

ANÁLISE DE ASPECTOS FÍSICOS DA BACIA DO CÓRREGO BONSUCESSO, LOCALIZADA EM JATAÍ (GO), BRASIL, APOIADO EM GEOTECNOLOGIAS

ANALYSIS OF PHYSICAL ASPECTS OF THE RIVER BASIN OF BONSUCESSO STREAM, LOCATED IN JATAÍ (GO), BRAZIL, SUPPORTED BY GEOTECHNOLOGIES

ANÁLISIS DE ASPECTOS FÍSICOS DE LA CUENCA DEL ARROYO BONSUCESSO, SITUADO EN JATAÍ (GO), BRASIL, APOYADO EN GEOTECNOLOGÍA

MSc. Wellmo dos Santos Alves
wellmo.alves@ifgoiano.edu.br

Dr. Wilker Alves Morais
wilker.alves.morais@gmail.com

Dr. Bruno Botelho Saleh
bruno.saleh@ifgoiano.edu.br

Dr. Leonardo Nazário Silva dos Santos
leonardo.santos@ifgoiano.edu.br

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde. Rodovia Sul Goiana, Km 01, S/N, Caixa Postal 66. Rio Verde (GO).

RESUMO

Diversas atividades são desenvolvidas na bacia do córrego Bonsucesso, sendo as principais: agricultura, pecuária e empreendimentos turísticos. Essas atividades são importantes para o desenvolvimento do Sudoeste de Goiás. Sabendo-se que a análise de aspectos físicos é essencial para a adequada gestão de bacias hidrográficas, objetivou-se analisar o uso da terra, a cobertura vegetal e a morfometria da bacia do córrego Bonsucesso, localizado no município de Jataí (GO), apoiado em geotecnologias. A bacia hidrográfica, com 152 km², apresenta predominância de agricultura, seguida de cerrado, pastagem, rodovia pavimentada, lago Bonsucesso, área construída, área urbanizada, solo exposto e areia. Os resultados obtidos para a geometria inferem que a bacia é alongada, proporcionando baixa tendência à enchente. Considerado canal tortuoso, a baixa porcentagem da declividade do canal principal não propicia grande velocidade de escoamento das águas. O relevo da bacia hidrográfica varia de plano a escarpado, com predominância de área com relevo ondulado, suave-ondulado e forte ondulado, sendo favorável às atividades agrícolas, desde que associadas a práticas específicas de conservação do solo e respeitada a legislação ambiental vigente. Os valores apresentados para a densidade de drenagem, coeficiente de manutenção e extensão do percurso superficial indicam presença de solos mais permeáveis. Estes resultados subsidiam o planejamento e a gestão

ambiental desse recurso hídrico, melhorando a qualidade ambiental e de vida, além de servir de base para futuros estudos.

Palavras-chave: características físicas; córrego Bonsucesso; geotecnologias; gestão ambiental.

ABSTRACT

Several activities are developed in the river basin of Bonsucesso Stream, whereas the main ones: agriculture, livestock and touristic enterprises. These activities are important for the development of the South-west of Goiás state. Considering that the analysis of physical aspects is essential for the proper management of river basins, the objective was to analyze the land use, the vegetation cover and the morphometry of the river basin of Bonsucesso Stream, located in the municipality of Jataí (GO), supported by geotechnologies. The river basin, with 152 km², presents a predominance of agriculture, followed by Cerrado, pasture, paved highway, Bonsucesso Lake, building area, urbanized area, exposed soil and sand. The obtained results for interfere because the basin is elongated, providing a low tendency to floods. Considering a tortuous course low percentage of declivity of the main course doesn't offer a great speed of water flow.

The relief of the river basin, which varies from plain to rugged, with a predominance of an area of wavy relief, smooth-wavy and strongly wavy, being favorable to agricultural activities, since they are associated to specific practices or soil conservation and respecting the current environmental legislation. The values presented for the density and drainage, maintenance coefficient and the extension of the superficial course indicate the presence of more permeable soils. These results subsidize the planning and environmental management of this water resource, improving the environmental and life qualities, besides serving as a basis for future studies.

Keywords: physical characteristics; Bonsucesso Stream; geotechnologies; environmental management.

RESUMEN

Varias actividades se desarrollan en la cuenca del arroyo Bonsucesso, siendo las principales: la agricultura, la ganadería y el turismo empresas. Estas actividades son importantes para el desarrollo del suroeste de Goiás. Sabiendo que el análisis de los aspectos físicos es esencial para la adecuada gestión de la cuenca, tuvo como objetivo analizar el uso del suelo, la cubierta vegetal y la morfometría en la cuenca del arroyo Bonsucesso en el municipio de Jataí (GO), apoyado en geotecnología. La cuenca de 152 kilómetros cuadrados, muestra un predominio de la agricultura, luego la cerró, pastizales, carretera asfaltada, lago Bonsucesso, área construida, zona urbana, el suelo expuesto y arena. Los resultados obtenidos para la geometría infieren que la cuenca es alargada, proporcionando baja tendencia a la inundación. Considerado canal tortuoso, bajo porcentaje de la pendiente del canal principal no proporciona flujo de alta velocidad de agua. El relieve de la cuenca varía de plana a empinada, especialmente área con relieve ondulado, rizado suave y ondulado fuerte, siendo favorable a las actividades agrícolas, de que asociadas con las prácticas específicas de conservación del suelo y respetando las normas ambientales. Los valores de la densidad de drenaje, coeficiente de mantenimiento y extensión de la trayectoria superficial indica la presencia de suelos más permeables. Estos resultados proporcionan la planificación y la gestión ambiental de este recurso agua, mejorando el medio ambiente y la calidad de vida, además proporcionando la base para futuros estudios.

Palabras clave: características físicas; Arroyo Bonsucesso; geotecnología; gestión ambiental.

1. INTRODUÇÃO

O contexto atual da sociedade e de seu desenvolvimento econômico não é, na maioria dos casos, acompanhado da preocupação ambiental, pois se verificam impactos negativos em função das principais atividades antrópicas, principalmente decorrentes do uso inadequado do solo e da água, cujas consequências são mais fortemente sentidas quando da ocorrência de inundações, desmatamentos, processos erosivos intensos, poluição e contaminação dos recursos naturais, dentre outros (SILVA; SCHULZ; CAMARGO, 2007).

O avanço das atividades econômicas, sobretudo a agropecuária e o uso urbano, são fatores degradadores dos solos, principalmente por meio da ocupação desordenada que avança para áreas com maior suscetibilidade erosiva (TRINDADE; RODRIGUES, 2016).

O Sudoeste de Goiás é destaque neste Estado e no cenário nacional quanto à produção agropecuária. Este sucesso é devido, entre outros fatores, à exploração extensiva e intensiva das terras em busca de ganhos em produtividade. Entre os municípios mais importantes desta região, destaca-se o município de Jataí (GO), não só devido às atividades agropecuárias, mas também pela economia ligada ao turismo, além de ser cidade universitária.

No Polo Turístico Vale do Paraíso, na bacia do córrego Bonsucesso, Jataí (GO), estão localizados importantes pontos turísticos da microrregião Sudoeste do Estado de Goiás, como o lago Bonsucesso, o *Thermas Park Jatahy* e *Hotel Thermas Bonsucesso*, onde são desenvolvidas atividades esportivas e de lazer, como competições de *Jet Sky*, canoagem, vôlei de areia, futebol de areia, corrida de aventura e passeios náuticos.

Tomando como base que os recursos hídricos são recursos naturais exauríveis, as bacias hidrográficas são identificadas como um complexo sistema biofísico que contempla a conexão entre as atividades humanas e os recursos ambientais que demandam práticas sustentáveis de uso do solo (TRINDADE; RODRIGUES, 2016).

A bacia hidrográfica é a principal unidade fisiográfica do terreno, uma vez que suas características governam, no seu interior, todo o fluxo superficial da água, constituindo-se numa área ideal para o manejo dos recursos naturais (TUCCI, 2003).

Em função da exploração cada vez mais intensa desses recursos pelo homem, é essencial que sejam realizados estudos constantes no sentido de avaliar as condições ambientais de determinados locais frente à ocupação antrópica (BORGES et al., 2008).

O levantamento sobre o uso da terra e a cobertura vegetal comporta análises e mapeamentos e é de grande utilidade para o conhecimento atualizado das formas de uso da terra e cobertura vegetal do espaço, constituindo importante ferramenta de planejamento e de orientação à tomada de decisão (IBGE, 2013).

As técnicas e métodos estatísticos e de análise espacial estão intrinsicamente ligadas, cujos métodos de autocorrelação espacial, que representam o nível de similaridade, proximidade, correlação e aleatoriedade dos valores quantitativos amostrais representados, são os mais comumente aplicados (OLIVEIRA et al., 2016).

As ferramentas de análise de padrões disponíveis nos Sistemas de Informação Geográfica, conforme afirma Oliveira et al. (2016), ajudam a identificar, quantificar e visualizar padrões espaciais nos seus dados por meio da identificação de áreas de agrupamentos estatisticamente significativos, além de permitir calcular densidade, localizar pontos de incidência e interpolar pontos.

A morfometria de bacia hidrográfica é ferramenta essencial de diagnóstico da suscetibilidade à degradação ambiental. Retrata a disposição, o tamanho e a forma do percurso de cada segmento de rio, a densidade e o modo de distribuição de toda a rede de drenagem do terreno (STRAHLER, 1957; FRANÇA, 1968).

A caracterização da morfometria de bacias hidrográficas envolve estudos quantitativos do relevo (ALVES et al., 2016), sendo essenciais para a determinar as potencialidades e limitações quan-

to ao uso do solo, auxiliando no planejamento das atividades a serem desenvolvidas (FRAGA et al., 2014).

O sensoriamento remoto e suas ferramentas de análise de dados, como as técnicas de detecção de mudanças, têm elevado potencial exploratório na quantificação e qualificação do uso da terra e cobertura vegetal, assim como dos seus processos de conversão e modificação (XAUD; EPIPHANIO, 2015).

Conforme afirma Goulart, Everton e Nucci (2015), na atualidade as técnicas de sensoriamento remoto e o geoprocessamento combinados podem contribuir significativamente na geração de dados e informações que, por meio de avaliação e monitoramento desses remanescentes do cerrado, são fundamentais aos responsáveis pela conservação da natureza, para planejar e gerenciar as intervenções necessárias na paisagem, para a sustentabilidade das formas de ocupação ou uso da terra e que concomitantemente o ecossistema perdure cumprindo sua função ecológica.

Com o uso de imagem SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*), produto de sensoriamento remoto, em conjunto com ferramentas de geoprocessamento, é possível levantar índices secundários usados em equações propostas por Horton (1945), Strahler (1952), Schumm (1956), Melton (1957), Schumm (1963), Villela e Mattos (1975) dentre outros, para realização de análise morfométrica de bacia hidrográfica.

Diante do exposto, objetivou-se analisar o uso da terra, a cobertura vegetal e a morfometria da bacia do córrego Bonsucesso, localizada em Jataí (GO), apoiado em geotecnologias, no intuito de subsidiar a gestão desse recurso e disponibilizar informações para outros pesquisadores e demais interessados.

2. MATERIAL E MÉTODOS

As bases de dados geográficos foram disponibilizadas pelo Sistema Estadual de Geoinformação de Goiás (SIEG), *United States Geological Survey* (USGS) e pela Google.

Todo o processamento digital das bases de dados geográficos, levantamento dos índices morfométricos secundários e os mapas foram realizados na interface gráfica do *software* de Sistema de Informação Geográfica (SIG) ArcGIS 10.1[®], licenciado para o laboratório de Geoinformação da Universidade Federal de Goiás (UFG) – Regional Jataí.

Para avaliar a qualidade do mapa de usos da terra e cobertura vegetal, foi usado o *software* Quantum GIS (QGIS) 2.16, com licença livre.

2.1 Área de estudo

A área de estudo corresponde à bacia hidrográfica do córrego Bonsucesso, localizada no perímetro rural do município de Jataí, na microrregião Sudoeste de Goiás (Figura 1).

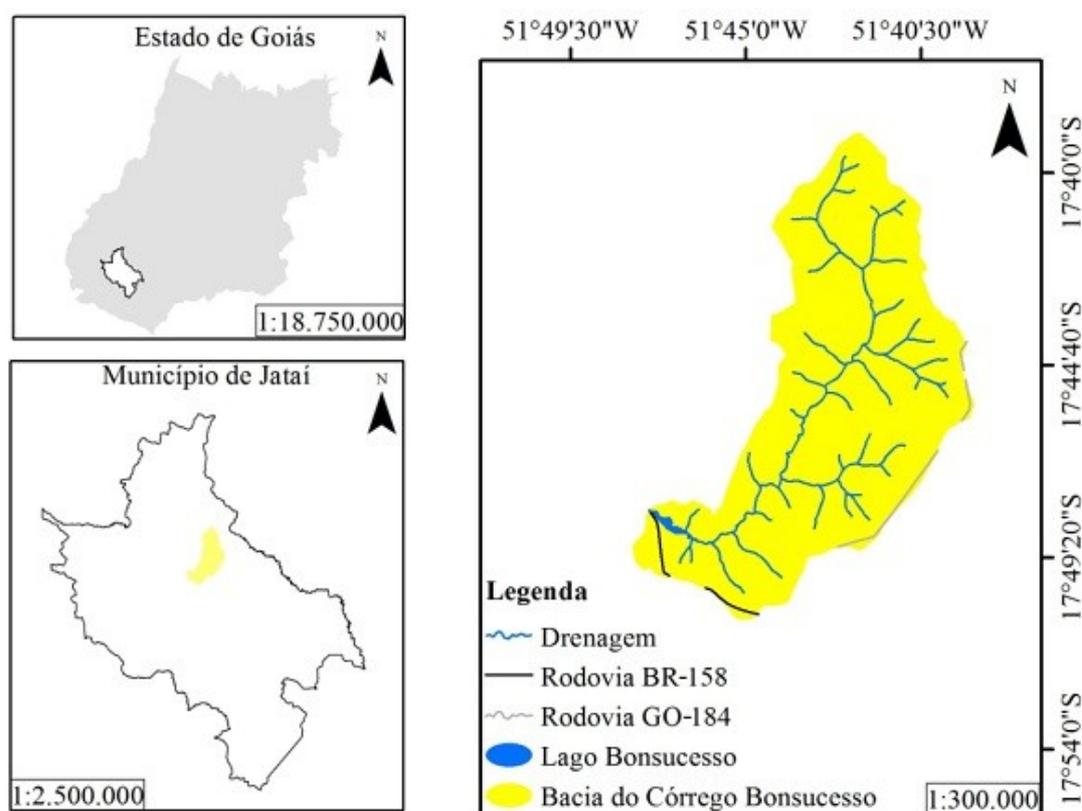


Figura 1 – Mapa de localização da bacia do córrego Bonsucesso, em Jataí, Goiás, Brasil.

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

A nascente principal do córrego Bonsucesso nasce no local com coordenadas geográficas $51^{\circ}42'25,937''\text{W}$ e $17^{\circ}39'33,793''\text{S}$, sendo sua foz na margem esquerda do ribeirão Paraíso, nas coordenadas $51^{\circ}47'33,423''\text{W}$ e $17^{\circ}48'9,865''\text{S}$.

Próximo à foz do córrego Bonsucesso encontra-se o lago Bonsucesso (Figura 1), construído no ano de 2000, para recreação e lazer. No entorno deste lago encontram-se o Hotel Thermas Bonsucesso e Thermas Park Jatahy.

A bacia do córrego Bonsucesso apresenta as classes geológicas: em maior percentual a classe formada pelo Grupo São Bento - Formação Serra Geral; sendo a segunda maior classe a cobertura detríticas indiferenciada; terceira maior classe o Grupo São Bento - Formação Botucatu; e com menor representatividade os depósitos aluvionares, ver Tabela 1 e Mapa 2 (SIEG, 2016).

Tabela 1 – Classes Geológicas da bacia do córrego Bonsucesso, em Jataí (GO).

Classe	Valores	
	km ²	%
Grupo São Bento – Formação Serra Geral	89,05	58,59
Cobertura detríticas indiferenciada	58,72	38,63
Grupo São Bento - Formação Botucatu	3,68	2,42
Depósitos aluvionares	0,55	0,36
Total	152	100

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

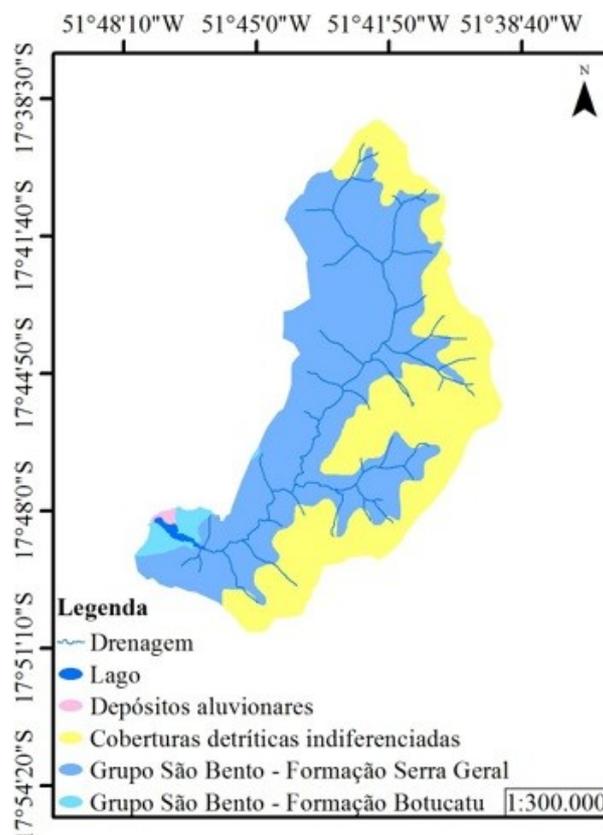


Figura 2 – Mapa Geológico da bacia do córrego Bonsucesso, em Jataí (GO).

Fonte: Elaborado pelos autores a partir do Mapa Geológico do Estado de Goiás e Distrito Federal (escala 1:500.000) e Mapa da Hidrografia de Goiás (escala 1:1000.000) disponibilizados pelo SIEG (2016).

As classes geomorfológicas presentes na bacia hidrográfica são: em maior percentual a Superfície Regional de Aplainamento IIB com cotas entre 800 e 1000 m, com dissecação fraca e associada a Relevos Tabulares na Bacia do Paraná (SRAIIB-RT); sendo a segunda maior classe a Superfície Regional de Aplainamento IIIB com cotas entre 650 e 750 m, com dissecação média e associada a Relevos Tabulares na Bacia do Paraná (SRAIIIB-RT); e com pouca representatividade a Faixa Aluvial (Latrubesse e Carvalho, 2006), conforme Tabela 2 e Figura 3.

Tabela 2 – Classes Geomorfológicas da bacia do córrego Bonsucesso, em Jataí (GO).

Classe	Valores	
	km ²	%
SRAIIB-RT (m)	115,85	76,22
SRAIIIB-RT (fr)	35,92	23,63
FA	0,23	0,15
Total	152	100

SRAIIB-RT: Superfície Regional de Aplainamento IIB com cotas entre 800 e 1000 m, com dissecação fraca e associada a Relevos Tabulares na Bacia do Paraná; SRAIIIB-RT: Superfície Regional de Aplainamento IIIB com cotas entre 650 e 750 m, com dissecação média e associada a Relevos Tabulares na Bacia do Paraná; FA: Faixa Aluvial.

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

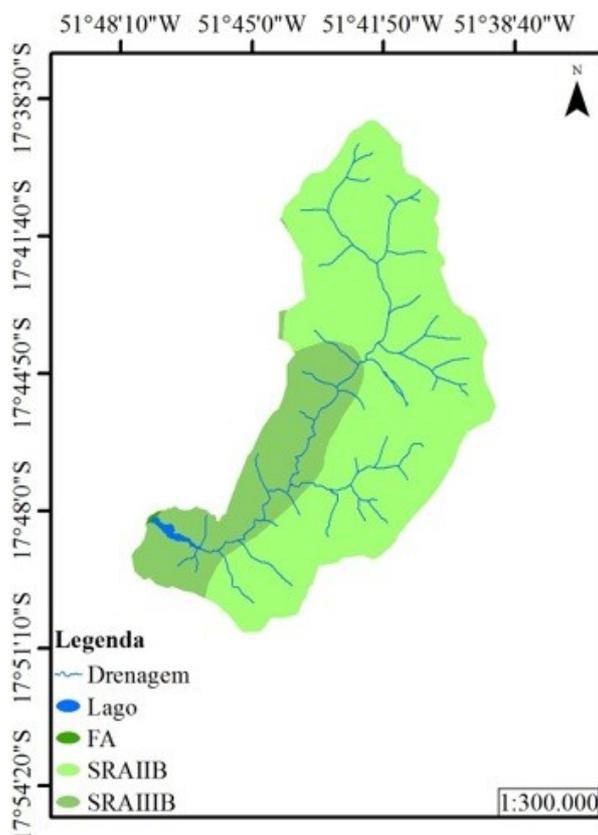


Figura 3 – Mapa Geomorfológico da bacia do córrego Bonsucesso, em Jataí (GO).

Fonte: Elaborado pelos autores a partir do Mapa Geomorfológico do Estado de Goiás e Distrito Federal (escala 1:500.000), segundo Latrubesse e Carvalho (2006), e Mapa da Hidrografia de Goiás (escala 1:1000.000) disponibilizados pelo SIEG (2016).

As classes de solos dentro da unidade de estudo e gestão (bacia do córrego Bonsucesso) são Latossolos Vermelhos Distróficos (LVd) e Gleissolos Hálicos Eutróficos, nesta ordem de grandeza, conforme pode ser observado na Tabela 3 e Mapa 4 (SIEG, 2016).

O mapa de solos da área da unidade de gestão foi atualizado conforme EMBRAPA (2013).

Tabela 3 – Classes de solos da bacia do córrego Bonsucesso, em Jataí (GO).

Classe	Valores	
	Km ²	%
LVd	151,80	99,87
GHe	0,2	0,13
Total	152	100

LVd: Latossolos Vermelhos Distróficos; GHe: Gleissolos Hálicos Eutróficos.

Fonte: Elaborado pelos autores a partir do Mapa de Solos do Plano Diretor da Bacia do Rio Paranaíba disponibilizado pelo SIEG (2016).

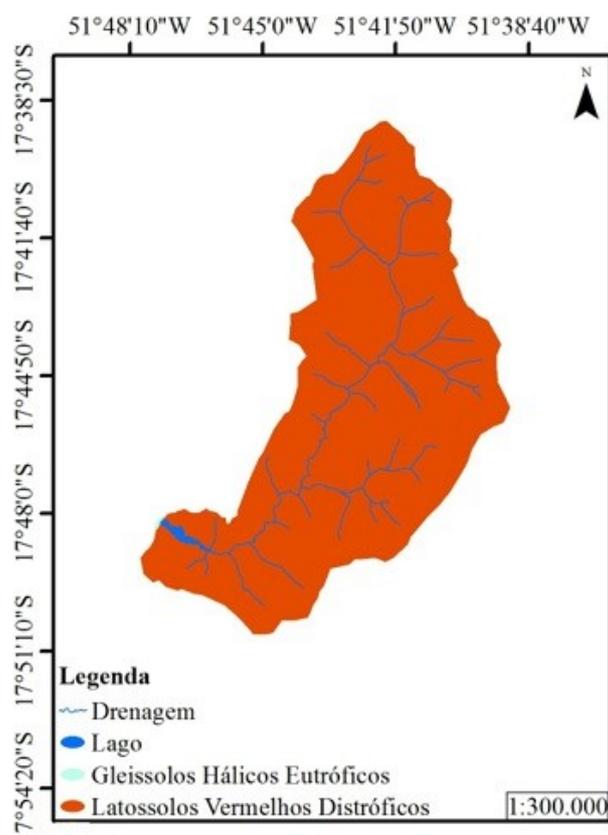


Figura 4 – Mapa de solos da bacia do córrego Bonsucesso, em Jataí (GO).

Fonte: Elaborado pelos autores a partir do Mapa de Solos do Plano Diretor da Bacia do Rio Paranaíba no Estado de Goiás (escala 1:250.000) e Base Hidrográfica de Goiás (escala 1:1000.000) disponibilizados pelo SIEG (2016).

O clima em Jataí é tropical. Há muito mais pluviosidade no verão que no inverno. Segundo a Köppen-Geiger o clima é classificado como Aw (PEEL; FINLAYSON; MCMAHON, 2007). Conforme Hermuche, Guimarães e Castro (2009), o volume pluviométrico médio anual é de aproximadamente 1.800 mm e a temperatura média no inverno varia entre 10°C e 27°C, e no verão, entre 18°C e 35°C, podendo chegar até 38°C.

2.2 Bases de dados geográficos

As bases de dados geográficos usadas no estudo do uso da terra, cobertura vegetal e da morfometria foram:

Imagem SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) gerada pela cooperação entre *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) e a *National Imagery and Mapping Agency* (NIMA), do DOD (Departamento de Defesa) dos Estados Unidos da América e das Agências Espaciais da Alemanha e da Itália, disponibilizada pelo USGS (2016), com resolução espacial de 30 m.

Drenagem da base cartográfica planialtimétrica do Estado de Goiás 1:1.000.000, formato *shapefile* (shp), gerada pela Agência Nacional de Água (ANA), com revisão de topologia, alimentação, atualizações e edição da carta pela Superintendência de Geologia e Mineração/Secretaria Estadual de Indústria e Comércio (SGM/SIC) de Goiás, disponibilizada pelo SIEG (2016).

Imagem de agosto de 2016, do Satélite Landsat 8/Sensor OLI, da órbita/ponto 223/72 e com resolução de 30 m, gerada pela *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) e disponibilizada pelo USGS (2016).

2.3 Uso da terra e cobertura vegetal

A partir da imagem de agosto de 2016 supracitada, foi realizado o mapeamento do uso da terra e cobertura vegetal.

A classificação temática do uso da terra e cobertura vegetal foi realizada por meio da técnica de classificação digital supervisionada com o uso da ferramenta *Interactive Supervised Classification* do ArcGIS 10.1[®], apoiado no hipermapa *Google Earth Pro* e visitas em campo para coletas de informações para a seleção de áreas de treinamento conhecidas, tornando possível que o algoritmo classificador operasse fundamentado na distribuição de probabilidade de cada classe, abrangida em função das classes estabelecidas (agricultura, matas/Cerrado, pastagem, rodovia pavimentada, água, área construída, área urbanizada, solo exposto e areia).

Depois de classificada a imagem, esta foi reclassificada por intermédio da ferramenta *Reclassify*, em seguida, convertidas para polígono por meio da ferramenta *Raster to Polygon*, e, quantificado o uso da terra e cobertura vegetal usando o comando *Calculate geometry*. Todas estas ferramentas são do ArcGIS 10.1[®].

Com uso de uma câmera digital modelo Nikon D5100 foram tiradas fotos em campo, sendo georreferenciadas com um GPS modelo Garmin GPSMAP 62sc, para ilustrar alguns ambientes na área de estudo e auxiliar na elaboração do mapa de uso da terra e cobertura vegetal.

Foi usado o programa QGIS 2.16 e o seu complemento *Acuracy* para realizar o cruzamento do mapa de uso da terra e cobertura vegetal e amostras de validação ou amostras kappa, sendo estas levantadas em campo e com auxílio do *Google Earth Pro*, para obter a matriz de confusão. A partir desta matriz foi realizado, usando planilha do Excel 2013, o cálculo do índice Kappa. Este índice é um 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, até mesmo os elementos de fora da diagonal principal.

Conforme Simões (2001) afirma, o cálculo do índice Kappa é realizado por meio da equação:

$$K = \frac{P_0 - \sum_{i=1}^n p_i^2}{1 - \sum_{i=1}^n p_i^2}$$

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 $\sum p_i^2$, sendo p_i^+ e p_i^+ as proporções marginais da linha i e da coluna i , respectivamente.

Foi definida a qualidade da classificação segundo o Quadro 1 (LANDIS; KOCH, 1977), contendo uma escala de valores de 0 a 1, os quais definem a qualidade da classificação segundo o índice Kappa.

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).

Rosenfield e Fitzpatrick-Lins (1986) destacam que o uso do índice Kappa é recomendável por utilizar todas as células da matriz de erro, e não apenas os elementos da diagonal, ou seja, mede a probabilidade de um pixel ser corretamente classificado em relação à probabilidade da classificação incorreta.

2.4 Morfometria

O levantamento morfométrico foi dividido em duas etapas, sendo a primeira o levantamento de dados secundários no programa ArcGIS 10.1[®], e a segunda, a aplicação destes dados em equações específicas apresentadas na Tabela 4.

Tabela 4 – Variáveis levantadas na segunda etapa da análise morfométrica, equações e fontes.

Índice morfométrico	Equação	Fonte
Coefficiente de compacidade	$Kc = 0,28P/\sqrt{A}$	Villela e Mattos (1975)
Índice de rugosidade	$Ir = Hm \cdot Dd$	Melton (1957)
Densidade hidrográfica	$Dh = N/A$	Horton (1945)
Declividade do canal principal	$S1 = 100Hm/Lcp$	Villela e Mattos (1975)
Amplitude altimétrica máxima	$Hm = P1 - P2$	Strahler (1952)
Índice de sinuosidade do rio principal	$Is = Lcp/Ev$	Schumm (1963)
Razão de relevo da bacia	$Rr = Hm/Lcp$	Schumm (1956)
Densidade de drenagem	$Dd = Lt/A$	Horton (1945)
Coefficiente de manutenção	$Cm = 1000/Dd$	Schumm (1956)
Extensão do percurso superficial	$Eps = 1/2Dd$	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.

Na primeira etapa foram elaborados os mapas de hidrografia, ordem dos canais, altimetria e declividade, nas coordenadas geográficas, Datum SIRGAS 2000. O mapa da declividade foi elaborado conforme EMBRAPA (2013). Ainda nesta etapa foram levantadas, apoiado em geotecnologias, 10 índices morfométricos secundários da bacia hidrográfica: área (A), perímetro (P), número dos cursos de água (N), comprimento axial (La), ponto mais alto (P1), ponto mais baixo (P2), altitude média, comprimento do canal principal (Lcp), comprimento total dos canais (Lt) e equivalente vetorial médio em linha reta (Ev).

Nesta primeira etapa, foram utilizados a rede de drenagem (a partir da base 1:1000.000) e o SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) supracitados. A partir da rede de drenagem, foi elaborado o mapa da hidrografia e da ordem dos canais de água, sendo esta hierarquia elaborada conforme a metodologia proposta por Strahler (1957). O mapa de altimetria foi confeccionado com o uso da ferramenta *Create TIN*, e o da declividade, com a ferramenta *Slope*, ambas ferramentas do ArcGIS 10.1[®].

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi obtido índice Kappa de 0,93 para o mapa final de uso da terra e cobertura vegetal da bacia do córrego Bonsucesso, considerado valor de excelente grau de aceitação, conforme pode ser observado no Quadro 1.

Os resultados obtidos do levantamento do uso da terra e cobertura vegetal e dos índices morfométricos estão apresentados na Tabela 5 e Tabela 6, respectivamente.

Tabela 5 – Uso da terra e cobertura vegetal na bacia do córrego Bonsucesso no ano de 2016, em Jataí (GO).

Categorias	Resultados	
	Km ²	%
Agricultura	115,56	76,03
Matas/Cerrado	21,20	13,95
Pastagem	12,71	8,36
Rodovia/estrada pavimentada	0,74	0,48
Lago Bonsucesso	0,69	0,45
Área construída	0,56	0,37
Área urbanizada	0,31	0,20
Solo exposto	0,13	0,09
Areia	0,10	0,07
Total	152	100

Fonte: elaborado pelos autores.

A bacia do córrego Bonsucesso apresenta área total de 152 km², com predominância de área de agricultura (76,03%), seguida de matas/Cerrado (13,95%), pastagem (8,36%), rodovia pavimentada (0,48%), lago Bonsucesso (0,45%), área construída (0,37%), área urbanizada (0,20%), solo exposto (0,09%) e areia (0,07%), ver Tabela 5.

A espacialização da dinâmica do uso da terra e da cobertura vegetal dessa bacia hidrográfica pode ser observada na Figura 5.

Lago et al. (2012) observaram em estudo sobre a ocupação e adequação do uso das terras na microbacia do ribeirão Extrema (DF) que o somatório das áreas destinadas à exploração agrícola – agricultura (29,16%), solo em pousio sem palhada (52,21%) e solo em pousio com palhada (4,37%) – representavam 85,74% das áreas investigadas na microbacia do Ribeirão Extrema, valores próximos aos encontrados neste estudo.

Cabral et al. (2011), estudando o mapeamento da fragilidade ambiental da bacia hidrográfica do rio Doce (GO), reporta que a vegetação natural recobria o equivalente a 30,32 % da área na década de 1980; em contraste com os 13,05 % atuais, corroborando com os 13,95% encontrados neste trabalho.

Destacam como principais culturas agrícolas dentro da bacia hidrográfica lavouras de soja, milho e cana-de-açúcar. A soja é cultivada de outubro a novembro, o milho, de janeiro a abril, e a cana-de-açúcar, durante o ano todo.

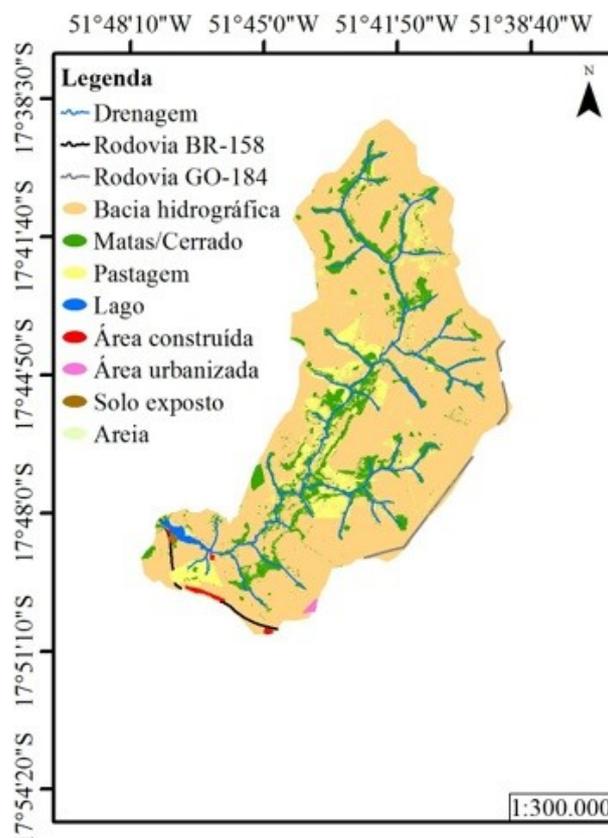


Figura 5 – Mapa da dinâmica do uso da terra e cobertura vegetal no ano de 2016 na bacia do córrego Bonsucesso, em Jataí (GO).

Fonte: Elaborado pelos autores a partir da imagem de 2016 disponibilizada pelo USGS (2016).

Vários fatores contribuíram para a efetivação da região enquanto produtora de grãos, dentre os quais, conforme Silva e Souza (2012), destacam-se: 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 (PO-LOCENTRO), o Programa de Desenvolvimento Industrial (PRODUZIR) e o Fundo Constitucional do Centro-Oeste (FCO) do Ministério da Integração Nacional.

Conforme destaca Lima (2010), o Sudoeste Goiano, onde a área de estudo está inserida, é recentemente uma das regiões brasileiras mais importantes na produção de grãos, sendo que a cultura da soja, a partir da década de 1980, tornou-se a atividade agropecuária local mais importante. Este autor destaca que na última década, tal região tem recebido o impacto de uma grande expansão da agroindústria canavieira.

A região Sudoeste Goiano caracteriza-se por uma atividade agropecuária diversificada e pela integração do setor agrícola ao setor industrial, sendo que vários sistemas agroindustriais da região são um importante componente da economia do Estado de Goiás, afirma Lima (2010).

Nas figuras 6, 7 e 8 estão ilustradas as principais atividades agropecuárias, área construída e urbanizada observadas na bacia do córrego Bonsucesso.

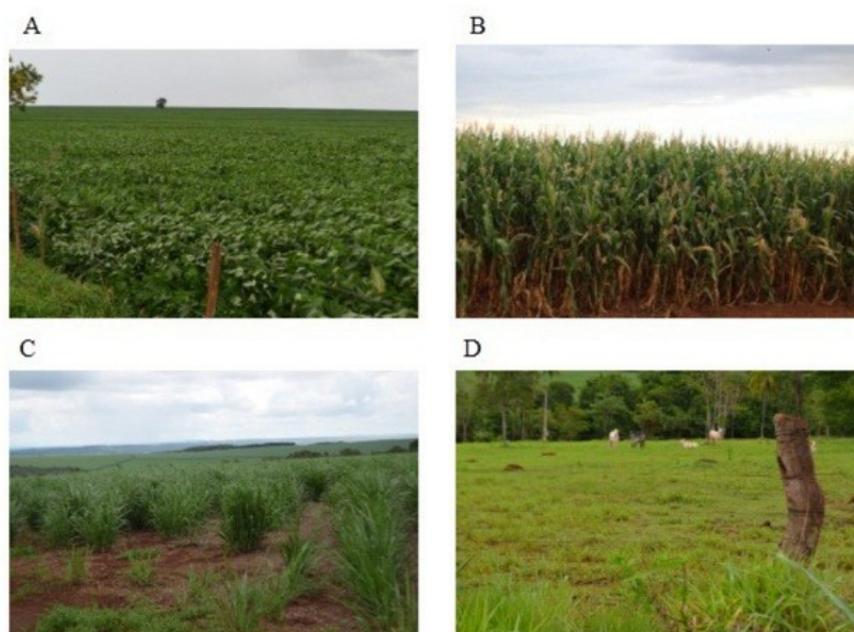


Figura 6 – Fotos das principais atividades agropecuárias na bacia do córrego Bonsucesso, em Jataí (GO). A: lavoura de soja; B: lavoura de milho; C: lavoura de cana-de-açúcar; e D: pastagem.

Fonte: Elaborado pelos autores.



Figura 7 – Fotos dos empreendimentos ligados ao Polo Turístico Vale do Paraíso, na bacia do córrego Bonsucesso, em Jataí (GO). A: lago Bonsucesso; B: Thermas Park Jatahy às margens do lago Bonsucesso; C: Hotel Thermas Bonsucesso às margens do lago Bonsucesso; D: aeroporto de Jataí às margens da Rodovia BR-158.

Fonte: A, B e C: Gonçalves (2013); D: Jataí News (2011).



Figura 8 – Parte do perímetro urbano de Jataí inserida na bacia do córrego Bonsucesso, em Jataí (GO).
Fonte: Google Earth Pro (2016).

Nos últimos anos o Sudoeste Goiano apresenta os maiores índices de crescimento do setor canavieiro, o que tem aumentado a preocupação com os impactos desta expansão (LIMA, 2010).

Tabela 6 – Características morfométricas (geometria, relevo e rede de drenagem), variáveis e índices obtidos na análise da bacia do córrego Bonsucesso, em Jataí (GO).

Característica	Variável (símbolo)	Valores
Geometria	Perímetro (P)	63,86 km
	Número de canais (N)	37 adimensional
	Comprimento axial (La)	55,03 km
	Coefficiente de compacidade (Kc)	1,45 adimensional
	Índice de Rugosidade (Ir)	0,07 adimensional
	Densidade hidrográfica (Dh)	0,24 canais.km ⁻²
Relevo	Declividade do canal principal	0,53 %
	Amplitude altimétrica (Hm)	285 m
	Índice de sinuosidade (Is)	2,95 m.m ⁻¹
	Razão de relevo (Rr)	5,30 m.km ⁻¹
	Altitude média	808,89 m
Rede de drenagem	Comprimento canal principal (L)	53,82 km
	Comprimento total dos canais (Lt)	178,96 km
	Equivalente vetorial em linha reta (Ev)	18,25 km
	Densidade de drenagem (Dd)	1,18 km.km ⁻²
	Coefficiente de manutenção (Cm)	847,46 m ² .m ⁻¹
	Extensão do percurso superficial (Eps)	0,59 km
	Ordem do canal principal	4ª ordem

Fonte: Elaborado pelos autores.

Como pode ser observado, a bacia do córrego Bonsucesso apresenta uso da terra e cobertura vegetal diversificados, com predominância de lavouras, sendo importante na produção agropecuária e no turismo da região Sudoeste de Goiás. Diante disso, nota-se a importância da realização de estudos ambientais no intuito de subsidiar a gestão ambiental dessa área, como a análise morfométrica.

Quanto a hidrografia, o córrego Bonsucesso apresenta como principais afluentes: córrego do Palmito, córrego da Coalhada, córrego da Vertente-comprida, córrego do Porcão, córrego da Vaca, córrego da Irara, córrego do Leão e córrego do Açude (Figura 9).

Quanto a ordem dos canais, o córrego Bonsucesso é classificado como de 4ª ordem. Os canais de primeira ordem são observados em toda a extensão da bacia hidrográfica, devido a predominância de solos bem desenvolvidos, permeáveis e bem drenados (Figura 10). Conforme ressalta Laszlo e Rocha (2014), quanto maior a participação percentual de canais de primeira ordem, maior é a fragilidade da paisagem, pois os mesmos indicam maior dissecação do relevo, que pode ser provocada por controle estrutural, como falhas, fraturas ou dobramentos.

O coeficiente de compacidade (K_c) corresponde a 1,45 (Tabela 6), indicando que a bacia do córrego Bonsucesso é alongada e que, conseqüentemente, apresenta baixa tendência à enchente. Conforme Benatti et al. (2015), quando o valor do índice de K_c aproximar-se da unidade, o formato da bacia assemelha-se a um círculo e, por conseguinte, há maior suscetibilidade à enchente, devido a influência sobre o tempo de concentração da bacia.

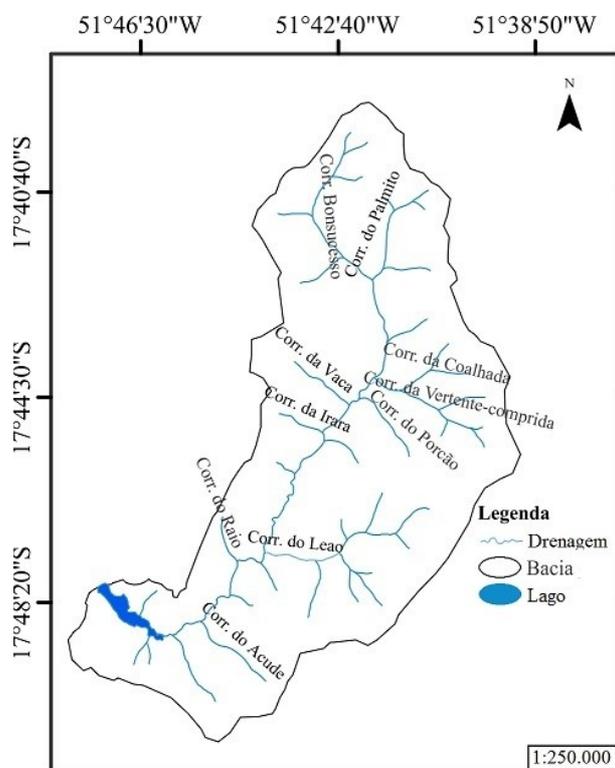


Figura 9 – Mapa da hidrografia da bacia do córrego Bonsucesso, em Jataí (GO).

Fonte: Elaborado pelos autores a partir da Base Hidrográfica de Goiás disponibilizada pelo SIEG (2016).

O índice de rugosidade (I_r) da bacia corresponde a 0,07 (Tabela 6), sendo, segundo Trajano et al. (2012), considerado baixo, o que define menor risco de degradação da bacia hidrográfica. Conforme Coutinho et al. (2011), alto I_r é um indicativo de vertentes íngremes e longas.

A densidade hidrográfica (D_h) de 0,24 canais.km⁻² (Tabela 6) é considerada baixa. A D_h baixa causa dificuldade das partículas de água que caem na superfície do solo da bacia encontrar rapidamente um canal e por ele escoar, o que pode causar erosão laminar. Lollo (1995) afirma que bacias hidrográficas que apresentam D_h 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.

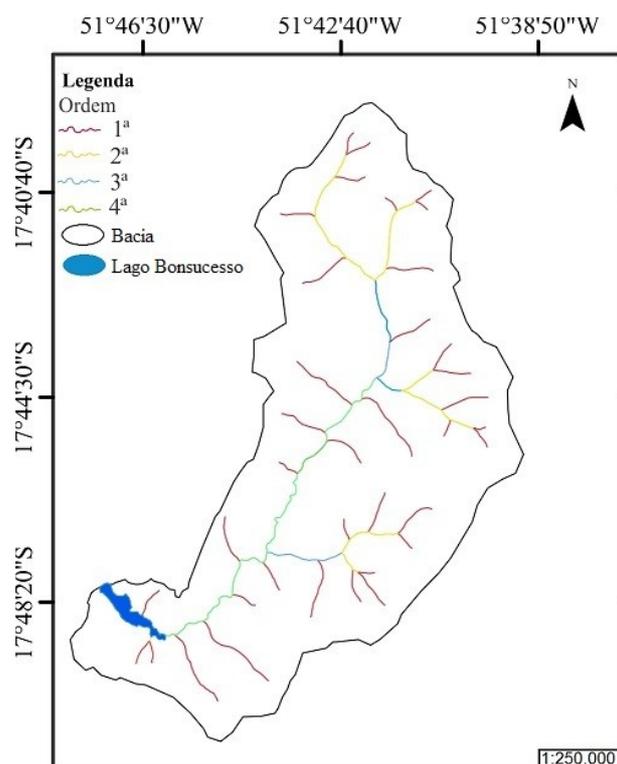


Figura 10 – Mapa da ordem dos cursos de água da bacia do córrego Bonsucesso, em Jataí (GO).

Fonte: Elaborado pelos autores a partir da Base Hidrográfica de Goiás disponibilizada pelo SIEG (2016).

A declividade do canal principal (D_{cp}) é de 0,53%. Isso implica que este curso de água não possui grande velocidade de escoamento das águas já que também é um canal tortuoso. Tonello et al. (2006) mencionam que a D_{cp} é um aspecto relevante da morfometria em bacias hidrográficas, pois interfere na velocidade do escoamento da água no canal.

O ponto mais alto (PI) e mais baixo (PII) da bacia hidrográfica do córrego Bonsucesso estão localizados em 920 m e 635 m (Figura 11) de altitude, respectivamente, sendo a altitude média igual a 808,89 m (Tabela 6).

A bacia hidrográfica do lago Bonsucesso possui amplitude altimétrica (H_m) de 285 m e razão de relevo (R_r) de 5,30 $m.km^{-1}$ (Tabela 6). Segundo Zanata et al. (2011) baixa amplitude altimétrica resulta em baixos valores de razão de relevo, sugerindo área propícia para a agricultura.

A sinuosidade do curso d'água principal (I_s) é de 2,95 $m.m^{-1}$ (Tabela 6) e enquadra como canal tortuoso (LANA; ALVES; CASTRO, 2001). Estes autores ressaltam que valores próximos a 1,0 indicam que o canal tende a ser retilíneo, enquanto que os valores superiores a 2,0 sugerem canais tortuosos e os valores intermediários indicam formas transicionais, regulares e irregulares. A sinuosidade do curso d'água pode ser considerada indicativo de transição entre formas retilíneas e tortuosas (COUTINHO et al., 2011).

Pode-se inferir que a declividade é um importante fator do relevo que afeta diretamente em evoluções a processos erosivos. A paisagem e o uso da terra cobertura vegetal são determinados pela declividade.

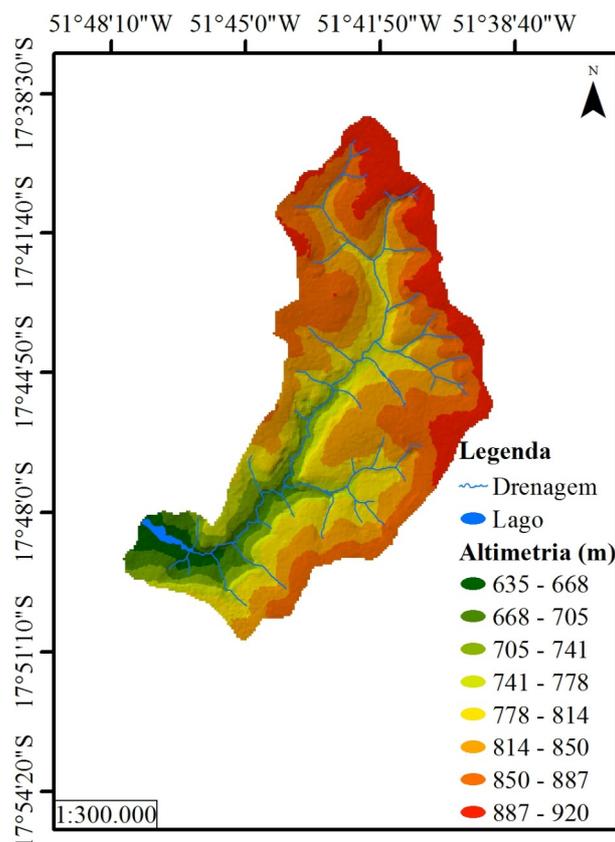


Figura 11 – Mapa da altimetria da bacia do córrego Bonsucesso, em Jataí (GO).

Fonte: Elaborado pelos autores a partir do SRTM disponibilizado pelo USGS (2016) e da rede de drenagem do estado de Goiás disponibilizada pelo SIEG (2016).

A bacia do córrego Bonsucesso apresenta relevo predominantemente ondulado, 58,78 km² (38,70%). Verifica-se assim que é possível o uso do solo por atividades agrícolas. O escoamento superficial é médio ou rápido e por isso o uso intenso deste solo deve ser associado a práticas complexas de conservação do solo. Um total de 45,30 km² (29,80%) é suave ondulado e 3,62 km² (2,40%) é considerado plano. Para estas duas últimas percentagens da área da bacia hidrográfica, os processos erosivos hídricos são mínimos e somente as práticas de conservação simples são necessárias, exceto em solos arenosos (Tabela 7 e Figura 12).

As partes de solo consideradas forte-ondulado, 30,82 km² (20,27%), montanhoso, 11,29 km² (7,43), e escarpo, 2,53 km² (1,70%), possuem escoamento superficial muito rápido, sendo os solos facilmente erodidos; o cultivo agrícola é prejudicado, onde os solos devem ser utilizados somente para cultivos perenes, pastagens ou reflorestamentos, exigindo práticas conservacionistas avançadas, devendo ser mantidas preferencialmente como área de preservação ambiental (SANTOS, 2001), ver Tabela 7 e Figura 12.

São exemplos de práticas simples conservacionistas do solo: 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); e de práticas avançadas: lavoura mínima, lavoura nula, semeadura direta, rotação de culturas intensivas, cobertura do solo contínua dentre outras.

Tabela 7 – Classes de declividade (S) em % e respectivos valores (absoluto e relativo) na bacia do córrego Bonsucesso, em Jataí (GO).

Declividade	Área		Descrição das classes
	S (%)	km ² %	
0 – 3		3,62 2,4	Plano
3 – 8		45,30 29,80	Suave-ondulado
8 – 20		58,78 38,70	Ondulado
20 – 45		30,82 20,27	Forte-ondulado
45 – 75		11,29 7,43	Montanhoso
> 75		2,53 1,70	Escarpado

Fonte: Elaborado pelos autores a partir da classificação da EMBRAPA (2013).

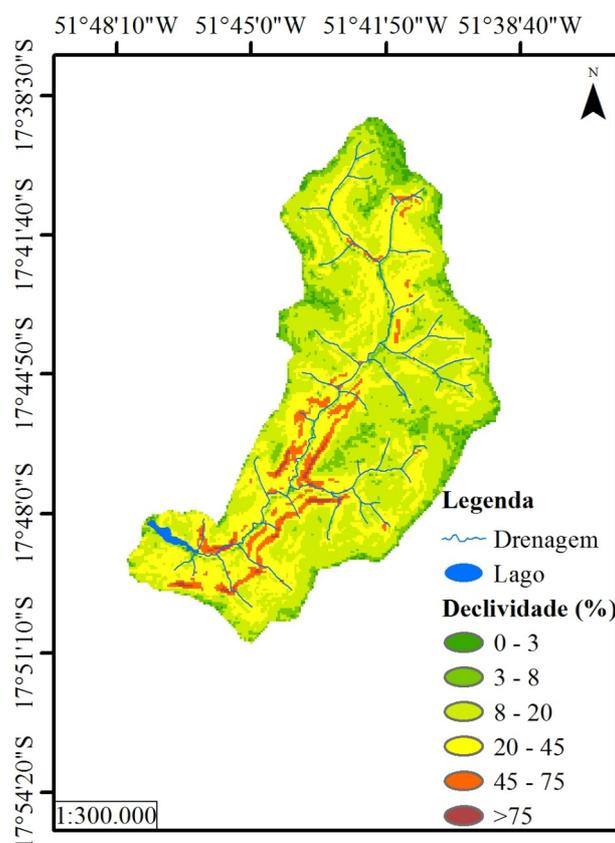


Figura 12 – Mapa da declividade da bacia do córrego Bonsucesso, em Jataí (GO).

Fonte: Elaborado pelos autores a partir do SRTM disponibilizado pelo USGS (2016) e da rede de drenagem do estado de Goiás disponibilizada pelo SIEG (2016).

Quanto a rede de drenagem, Rodrigues, Pissarra e Campos (2008) citam que quanto maiores os valores de densidade de drenagem (Dd), mais intenso é o processo erosivo. A Dd para a bacia em estudo é de 1,18 km.km⁻² (Tabela 6) o que mostra não ser propícia a processos erosivos. Villela e Mattos (1975) propõe um índice para Dd que pode variar de 0,5 km.km⁻², em bacias com drenagem pobre, a 3,5 ou mais, nas bacias excepcionalmente bem drenadas. O valor de Dd encontrado caracteriza a bacia do córrego Bonsucesso como sendo de drenagem pobre.

Segundo Tonello et al. (2006), valores baixos de densidade de drenagem estão geralmente associados a regiões de rochas permeáveis e de regime pluviométrico caracterizado por chuvas de baixa intensidade ou pouca concentração de precipitação.

Valores médios do coeficiente de manutenção (Cm) e da extensão do percurso superficial (Eps) confirmam a presença de solos mais permeáveis na área de estudo (ZANATA et al., 2011). Encontrou-se para bacia analisada Cm de 847,46 m².m⁻¹ e Eps de 0,59 km (Tabela 6).

Zanata et al. (2011), estudando a microbacia hidrográfica do córrego da Cachoeira, encontraram os valores de 1213,10 m².m⁻¹ para o Cm e 0,61 km para o Eps. Estes autores concluíram que a morfometria da microbacia indica que a área tem relação positiva entre infiltração e deflúvio, com menor suscetibilidade à erosão e à degradação ambiental.

4. CONCLUSÃO

A bacia do córrego Bonsucesso apresenta uso da terra e cobertura vegetal diversificados, com predominância de áreas agrícolas (76,03%), seguida de matas/Cerrado (13,95%), pastagem (8,36%) e outros (rodovia pavimentada, lago Bonsucesso, área construída, área urbanizada, solo exposto e areia) (1,66). Por meio das variáveis geométricas analisadas, observou-se que a bacia do córrego Bonsucesso possui formato alongada, o que minimiza a ocorrência de enchentes. O canal principal, considerado tortuoso e com baixa porcentagem de declividade, não proporciona alta velocidade de escoamento das águas. As áreas com relevo plano, suave ondulado, ondulado e forte-ondulado (90,87% da área total da bacia hidrográfica) são favoráveis às atividades agrícolas, desde que estas sejam associadas a práticas específicas de conservação do solo, variando de práticas conservacionistas simples a avançadas. As áreas com relevo montanhoso e escarpado (9,13% da área total da bacia hidrográfica) devem ser destinadas a preservação da vegetação nativa, uma vez que são favoráveis ao processo erosivo do solo. A bacia possui baixa rede de drenagem. Os valores apresentados para densidade de drenagem, coeficiente de manutenção e extensão do percurso superficial indicam presença de solos mais permeáveis na região de estudo.

Diante da exploração extensiva e intensiva do solo e dos resultados morfométricos obtidos, o órgão ambiental gestor dessa bacia hidrográfica deve ficar atento às práticas agrícolas e ao cumprimento da legislação ambiental vigente, orientando, na direção do desenvolvimento sustentável, os produtores rurais e responsáveis pelos empreendimentos instalados.

Os resultados alcançados irão subsidiar a gestão ambiental dessa bacia hidrográfica econômica e socialmente importante no desenvolvimento regional.

5. REFERÊNCIAS

ALVES, W. S.; SCOPEL, I. MARTINS, A. P.; MORAIS, W. A. Análise morfométrica da bacia do Ribeirão das Abóboras – Rio Verde (GO). **Geociências**, v.35, n. 4, p.652-667, 2016.

BENATTI, D. P.; TONELLO, K. C.; FARIA, L. Leite, E. C. Morfometria e uso e cobertura de uma microbacia no município de Sete Barras, São Paulo. **Irriga**, v. 20, n. 1, p. 21-32, 2015.

BORGES, R. F.; BORGES, F. A.; COSTA, F. P. M.; NISHIYAMA, L. Mapeamento do uso do solo e cobertura vegetal da porção de alto curso da bacia do Rio Uberabinha – MG. In: Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias de Geoinformação, 2, 2008, Recife. **Anais...** Recife: UFP, 2008, p. 000-000.

BRASIL. Presidência da República. Lei nº 2.651. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 25 de maio de 2012. Disponível em: <<http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp>>

jornal=1&pagina=1&data=28/05/2012>. Acesso em: 29 jun. 2016.

CABRAL, J. B. P.; ROCHA, I. R.; MARTINS, A. P.; ASSUNÇÃO, H. F.; BECEGATO, V. A. Mapeamento da fragilidade ambiental da bacia hidrográfica do Rio Doce (GO), utilizando técnicas de geoprocessamento. **Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica (GeoFocus)**, v. 11, p. 51-69, 2011.

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

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 2013. 353 p.

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

FRANÇA, G. V. **Interpretação fotográfica de bacias e de rede de drenagem aplicada a solos da região de Piracicaba, SP**. 1968. 151 f. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo. Piracicaba, 1968.

GONÇALVES, A. 2013. Foto Aérea. Disponível em: <<http://www.olibat.com.br/jatai-go/>>. Acesso em: 01 mar. 2016.

GOULART, A. A.; EVERTON, P.; NUCCI, J. C. Fragmentação da vegetação de Cerrado, entre os Anos de 1984 e 2011 no Parque Estadual do Cerrado (Jaguariaíva-PR) e em sua Zona de Amortecimento. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.8, n.3, p.857-866, 2015.

HERMUCHE, P. M.; GUIMARÃES, G. M. A.; CASTRO, S. S. Análise dos compartimentos morfopedológicos como subsídio ao planejamento do uso do solo em Jataí – GO. **GEOUSP - Espaço e Tempo**, n. 26, p. 113-131, 2009.

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. 275-370, 1945.

IBGE. **Manual Técnico de Uso da Terra**. 3. ed. Rio de Janeiro: Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, 2013. 171 p.

JATAÍ NEWS. Disponível em: <<http://jatainews.blogspot.com.br/2011/04/criados-dois-novos-cargos-para.html>>. Acesso em: 24 dez. 2016.

LAGO, W. N. M.; LACERDA, M. P. C.; NEUMANN, M. R. B.; BORGES, T. D. Ocupação e adequação do uso das terras na microbacia do Ribeirão Extrema, Distrito Federal – Parte I. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n. 3, p. 289-296, mar. 2012.

LANA, C. E.; ALVES, J. M. P.; CASTRO, P. T. A. Análise morfométrica da Bacia do Rio do Tanque, MG - Brasil. **Rem: Revista Escola de Minas**, v. 54, n. 2, p. 121-126, abr./jun. 2001.

LANDIS, R.; KOCH, G. G. The measurement of observer agreement for categorical data. **Biometrics**, v.33, n.1, p.159-174, 1977.

LASZLO MANOEL, J.; ROCHA, P. C. Composição hierarquica dos canais fluviais das bacias hidrográficas dos Rios Aguapeí e Peixe. **Revista Geonorte**, v. 10, n. 1, p.228-232, 2014.

LATRUBESSE, E.; CARVALHO, T. M. **Geomorfologia de Goiás e Distrito Federal**. Superintendia de Geologia e Mineração, Estado de Goiás, 2006, 127p.

LIMA, D. A. L. L. **Estrutura e expansão da agroindústria canavieira no Sudoeste Goiano: impacto no uso do solo e na estrutura fundiária a partir de 1990**. 2010. 262 f. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Econômico) – UNICAMP, Campinas, 2010.

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**. 1995. 268 f. Tese (Doutorado em Geotecnia) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos, 1995.

MELTON, M. A. **An analysis of the relations among elements of climate, surface properties, and geomorphology**. New York: Department of Geology, Columbia University, 1957. 102 p.

OLIVEIRA, J. C.; BAUM, C. A.; BACEGATO, V. A.; RAFAELI NETO, S. L.; LAVNITCKI, L. Uso de ferramentas sig para análise de agrupamento florestal de araucaria angustifolia em um fragmento de floresta ombrófila mista no Parque Nacional de São Joaquim-SC. **Revista Geografia Acadêmica**, v. 10, n. 2, p. 93-104, 2016.

PEEL, M.C., FINLAYSON, B.L., MCMAHON, T.A. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. **Hydrol. Earth Syst. Sc.**, v. 11, p. 1633–1644, 2007.

RODRIGUES, F. M.; PISSARRA, T. C. T.; CAMPOS, S. Caracterização morfométrica da microbacia hidrográfica do córrego da fazenda Glória, município de Taquaritinga, SP. **Irriga**, v. 13, n. 3, p. 310-322, jul./set. 2008.

ROSENFELD, G. H.; FITZPATRICK-LINS, K. A coefficient of agreement as a measure of thematic classification accuracy. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, v.52, n.2, p.223-227, 1986.

SANTOS, R. F. **Ensino-aprendizagem de solos com agricultura e agricultores de Mata Redonda, Remígio-PB a partir de levantamento utilitário**. 2001. 126 f. Dissertação (Mestrado em Ciência) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba. Areia, 2001.

SCHUMM, S. A. Evolution of drainage systems and slopes in badlands of Perth Amboy, New Jersey. **Geological Society of America Bulletin**, v. 67, n. 2, p. 597-646, 1956.

SCHUMM, S. A. Sinuosity of alluvial rivers on the Great Plains. **Geological Society of America Bulletin**, v. 74, n. 9, p. 1089-1100, 1963.

SIEG – Sistema Estadual de Geoinformação de Goiás. Download de arquivos SIG (*Shapefile*). Disponível em: <<http://www.sieg.go.gov.br/>>. Acesso em: 07 nov. 2015.

SILVA, E. B.; SOUZA, J. C. Modernização da agricultura e apropriação do Cerrado: uma análise das microrregiões do Sudoeste Goiano e Quirinópolis no Estado de Goiás. In: ENCONTRO NACIONAL DE GEOGRAFIA AGRÁRIA, 21, 2012, Uberlândia. **Anais...** Uberlândia: AGB-

ENGA, 2012, 14 p.

SILVA, A. M.; SCHULZ, H. E.; CAMARGO, P. B. **Erosão e Hidrossedimentologia em Bacias Hidrográficas**. 2. ed. São Carlos: Rima, 2007, 154 p.

SIMÕES, L. B. **Integração entre um modelo de simulação hidrológica e sistema de informação geográfica na delimitação de zonas tampão ripárias**. 2001. 185 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2001.

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

STRAHLER, A. N. Quantitative analysis of watershed geomorphology. **Transaction, American Geophysical Union**, v. 38, n. 6, p. 913-920, 1957.

TONELLO, K. C.; HERLY, C. T. D.; SOUZA, A. L.; RIBEIRO, C. A. A. S.; LEITE, F. P. Morfometria da bacia hidrográfica da cachoeira das pombas, Guanhães - MG. **Revista Árvore**, v. 30, n. 5, p. 849- 857, 2006.

TRAJANO, S. R. R. S.; SPADOTTO, C. A.; HOLLER, W. A.; DALTIO, J.; MARTINHO, P. R. R.; FOIS, N. S.; SANTOS, B. B. de O.; TOSCHI, H. H.; LISBOA, F. S. **Análise morfométrica de bacia hidrográfica: subsídio à gestão territorial, estudo de caso no alto e médio Mamanguape**. Campinas: EMBRAPA Gestão Territorial, 2012, 33 p.

TRINDADE, S. P.; RODRIGUES, R. A. Uso do solo na microbacia do ribeirão samambaia e sua relação com a suscetibilidade à erosão laminar. **Revista Geografia Acadêmica**, v.10, n.1, p. 163-181, 2016.

TUCCI, C.E.M., 2003. **Hidrologia: Ciência e aplicação**. 3ª ed. Ed. da UFRGS/ABRH, Porto Alegre, 2002, 943p.

USGS – United States Geological Survey. Earthexplorer. Disponível em: <<http://earthexplorer.usgs.gov>>. Acesso em: 05 mar. 2015.

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

XAUD, M. R.; EPIPHANIO, J.C. N. Análise da dinâmica das conversões de uso e cobertura da terra na região sudeste de Roraima – Amazônia. **Revista Agro@ambiente On-line**, v. 9, n. 4, p. 465-475, 2015.

ZANATA, M.; PISSARA, T. C. T.; ARRAES, C. L.; RODRIGUES, F. M.; CAMPOS, S. Influência da escala na análise morfométrica de microbacias hidrográficas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 10, p. 1062-1067, 2011.