage and morphometry of Ribeirão Douradinho river basin, in the south-west of Goiás state, Brazil

ABSTRACT

This paper aimed analyzing the land use, the vegetation coverage and the morphometry of Ribeirão Douradinho river basin, in the south-west of Goiás state, using geotechnologies. The land use and vegetation coverage were analyzed for the year of 2016, while the morphometry of the basin was studied regarding its geometric characteristics, relief and drainage. In the basin, with a total extension of 149.35 km², predominates an area of annual crops (72.57%), followed by a pasture area (13.10%), Cerrado/woods (10.57%) and other uses (3.76%). Environmental irregularities were observed within the areas of permanent preservation, which, in several points, are coverage by agricultural vegetation and pasture. The studied area has geometry with low propensity to floods, but poor drainage. Its relief is propitious to farming, which must be accomplished in line with conservationist practices and with more intense supervision by the responsible organizations responsible for the implementation of the current environmental legislation.

Keywords: river basin, geotechnologies, morphometric indexes, land use.

Introdução

A expansão das atividades antrópicas ao longo dos tempos provocou uma carga de impactos negativos decorrentes da exploração dos recursos da natureza, notadamente dos recursos hídricos e de suas zonas de recarga, localizadas

nas pequenas bacias de cabeceiras ou microbacias hidrográficas, sendo que essa expansão torna-se cada vez mais preocupante porque tem avançado sobre áreas reconhecidamente protetoras dos recursos naturais, ou seja, as áreas de preservação permanente (APP), comprometendo sua função ambiental (Cardoso e Aquino, 2013).

Alves, W. S., **Morais, W. A.**, Martins, A. P., Aquino, D. S., Pereira, M.A., Saleh, **B.B.**

As áreas protetoras dos recursos naturais são definidas em leis no âmbito federal, estadual e municipal. Alguns municípios não apresentam legislação ambiental, neste caso, seguem a legislação estadual e federal.

Com o propósito de atender o mercado interno e externo, no Centro-Oeste do Brasil foram implementados programas governamentais ou políticas públicas para incentivar à expansão da fronteira agrícola, tornando possível, financeiramente, o desenvolvimento da agricultura, com altos índices de produtividade.

A microrregião Sudoeste de Goiás é destaque nacional na produção de grãos, principalmente milho e soja. Esse sucesso na produção agrícola é em decorrência, dentre outros fatores, do uso extensivo e intensivo das terras em busca de ganhos em produtividade.

Os municípios de Rio Verde (GO) e de Santa Helena de Goiás (GO), onde a bacia do Ribeirão Douradinho está inserida, possuem forte vocação agropecuária, principalmente quanto à produção de soja. Em 2014, dos 3,2 milhões de hectares plantados para colheita de soja em Goiás, cerca de 300 mil estavam em Rio Verde e 42 mil em Santa Helena de Goiás, ou seja, a soma das áreas destes dois municípios destinadas à referida cultura representou cerca de 11% da área total plantada para este grão em todo estado de Goiás (IBGE, 2016).

Essas atividades são econômica e socialmente importantes, entretanto, se não geridas de maneira sustentável, podem causar impactos ambientais negativos em bacias hidrográficas.

A bacia do Rio São Tomás é a principal fonte de abastecimento de água da população urbana do município de Rio Verde (GO) e do município de Santa Helena de Goiás (GO), além de ser fonte de água de diversas atividades agropecuárias (irrigação, criação de gado, granjas de médio e grande porte de aves e suínos e outras), de agroindústrias (como a BRF unidade de Rio Verde, uma das maiores agroindústrias do mundo) e de outros usos.

Conforme estimativa do IBGE 2017, o município de Rio Verde (GO) apresenta 217.048 habitantes (quarta maior população de Goiás) e de Santa Helena de Goiás (GO), 38.743 pessoas. Ou seja, a bacia do Rio São Tomás fornece água para aproximadamente 255.791 pessoas.

O Ribeirão Douradinho é um dos principais afluentes do Rio São Tomás, sendo a sua área de contribuição, em relação as demais bacias hidrográficas que compõem a área de drenagem desse rio, uma das maiores. Na bacia

deste ribeirão, são desenvolvidas diversas atividades agropecuárias economicamente importantes no desenvolvimento da região.

Economias regionais e nacionais dependem da disponibilidade adequada de água para geração de energia, abastecimento público, irrigação e produção de alimentos (agricultura, aquicultura e pesca, por exemplo), afirma Tundisi 2008.

A Política Nacional de Recursos Hídricos, instituída pela Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, incorpora princípios e normas para a gestão de recursos hídricos adotando a definição de bacias hidrográficas como unidade de estudo e gestão (Brasil, 1997). Assim, é de grande importância para gestores e pesquisadores a compreensão do conceito de bacia hidrográfica e de suas subdivisões.

Bacias hidrográficas são compostas por um conjunto interligado de canais de escoamento de água com exutório único. A quantidade de água que a bacia recebe depende da extensão da área ocupada pela mesma e de processos naturais que envolvem precipitação, evaporação, infiltração, escoamento e outros relativos ao ciclo hidrológico.

A bacia hidrográfica é uma unidade natural que recebe a influência da região que drena e é receptora de todas as interferências naturais e antrópicas que ocorrem na sua área, tais como: topografia, vegetação, clima, uso da terra e cobertura vegetal.

As técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto (geotecnologias) representam uma poderosa ferramenta computacional na busca de uma maior verificação da adequação do uso de recursos naturais (bacias hidrográficas, recursos hídricos etc.) (Amorim et al., 2017). Em muitas publicações científicas são observados resultados interessantes, obtidos a partir do uso de geotecnologias, para subsidiar o planejamento e a gestão ambiental de bacias hidrográficas, como observado nos estudos de Oliveira et al. (2014), Marcatto e Silveira 2016, Ribeiro e Albuquerque 2017 e Vieira et al. (2018). Os resultados obtidos por estes autores oferecem respostas às várias questões sobre planejamento, manejo e gestão de bacias hidrográficas.

A caracterização da mudança do uso da terra e cobertura vegetal possibilita compreender os processos de alteração do espaço geográfico e os efeitos dessas ações no mesmo, podendo ser considerado o primeiro passo para elaboração de um trabalho de planejamento e gestão ambiental.

O mapeamento do uso da terra e cobertura vegetal em bacias hidrográficas constitui-se, na

atualidade, uma tônica, posto a bacia hidrográfica constituir-se uma unidade natural de análise ambiental, ideal para ações de planejamento, uma vez que é no território definido como bacia hidrográfica que se desenvolvem as atividades humanas, dentro de um processo de (re)produção do seu espaço (Cardoso e Aquino, 2013).

Com o advento das imagens de alta resolução espacial, como as disponibilizadas pela *Google Earth*, constrói-se a possibilidade de elaboração de mapeamentos temáticos de uso e cobertura da terra com melhor nível de acurácia e relativa redução de trabalhos de campo (Ayach et al., 2012).

As caracterizações morfométricas e morfológicas de uma bacia de drenagem são os mais comuns e importantes procedimentos executados em análises ambientais regionais, tendo como objetivo elucidar as várias questões relacionadas com o entendimento da dinâmica ambiental em que está inserida (Oliveira et al., 2014).

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

A caracterização morfométrica é realizada levando em conta as principais medidas físicas de uma bacia hidrográfica e pode subsidiar também outras aplicações ligadas à gestão dos recursos hídricos, dentre as quais, a regionalização de vazões hidrológicas, a estimativa do tempo de concentração em bacias hidrográficas, o cálculo da lâmina e a vazão de escoamento superficial, a estimativa de disponibilidade hídrica e os processos de outorga de direito de uso dos recursos hídricos.

Com advento e avanços do sensoriamento remoto e do geoprocessamento, atualmente são levantados dados secundários com uso de ferramentas de Sistema de Informação Geográfica (SIG) e de imagens SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) geradas pela *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) e disponibilizadas pelo *United States Geological Survey* (USGS). Estes dados são inseridos em equações específicas propostas por Villela e Mattos 1975, Schumm 1963, Melton 1957, Schumm 1956, Muller 1953, Strahler 1952, Horton 1945, dentre outros, para caracterização e análises morfométricas de bacias hidrográficas.

O conjunto das informações relativas ao uso da terra, a cobertura vegetal e a morfometria de uma bacia hidrográfica colaboram para o

melhor entendimento desta, promovendo estratégias de gestão, minimizando os impactos ambientais.

Neste contexto, objetivou-se com este trabalho analisar o uso da terra, a cobertura vegetal e a morfometria da bacia do Ribeirão Douradinho, localizada no sudoeste do estado de Goiás, por intermédio de geotecnologia, no intuito de fornecer subsídio à gestão dos recursos hídricos, a pesquisadores e demais interessados.

Material e métodos

Todo o processamento digital das imagens e levantamento de dados secundários foram realizados na interface gráfica do *software* de Sistema de Informação Geográfica (SIG) ArcGIS 10.1®. Este *software* é licenciado para o Laboratório de Geoinformação da Universidade Federal de Goiás, Regional Jataí.

Área de estudo

Este estudo foi realizado, na bacia hidrográfica do Ribeirão Douradinho, ver Figura 1. Este ribeirão nasce no município de Rio Verde (GO), no local com coordenadas geográficas 50°51'26,239"W e 17°47'3,553"S, altitude de 780 m, e deságua na margem esquerda do Rio São Tomás, no município de Santa Helena de Goiás, no local com coordenadas geográficas 50°40'8,355"W e 17°51'13,306"S, altitude de 545 m, 8,21 km a montante da captação de água para o abastecimento público da população urbana santa-helenense. Segundo a classificação de Köppen-Geiger, o clima da região se enquadra no tipo AW, caracterizado por climas úmidos tropicais, com duas estações bem definidas: seca no inverno e úmida no verão (Peel et al., 2007).

A bacia do Ribeirão Douradinho apresenta uma única unidade geomorfológica, a SRAIIIB-RT(m)-Superfície Regional de Aplainamento IIIB com cotas entre 650 e 750 m, com dissecação média e associada a Relevos Tabulares na Bacia do Paraná (SIEG, 2016).

Para melhor caracterizar a bacia hidrográfica em questão, foi realizado o mapeamento da geologia e pedologia, sendo o primeiro a partir do Mapa Geológico de Goiás e Distrito Federal (escala 1:500.000), e o segundo, extraído do Mapa de Solos da Bacia do Rio Paranaíba (escala 1:250.000) disponibilizados pelo Sistema Estadual de Geoinformação de Goiás (SIEG, 2016). Estes mapas foram elaborados em coordenadas geográficas, Datum Sirgas 2000.

Na bacia hidrográfica do Ribeirão Douradinho observa-se formação predominante do Grupo Bauru - Formação Vale do Rio do Peixe, seguida do Grupo São Bento - Formação Serra Geral, ver Tabela 1 e Figura 2 (SIEG, 2016).

Na Tabela 2 são apresentadas as classes de solos da bacia do Ribeirão Douradinho, sendo estas espacializadas na Figura 3.

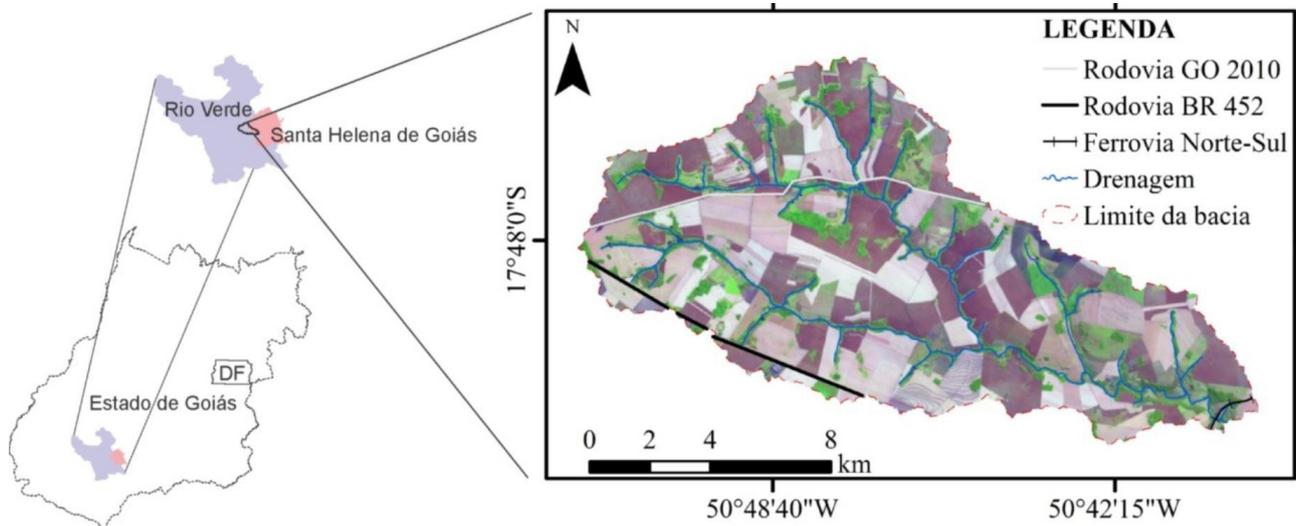


Figura 1. Localização da bacia do Ribeirão Douradinho, no Sudoeste de Goiás.
Fonte: Organizado pelos autores a partir de bases de dados disponibilizadas pelo SIEG e USGS (2016).

Tabela 1. Classes geológicas da bacia do Ribeirão Douradinho, no Sudoeste de Goiás

Classe geológicas	km ²	%
Grupo Bauru - Formação Vale do Rio do Peixe	86,81	58,13
Grupo São Bento - Formação Serra Geral	62,54	41,87
Total	149,35	100

Fonte: Adaptado do Mapa Geológico de Goiás e Distrito Federal disponibilizado pelo SIEG (20016).

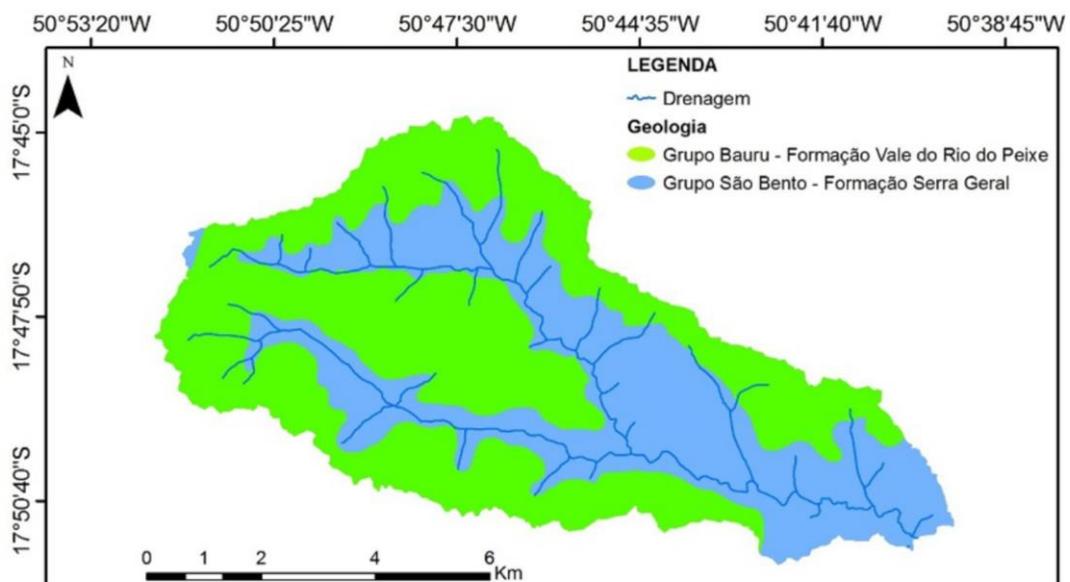


Figura 2. Mapa geológico da bacia do Ribeirão Douradinho, no Sudoeste de Goiás.
Fonte: Organizado pelos autores a partir de bases de dados disponibilizadas pelo SIEG 2016.

Tabela 2. Classes de solo da bacia do Ribeirão Douradinho, no Sudoeste de Goiás

Simbologia	Classe de solos	km ²	%
LVD	Latossolo Vermelho Distrófico, textura muito argilosa ou argilosa.	125,56	84,07
LVe	Latossolo Vermelho Eutrófico, textura média.	23,79	15,93
Total	-	149,35	100

Fonte: Adaptado do Mapa de Solos do Plano Diretor da Bacia do Rio Paranaíba disponibilizado pelo SIEG 2015.

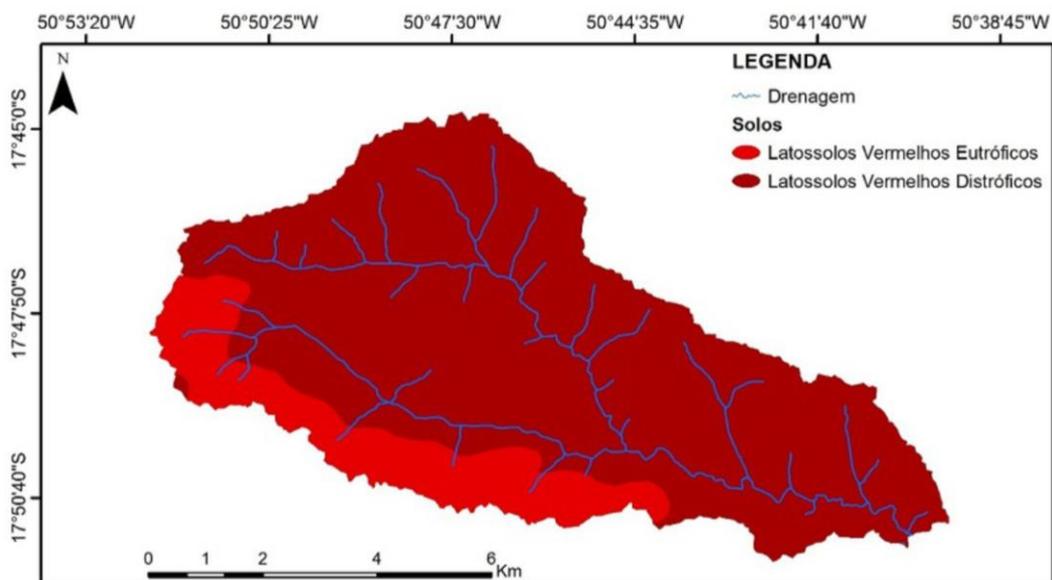


Figura 3. Mapa de solos da bacia do Ribeirão Douradinho, no Sudoeste de Goiás.

Fonte: Organizado pelos autores a partir de bases de dados disponibilizadas pelo SIEG 2016.

A área de estudo apresenta maior extensão de Latossolos Vermelhos Distróficos, textura muito argilosa ou argilosa (LVd), seguida de Latossolos Vermelhos Eutróficos, textura média (LVe), ver Tabela 2 e Figura 3 (SIEG, 2016).

Uso da terra e cobertura vegetal

A imagem utilizada nas análises e para geração do mapa de uso da terra e cobertura vegetal foi de 2016, do Satélite Landsat 8, disponibilizada pela Google, da órbita/ponto 223/72, com resolução máxima de 4.800 pixels, baixada através do Google Earth Pro e georreferenciada no ArcGIS 10.1[®] com o uso da ferramenta Georeferencing.

A área da bacia foi delimitada de forma automática na extensão ArcHydro, usando a base

SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) com resolução espacial de 30 x 30 m, disponibilizada pelo United States Geological Survey (USGS, 2016).

Em seguida, o *shapefile* da bacia foi usado para recortar da imagem baixada do Google Earth Pro a imagem delimitada da área de estudo, através da ferramenta *Extract by Masc* do ArcGIS 10.1[®], visando a realização da classificação temática do uso da terra e da cobertura vegetal.

A classificação da imagem foi realizada através da técnica de classificação digital supervisionada, com o uso da ferramenta *Interactive Supervised Classification*, embasando-se nas imagens disponibilizadas livremente pelo software Google Earth Pro, na “Chave de Interpretação” de imagens da Google Earth proposta por Ayach et al. 2012 e em três

levantamentos de campo realizados para coleta de informações e seleção de áreas conhecidas. Tal procedimento foi adotado visando possibilitar que o algoritmo classificador do *software* SIG utilizado operasse baseado na distribuição de probabilidade de cada classe estabelecida. Estabeleceram-se no presente trabalho as classes: agricultura, pastagem, Cerrado/matias ciliar e de galeria, solo úmido/veredas, vias pavimentadas, lagos e granjas. Em seguida, a imagem foi reclassificada, usando a ferramenta *Reclassify*, convertida para polígono, com o uso da ferramenta *Raster to Polygon* e, por fim, quantificaram-se os diferentes usos e cobertura do solo usando o comando *Calculate geometry*.

Nos levantamentos de campo, com uso de uma câmera digital, modelo Nikon D5100, foram tiradas fotografias para auxiliar na elaboração do mapa de uso da terra e cobertura vegetal e ilustrar irregularidades ambientais dentro da bacia do Ribeirão Douradinho. Os pontos onde foram tiradas as fotografias foram georreferenciados com um GPS modelo Garmin GPSMAP 62sc.

Com uso do Software QGIS 2.16 e seu complemento *Accuracy*, foi feito o cruzamento do mapa de uso da terra e cobertura vegetal e amostras de validação ou amostras kappa (levantadas em campo e com auxílio do *Google Earth Pro*) obtida a matriz de confusão.

A partir desta matriz foi realizado, em planilha do Excel 2013, o cálculo do Índice Kappa, teste estatístico aplicado aos resultados da classificação do uso da terra e cobertura vegetal, que leva em consideração toda a matriz de confusão no seu cálculo, inclusive os elementos de fora da diagonal principal. Segundo Simões (2001), o cálculo do Índice Kappa é realizado com uso da equação:

$$K = \frac{P_0 - P_e}{1 - P_e}$$

Em que, P_0 representa a exatidão geral da classificação (soma da coluna diagonal da matriz

dividida pelo número total de “pixels” amostrados); P_e corresponde a $\sum p_{i+} p_{+i}$, sendo p_{i+} e p_{+i} as proporções marginais da linha i e da coluna i , respectivamente.

A qualidade da classificação foi definida segundo o Quadro 1 proposto por Landis e Koch (1977), contendo uma escala de valores, os quais definem a qualidade da classificação segundo o Índice Kappa.

É importante ressaltar que o uso do Índice Kappa é interessante por utilizar todas as células da matriz de erro e os elementos da diagonal, ou seja, é recomendável por medir a probabilidade de um pixel ser corretamente classificado em relação à probabilidade da classificação não correta.

Quadro 1. Qualidade da classificação conforme intervalos do Índice Kappa

Valor Kappa	Qualidade da classificação
<0,00	Péssima
0,00 – 0,20	Ruim
0,20 – 0,40	Razoável
0,40 – 0,60	Boa
0,60 – 0,80	Muito Boa
0,80 – 1,00	Excelente

Fonte: Landis e Koch (1977).

Variáveis morfométricas

As variáveis morfométricas foram obtidas em duas etapas. Na primeira, com uso das bases de dados geográficos da rede de drenagem do estado de Goiás (a partir da base 1:100.000), disponibilizada pelo SIEG (2016), e do SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) com resolução espacial de 30 m, obtido no site do USGS (2016), ver Figura 4, foram elaborados os mapas de: hidrografia e hierarquia da rede de drenagem, elevação e declividade da bacia.

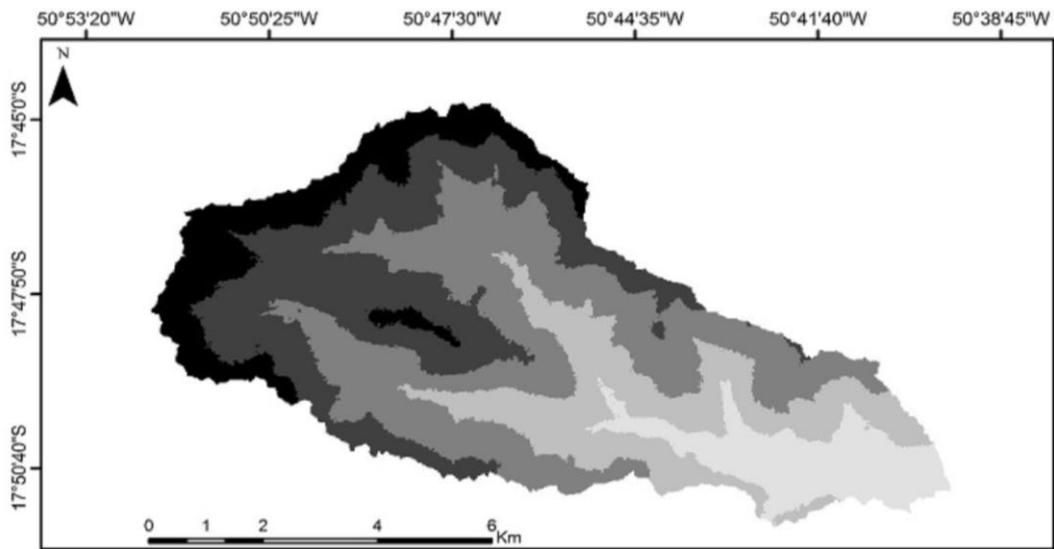


Figura 4. Imagem SRTM da bacia do Ribeirão Douradinho, no Sudoeste de Goiás.

Fonte: Elaborado pelos autores a partir do SRTM disponibilizado pelo USGS 2016.

Para a declividade, considerou-se a classificação da EMBRAPA 2013, apresentada no Quadro 2.

A hierarquia dos cursos hídricos foi elaborada conforme Strahler 1957. Nesta mesma etapa foram levantadas as seguintes variáveis morfométricas: área, perímetro, número dos cursos hídricos, comprimento axial, ponto mais alto, ponto mais baixo, altitude média, comprimento do curso hídrico principal, comprimento total dos canais e equivalente vetorial médio em linha reta.

Os procedimentos metodológicos da primeira etapa foram realizados no *software* ArcGIS 10.1[®], obtendo-se mapas temáticos em coordenadas geográficas, Datum Sirgas 2.000.

A segunda etapa metodológica consistiu na aplicação em equações específicas (Quadro 3) dos valores das dez variáveis obtidas na primeira etapa, visando a obtenção de índices morfométricos da bacia em questão.

A partir das equações (Quadro 3), a área de estudo foi caracterizada considerando a sua geometria, relevo e rede de drenagem.

Quadro 2. Classes de relevo utilizadas de acordo com sua declividade

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

Fonte: EMBRAPA (2013).

Quadro 3. Equações e fontes dos índices morfométricos utilizados

Índice morfométrico	Equação	Fonte
Coefficiente de compacidade	$Kc = \frac{0,28P}{\sqrt{A}}$	Villela e Mattos (1975)
Fator de forma	$Kf = \frac{A}{La^2}$	Villela e Mattos (1975)
Índice de rugosidade	$Ir = Hm * Dd$	Melton (1957)
Densidade hidrográfica	$Dh = \frac{N}{A}$	Horton (1945)
Índice de circularidade	$IC = \frac{12,57A}{P^2}$	Muller (1953)

Declividade do canal principal	$S1 = \frac{100Hm}{Lcp}$	Villela e Mattos (1975)
Amplitude altimétrica máxima	$Hm = P1 - P2$	Strahler (1952)
Índice de sinuosidade do rio principal	$Is = \frac{Lcp}{Ev}$	Schumm (1963)
Razão de relevo da bacia	$Rr = \frac{Hm}{Lcp}$	Schumm (1956)
Densidade de drenagem	$Dd = \frac{Lt}{A}$	Horton (1945)
Coefficiente de manutenção	$Cm = \frac{1000}{Dd}$	Schumm (1956)
Extensão do percurso superficial	$Eps = \frac{1}{2Dd}$	Horton (1945)

A: área da bacia (km²), Dd: densidade de drenagem da bacia (km km⁻²), Ev: equivalente vetorial médio em linha reta (km), Hm: amplitude altimétrica da bacia (km), Lt: comprimento da rede de drenagem total (km), N: quantidade de canais, P: perímetro da bacia (km), P1: maior cota da bacia (m), P2: menor cota da bacia (m), La: comprimento axial da bacia (km) e Lcp: comprimento em plano do curso de água principal (m).

Fonte: Elaborado pelos autores.

Resultados e discussão

Na Tabela 3 são apresentados os resultados para o uso da terra e a cobertura vegetal no ano de 2016, com espacialização na Figura 5.

A área da bacia do Ribeirão Douradinho é de 149,35 km², sendo 100,84 km² (67,52%) pertencente ao município de Rio Verde (GO), e 48,51 km² (32,48%), ao município de Santa Helena de Goiás (GO).

Tabela 3. Uso da terra e cobertura vegetal na bacia do Ribeirão Douradinho, no Sudoeste de Goiás

Categorias	km²	%
Agricultura (culturas anuais)	108,39	72,57
Pastagens	19,54	13,10
Cerrado/mata ciliar e de galeria	15,79	10,57
Solo úmido/veredas	3,63	2,43
Rodovia GO 2010	0,98	0,66
Rodovia BR 452	0,67	0,45
Lagos	0,14	0,09
Ferrovia Norte-Sul	0,13	0,08
Granjas de médio e grande porte	0,08	0,05
Área total	149,35	100,00

Fonte: Elaborado pelos autores.

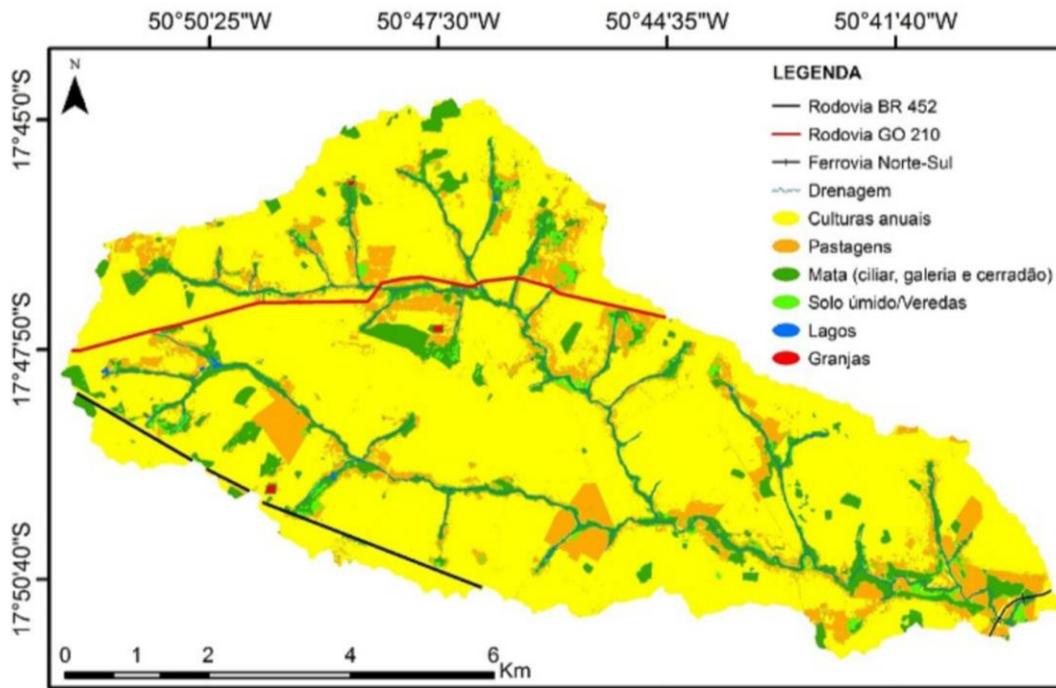


Figura 5. Mapas do uso da terra e cobertura vegetal na bacia do Ribeirão Douradinho, no Sudoeste de Goiás. Fonte: Elaborado pelos autores a partir da imagem de 2016 do Satélite Landsat 8 disponibilizada no *Google Earth Pro*® 2016.

O resultado do Índice Kappa para o mapeamento digital do uso da terra e cobertura vegetal da bacia hidrográfica foi de 0,95, valor de excelente grau de aceitação, conforme Landis e Koch 1977, Congalton e Green 2009.

Observa-se que a bacia hidrográfica do Ribeirão Douradinho apresenta uso da terra e cobertura vegetal diversificados, sendo ocupada predominantemente por agricultura (72,57%),

seguida de pastagens (13,10%) e Cerrado/mata ciliar e de galeria (10,57%). Com menor representatividade, observam-se na bacia hidrográfica solo úmido/veredas (2,43%), rodovias pavimentadas (1,11%), lagos (0,09), a Ferrovia Norte-Sul (0,08%) e granjas de médio e grande porte (0,05%), ver Tabela 3, Figura 5, Figura 6 e Figura 7.

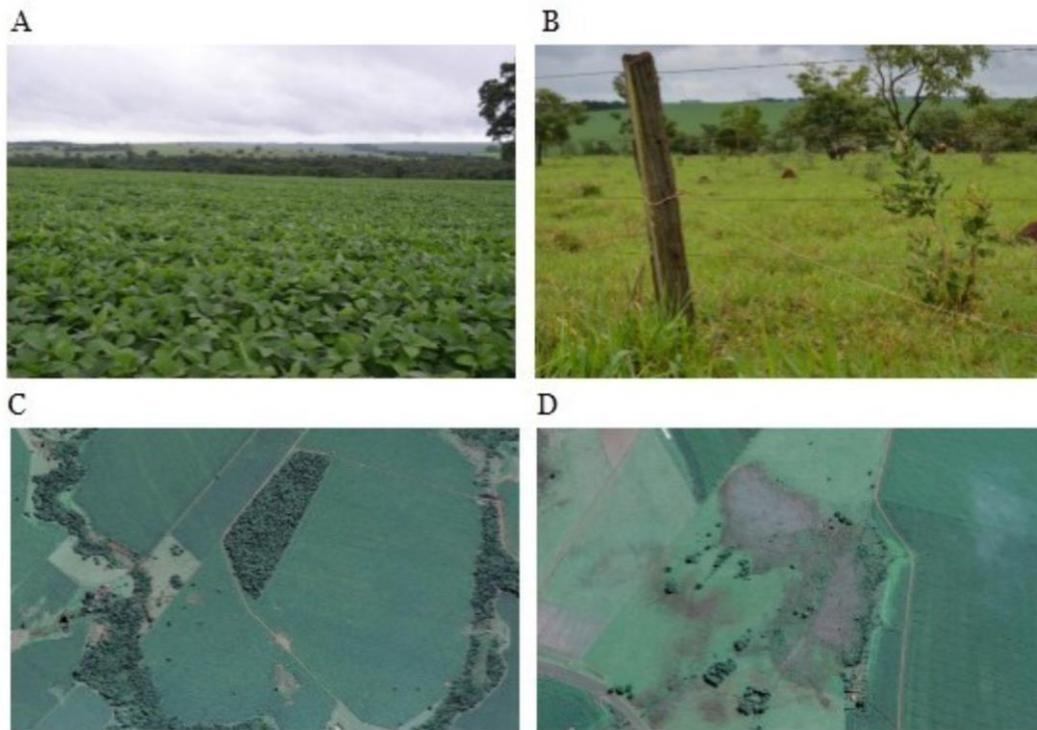


Figura 6. Fotografias do uso da terra e cobertura vegetal na bacia do Ribeirão Douradinho, no Sudoeste de Goiás. A: área com cultivo de soja; B: área de pastagem; C: no centro da imagem área de reserva legal, nas margens de cursos hídricos, mata ciliar e de galeria; D: solo úmido no centro da imagem, na parte escura.

Fonte: A e B, elaborado pelos autores; C e D: *Google Earth Pro* (2016).

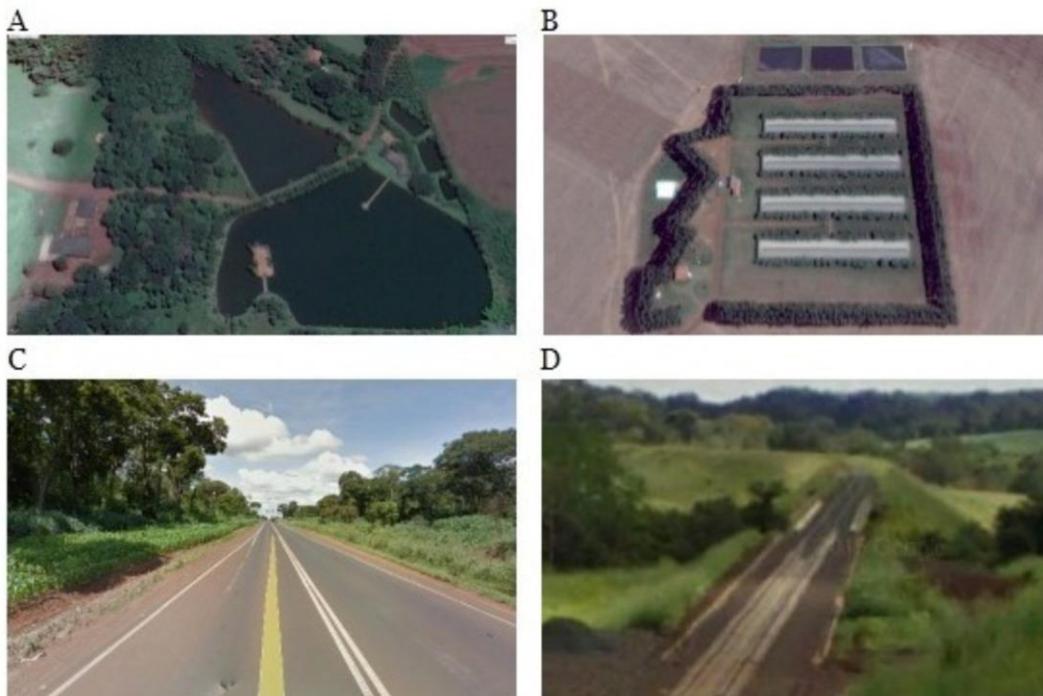


Figura 7. Fotografias do uso da terra e cobertura vegetal na bacia do Ribeirão Douradinho, no Sudoeste de Goiás. A: lago; B: granjas de suinocultura; C: Rodovia-BR 452; D: Ferrovia Norte-Sul.

Fonte: *Google Earth Pro* (2016).

O cultivo de soja e milho destacam-se como as principais vegetações agrícolas dentro da área de estudo, sendo o plantio da soja realizado de outubro a novembro, e do milho, de janeiro a abril. Esse destaque é em decorrência de vários

fatores observados na bacia hidrográfica, dentre eles a predominância de relevo plano e suave-ondulado, que será discutido mais adiante, a área total apresentar Latossolos Vermelhos e vias para o transporte da produção agrícola, sendo elas a

Alves, W. S., **Morais, W. A.**, Martins, A. P., Aquino, D. S., Pereira, M.A., Saleh, **B.B.**

Rodovia GO-210, que liga Rio Verde (GO) a Santa Helena de Goiás (GO) entre outros municípios do estado, a Rodovia BR-452, que inicia em Rio Verde (GO) e termina em Araxá (MG), e a Ferrovia Norte-Sul. Pode ser destacado ainda a BR-060 localizada próximo à área de estudo, que passa dentro do perímetro urbano de Rio Verde (GO), tendo seu ponto inicial em Brasília (DF), e o final, em Bela Vista (MS).

Silva et al. 2012 afirmam que dentre os fatores que contribuíram para efetivação da região enquanto produtora de grãos está a proximidade com o mercado consumidor do Centro-Sul Brasileiro; a construção de rodovias; a construção de Brasília; as características geomorfológicas da região, terras planas que favoreceram a mecanização e a implantação de políticas públicas para fomentar a produção, como o Programa de Desenvolvimento do Centro-Oeste (POLOCENTRO), o Programa de Desenvolvimento Industrial (PRODUZIR) e o Fundo Constitucional do Centro-Oeste (FCO) do Ministério da Integração Nacional.

O uso da terra e cobertura vegetal diversificados dentro da bacia hidrográfica são importantes para o desenvolvimento da região, entretanto, precisa atender as legislações ambientais, visando o desenvolvimento sustentável.

Cabral et al. 2011, estudando o mapeamento da fragilidade ambiental da bacia hidrográfica do Rio Doce (GO), localizada na

mesma mesorregião da bacia do Douradinho, reportam que entre 1987 e 2009 a vegetação natural que recobria a bacia por eles estudada teve seu percentual modificado de 30,32% para 13,05%. Ressalta-se à similaridade de percentuais atuais encontrados pelo presente trabalho e pelo estudo de Cabral et al. 2011 no que diz respeito à categoria de vegetação natural: 13,05% para a bacia do Rio Doce e 13,31% para a do Ribeirão Douradinho. Tal fato explicita o quanto a atividade agropecuária tem resultado na diminuição da vegetação nativa da região.

As granjas de criação de aves e suínos, de médio e grande porte, instaladas na bacia hidrográfica, tem como objetivo fornecer matéria prima para a agroindústria BRF (antiga Perdigão S. A.), uma das maiores empresas de produção de alimentos do mundo, ver Figura 7 B.

É importante ressaltar que se não tomadas as devidas precauções, as granjas podem provocar aumento na quantidade de resíduos. Estes demandam cuidados especiais de destinação e tratamento, para não causarem impactos negativos ao solo e à água.

Na bacia do Ribeirão Douradinho foram observadas irregularidades ambientais, áreas que deveriam estar cobertas por vegetação natural estão sendo destinadas a produção agrícola e a criação de bovinos, conforme apresentado na Figura 8 e Figura 9.

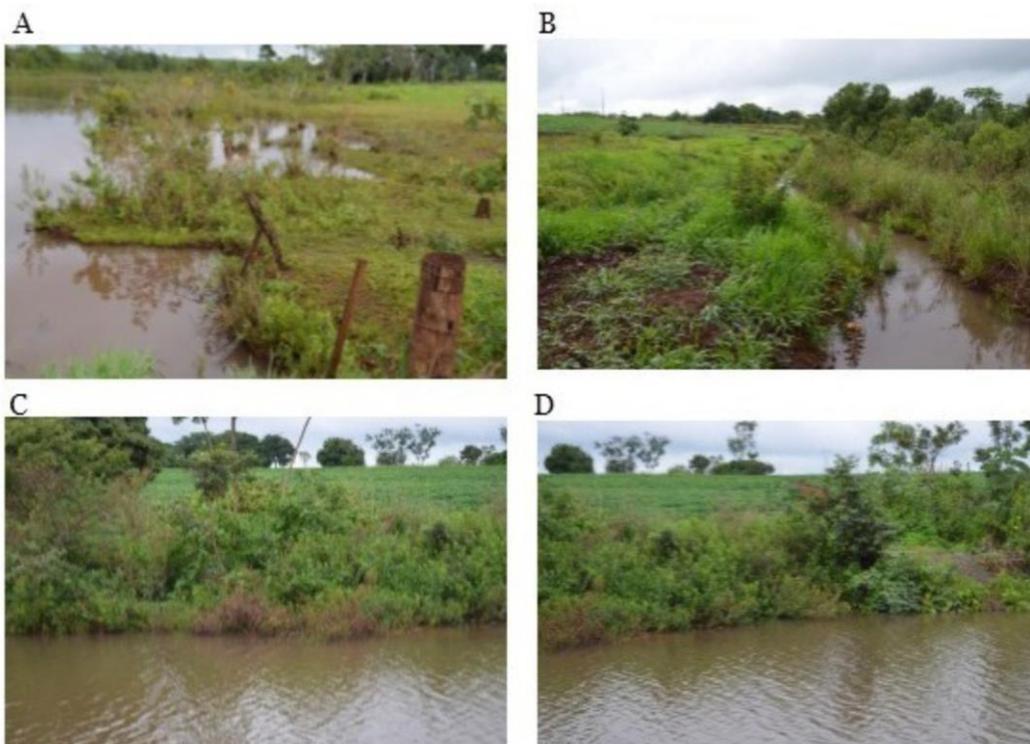


Figura 8. Fotografias do uso da terra e cobertura vegetal na bacia do Ribeirão Douradinho, no Sudoeste de Goiás. A: pastagem em Área de Preservação Permanente; B: pastagem próximo ao curso hídrico e, logo acima, cultivo de soja em Área de Preservação Permanente; C e D: cultivo de soja em Área de Preservação Permanente

Fonte: Elaborado pelos autores.

Estas observações corroboram com os estudos do uso da terra e cobertura vegetal em área de preservação permanente no sudoeste goiano realizado por Tsujii et al. 2014, onde observaram que o uso da terra tem gerado às APPs impactos ambientais graves, com redução de vegetação nativa tanto perto quanto distante das áreas fluviais. Estes autores observaram ainda que as áreas de proteção ambiental estão pouco conservadas no município de Rio Verde (GO), sendo que apenas 16,34% das APPs encontravam-se preservadas em 2014, demonstrando o descaso com as leis e com o meio ambiente na região.

Os pontos onde foram observados os desatendimentos quanto às leis ambientais são espacializados na Figura 10. É importante ressaltar que as irregularidades foram observadas em levantamentos realizados em alguns pontos; se for analisar na íntegra as áreas de preservação permanente dentro da área de estudo, pode ser que sejam verificadas mais inconformidades quanto a legislação ambiental vigente.

A Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012 (Brasil, 2012) e a Lei Estadual nº 18.104, de 18 de julho de 2013 (Goiás, 2013), instituem, respectivamente, o Código Florestal Federal e o Código Florestal de Goiás. Estas leis, entre outras providências, definem as APPs nas margens dos cursos de água, no entorno das nascentes, nas encostas, nos topos de morros entre outras.

Em Rio Verde (GO), a Lei nº 5.090, de 28 de dezembro de 2005, institui o Código Ambiental

Municipal e dispõe sobre a administração do uso dos recursos naturais, da proteção da qualidade de vida e do controle das fontes poluidoras e degradadoras do meio ambiente e das utilizadoras ou modificadoras dos recursos naturais e, da ordenação do uso do solo do território do referido município, de forma a garantir o desenvolvimento sustentável, e dá outras providências (Rio Verde, 2005).

A Lei 5.090/05 é mais restritiva que o Código Florestal Federal e o Código Florestal Estadual. Nestes, por exemplo, as larguras das APPs nas margens dos cursos hídricos podem mudar em função da largura do curso d'água, de ser área consolidada (área detida pelo imóvel até 22 de julho de 2008) ou não e do tamanho da propriedade em que estiverem inseridas (Goiás, 2013; Rio Verde, 2005).

No Código Ambiental Municipal de Rio Verde é levado em conta somente as larguras dos cursos hídricos para a definição da largura das APPs em suas margens, não sendo considerado se a área é detida pelo imóvel até 22 de julho de 2008 e o tamanho da propriedade. Esta lei, por exemplo, estabelece, sem exceção, que a largura das APPs ao longo dos cursos hídricos com até 10 m de uma margem a outra é de, no mínimo, 30 m de largura (Rio Verde, 2005).

Como Santa Helena de Goiás (GO) não possui lei ambiental própria, são seguidas as exigências da legislação ambiental estadual e federal para este município.



Figura 9. Imagem do uso da terra e cobertura vegetal na bacia do Ribeirão Douradinho, no Sudoeste de Goiás. Seta vermelha na direção do fluxo da água; à direita do curso hídrico, extensa área de preservação permanente coberta por pastagem.

Fonte: *Google Earth Pro* (2016).

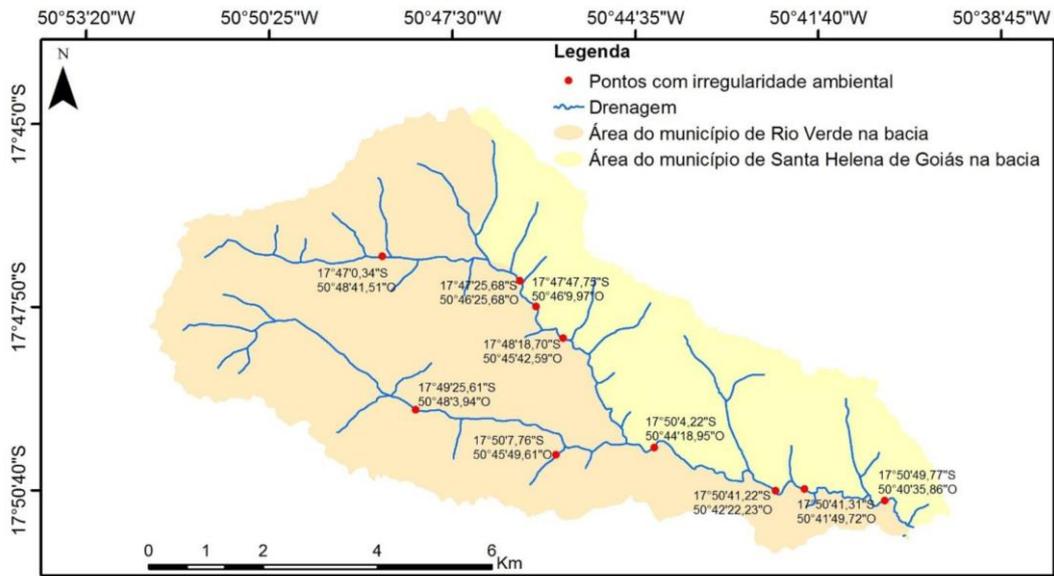


Figura 10. Espacialização dos pontos onde foram observadas irregularidades ambientais na bacia do Ribeirão Douradinho, no Sudoeste de Goiás.

Fonte: Elaborado pelos autores a partir de bases de dados disponibilizadas pelo SIEG 2016.

A menor largura da faixa marginal de APP em cursos hídricos definida tanto na Lei 18.104/2013 (Goiás, 2013) quanto na Lei nº 12.651/2012 (Brasil, 2012) é de 5 m, desde que sejam áreas consolidadas até 22 de julho de 2008 e imóveis rurais com área de até 1 módulo fiscal.

Ou seja, os proprietários das áreas irregulares tanto no município de Rio Verde (GO) quanto no município de Santa Helena de Goiás (GO) precisam ficar atentos quanto às exigências destas leis, recuperando as APPs, buscando atender a legislação ambiental vigente.

As irregularidades ambientais observadas na bacia hidrográfica é fato que se deve, muito possivelmente, à vigência da política florestal no estado. Neste contexto, ressalta-se que mesmo que as legislações ambientais tanto municipais quanto estaduais sejam mais restritivas que a federal, sua aplicabilidade se torna pouco efetiva devido à insuficiência de fiscalização.

A ausência de vegetação em grande área na bacia hidrográfica compromete o efeito tampão desta vegetação, aumentando a drenagem e carreando substâncias e elementos para os corpos de água (TUNDISI et al., 2006).

Com alusão à morfometria da bacia do Ribeirão Douradinho, são apresentados na Tabela 4 os valores dos índices morfométricos obtidos.

Em estudos fisiográficos quanto à geometria de uma bacia, a área da mesma é um dado essencial, visto que seu valor multiplicado pela lâmina da precipitação média define o volume de água recebido pela bacia hidrográfica, mensurando sua potencialidade hídrica. Esta, por sua vez, quando associada a estudos de qualidade e de usos múltiplos das águas subsidia conclusões acerca da disponibilidade ou escassez hídrica da região.

Conforme mencionado, a bacia do Ribeirão Douradinho possui área de 149,35 km² (Tabela 4) e, de acordo com a Figura 5, por ser uma bacia pequena não apresenta nenhum dos formatos clássicos de pera nem de leque, frequentemente observados em bacias maiores (Silveira, 2012).

Conforme pode ser observado na Tabela 4 e Figura 11, a bacia hidrográfica em questão apresenta 32 canais, sendo seus principais cursos hídricos: Ribeirão Douradinho, Córrego Douradinho, Córrego Pontal, Córrego Lajeado e Córrego Barreirinho.

Tabela 4. Valores dos índices morfométricos de geometria, de relevo e da rede de drenagem da bacia do Ribeirão Douradinho, no Sudoeste de Goiás

Característica	Índice morfométrico	Valor
Geométrica	Área (A)	149,35 km ²
	Perímetro (P)	68,18 km
	Número de canais (N)	32
	Comprimento axial (La)	22,22 km
	Coefficiente de compacidade (Kc)	1,56
	Fator de forma (Kf)	0,30
	Índice de rugosidade (Ir)	0,15
	Densidade hidrográfica (Dh)	0,21 canais km ⁻²
	Índice de circularidade (IC)	0,21
Relevo	Ponto mais alto da bacia (P1)	795 m
	Ponto mais baixo da bacia (P2)	540 m
	Altitude média	695,65 m
	Amplitude altimétrica (Hm)	255 m
	Declividade do canal principal (S1)	0,98 %
	Índice de sinuosidade (Is)	1,19
	Razão de relevo (Rr)	9,80 m km ⁻¹
Rede de drenagem	Comprimento do canal principal (L)	26,01 km
	Comprimento total dos canais (Lt)	88,46 km
	Equivalente vetorial médio em linha reta (Ev)	21,78 km
	Densidade de drenagem (Dd)	0,59 km km ⁻²
	Coefficiente de manutenção (Cm)	1.688,33 m ² m ⁻¹
	Extensão do percurso superficial (Eps)	0,85 km
	Ordem do curso hídrico principal	3ª ordem

Fonte: Elaborado pelos autores.

Conforme a hierarquia dos cursos hídricos proposta por Strahler (1957), a bacia hidrográfica do Ribeirão Douradinho é de 3ª ordem (Tabela 4 e Figura 12).

Em bacias pequenas, seu formato geométrico possui grande importância em estudos de suscetibilidade a inundações em eventos de

altas pluviosidades. Desta forma, índices morfométricos como coeficiente de compacidade (Kc), fator de forma (Kf) e índice de circularidade (IC) quando analisados em conjunto são úteis para tal, pois permitem ao analista a obtenção de rápida conclusão sobre a referida suscetibilidade.

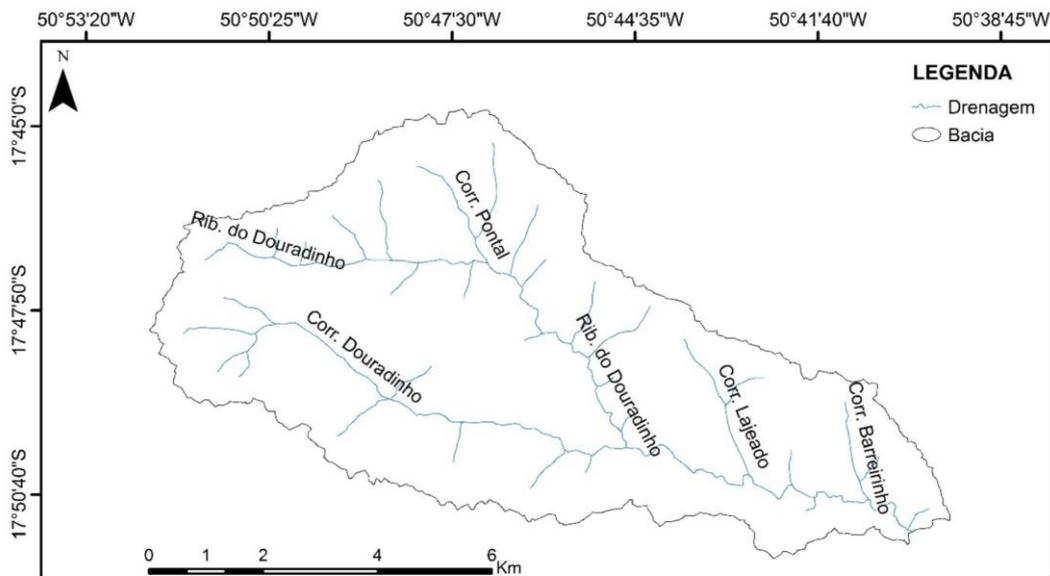


Figura 11. Hidrografia da bacia do Ribeirão Douradinho, no Sudoeste de Goiás.
 Fonte: Elaborado pelos autores a partir de bases de dados disponibilizadas pelo SIEG (2016).

Por ser a relação entre o perímetro da bacia e o perímetro do círculo de igual área da bacia, K_c expressa o quão similar a um círculo é a bacia em estudo. Seu valor mínimo teórico é igual à unidade, fato que ocorreria numa hipotética bacia perfeitamente circular, com grande tendência a inundações e com seu hidrograma típico apresentando pico característico de alta intensidade e curta duração. Assim, quanto mais próximo do valor de 1,0 for este coeficiente, mais compacta é a bacia, com maiores tendências a concentrar o escoamento, o que eleva a suscetibilidade da mesma a inundações. Embora não haja uma classificação unificada para o

coeficiente de compacidade, pode-se afirmar que o valor obtido para a bacia do Ribeirão Douradinho de 1,56 não a qualifica como muito suscetível a inundações, visto que este valor não se aproxima muito da unidade. Ao avaliar a Bacia Hidrográfica do Rio da Prata, em Castelo, no Estado do Espírito Santo, Coutinho et al, 2011 obtiveram um valor de 1,8 para o coeficiente de compacidade desta bacia que possui formato reconhecidamente alongado. Concomitantemente, Silva et al, 2010 encontrou o valor de 1,86 de coeficiente de compacidade para Bacia de Drenagem do Açude Soledade, confirmando o formato alongado para este tipo de Bacia.

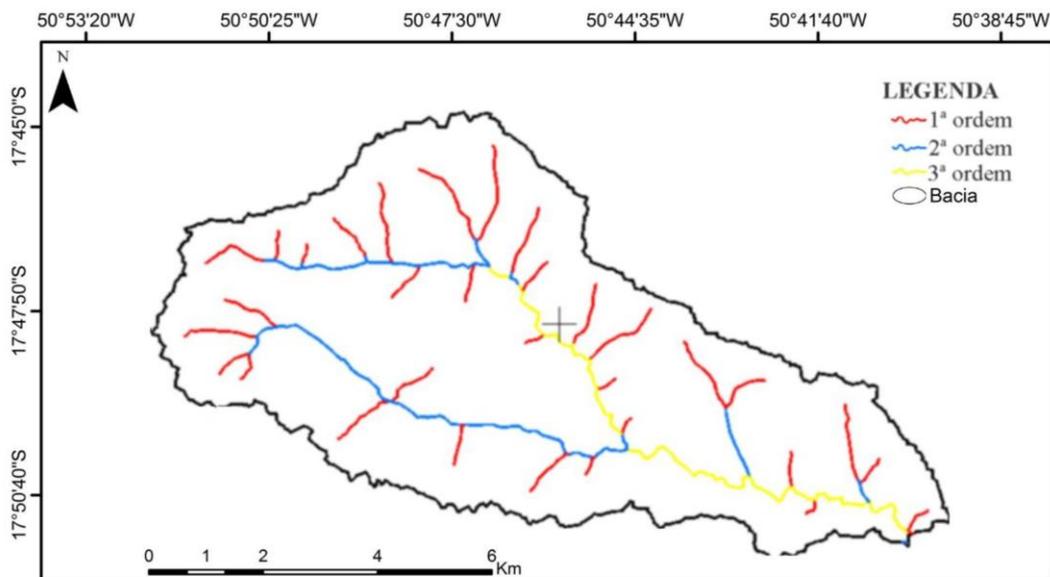


Figura 12. Ordem dos cursos hídricos da bacia do Ribeirão Douradinho, no Sudoeste de Goiás.
 Fonte: Elaborado pelos autores a partir de base de dados disponibilizada pelo SIEG 2016.

O fator de forma (K_f), por sua vez, é a relação entre a largura média da bacia e seu comprimento axial e, assim como o coeficiente de compacidade, fornece informações sobre a suscetibilidade da bacia quanto a enchentes. Tipicamente, bacias alongadas apresentam valores muito próximos de zero para K_f , sendo pouco suscetíveis a inundações, visto que se torna menos provável que uma precipitação de alta intensidade cubra toda a extensão da bacia. Neste trabalho, foi obtido o valor de 0,30 para o fator de forma da bacia do Ribeirão Douradinho, valor muito próximo ao obtido por Coutinho et al. 2011, que verificou 0,33 para esta variável na Bacia Hidrográfica do Rio da Prata, que conforme já mencionado possui baixa propensão a enchentes pelo seu formato alongado. Esses valores se encontram abaixo do encontrado por Silva et al., 2010 que foi de 0,56, para a Bacia de Drenagem do Açude Soledade, caracterizada também de

formato alongado, porém valor acima do encontrado por Guerra et al. 2015, 0,18 de K_f que também possui tendência de ser uma bacia mais alongada.

Similarmente, o índice de circularidade (IC) também fornece informação quanto à propensão de uma bacia a inundações, visto que o mesmo compara a forma da bacia com o formato de um círculo, à semelhança do coeficiente de compacidade. Entretanto, o IC é a relação entre a área da bacia e a área de um círculo de perímetro igual ao da bacia. Quanto mais próximo for o valor obtido da unidade, mais circular é a bacia e, conforme já abordado, mais propensa a inundações. Na Tabela 4, observa-se que a bacia do Ribeirão Douradinho possui índice de circularidade igual a 0,21, não tendo tendência à circularidade e corroborando com a afirmação de que a mesma é pouco suscetível a inundações quando é analisado seu formato geométrico.

Alves, W. S., **Morais, W. A.**, Martins, A. P., Aquino, D. S., Pereira, M.A., Saleh, **B.B.**

Embora os índices relativos à geometria de uma bacia forneçam informações essenciais sobre sua propensão a enchentes, sua abrangência é limitada por não levar em consideração fatores relativos a uso do solo nem características do relevo e da rede de drenagem da bacia. Assim, uma análise integrada que abrange todas as características acima mencionadas fornece informações mais seguras quanto à fisiografia da bacia, conforme se discorre na sequência do presente estudo.

A análise da altitude e da declividade de uma bacia hidrográfica é uma ferramenta útil e simples para se identificar áreas suscetíveis a inundação e a erosão, visto que áreas com menor altitude possuem maior tendência de ocorrência de inundações, por receberem o volume de água das áreas de maior altitude, enquanto áreas com maiores declividades são mais propícias a erosões, principalmente quando tais áreas não possuem adequada cobertura vegetal, fato que eleva sua erodibilidade.

Conforme Tabela 4, a bacia hidrográfica do Ribeirão Douradinho apresenta amplitude altimétrica (Hm) de 225 m e altitude média de 695,65 m. Tais valores influenciam diretamente na determinação das formas do relevo observadas na bacia.

A bacia hidrográfica do Alto Meia Ponte, localizada também em Goiás e com área de drenagem semelhante (162,93 km² para bacia do Alto Meia Ponte e 149,35 km² para bacia do Douradinho), teve sua fisiografia estudada por Calil et al. 2012 e estes autores verificaram Hm de 240 m, valor semelhante ao encontrado pelo presente trabalho para a bacia do Ribeirão Douradinho, sugerindo, portanto, que ambas bacias citadas possuem similaridade quando às respectivas propensões à ocorrência de inundação em áreas de baixas altitudes, localizadas próximas aos exutórios.

Com alusão à bacia do Douradinho, ressalta-se que 85,67% da sua área está ocupada por agricultura e pastagem, evidenciando a necessidade de adoção de técnicas conservacionistas para estas atividades visando tanto a redução de perda de solo pelos processos erosivos quanto a diminuição da sua suscetibilidade a inundações.

Relacionada com a Hm e com o comprimento da bacia, a razão de relevo (Rr) objetiva verificar a relação altimétrica da área estudada. Para a bacia em estudo obteve-se Rr de 9,80 m km⁻¹, valor abaixo do encontrado por Calil et al. 2012 na bacia hidrográfica do Alto Meia Ponte, cuja razão de relevo é de 21,4 m.km⁻¹. Pelo

valor deste índice ser menor, espera-se menor propensão da bacia do Douradinho a erosões hídricas, quando comparada à bacia do Alto Meia Ponte.

A declividade do canal principal (S1) para a bacia em estudo é de 0,98% (Tabela 4). Assim, pode-se inferir que este curso de água tende a apresentar baixas velocidades de escoamento das suas águas. Esta declividade possui grande relevância quanto ao manejo de bacias hidrográficas, uma vez que a depender de seus valores e do tipo de cobertura do solo, a mesma pode propiciar processos erosivos, além de definir a paisagem e o uso da terra e cobertura vegetal.

Ainda em referência ao rio principal da bacia em estudo, seu índice de sinuosidade (Is) é de 1,19, enquadrando-o como canal com tendência retilínea. Segundo Lana et al. 2001, Is com valores próximos a 1,0 indica que o canal tende a ser retilíneo, enquanto valores superiores a 2,0 sugerem canais tortuosos e valores intermediários indicam formas transicionais. Analisando a morfometria da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco – Acre, Nascimento et al. 2013, verificaram Is de 1,27 com tendência retilínea. Santos et al. 2018 analisando a Bacia de Drenagem do Riacho Riachão do Natal, no estado do Piauí verificaram valor de 1,31 para Is, corroborando também a característica retilínea desta bacia.

Conforme aborda Christofletti 1981, a densidade de drenagem de uma bacia hidrográfica expressa o grau de dissecação topográfica da bacia em paisagens definidas pela atuação fluvial, visto que a mesma informa a quantidade disponível de canais para o escoamento e o controle exercido pela estrutura geológica. Para estudo desta característica morfométrica, Villela e Mattos 1975, propuseram um índice (Dd) cujos valores tipicamente variam de 0,5 km km⁻² para bacias com drenagem pobre a 3,5 km km⁻² para bacias excepcionalmente bem drenadas. Conforme se observa na Tabela 4, a bacia em estudo possui Dd de 0,59 km km⁻², valor que a caracteriza como de drenagem pobre.

Analisando uma bacia hidrográfica da mesma região e de área semelhante à do presente trabalho, Calil et al. 2012, obtiveram o valor de 1,4 km km⁻² para a bacia hidrográfica do Alto Meia Ponte, sugerindo que a região a qual tais bacias pertencem caracteriza-se pela ausência de áreas muito bem drenadas. Concomitantemente, Silva et al. 2010 analisando a Bacia de Drenagem do Açude Soledade e Santos et al. 2018 analisando a Bacia de Drenagem do Riacho Riachão do Natal, no estado do Piauí, verificaram

respectivamente os valores de 1,5 e 1,22 para D_d , mostrando serem bacias de drenagem pobres. Já Guerra et al. 2015, verificaram valor de 5,88 de D_d para Bacia Hidrográfica de Bita, em Ipojuca, no estado do Pernambuco, mostrando ser uma bacia com alta capacidade de drenagem.

O coeficiente de manutenção (C_m) informa a área mínima necessária para a manutenção de um metro de canal de escoamento, ou seja, quanto maior seu valor, menos densa é a drenagem da bacia. Para a bacia em estudo, o valor de C_m obtido foi de $1.688,33 \text{ m}^2 \text{ m}^{-1}$. Portanto, o valor de C_m corrobora com a

afirmação de que a bacia do Douradinho possui drenagem considerada como pobre.

Na Figura 13 e na Figura 14 são apresentados, respectivamente, os mapas temáticos da bacia do Douradinho quanto à sua elevação e à sua declividade.

Conforme é característico de uma bacia hidrográfica, seu divisor topográfico compõe a região de maiores elevações observadas, onde ocorrem as zonas de recarga hídrica proveniente da precipitação, enquanto as áreas próximas ao exutório da bacia apresentam os menores valores de elevação (Figura 13).

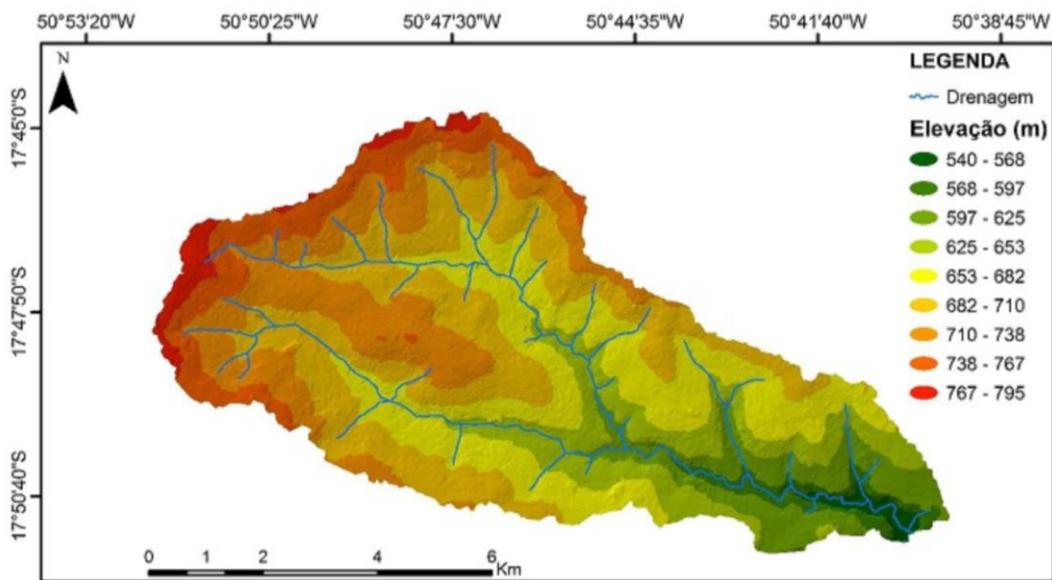


Figura 13. Mapas de elevação da bacia do Ribeirão Douradinho, no Sudoeste de Goiás.
Fonte: Elaborado pelos autores a partir de base de dado disponibilizada pelo USGS 2016.

Conforme abordado na metodologia deste trabalho, a classificação da declividade utilizada para a caracterização da bacia do Douradinho seguiu as classes propostas pela EMBRAPA 2013, ver Quadro 2, obtendo-se o perfil apresentado na Figura 14. Assim, conforme Tabela 5, a bacia do Ribeirão Douradinho apresenta relevo predominantemente suave-ondulado.

Áreas enquadradas na classe de relevo suave-ondulado são propícias à atividade agropecuária desde que esta esteja associada a práticas criteriosas de conservação do solo. Práticas conservacionistas mais simples (renques de vegetação permanente ou barreira viva, cordões em contorno ou terraços de base estreita, canais escoadouros, cobertura morta, rotação de culturas, adubação verde, plantio direto dentre outras) são aplicáveis em áreas cujo relevo é considerado plano, como ocorre em 28,03% da bacia do

Douradinho, visto que devido à baixa declividade, estas áreas possuem baixa probabilidade de serem fortemente afetadas por erosões hídricas.

As áreas classificadas como de relevo ondulado e forte-ondulado somaram menos de 12% do total da bacia do Douradinho. Em tais áreas, o escoamento superficial é muito rápido e por esse motivo os solos ficam mais susceptíveis a erosões e, portanto, devem-se adotar técnicas conservacionistas avançadas (lavoura mínima, lavoura nula, semeadura direta, rotação de culturas intensivas, cobertura do solo contínua dentre outras) para utilização agropecuária destas áreas.

Visando a diminuição do escoamento superficial e de erosões, as áreas que possuem maior declividade devem ser destinadas à preservação ambiental.

Devido ao perfil da declividade obtido, o valor observado para extensão do percurso

superficial (Eps) da bacia em estudo foi de 0,84 km, o que significa que, em média, a distância percorrida por um volume de água oriundo de

precipitação até o curso d'água mais próximo é de 0,84 km.

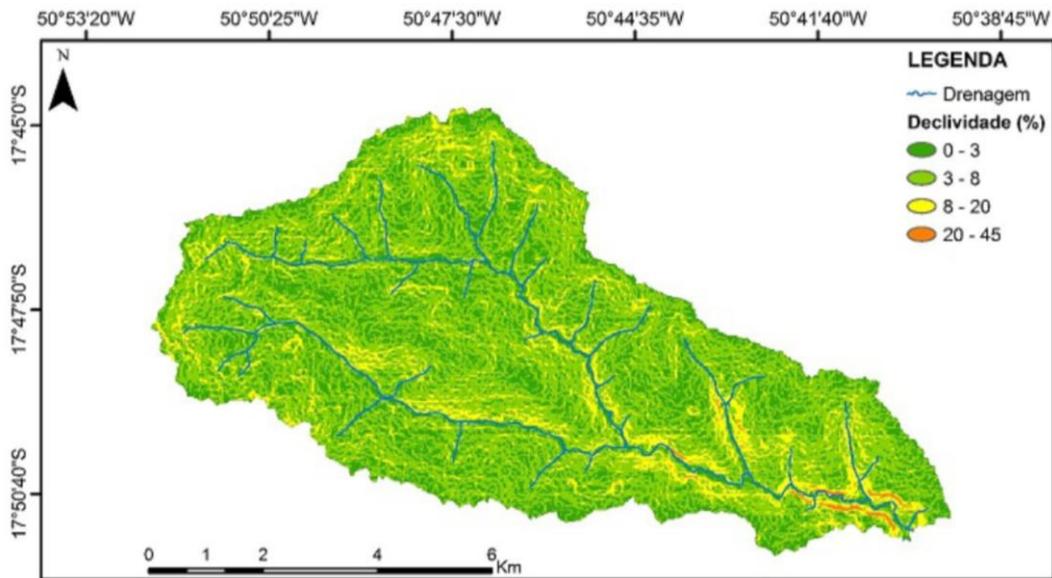


Figura 14. Mapas de declividade da bacia do Ribeirão Douradinho, no Sudoeste de Goiás.
Fonte: Elaborado pelos autores a partir de base de dados disponibilizada pelo USGS 2016.

Tabela 5. Distribuição das classes de relevo da bacia do Ribeirão Douradinho, no Sudoeste de Goiás

S (%)	km ²	%	Relevo
0 – 3	41,87	28,03	Plano
3 – 8	89,99	60,25	Suave-ondulado
8 – 20	16,83	11,27	Ondulado
20 – 45	0,66	0,45	Forte-ondulado
Total	149,35	100	-

Fonte: Elaborado pelos autores.

As características morfométricas associadas à geologia (Grupo Bauru - Formação Vale do Rio do Peixe e Grupo São Bento - Formação Serra Geral) e tipos de solos (Latosolo Vermelho Distrófico, textura muito argilosa ou argilosa e Latossolo Vermelho Eutrófico, textura média) observadas inferem que a bacia hidrográfica do Ribeirão Douradinho é favorável atividades agrícolas, desde que com uso de práticas conservacionistas do solo variando de técnicas simples a avançadas.

Conclusão

A bacia do Ribeirão Douradinho apresentou predominância de área agrícola (72,57%), seguida de pastagem (13,10%), Cerrado/mata ciliar e de galeria (10,57%) e outras com menor representatividade (3,76%). As atividades agropecuárias observadas nas áreas de

preservação permanente comprometem a preservação desse recurso. A geometria da bacia sugere que a mesma tenha baixa suscetibilidade a inundações, fato que é atenuado pela pobre drenagem da sua área. O relevo predominantemente plano e suave-ondulado, associado às características geológicas e tipos de solos, é propício à atividade agropecuária, mas a mesma deve ser praticada aliada a técnicas conservacionistas que visem a redução da perda de solo pelos processos erosivos. Fiscalização mais intensiva é necessária na área da bacia visando recuperar as Áreas de Preservação Permanente com irregularidades e garantir a aplicabilidade da legislação pertinente a essas áreas.

Referências

- Amorim, J. V. A.; Frota, J. C. O.; Valladares, G. S.; Cabral, L. J. R. S.; Guimarães, C. C. B.; Coelho, R. M.; Aquino, R. P., 2017. Adequabilidade do uso agrícola das terras do sertão central do Ceará. *Revista Brasileira de Geografia Física* [online] 10. Disponível: <https://doi.org/10.5935/1984-2295.20170012>. Acesso: 05 jul. 2018.
- Ayach, L. R.; Cunha, E. R.; Silva, L. F.; Bacani, V. M., 2012. Utilização de imagens *Google Earth* para mapeamento do uso e cobertura da terra da bacia hidrográfica do Córrego Indaiá,

- MS. Revista Geonorte [online] 2. Disponível: <http://www.periodicos.ufam.edu.br/revista-geonorte/article/view/2234>. Acesso: 10 jul. 2018.
- Brasil, 2012. Lei nº 2.651, de 25 de maio.
- Brasil, 1997. Lei nº 9477, de 8 de janeiro.
- Cabral J. B. P.; Rocha I. R.; Martins, A. P.; Assunção, H. F.; Becegato, V. A., 2011. Mapeamento da fragilidade ambiental da bacia hidrográfica do Rio Doce (GO), utilizando técnicas de geoprocessamento. *GeoFocus* [online] 11. Disponível: <http://www.geofocus.org/index.php/geofocus/article/view/212>. Acesso: 12 jun. 2018.
- Calil P. M., Oliveira, L. F. C.; Kliemann, H. J.; Oliveira, V. A., 2012. Caracterização geomorfométrica e do uso do solo da Bacia Hidrográfica do Alto Meia Ponte, Goiás. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* [online] 16. Disponível: <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662012000400014>. Acesso: 10 jun. 2018.
- Cardoso, J. A.; Aquino, C. M. S., 2013. Mapeamento dos conflitos de uso nas áreas de preservação permanente (APPs) da microbacia do riacho do Roncador, Timon (MA). *Revista Boletim Goiano de Geografia* [online] 33. Disponível: <https://doi.org/10.5216/bgg.v33i3.27338>. Acesso: 15 jul. 2018.
- Christofolletti A., 1981. A variabilidade espacial e temporal da densidade de drenagem. *Notícia Geomorfológica*, 21, 3-22.
- Congalton, R.G.; Green, K., 2009. *Assessing the accuracy of remotely sensed data: principles and practices*, 2nd Edition. Lewis Publishers, New York.
- Coutinho, L.M.; Cecílio, R.A.; Xavier, A.C.; Zanetti, S.S.; Garcia, G.O. 2011. Caracterização morfométrica da Bacia Hidrográfica do Rio da Prata, Castelo, ES Irriga [online] 16. Disponível: <http://dx.doi.org/10.15809/irriga.2011v16n4p369>. Acesso: 14 jul. 2018.
- EMBRAPA-Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2013. *Sistema brasileiro de classificação de solos*, 3ª ed. EMBRAPA, Brasília.
- Fraga, M. S.; Ferreira, R. G.; Silva, F. B.; Vieira, N. P. A.; Silva, D. P.; Barros, F. M.; Martins, i. S. B., 2014. Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do Rio Catolé Grande, Bahia, Brasil. *Nativa* [online] 2. Disponível: <http://dx.doi.org/10.14583/2318-7670.v02n04a05>. Acesso: 17 jun. 2018.
- Goiás (Estado), 2013. Lei n.º 18.104, de 17 de julho.
- Guerra, S.M.S.; Silva, A.M.R.B. da; Araújo, S. P.; Corrêa, M. M.; Silva, V.L. da; Santos, B.R.T. 2015. Caracterização morfométrica e avaliação da qualidade da água da bacia Hidrográfica de Bita, Ipojuca – PE. *Revista Brasileira de Geografia Física* [online] 8. Disponível: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/233496>. Acesso: 20 jun. 2018.
- Horton R. E., 1945. Erosional development of streams and their drainage basin: hydrophysical approach to quantitative morphology. *Geological Society of America Bulletin* [online] 56. Disponível: [https://doi.org/10.1130/0016-7606\(1945\)56\[275:EDOSAT\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1130/0016-7606(1945)56[275:EDOSAT]2.0.CO;2). Acesso: 22 jun. 2018.
- IBGE-Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2016. *Sistema IBGE de Recuperação Automática*. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?c=1613&z=t&o=11>. Acesso em: 13 maio 2016.
- IBGE-Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2017. *Cidades*. Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/v3/cidades/home-cidades>. Acesso em: 26 ago. 2018.
- Lana, C. E.; Alves, J. M. P; Castro, P. T. A., 2001. Análise morfométrica da Bacia do Rio do Tanque, MG - Brasil. *Revista Escola de Minas* [online] 54. Disponível: <http://dx.doi.org/10.1590/S0370-44672001000200008>. Acesso: 08 jun. 2018.
- Landis, R.; Koch, G. G., 1977. The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics* [online] 33. Disponível: <http://www.jstor.org/stable/2529310>. Acesso: 10 de jul. 2018.
- Marcatto, F. S.; Silveira, H., 2016. Relação entre as propriedades físico-hídricas dos solos e os tipos de uso da terra como subsídio ao manejo e conservação do solo e da água na bacia hidrográfica do rio Pirapó-PR. *Revista Brasileira de Geografia Física* [online] 9. Disponível: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/233923>. Acesso: 11 jun. 2018.
- Melton, M. A., 1957. *An analysis of the relations among elements of climate, surface properties, and geomorphology*, 1º ed. Columbia University, New York.
- Müller, V. C. *A quantitative geomorphology study of drainage basin characteristic in the Clinch Mountain Area*, New York, Virginia

- and Tennessee, 1^o ed. Columbia University, New York.
- Nascimento, F.I.C. do; Santos, W.L. dos; Lira, E.M. de; Arcos, F.O. 2013. Caracterização Morfométrica como Base para o Manejo da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco – Acre. *Revista Brasileira de Geografia Física* [online] 2. Disponível: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/232875>. Acesso: 13 jun. 2018.
- Oliveira, R. M.; Franchini, R. A. L.; Iescheck, A. L.; Zouain, R. N. A., 2014. Métodos de identificação do divisor de drenagens entre o Arroio Chuí e o Arroio Pastoreio, região sul do Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Cartografia* [online] 66. Disponível: <http://www.lsie.unb.br/rbc/index.php/rbc/article/view/679>. Acesso: 13 jun. 2018.
- Peel, M.C., Finlayson, B.L., McMahon, T.A. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification, 2007. *Hydrol. Earth Syst. Sc.*, 11, 1633–1644.
- Ribeiro, K. V.; Albuquerque, E. L. S., 2017. Caracterização do uso da terra no alto curso da bacia hidrográfica do Rio Poti (Ceará) através de técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto. *Revista Brasileira de Geografia Física* [online] 10. Disponível: <https://doi.org/10.5935/1984-2295.20170042>. Acesso: 15 jun. 2018.
- Rio verde (Município), 2005. Lei n^o 5.090, de 28 de dezembro de 2005.
- Santos, L.A. dos; Sousa, T.M.; Lima, I. M. M. F., 2018. Hydrogeomorphological Characterization of the Riacho Riachão do Natal River Basin, Piauí, Brazil. *Revista Brasileira de Geografia Física* [online] 11. Disponível: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/234177>. Acesso: 23 jun. 2018.
- Silveira A. L. L., 2012. Ciclo hidrológico e bacia hidrográfica. In: Tucci C. E. M. (Org.). *Hidrologia ciência e aplicação*. UFRGS/ABRH, Porto Alegre, 944 p.
- Schumm, S. A., 1956. Evolution of drainage systems and slopes in badlands of Perth Amboy, New Jersey. *Geological Society of America Bulletin* [online] 67. Disponível: [https://doi.org/10.1130/0016-7606\(1956\)67\[597:EODSAS\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1130/0016-7606(1956)67[597:EODSAS]2.0.CO;2). Acesso: 12 jun. 2018.
- Schumm S. A., 1963. Sinuosity of alluvial rivers on the great plains. *Geological Society of America Bulletin* [online] 74. Disponível: [https://doi.org/10.1130/0016-7606\(1963\)74\[1089:SOAROT\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1130/0016-7606(1963)74[1089:SOAROT]2.0.CO;2). Acesso: 02 jun. 2018.
- Silva, E. B.; Souza, J. C., 2012. Modernização da agricultura e apropriação do Cerrado: uma análise das microrregiões do Sudoeste Goiano e Quirinópolis no Estado de Goiás. In: XXI Encontro Nacional de Geografia Agrária. Anais: AGB-ENGA, Uberlândia, 14 p.
- Simões, L. B., 2001. Integração entre um modelo de simulação hidrológica e sistema de informação geográfica na delimitação de zonas tampão ripárias. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura). Botucatu (SP), Faculdade de Ciências Agrônomicas da Universidade Estadual Paulista.
- SIEG-Sistema Estadual de Geoinformação de Goiás. SIG-Shapefiles. Disponível em: <http://www.sieg.go.gov.br>. Acesso em: 02 jun. 2016.
- Silva, L. da; Lima, E.R.V. de; Almeida, H.A. de; Costa Filho, J.F. da. 2010. Caracterização Geomorfométrica e Mapeamento dos Conflitos de Uso na Bacia de Drenagem do Açude Soledade, *Revista Brasileira de Geografia Física* [online] 3. Disponível: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/232643>. Acesso: 15 jul. 2018.
- Strahler A. N., 1952. Hypsometric (area-altitude) analysis and erosional topography. *Geological Society of America Bulletin* [online] 63. Disponível: [https://doi.org/10.1130/0016-7606\(1952\)63\[1117:HAAOET\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1130/0016-7606(1952)63[1117:HAAOET]2.0.CO;2). Acesso: 14 jun. 2018.
- Strahler N. A., 1957. Quantitative analysis of watershed geomorphology. *Transactions, American Geophysical Union* [online] 38. Disponível: <https://doi.org/10.1029/TR038i006p00913>. Acesso: 16 jun. 2018.
- Tundisi, J. G.; Matsumura-Tundisi, T.; Sidagi-S-Galli, C. (Ed.), 2006. *Eutrofização na América do Sul: causas, tecnologias de gerenciamento e controle*, 1^o ed. São Paulo, Lie.
- Tsujii, P. K.; Ribeiro, A. C. C.; Carneiro, V. A.; Silva Neto, C. M.; Gonçalves, B. B., 2014. Uso e ocupação das áreas de preservação permanentes no sudoeste goiano. *Revista de Geografia (UFPE)* [online] 31. Disponível: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/revistageografia/article/view/229071>. Acesso: 26 jun. 2018.
- Tundisi, J. G., 2008. Recursos hídricos no futuro: problemas e soluções. *Estudos Avançados* [online] 22. Disponível: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-40142008000200002>. Acesso: 24 jun. 2018.

USGS-United States Geological Survey. EarthExplorer. Disponível em: <http://earthexplorer.usgs.gov/>. Acesso em: 20 jan. 2016.

Vieira, C. H. N.; Mattos, L. M.; Malaquias, J. V.; Aquino, F. G.; Martins, P. T. A., 2018. Análise Multitemporal do Uso e Cobertura da Terra da

Bacia Hidrográfica do Alto Rio Jardim, Planaltina-DF. Revista Brasileira de Geografia Física [online] 11. Disponível: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/234210>. Acesso: 19 jun. 2018.

Villela, S. M.; Mattos, A., 1º edição. Hidrologia Aplicada. McGraw-Hill, São Paulo.