

Características Práticas e Teóricas da Geomática

Ingrid Aparecida Gomes
(Organizadora)

 **Atena**
Editora

Ano 2019

Ingrid Aparecida Gomes
(Organizadora)

Características Práticas e Teóricas da Geomática

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Lorena Prestes e Geraldo Alves

Revisão: Os autores

Conselho Editorial

- Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

C257 Características práticas e teóricas da geomática [recurso eletrônico] /
Organizadora Ingrid Aparecida Gomes. – Ponta Grossa (PR):
Atena Editora, 2019.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader.

Modo de acesso: World Wide Web.

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-211-1

DOI 10.22533/at.ed.111192803

1. Geomática – Estudo e ensino. 2. Topografia. 3. Sistemas de
informação geográfica. I. Gomes, Ingrid Aparecida.

CDD 526.98

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de
responsabilidade exclusiva dos autores.

2019

Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos
autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

www.atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A obra “Características Práticas e Teóricas da Geomática” aborda uma série de livros de publicação da Atena Editora, em seu I volume, apresenta, em seus 8 capítulos, discussões de diversas abordagens acerca os meios utilizados para a aquisição e gerenciamento de dados espaciais, com ênfase nas Geotecnologias.

A Geomática engloba, atualmente, alguns dos campos mais promissores em termos de pesquisas atuais. Esta ciência estuda as diversas relações existentes da Cartografia, Topografia, Mapeamento Digital, Sensoriamento Remoto, Sistemas de Informação Geográfica, GPS, dentre outros.

A percepção espacial possibilita a aquisição de conhecimentos e habilidades capazes de induzir mudanças de atitudes, resultando na construção de uma nova visão das relações do ser humano com o seu meio, e, portanto, gerando uma crescente demanda por profissionais atuantes nessas áreas.

A ideia moderna da Geomática refere-se a um processo de avanço tecnológico, formulada no sentido positivo e natural, temporalmente progressivo e acumulativo, segue certas regras, etapas específicas e contínuas, de suposto caráter universal. Como se tem visto, a ideia não é só o termo descritivo de um processo e sim um artefato mensurador e normalizador de estudos espaciais.

Neste sentido, este volume é dedicado a Geomática. A importância dos estudos dessa vertente, é notada no cerne das análises espaciais, tendo em vista o volume de artigos publicados. Nota-se também uma preocupação dos profissionais de áreas afins, em desvendar a realidade dos espaços geográficos.

Os organizadores da Atena Editora, agradecem especialmente os autores dos diversos capítulos apresentados, parabenizam a dedicação e esforço de cada um, os quais viabilizaram a construção dessa obra no viés da temática apresentada.

Por fim, desejamos que esta obra, fruto do esforço de muitos, seja seminal para todos que vierem a utilizá-la.

Ingrid Aparecida Gomes

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
ANÁLISE SOBRE A EFICÁCIA DE DADOS DE CADASTRO TERRITORIAL EM 3D EM AVALIAÇÃO EM MASSA DE IMÓVEIS	
<i>Andersonn Magalhães de Oliveira</i> <i>Clériston Silva dos Anjos</i> <i>Daniel Quintino Silva</i> <i>Phablo Costa da Nóbrega Benício</i>	
DOI 10.22533/at.ed.1111928031	
CAPÍTULO 2	11
ANÁLISE COMPARATIVA DE AJUSTE DE COORDENADAS PARA UMA ESTAÇÃO DE REFERÊNCIA: MÉTODO DE POSICIONAMENTO RELATIVO ESTÁTICO COM ESTAÇÕES DA RBMC E MÉTODO PPP – APLICADA AO GEORREFERENCIAMENTO DE IMÓVEIS RURAIS	
<i>Léo Vitor Peron</i> <i>Vitor Verona Ceni</i> <i>Adão Robson Elias</i> <i>Daniel Carvalho Granemann</i> <i>Henrique dos Santos Felipetto</i>	
DOI 10.22533/at.ed.1111928032	
CAPÍTULO 3	19
ANALYSIS OF THE INTRODUCTION OF GEOTECHNOLOGIES FOR THE VALUATION OF FOREST ENVIRONMENTAL SERVICES AND THE INTEGRATION OF CLEAN DEVELOPMENT MECHANISM FOR A SUSTAINABLE ECONOMY	
<i>Sidnei Fonseca Guerreiro</i> <i>Anderson Antonio da Conceição Sartori</i> <i>Rosane Maria Kaspary</i> <i>Martha Santana Martins</i> <i>Camila do Carmo Sanchez</i> <i>Luan Matheus Marchiori</i>	
DOI 10.22533/at.ed.1111928033	
CAPÍTULO 4	33
O USO DO SENSORIAMENTO REMOTO PARA DETERMINAR O USO DO SOLO NO MUNICÍPIO DE SANTIAGO - RS	
<i>Eduardo Pereira Shimoia</i> <i>Paulo Fernando Martins</i> <i>Vanius Ventorini Veiga</i> <i>Júlio Cesar Wincher Soares</i> <i>Danie Martini Sanchotene</i>	
DOI 10.22533/at.ed.1111928034	
CAPÍTULO 5	41
MODELO E SIMULAÇÃO DE VAZÃO COM A FERRAMENTA SWAT – ESTUDO DE CASO DA PARTE ALTA DA BACIA DO RIBEIRÃO CAFEZAL, LONDRINA, PARANÁ	
<i>Fábio Eidi Kataoka</i> <i>Ligia Flávia Antunes Batista</i>	
DOI 10.22533/at.ed.1111928035	

CAPÍTULO 6	53
MAPEAMENTO E AVALIAÇÃO DE SERVIÇOS DOS ECOSISTEMAS DO SÍTIO DE IMPORTÂNCIA COMUNITÁRIA “DUNAS DE MIRA, GÂNDARA E GAFANHAS”	
<i>Luís Carlos Roseiro Leitão</i>	
<i>José Gomes dos Santos</i>	
<i>Maria Alexandra de Sousa Aragão</i>	
DOI 10.22533/at.ed.1111928036	
CAPÍTULO 7	65
CERTIFICAÇÃO DE IMÓVEIS RURAIS GERADA PELO INCRA/SIGEF: TRANSCRIÇÃO DA CERTIFICAÇÃO EM SERVIÇO DE REGISTRO DE IMÓVEIS	
<i>Marco Lima Fontes</i>	
DOI 10.22533/at.ed.1111928037	
CAPÍTULO 8	76
CARACTERIZAÇÃO, ANÁLISE DO USO DA TERRA E COBERTURA VEGETAL NATIVA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO SÃO DOMINGOS, CATALÃO, (GO)	
<i>Antonio Santiago da Silva</i>	
<i>Mileni Cano Gusson</i>	
<i>Roberto Rosa</i>	
DOI 10.22533/at.ed.1111928038	
SOBRE A ORGANIZADORA	90

CARACTERIZAÇÃO, ANÁLISE DO USO DA TERRA E COBERTURA VEGETAL NATIVA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO SÃO DOMINGOS, CATALÃO, (GO)

Antonio Santiago da Silva

Universidade Federal de Uberlândia, Instituto de Geografia, Laboratório de Geoprocessamento
Uberlândia - MG

Mileni Cano Gusson

Universidade Federal de Uberlândia, Instituto de Geografia, Laboratório de Geoprocessamento
Uberlândia - MG

Roberto Rosa

Universidade Federal de Uberlândia, Instituto de Geografia, Laboratório de Geoprocessamento
Uberlândia - MG

RESUMO: A Geomática é amplamente utilizada em estudos de diversas escalas terrestres, como monitoramento, crescimento do uso da terra, estudos sobre a fragmentação da vegetação nativa, susceptibilidade à erosão, entre outros. Nesse sentido, o presente trabalho buscou fazer uma comparação, por meio da análise do processo de evolução e uso da terra e da cobertura vegetal nativa, considerando as formas de relevo na bacia hidrográfica do ribeirão São Domingos, no município de Catalão (GO), no período de 2002 a 2016. Para tanto, uma análise temporal foi realizada, utilizando fotografias aéreas e imagem do satélite do sensor Sentinel2A. Nos mapeamentos, nove classes foram identificadas: Formação Florestal, Mata Seca, Mata Galeria e Cerradão;

Cerrado Stricto Sensu; Campo Sujo; Campo Limpo; Reflorestamento; Culturas anuais; Irrigação por Pivôs; Pastagem; Corpo d'água. Fez-se cruzamento dos mapas de uso de 2002 e 2016, entre as classes, analisando a evolução do uso correlacionando-a com a declividade e a fragmentação da vegetação nativa. Resultados mostraram uma tendência de redução das atividades agropecuárias, assim como da classe vegetação nativa.

PALAVRAS-CHAVE: Geomática, SIG, Software Livre, Uso da terra, Bacia hidrográfica.

ABSTRACT: Geomatics is widely used in studies of several land scales, such as monitoring, land use growth, fragmentation of native vegetation, susceptibility to erosion, and more. Therein, this article aims to analyze the process of evolution of land use and native vegetation, by making comparisons and taking into consideration the classes of terrain in the Ribeirão São Domingos watershed, located in the Brazilian city of Catalão, from 2002 to 2016. Therefore, a temporal analysis was carried out using aerial photographs and satellite images of the Sentinel2A sensor. Nine classes of terrain were identified in the mappings: Forest Formation, Seasonal Tropical Forest, Gallery Forest and *Cerradão*; Savannah; *Campo Sujo*; *Campo Limpo*; Reforestation; Annual Crops; Pivot Irrigation; Pasture and Water Body. The

land use maps of 2002 and 2016 were crossed over between the classes of terrain in order to analyze and establish a relationship between land use evolution, declivity and fragmentation of native vegetation. Results showed a trend of reduction for activities related to farming and cattle raising, as well as for the class of native vegetation.

KEYWORDS: Geomatics, GIS, Free Software, Land Use, Watershed.

1 | INTRODUÇÃO

A modernização intensa das técnicas agrícolas promoveu a especialização da produção do campo. Essa modernização atingiu o estado de Goiás, com a expansão da fronteira agrícola, subsidiada pelo Estado, ao final dos anos de 1950 e no início do ano de 1960. Essa política voltada para a agropecuária e a agroindústria, hoje mais presente na agricultura direcionada às grandes propriedades, propiciou uma grande transformação no território e sobretudo na paisagem do estado de Goiás, especificamente na região sudeste, compreendendo a área de estudo, a cidade de Catalão.

As novas formas do uso do solo na região promoveram uma intensa degradação das áreas de Cerrado, alterando a biodiversidade e o equilíbrio. O impacto causado pela modernização da pecuária e da agricultura aumenta de acordo com o aumento das áreas plantadas anualmente (WWF, 2016).

Nesse contexto, as bacias hidrográficas surgem como unidade territorial para planejamento. Conforme Botelho; Silva (2004), há consenso entre os pesquisadores de que a bacia hidrográfica é o espaço de planejamento e gestão das águas, em que é possível compatibilizar as diversidades demográficas, sociais, culturais e econômicas das regiões.

Somam-se a isso os estudos de Florenzano (2008), Valeriano (2002) e Rosa (2009), que elucidam as geotecnologias, tais como o Sensoriamento Remoto, o Processamento Digital de Imagens (PDI) e os Sistemas de Informação Geográfica (SIG), como tecnologias fundamentais que possibilitam a aquisição, visualização e manipulação de informações espaciais.

Os avanços tecnológicos, a popularização de *softwares* e o acesso à programas SIG livres e dados espaciais aliados às vantagens de utilização das geotecnologias, tem facilitado a produção e disseminação de produtos cartográficos pelo mundo. É relevante destacar à análise espacial geográfica dada por Rosa (2011), o autor salientou a importância da qualidade dos dados coletados direta ou indiretamente para determinar a qualidade do resultado. Sendo necessário incluir no processo de confecção de mapas temáticos, os procedimentos estatísticos destinados ao fornecimento de estimativas de exatidão.

Dentre esses procedimentos, destacamos o método de estatística Kappa, de Landis e Koch (1977), que considera como referência a verdade terrestre, sendo que

o valor de k é dado pela concordância entre a interpretação dos dados contidos nos produtos de sensoriamento remoto analisados e a realidade de campo.

Dessa forma, os procedimentos, produtos das geotecnologias, propiciam o planejamento, o monitoramento de várias etapas e a análise do processo de evolução do uso terra e os impactos ambientais em bacias hidrográficas.

O estudo foi desenvolvido na bacia hidrográfica do ribeirão São Domingos (BHRSD), no município de Catalão, Goiás, compreendida entre as coordenadas Universal Transversa de Mercator (UTM) 199293 E, 7995354 N, 215589 E, 8006334 N, Zona 23, localizada à margem direita do rio São Marcos. Os principais acessos à área são a rodovia BR-050, sentido Catalão-Brasília, e também a GO-210, sentido Catalão-Davinópolis (Figura 1).

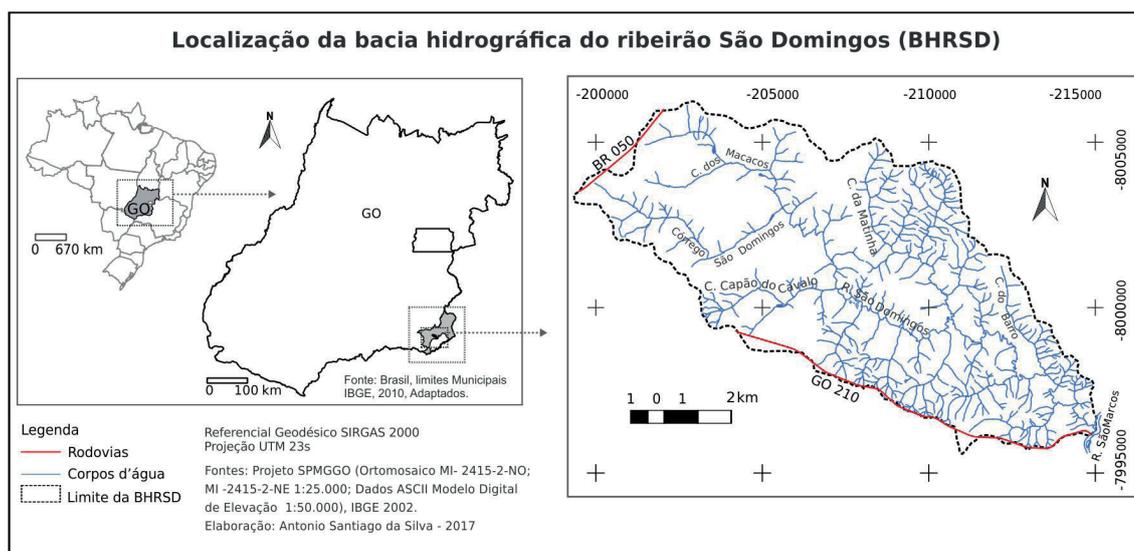


Figura 1 - Localização da BHRSD.

A BHRSD possui uma área de captação 84.19km² da montante a jusante, e é constituída de áreas planas com elevações em torno de 800m e áreas mais íngremes, que alcançam aproximadamente 700m de altitude. A bacia possui características de uso diversificado com área de fácil acesso. (Figura 1).

Em relação ao clima característico da Região Sudeste de Goiás, na qual está inserido o Município de Catalão e consequentemente a BHRSD, é do tipo Tropical com regime de chuvas sazonal, mesotérmico úmido. O trimestre mais quente corresponde aos meses de setembro, outubro e novembro e o mais frio a maio, junho e julho (CUNHA, 1999). Com precipitação média anual de 1500mm, mais de 90% dessa precipitação ocorre de outubro a março, demarcando duas estações distintas: a chuvosa e a seca. (FERREIRA, 2003).

A vegetação da Bacia BHRSD foi caracterizada como Formações Florestais onde ocorrem Matas de Galeria, acompanhando os rios de pequeno porte e córregos, e formando, com estes, corredores fechados (galerias). E a Mata Seca, caracterizada por diversos níveis de caducifolia durante a estação seca, dependentes das condições

químicas, físicas e, principalmente, da profundidade do solo. Há também Cerradões, que são formações florestais com aspectos xeromórficos, caracterizados pela presença tanto de espécies que ocorrem no Cerrado, em sentido restrito, quanto por espécies de Mata (FERREIRA, 2003). E, também, a Campestre, que segundo Ferreira (2003), com a ocorrência de Campo Sujo, tipo fisionômico exclusivamente herbáceo-arbustivo, com arbustos e subarbustos esparsos, muitas vezes, constituído por indivíduos menos desenvolvidos das espécies do Cerrado, em sentido restrito.

As características dos solos da BHRSD são as classes Latossolos, Organossolos e Cambissolos, com maior predominância de Latossolos. Quanto à litologia, a BHRSD possui grande região de geologia diversificada, o que possibilitou a formação tanto de aspectos de relevos mais planos quanto de relevos fortemente ondulados. A região, geologicamente, está situada na Faixa Brasília, formação Grupo Araxá, do Meso-Proterozóico (LACERDA FILHO, 1999), no contato litológico entre o Granito Pires Belo com o Micaxisto do Grupo Araxá.

Todavia, a área de estudo possui formas aplainadas e entremeadas às formas de relevo suavemente convexas. Nessa área o relevo é bastante movimentado, até mesmo porque existe um contato litológico entre o Micaxisto e o Granito Pires Belo, fato que propicia uma reconfiguração específica da paisagem. Esses aspectos geomorfológicos refletem-se diretamente na formação pedológica e, por conseguinte, no uso do solo da área em questão.

E, por fim, a rede de drenagem da bacia hidrográfica do ribeirão São Domingos, por possuir um relevo mais movimentado, está classificada no padrão dendrítico, conforme Monteiro e Silva (1979). É na área do Alto Curso da BHRS que estão suas nascentes, e onde também se formam seus dois afluentes principais: o Córrego Boa Vista dos Macacos, à direita, e o Córrego Capão do Cavalo, à esquerda. Cabe ressaltar que, na área a montante, próximo da BR-050, o ribeirão São Domingos é apenas um córrego; somente quando o córrego Boa Vista dos Macacos e o córrego Capão do Cavalo se juntam a ele é que se forma o ribeirão São Domingos.

O trabalho trata de uma avaliação das alterações que ocorreram no uso e na cobertura da terra na BHRSD e as relaciona com o relevo. A área de estudo foi dividida com base na divisão clássica: em Alto Curso, Médio Curso e o Baixo Curso, para facilitar a caracterização e a análise do processo de evolução do uso terra e da cobertura vegetal nativa da entre os anos de 2002 e 2016.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

Para desenvolvimento deste trabalho, foram utilizados os softwares livres QGIS 2.14 (QUANTUM GIS DEVELOPMENT TEAM, 2016), SAGA GIS e módulo GRASS. A escolha por estes softwares se deu por serem gratuitos e também pelo fato de atenderem às necessidades do trabalho.

Foram utilizados dados do Projeto SPMGGO (Ortomosaico MI- 2415-2-NO; MI -2415-2-NE 1:25.000; Modelo Digital de Elevação 1:50.000, IBGE, 2002). Os mapas foram desenvolvidos na escala de 1:25.000, com vetorização manual das classes de uso, utilizando Tablet Mesa Digitalizadora Wacom Bamboo Fun CTE-650, 22,3x14cm, com dois botões. Optou-se pela utilização da Tablet Mesa Digitalizadora, tendo em vista a redução do tempo no processo de vetorização, além de ser um equipamento de baixo custo. A Mesa Digitalizadora, apresentada por Dangermond e Artz (2012), é outra alternativa que além proporcionar agilidade na vetorização das classes, possibilita ao operador vetorizar as classes temáticas diretamente na tela da Mesa Digitalizadora de forma interativa com a caneta de dois botões conforme Figura 2.



Figura 2 - Processo de vetorização com Mesa Digitalizadora de 23' de forma interativa direta e com caneta.

Fonte: Dangermond e Artz (2012).

Para realizar o mapeamento e vetorização, seguiu-se as etapas:

1) A correção geométrica dos produtos cartográficos (raster, vetor) foi realizada utilizando as Ortocartas em formato “.tiff”, MI- 2415-2-NO; MI -2415-2-NE 1:25.000. Sad69, Projeto SPMGGO - IBGE (2002), após os produtos serem reprojitados ao Sistema Referencial Geodésico SIRGAS2000, projeção UTM zona 23S.

2) O MDE foi gerado por krigagem com base na pesquisa de Valeriano (2002), no Software SAGA com (*Kriging and thin plate splines*), através de grid de pontos xyz ‘.ASCII’, Modelo Digital de Elevação MI- 2415-1; MI -2415-2, 1:50.000 do Projeto SPMGGO - IBGE (2002). Utilizando MDE foram gerados os limites da bacia, por meio do menu processamento do QGIS, modulo Grass (*r.watershed*); com o limite gerado utilizou-se dele como máscara de corte para os dados raster e vetor; com MDE foram geradas as curvas de nível através do menu (raster>contorno) no QGIS.

3) O Relevo: curvas de nível de 10 em 10 metros gerados através de grid xyz ASCII, Modelo Digital de Elevação MI- 2415-1; MI -2415-2 do Projeto SPMGGO - IBGE.

4) A Declividade: foi gerada utilizando o QGIS (propriedades da camada>análise

do terreno>declividade), para em seguida ser realizada a reclassificação com o algoritmo r.reclass do Grass, considerando as classes pontuadas em Embrapa (1979), para realizar o fatiamento do raster de declividade (Figura 4).

5) A Drenagem e a rede viária foram obtidas em arquivos formato '.dgn' convertidos no formato '.shp', compilados, ajustados e atualizados do Projeto SPMGGO, 1:50.000, IBGE.

6) Os Mapas de uso da terra e cobertura vegetal nativa foram gerados a partir de interpretação visual em tela utilizando chaves como cor; textura ligeiramente rugosa; forma; lisa; forma linear, conforme Rosa (2009); Florenzano (2008) com fotografias aéreas Ortomosaico MI- 2415-2-NO; MI -2415-2-NE 1:25.000, IBGE (2002) e imagem do sensor Sentinel S2A, 3 bandas multiespectrais R(banda 4 - RED)G, (banda 3 - GREEN), B(banda 2 - BLUE) do ano de 2016. Foram estabelecidas classes de uso: Formação Florestal, Mata Seca, Mata Galeria e Cerradão, Cerrado *Stricto Sensu*, Campo Sujo, Culturas Anuais, Reflorestamento, Pastagem, Corpo d'água, Rodovias (Figuras 2, 3).

A identificação e a validação das classes mapeadas foram realizadas com dados levantados em trabalho de campo. Foram utilizadas imagens de alta resolução espacial do Google Earth e o método de estatística Kappa, considerando os valores coeficientes k para qualificar o resultado da concordância conforme Tabela 1. Para aplicação do índice, utilizou-se amostra estratificada e aleatória composta de 72 pontos sobre o limite da bacia.

Valor do coeficiente Kappa (k)	Concordância
< 0	Pobre
0–0,20	Ligeira
0,21–0,40	Considerável
0,41–0,60	Moderada
0,61–0,80	Substancial
0,81–1,0	Excelente

Tabela 1 - Escala do índice coeficiente Kappa (k)

Fonte: Adaptado de Landis e Koch (1977).

Os mapas foram desenvolvidos na escala de 1:25.000, e consistiram da coleta de dados ambientais e espacialização dos dados, para testar a implementação de metodologia aplicada ao mapeamento no município de Catalão (GO). A área de estudo foi dividida com base na divisão clássica: em Alto Curso, Médio Curso e o Baixo Curso, para facilitar a caracterização e a análise.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A bacia hidrográfica em estudo possui características de grau de uso diversificados de atividades econômicas. O mapa de uso da terra e cobertura vegetal nativa 2016 foi elaborado com apoio das imagens do sensor Sentinel2A, com classes validadas a partir da verificação de 72 pontos amostrais, em que foi possível aferir selecionados pela amostragem; 72 pontos foram mapeados corretamente, resultando em um coeficiente de concordância Kappa = 0.97, considerado, de acordo com Landis e Koch (1977), como 'excelente'.

Nesse sentido, o mapeamento do uso da terra e cobertura vegetal nativa da BHRSD 2002 e 2016 permite verificar que esta área apresenta grande ocupação por atividades de uso antrópico com perda de cobertura vegetal nativa. No mapeamento de 2002, as áreas de cultivo foram de 1,89km² (2,2%), subindo para 15,46 km² (18,4%) em 2016, um aumento de 13,57km² (16,2%) do total da bacia, tornando evidente o crescimento das áreas de plantio de soja e milho principalmente.

Esperava-se que, com esse aumento de área plantada, a perda do quantitativo de pastagem em área para cultivo agrícola fosse significativa a ponto de reduzir as pastagens em termos totais da bacia. Com o cruzamento da classe culturas anuais de 2016 com todas as classes de uso 2002, pode-se aferir que houve a substituição de 11 km², (13,1%) de pastagens, para culturas anuais. No entanto, em termos totais, as áreas de pastagens praticamente se mantiveram, passando de 45,09 km², (53,6%) em 2002, para 45,37 km², (53,9%) em 2016. As classes substituídas em maior proporção foram as de Formação Florestal, Mata Seca, Mata Galeria e Cerradão, juntamente com Campo Sujo e Limpo, que também perderam espaço, (Tabelas 2, 3 e Figuras 3, 4).

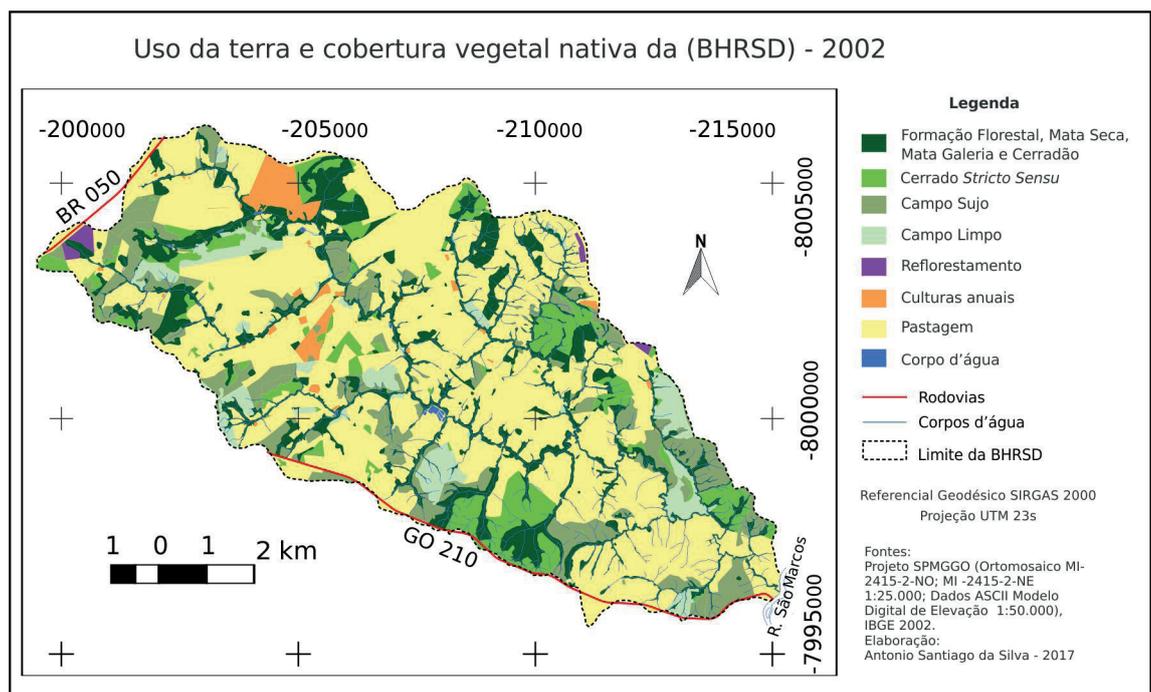


Figura 3 - Mapa de uso da terra e cobertura vegetal nativa da área de estudo, 2002.

Em 2002 no alto, médio e baixo curso havia uma predominância de pastagens ocorrendo no médio e baixo curso; somente no alto curso, por ter áreas mais planas havia plantações de soja e milho. Havia um predomínio de pastagens, as áreas de plantações eram pequenas, com plantio de milho e cana-de-açúcar, basicamente para o consumo do gado, e as outras plantações, numa escala menor de mandioca e arroz, eram para subsistência.

A paisagem, desde então, veio sofrendo modificações ao decorrer de 2002, quando as pastagens foram perdendo espaço para as lavouras de soja e milho e, em algumas áreas, a agricultura de subsistência foi substituída por lavouras maiores. As áreas de cobertura vegetal nativa também sofreram com perda de área, esse fator explica o porquê de as áreas de pastagem em termos totais não baixarem, pois a retirada da vegetação nativa para diversos usos também foi significativa: em 2002 a Formação Florestal, Mata Seca, Mata Galeria e Cerradão era de 14,58 km², (17,3%), passou para 12,93 km², (15,4%) em 2016; o Cerrado *Stricto Sensu* de 7,11 km², (8,4%) passou para 3,78 km², (4,5%) e Campo Sujo de 10,47 km², (12,4%) passou para 5,12 km², (6,1%) (Tabela 2 e Figuras 3, 4).

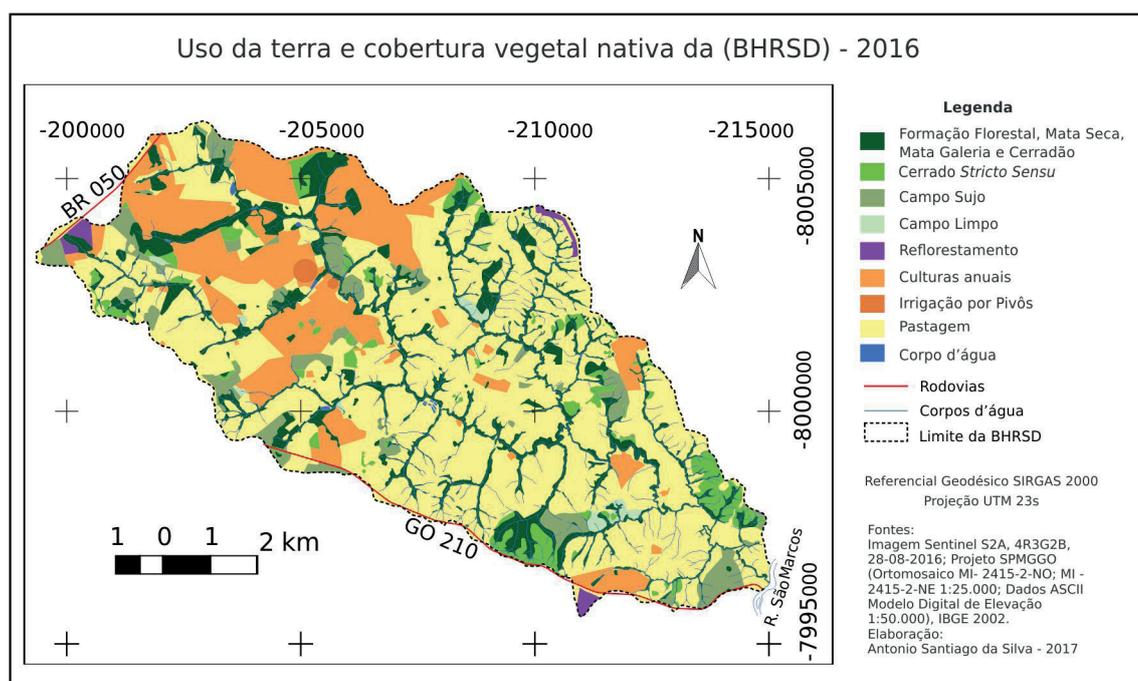


Figura 4 - Mapa de uso da terra e cobertura vegetal nativa da área de estudo, 2016.

Uso da terra e cobertura vegetal nativa	Área - 2002		Área - 2016	
	(km ²)	%	(km ²)	%
Formação Florestal, Mata Seca, Mata Galeria e Cerradão	14,58	17,3	12,93	15,4
Cerrado <i>Stricto Sensu</i>	7,11	8,4	3,78	4,5
Campo Sujo	10,47	12,4	5,12	6,1
Campo Limpo	4,53	5,4	0,56	0,7

Reflorestamento	0,37	0,4	0,57	0,7
Culturas anuais	1,89	2,2	15,46	18,4
Irrigação por Pivôs	0,00	0,0	0,27	0,3
Pastagem	45,09	53,6	45,37	53,9
Corpo d'água	0,15	0,2	0,13	0,2
Total	84,19	100,0	84,19	100,0

Tabela 2 - Distribuição das classes de uso da terra e cobertura vegetal nativa na BHRSD - 2002 e 2016 (km²; %)

E a partir do cruzamento dos mapas de cobertura vegetal nativa na BHRSD - 2002 a 2016, foi possível elaborar a Tabela 3 e o mapa de transição espaço-temporal das classes de uso da terra na BHRSD - 2002 a 2016, Figura 5. Analisando esses dados, ficaram evidentes os usos da terra que foram substituídos em maior proporção, com destaque para classes de culturas anuais (16,8%) e pastagem (12,7%), que juntas respondem por maior percentual de alterações enquanto usos BHRSD.

Transição de 2002 a 2016 uso da terra que foram substituídos em maior proporção	Área	
	(km ²)	%
Campo Limpo para culturas anuais	0,47	0,6%
Campo Sujo para culturas anuais	0,98	1,2%
Cerrado <i>Stricto Sensu</i> para culturas anuais	0,86	1,0%
Formação Florestal, Mata Seca, Mata Galeria e Cerradão para culturas anuais	0,76	0,9%
Reflorestamento para culturas anuais	0,05	0,1%
Pastagem para culturas anuais	11,00	13,1%
Subtotal de classes alteradas para culturas anuais	14,13	16,8%
Campo Sujo para pastagens	5,01	6,0%
Cerrado <i>Stricto Sensu</i> para pastagens	3,11	3,7%
Formação Florestal, Mata Seca, Mata Galeria e Cerradão para pastagens	2,03	2,4%
Culturas anuais para pastagens	0,52	0,6%
Reflorestamento para pastagens	0,01	0,0%
Corpo d'água para pastagens	0,05	0,1%
Subtotal de classes alteradas para pastagens	10,73	12,7%
Campo Sujo para reflorestamento	0,01	0,0%
Pastagem para reflorestamento	0,27	0,3%
Subtotal de classes alteradas para Reflorestamento	0,28	0,3%
Campo Limpo para irrigação por Pivôs	0,01	0,0%
Culturas anuais para irrigação por Pivôs	0,01	0,0%
Pastagem para irrigação por Pivôs	0,25	0,3%
Subtotal de classes alteradas para irrigação por Pivôs	0,27	0,3%
Total - uso da terra e cobertura vegetal nativa - sem alteração	50,51	60%

Total - uso da terra e cobertura vegetal nativa - com alteração	34,23	40%
--	--------------	------------

Tabela 3 - Transição espaço-temporal das classes de uso da terra na BHRSD - 2002 a 2016 (km²; %)

A tabela de uso da terra na transição entre 2002 e 2016, traz as classes que foram substituídas em maior proporção, as classes alteradas para culturas anuais 14,13 km², (16,8%), classes alteradas para pastagens 10,73 km², (12,7%), classes alteradas para Reflorestamento 0,28 km², (0,3%), e as classes alteradas para irrigação por Pivôs 0,27 km², (0,3%), com total 34,23 km², (40%) de mudança no uso da terra na BHRSD.

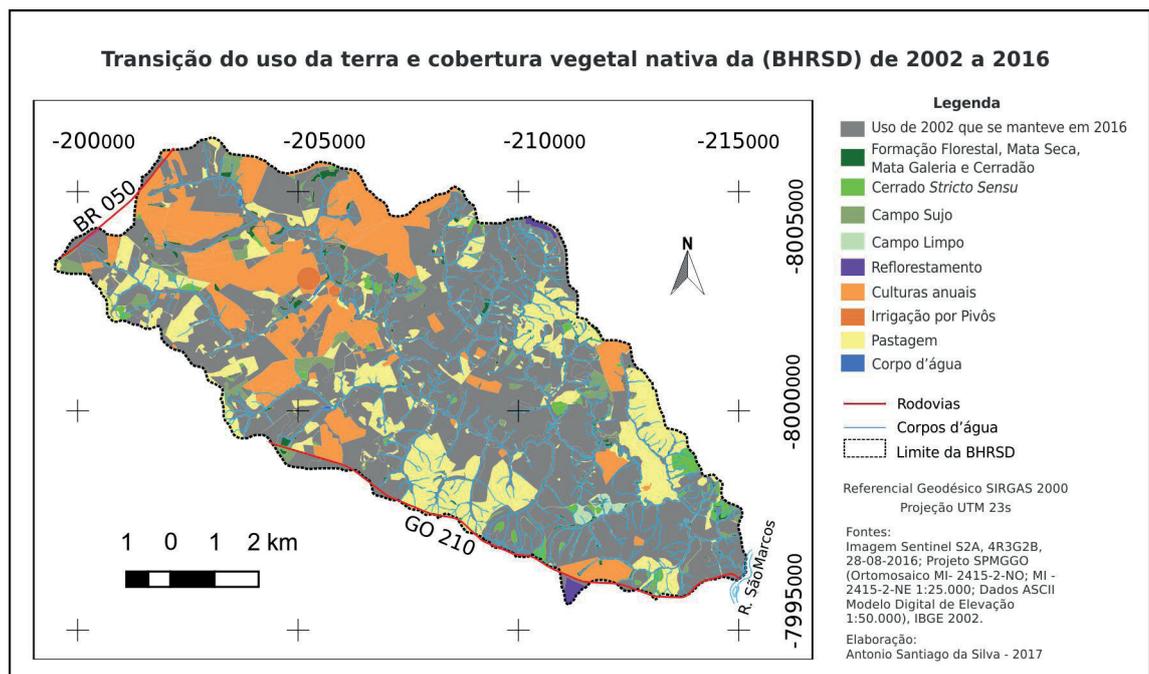


Figura 5 - Mapa de transição do uso da terra e cobertura vegetal nativa BHRSD.

Por sua vez, a declividade é um fator geográfico condicionante para determinados usos agrícolas. Também, a propósito disso, há a concentração de áreas com cultivo anual no alto da bacia hidrográfica.

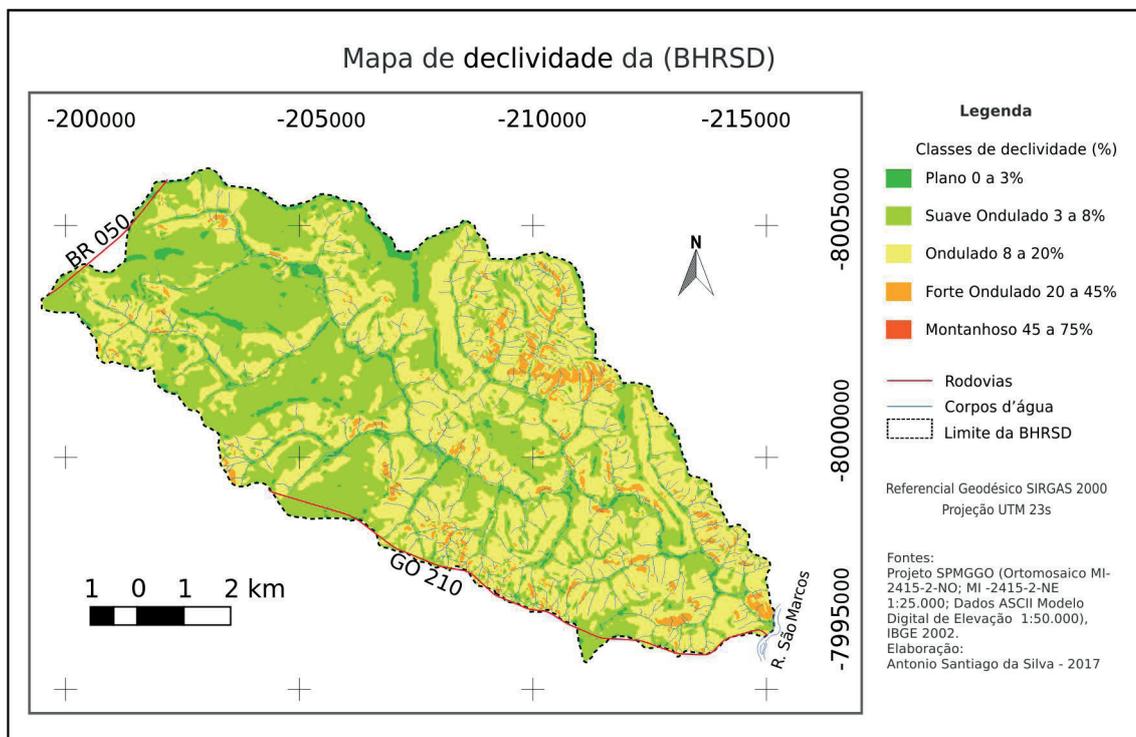


Figura 6 - Mapa de declividade da BHRSD.

Conforme a classificação da Embrapa (1979), as classes de declividade são geradas em seis intervalos distintos, conforme Tabela 4.

Classes de declividade	Área	
	(km ²)	%
1 Plano 0 a 3%	3,587	4,26
2 Suave Ondulado 3 a 8%	35,979	42,73
3 Ondulado 8 a 20%	40,545	48,16
4 Forte Ondulado 20 a 45%	3,467	4,12
5 Montanhoso 45 a 75%	0,014	0,02
6 Escarpado > 75%	0,000	0,00
Total	84,19	100,0

Tabela 4 - Distribuição das classes de declividade da BHRSD (km²; %). Classes adaptadas de Embrapa (1979).

Analisando a Figura 6 e Tabela 4, pode-se verificar que a declividade média para a bacia evidencia um relevo que varia de suave ondulado a ondulado (declividade média menor do que 20%).

Algumas áreas sofreram mudanças, sendo retirada quase toda a cobertura de Cerrado; as matas ciliares também perderam espaço juntamente com campo sujo e limpo. O avanço da agricultura intensificou os problemas causados pelo uso incorreto do solo, como o desmate, que acarreta o avanço de voçorocas, assoreamento dos

córregos, diminuição das nascentes, e conseqüentemente, do volume de água, bem como o acréscimo do uso de pivôs em novas áreas.



Figura 7 - Voçoroca com aproximadamente 250 metros de comprimento, ~40 metros de largura e ~5 metros de profundidade na parte mais larga, situada no sopé de Morro Testemunho, comunidade da São Domingos. Coordenadas geográficas: 18°02'27.7"S 47°48'45.4"W - 10 ago. 2016. Foto: SILVA, A. S. (2016)

A Figura 7, mostra voçoroca na área de estudo, com aproximadamente 250 metros de comprimento, ~40 metros de largura e ~5 metros de profundidade na parte mais larga, situada no sopé de Morro Testemunho, e está entre os problemas ambientais encontrados em várias áreas da BHRSD, mas principalmente no alto curso, onde os usos de agricultura e de pastagem são mais intensos.

CONCLUSÕES

O processamento de fotografias aéreas e de imagem de satélite do sensor Sentinel2A, além do uso da Tablet Mesa Digitadora com caneta, permitiram reduzir, em média, 30% o tempo de vetorização das classes de uso e a avaliação de áreas degradadas, utilizando operações para tratamento dos dados espaciais e contribuindo para o monitoramento do comportamento das áreas de mata e dos diversos usos da terra.

À partir dos mapas de uso da bacia hidrográfica do ribeirão São Domingos, fica evidente a perda das áreas de Cerrado para a agricultura e a pecuária. Conforme mostra o mapa de uso da terra, as áreas de cobertura vegetal nativa, em especial as Áreas de Preservação Permanente (APP), não estão sendo respeitadas por alguns proprietários, como rege a Legislação Ambiental Brasileira.

Além das áreas de vegetação nativa que diminuíram de forma significativa, o uso inadequado, agrícola e não-agrícola, dos recursos hídricos, do solo e da vegetação do Cerrado, resulta em nascentes que quando não migram, secam devido ao desmate

da mata ciliar que, por consequência, contribui para que o volume d'água dos córregos baixem, acarretando vários problemas ambientais para os usuários, sobretudo, do médio e baixo curso, como erosão e assoreamento.

O alto curso da BHRSD foi o que mais sofreu alterações na paisagem, devido a suas características morfológicas do relevo de formas mais aplainadas. Já no médio e baixo curso, que possuem formas do relevo mais movimentadas, houve menos alterações na paisagem.

REFERÊNCIAS

BOTELHO, R. G. M.; SILVA, A. SOARES, Bacia hidrográfica e qualidade ambiental. In: VITTE, A. C.; GUERRA, A. J. T. (org.). **Reflexões sobre a geografia física no Brasil**. Rio Janeiro: Bertrand Brasil, 2004. p. 153-192.

CUNHA; I. D. **Balço hídrico do Município de Catalão (GO)**: período 1970-1996. 33 f. Monografia (Bacharelado em Geografia) - Universidade Federal de Goiás, Campus Catalão, Catalão, 1999.

DANGERMOND J.; ARTZ M. **Understanding Earth: GIS Technology Drives a New Relationship Between Humans and the Environment**. ESRI. 2012. Disponível em: <<http://www.esri.com/-/media/Files/Pdfs/library/ebooks/understanding-earth.pdf>> 6 ago. 2017.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Súmula da 10. Reunião Técnica de Levantamento de Solos**. Rio de Janeiro, 1979. 83p. (EMBRAPA-SNLCS. Miscelânea, 1).

FERREIRA, I. M. **Relações Morfopedológicas em Formações Superficiais de Cimeira**: o exemplo do Complexo Dômico de Catalão-GO. 1996. 137 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal da Bahia, Salvador, 1996.

_____. **O afogar das Veredas**: uma análise comparativa espacial e temporal das Veredas do Chapadão de Catalão (GO). 2003. 242 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2003.

FLORENZANO, T. G. **Geomorfologia**: conceitos e tecnologias atuais. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

GUSSON, M. C. **Caracterização do uso do solo na bacia hidrográfica do ribeirão São Domingos**: município de Catalão (GO). 2006. 46 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Departamento de Geografia da Universidade Federal de Goiás, Catalão, 2006.

IBGE. **Projeto SPMGGO 1:50.000 (SPMGGO50)**. Disponível em: <ftp://geoftp.ibge.gov.br/modelos_digitais_de_superficie/modelo_digital_de_elevacao_mde/spmggo50>. Acesso em: 30 nov. 2016.

LACERDA FILHO, J. V. (Org.). Arcabouço Geotectônico de Goiás e Distrito Federal. In: _____. **Programa Levantamento Geológicos Básicos do Brasil Geologia e Recursos Minerais do Estado de Goiás e Distrito Federal**. Organizado por Joffer Valmório de Lacerda Filho, Abelson Resende e Aurelene da Silva. 1:500. 000. Goiânia: CPRM, 1999. (Conv. CPR/METAGO S.A. /UNB).

LANDIS, J.R.; KOCH, G.G. The measurement of observer agreement for categorical data. **Biometrics**, v.33, n.1, p. 159-174, 1977. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/2529310>>. Acesso em: 30 mar. 2017.

MINISTÉRIO DO EXÉRCITO. **Diretoria de Serviço Geográfico**. 2016. Especificação Técnica Para a Aquisição de Dados Geoespaciais Vetoriais (ET-ADGV). 2. ed. Brasil. Disponível em: <<http://www.geoportal.eb.mil.br/index.php/inde2?id=140>>. Acesso em: 09 nov. 2016.

NASCIMENTTO; M. A. L. S. Geomorfologia do Estado de Goiás. **Boletim Goiano Geografia**. Goiânia, v. 12, n. 1, p. 1-7. jan/dez. 1992.

QGIS Development Team. 2016. **QGIS Geographic Information System**. Open Source Geospatial Foundation Project. Disponível em: <http://www.qgis.org/pt_BR/site/index.html>. Acesso em: 2 nov. 2016.

ROSA, R. BRITO, J. L. S. **Introdução ao Geoprocessamento**: Sistema de Informações Geográficas. Uberlândia, 1996.

ROSA, R. **Introdução ao Sensoriamento Remoto**. 5. ed. Uberlândia: EDUFU, 2009.

_____. Análise espacial em Geografia. Revista da ANPEGE, v. 7, n. 1, número especial, p. 275-289, out. 2011. Disponível em: <<http://ojs.ufgd.edu.br/index.php/anpege/article/view/6571/3571>>. Acesso em: 18 nov. 2017.

SAGA DEVELOPMENT TEAM. **SAGA GIS**. Hamburg, Alemanha, 2014. Versão 2.1.2. Disponível em: <[http:// https://sourceforge.net/projects/saga-gis/files/SAGA%20-%202.1/SAGA%202.1.2](http://https://sourceforge.net/projects/saga-gis/files/SAGA%20-%202.1/SAGA%202.1.2)>. Acesso em: 09 nov. 2016.

VALERIANO, M. M. **Modelos digitais de elevação de microbacias elaborados com krigagem**. São José dos Campos: Inpe, 2002. Inpe-RPQ/736

WWF - FUNDO MUNDIAL PARA A NATUREZA. **Ameaças ao Cerrado**. Disponível em: <http://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/questoes_ambientais/biomas/bioma_cerrado/bioma_cerrado_ameacas>. Acesso em: 10 mar. 2017.

SOBRE A ORGANIZADORA

Ingrid Aparecida Gomes - Bacharel em Geografia pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (2008), Mestre em Geografia pelo Programa de Pós-Graduação Mestrado em Gestão do Território da Universidade Estadual de Ponta Grossa (2011). Atualmente é Doutoranda em Geografia pelo Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do Paraná (UFPR). Foi professora colaborada na UEPG, lecionando para os cursos de Geografia, Engenharia Civil, Agronomia, Biologia e Química Tecnológica. Também atuou como docente no Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais (CESCAGE), lecionando para os cursos de Engenharia Civil e Arquitetura e Urbanismo. Participou de projetos de pesquisas nestas duas instituições e orientou diversos trabalhos de conclusão de curso. Possui experiência na área de Geociências com ênfase em Geoprocessamento, Geotecnologia, Geologia, Topografia e Hidrologia.

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-211-1

