

# Áreas de preservação permanente, cobertura e uso da terra da bacia hidrográfica do rio das Almas, microrregião de Ceres, Goiás, Brasil

*Permanent preservation, coverage area and use of the land in the hydrographic basin of the Almas River, microrregião de Ceres, Goiás, Brazil*

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

José Luiz de Andrade Franco<sup>b</sup>

Antonio Cezar Leal<sup>c</sup>

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

<sup>a</sup>*Doutora em Ciências Ambientais pela Universidade Federal de Goiás e Professora Titular do Centro Universitário de Anápolis, Anápolis, GO, Brasil.  
E-mail: mariabarbalho2505@gmail.com*

<sup>b</sup>*Professor Associado do Departamento de História, do Programa de Pós-Graduação em História, do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília, Brasília, DF, Brasil.  
E-mail: jldafranco@gmail.com*

<sup>c</sup>*Professor Assistente na Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Unesp, Presidente Prudente, SP, Brasil.  
E-mail: cesar.leal@unesp.br*

<sup>d</sup>*Doutora em Biologia pela Universidade Federal de Goiás e Professora titular do Centro Universitário de Anápolis e da Universidade Estadual de Goiás (UEG), Anápolis, GO, Brasil.  
E-mail: josana.peixoto@gmail.com*

doi:10.18472/SustDeb.v10n3.2019.24751

Received: 21/05/2019

Accepted: 13/12/2019

ARTICLE-DOSSIER

## RESUMO

Este trabalho teve como finalidade elaborar o mapeamento das áreas de preservação permanente (APPs), e da cobertura e uso da terra na bacia hidrográfica do rio das Almas em Goiás, Brasil, com base no geoprocessamento. Os resultados revelaram que os remanescentes de vegetação original limitam-se a fragmentos e ocupam 37% da área. A pastagem é o uso dominante, o qual se distribui por toda área. A cultura da cana de açúcar e grãos ocupam, secundariamente, outras áreas da bacia hidrográfica. As áreas de preservação permanente mapeadas ocupam uma superfície de 1.182,22 km<sup>2</sup> representando apenas 11,53% da área total da bacia. As APPs situadas em encostas com inclinação de 45° apresentaram menor área mapeada e foram menos afetadas pelo uso, enquanto que as de APPs situadas nas nascentes e cursos d'água, com maior área, foram as mais afetadas pelo uso indevido da terra. O uso da terra, desconsiderando as áreas de APPs, pode colocar em risco áreas importantes que, se degradadas, representam danos aos recursos hídricos.

Palavras-Chave: Mapeamento. Classificação baseada em objetos. Gestão ambiental. Sustentabilidade.

## ABSTRACT

*The aim of this study was to map the Permanent Preservation Areas (PPAs), as well as land cover and land use in the Almas River basin in Goiás, Brazil, based on geoprocessing. The results showed the remnants of the original vegetation are limited to fragments and occupy 32.52% of the area. Grassland is the dominant use, which is distributed throughout the area. Sugar cane and grains secondarily occupy other areas of the river basin. The mapped permanent preservation areas occupy an area of 1,182.22 km<sup>2</sup>, representing only 11.53% of the basins total area. The PPAs located on slopes with a 45° had a smaller area mapped and they were less affected by the use, whereas those of PPAs located in the springs and watercourses with larger area. Land use, disregarding APP areas, can endanger vital areas that, if degraded, represent damage to water resources.*

*Keywords: Mapping, Classification based on objects, Environmental management, Sustainability.*

## 1 INTRODUÇÃO

A combinação de processos políticos, econômicos e sociais provocaram grandes mudanças nas paisagens nos domínios morfoclimáticos do cerrado, o que vem sendo mostrado pelos mapeamentos da cobertura e uso da terra e pelo seu monitoramento a partir de imagens orbitais (SANO et al., 2007; STRASSBURG et al, 2017; BRASIL, 2015; TREVISAN & MOSQUINI, 2015).

Os domínios morfoclimáticos e fitogeográficos e/ou domínio paisagístico é um sistema de classificação geográfico baseado em critérios geomorfológicos, climáticos e botânicos que criam contrastes complexos responsáveis por compor os arranjos espacial paisagístico (AB'SABER,1997).

O Domínio dos Cerrados é reconhecido como a savana mais rica do mundo, abrigando uma flora de mais de 12.000 espécies, das quais 40% são endêmicas e com riqueza de aves, répteis, anfíbios e peixes. Nos últimos 35 anos, em razão da expansão da fronteira agrícola, mais de 200 milhões de hectares da vegetação natural foram convertidos em áreas de pastagem e de culturas anuais (KLINK e MACHADO, 2005; BRANNSTROM et al., 2008; AB'SABER, 1983; BARRETO, BRAZ E FRANÇA, 2016).

Apesar de ter impulsionado a economia, a expansão da fronteira agrícola produziu vários desequilíbrios que culminaram na degradação do meio ambiente. Os desmatamentos intensivos e indiscriminados, que levaram à redução da biodiversidade, erosão, assoreamento, contaminação dos solos e dos recursos hídricos (Cunha, 1994; Novaes Pinto, 1993; FERREIRA, et al., 2008; Castro, 2005; DUTRA E SILVA, et. al., 2018).

No Estado de Goiás o panorama não foi diferente. O Cerrado cobria 97% da área do Estado (MMA, 2010), mas em 2011 a porcentagem da cobertura era de apenas 37% (BARBALHO e ALVES, 2013). As

fitofisionomias naturais foram substituídas por pastagens, culturas de grãos e nos últimos anos pela cana de açúcar (BARBALHO; SILVA e CASTRO, 2015).

Na bacia hidrográfica do rio das Almas, área da pesquisa, os efeitos desse processo podem ser vistos na paisagem, principalmente em áreas de relevância hídrica e ecológica, como as áreas de ocorrência de vegetação ripária (FERREIRA, 2016).

Os ecossistemas ripários desenvolvem-se em áreas resultante das condições do excesso de umidade permanente ou periódica. Os solos são hidromórficos gleizados ou ácidos e heterogêneos em relação à textura, estrutura e fertilidade. A zona saturada se localiza próxima à superfície com profundidade efetiva reduzida, devido à dependência da profundidade do lençol freático e das condições de temperatura e umidade do ar (EMBRAPA, 2013; RIZZI, 2011).

As áreas ripárias foram protegidas por mecanismos legais instituídos pela Lei Federal nº. 4.771, de setembro de 1965, que criou o Código Florestal Brasileiro. As áreas ripárias foram denominadas áreas de preservação permanente (APP), com a função ambiental de preservar os recursos hídricos e as paisagens associadas, cobertas ou não por vegetação nativa. Em 2012 foi feita uma atualização do Código Florestal Brasileiro instituído pela Lei Federal nº. 12.651, de 25 maio de 2012 e que manteve a proteção e a função das APP, embora tenha reduzido, em alguns casos, a área a ser recuperada em caso de ter ocorrido a supressão da vegetação nativa.

Sparovek (2012); Brasil (2012); Santos et al. (2017) chamam a atenção para o fato de que as APP têm a função de preservar áreas naturalmente frágeis como nascentes, entorno dos cursos d'água, topos de morro, vertentes, fundos de vale e encostas, além de contribuir para a conservação da biodiversidade. As APP funcionam como corredores ecológicos, que viabilizam a conectividade entre remanescentes de hábitat - que isolados não sustentariam populações viáveis de muitas espécies de animais e plantas - e facilitam os fluxos migratório e genético (MARTINS et al., 1998; METZGER, 2010; MOMOLI, 2011).

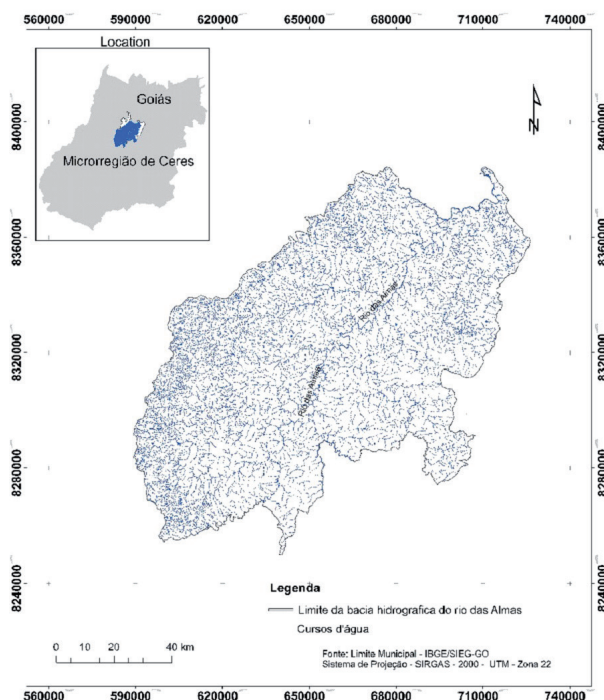
Identificar as APP constitui uma das primeiras etapas para a sua efetiva proteção. Entretanto, um dos problemas encontrados para a delimitação das APP é a falta de dados de hidrografia e da cobertura e uso da terra em escala adequada (RIBEIRO et al. 2010; SPAROVECK et al., 2011).

Diante do exposto, estabeleu-se como objetivo deste trabalho delimitar as áreas de preservação permanente (APPs) e elaborar o mapeamento da cobertura e do uso da terra da bacia hidrográfica do rio das Almas, na microrregião de Ceres, estado de Goiás, Brasil. Foram utilizadas as escalas 1/25.000 e 1/50.000, respectivamente, a partir das imagens de satélite Sentinel disponibilizadas pelo Serviço Geológico dos Estados Unidos (U.S.G.S. – United States of Geological Survey).

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

Essa pesquisa é parte de um projeto de cooperação acadêmica e que envolve uma equipe multidisciplinar composta por pesquisadores de três instituições, a saber: Universidade Estadual Paulista - UNESP (Campus Presidente Prudente), Centro Universitário de Anápolis – UniEVANGÉLICA, Universidade de Brasília – UnB.

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



**Figura 1** | Mapa de Localização da bacia hidrográfica do rio das Almas, microrregião de Ceres (GO).

*Fonte: Elaborado pela autora.*

A região recebeu um grande fluxo migratório a partir da década de 1940, motivada pelas políticas de ocupação demográfica e agrária promovidas pela Marcha para o Oeste (DUTRA E SILVA, 2017; DUTRA E SILVA & BELL, 2018). Os estudos desenvolvidos e a revisão da literatura sobre a bacia hidrográfica do rio das Almas, microrregião de Ceres (GO), mostraram que a região possui uma população de cerca de 231.230 habitantes e densidade demográfica de 17,44 hab./km<sup>2</sup>. A área ocupada pelos municípios é de 13.253,36 km<sup>2</sup>.

## 2.1 GEOPROCESSAMENTO

Para a elaboração do Mapa de Cobertura e Uso da Terra, na escala aproximada 1:50.000 (semidetalhe), foram utilizadas as imagens de satélite Sentinel, disponibilizadas pelo Serviço Geológico dos Estados Unidos (U.S.G.S. – United States of Geological Survey), do ano de 2016. Foi empregada a classificação através da segmentação (BLASCHKE E KUX, 2005; BLASCKE et al., 2014) baseada no algoritmo de crescimento de regiões, que rotula cada “pixel” como uma região distinta até que toda imagem seja segmentada. O limiar de similaridade e a área do pixel foram definidos após teste, respectivamente em 5 e 10.

Para classificar as regiões formadas no processo de segmentação foi utilizado o algoritmo Battacharya, que requer interação do usuário para identificar as regiões. Os erros de classificação foram corrigidos em edição vetorial e interpretação visual. A legenda do mapeamento de cobertura e uso da terra foi adaptada do Manual Técnico de Uso da Terra do IBGE (2013). Para os remanescentes do Cerrado, foram adotadas as formações fitofisionômicas, conforme Ribeiro e Valter (1998).

Foram realizadas duas campanhas de campo para validação do mapa de cobertura e uso da terra, sobretudo para identificação das fitofisionomias, com base em roteiros que abrangeram parte da área de estudo, por representatividade. Com o GPS (Global Positioning System) foram registrados, no campo, os pontos que permitiram as correções do mapeamento. Além disso, os usos da terra e as diferentes fitofisionomias foram fotografados, com o intuito de ilustração dos padrões de cobertura.

Para a elaboração do mapa da rede de drenagem, foram utilizadas as imagens RapidEye, nas quais foi digitalizada a drenagem, na escala 1:25.000 (na tela do computador).

Para gerar as APP (vegetação ripária) foi utilizada a ferramenta *Crete Buffers*, disponível no ArcGIS para delimitar faixas marginais ao longo dos cursos d'água com largura definida pelo usuário. No quadro 1 tem-se a largura das faixas destinadas a APPs conforme o Código Florestal, Lei Federal nº 12.651 de 2012 (Quadro 1).

**Quadro 1** | Áreas de Preservação Permanente a partir da Lei Federal 12.651 de 2012.

<i>Largura do curso</i>	<i>Área de Preservação Permanente</i>
Menos de 10 m	30 metros
De 10 a 50 m	50 metros
De 50 a 200 m	100 metros
De 200 a 600 m	200 metros
Mais de 600 m	500 metros

*Fonte: Elaborado pela autora.*

Para a delimitação das APP de encosta foi elaborado o mapa matricial de declividade em graus no ArcGIS 10.1 utilizando a ferramenta *"Slope"*. Posteriormente, realizou-se a reclassificação do mapa de declividade com objetivo de delimitar apenas as APP superior a 45º.

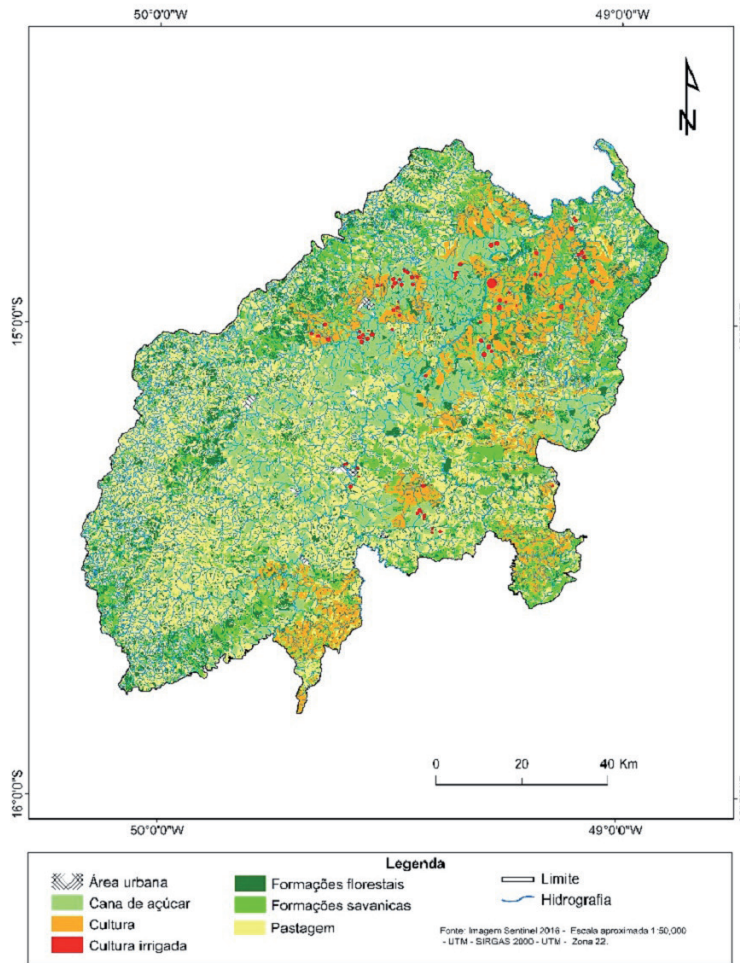
O Código Florestal de 2012 estabeleceu como topos de morros com altura mínima de 100m e inclinação média de 25º. As APPs devem abranger o conjunto de morros ou montanhas cujos cumes estejam separados a uma distância inferior a 500 metros, delimitado a partir da curva de nível correspondente a dois terços da altura em relação à base do morro ou montanha do conjunto de menor altura. Para delimitação dos topos de morros utilizou-se a metodologia de Hott et al (2004).

A partir dos dados obtidos nas etapas anteriores foi realizada a tabulação cruzada entre o mapa de cobertura e uso da terra do ano 2016 com os dados das APP para verificação da situação dessas áreas. Cabe mencionar que o processo de tabulação cruzada é um importante componente para análise de dados estatísticos em que se compara as classes de dois planos de informações, determinando a distribuição de suas interseções. Os resultados representam tabelas de duas dimensões (DGI/INPE, 2019).

### 3 RESULTS E DISCUSSION

Para o mapeamento da cobertura e uso da terra na bacia hidrográfica do rio das Almas, microrregião de Ceres (GO), foi realizada a classificação por segmentação, com a utilização do método estatístico de crescimento por regiões, uma vez que a revisão realizada sobre mapeamento de cobertura e uso da terra a partir de imagens de satélite de alta resolução mostrou que a classificação baseada em objetos ou segmentos tem sido frequentemente utilizada para mapeamentos de áreas agrícolas, porque levam a resultados qualitativamente convincentes e operacionais (BLASCHKE et al., 2014).

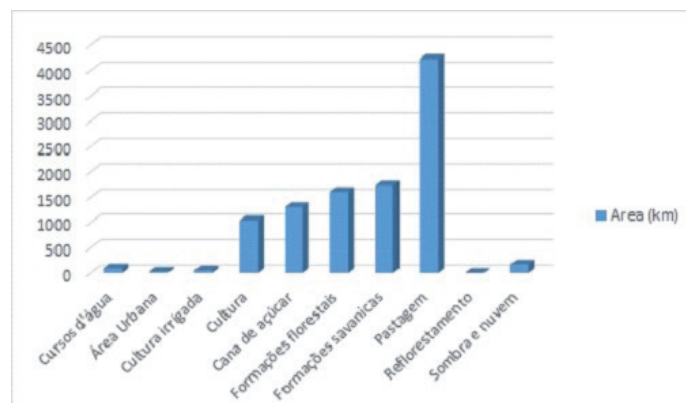
O mapa de cobertura e uso da terra da bacia hidrográfica do rio das Almas na microrregião de Ceres de 2016 pode ser observado na Figura 2.



**Figura 2 |** Mapa de Cobertura e Uso da Terra da bacia hidrográfica do rio das Almas, microrregião de Ceres (GO) de 2016.

Fonte: Elaborado pela autora.

A Figura 2 demonstra que os remanescentes de vegetação da bacia hidrográfica do rio das Almas limitam-se a fragmentos, que ocupam 37% da área. Os maiores ocorrem nas porções noroeste, central e nordeste da bacia. Na porção sudeste, ocorrem poucos fragmentos, e menores, sendo necessário estudo detalhado para verificar o grau de conservação desses remanescentes e as possibilidades de restauração dessas áreas. O restante da área está sendo utilizada pela agropecuária, sobretudo pela pastagem, que ocupa 40,54%, e se distribui por toda bacia hidrográfica; seguida pela cana de açúcar, com 13,12%; e pela cultura de grãos, com pouco mais de 7% da área da bacia hidrográfica (Figura 3).



**Figura 3 |** Área das Classes de Cobertura e Uso da Terra da Bacia Hidrográfica do rio das Almas de 2016.

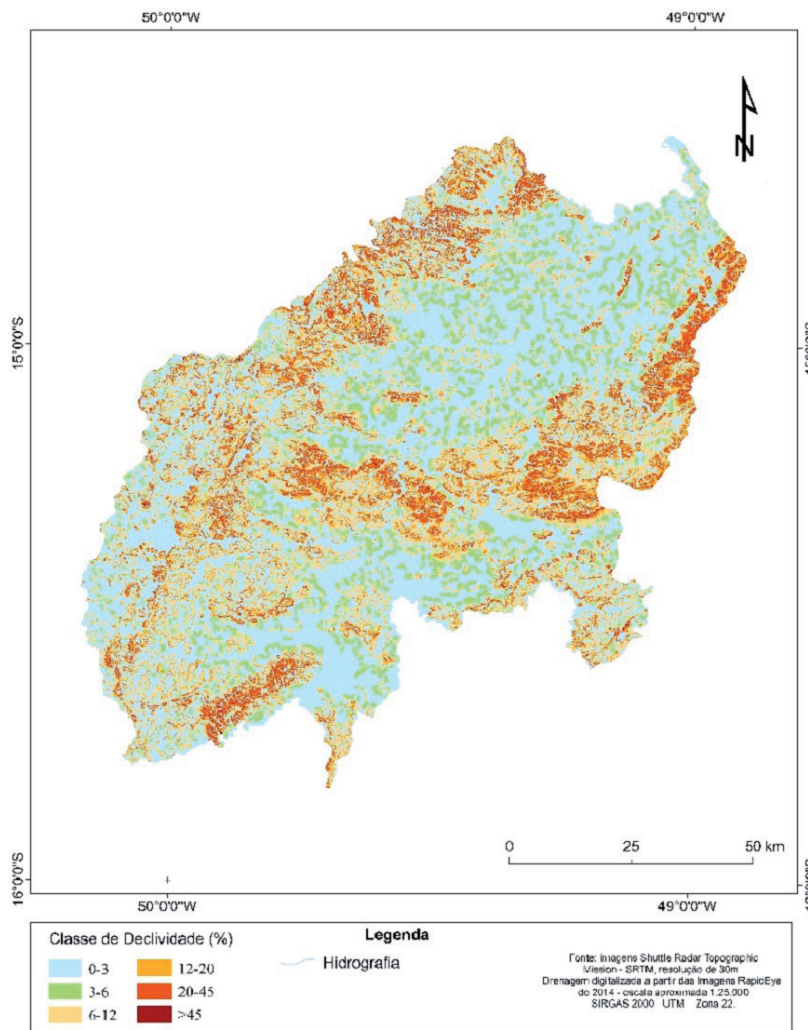
Fonte: Elaborado pela autora.

Nos últimos 20 anos, na microrregião de Ceres, verificou-se a substituição das áreas de pastagem e grãos pela cana de açúcar (SANTOS et al.,2017). Há também pressão pela conversão da vegetação natural, que ainda ocorre na região, em áreas de cultivo da cana de açúcar (SPAROVECK et al., 2008; RIBEIRO, 2010; SILVA E MIZIARA,2010; LEAL et al., 2017), uma vez que a microrregião é uma das grandes produtoras de biocombustível do Estado de Goiás.

Convém registrar que a expansão do cultivo da cana de açúcar pode levar a conflitos pelo uso da água, uma vez que em algumas áreas pode ocorrer a necessidade da irrigação de salvamento. Se essas aplicações de água não forem bem planejadas, podem gerar consequências irreversíveis sobre os recursos hídricos (ABADALA e RIBEIRO, 2011).

O cultivo de grãos (soja, milho) e da cana de açúcar localiza-se predominantemente nas porções central, norte, leste e sul da bacia. Nessas áreas foram mapeados 99 equipamentos de pivô central com área média de 63,06 há, em sua maioria conectados a canais de drenagem de primeira ordem, ou seja, áreas de nascentes, que apresentam barramentos.

A análise do mapa de declividade (Figura 4) e dos dados do Quadro 2 permite verificar que a área é favorável à atividade agrícola, pois predominam relevos com declives com até 12% (78,50% da área), sem restrições de ordem topográfica para a mecanização. Os relevos fortemente ondulados a montanhoso representam pouco mais de 9% da área, restringindo-se às áreas das Serras.



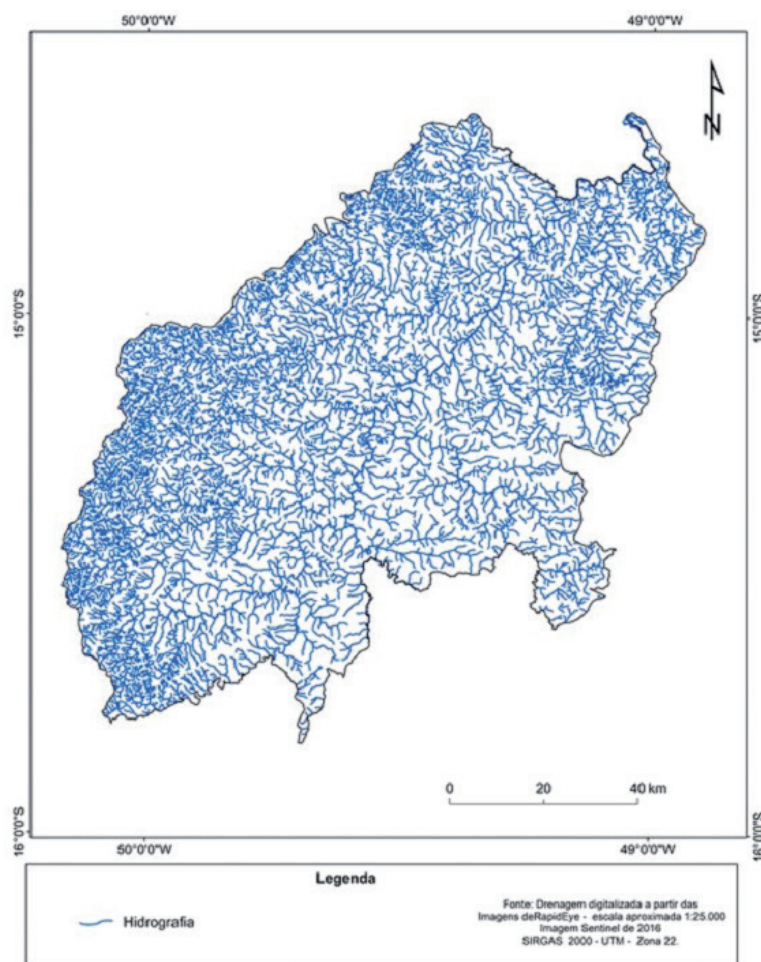
**Figura 4** | Mapa de Declividade da bacia hidrográfica do rio das Almas, microrregião de Ceres (GO).  
Fonte: Elaborado pela autora.

**Quadro 2 |** Área das Classes de Declividades da bacia do rio das Almas, microrregião de Ceres (GO).

Relevo	Classes (%)	Area	
		Km <sup>2</sup>	%
Plano	0 - 3	4.932,67	48,14
Suave ondulado	3 - 6	1.189,16	11,6
	06 - 12	1.921,59	18,75
Moderadamente ondulado	12 - 20	1.243,44	12,14
Forte ondulado	20 -45	937,49	9,15
Montanhoso	> 45	22,05	0,22
Total		10.246,40	100

Fonte: Adaptado de Ramalho e Beek (1995).

A rede de drenagem na bacia hidrográfica do rio das Almas apresenta o padrão geral dendrítico, embora apresente em algumas áreas feições que evidenciam o controle estrutural. O padrão dendrítico se desenvolve quando a rede de drenagem se encontra sobre rochas com resistência homogênea, como as rochas graníticas, sedimentares ou metassedimentares com estratos horizontais (RICCOMINI et al., 2001; CUNHA e GUERRA, 1995), com tributários espalhados por todas as direções do terreno. O rio das Almas é a drenagem principal e possui uma extensão de 468,88 quilômetros. (Figura 5).

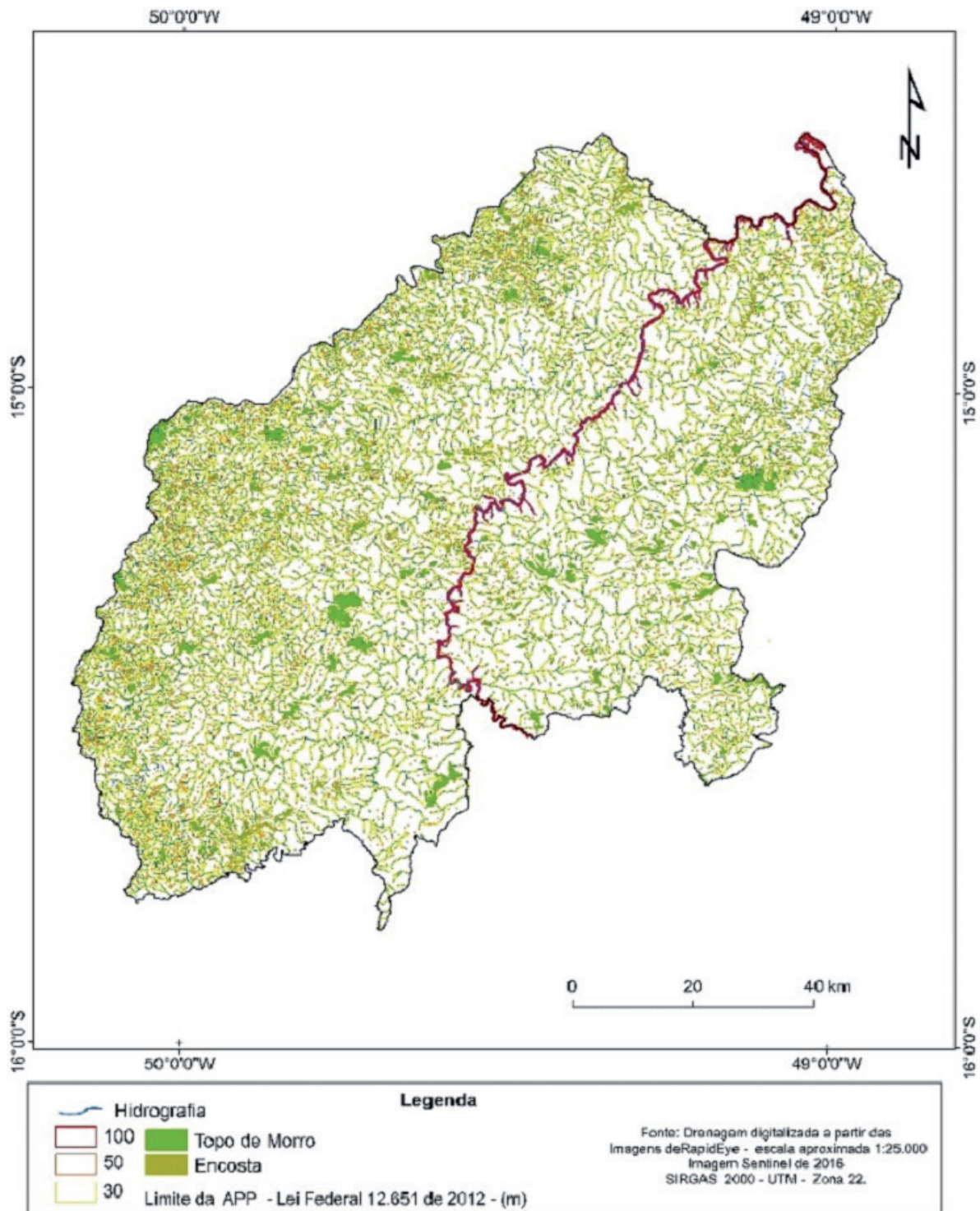


**Figura 5 |** Mapa da Drenagem da bacia hidrográfica do rio das Almas, microrregião de Ceres (GO).

Fonte: Elaborado pela autora.



Conforme referido anteriormente, as APPs dos cursos d'água foram delimitadas e calculadas a partir da rede de drenagem, e as APPs de topos de morro e encostas foram delimitadas a partir das imagens SRTM, as quais podem ser visualizadas na Figuras 6 e 7. O Quadro 3 apresenta a quantificação das áreas de APPs.



**Figura 6** | Mapa das Áreas de Preservação Permanente da bacia hidrográfica do rio das Almas, microrregião de Ceres (GO).

Fonte: Elaborado pela autora.



**Figura 7** | Carta imagem com as Áreas de Preservação Permanente da bacia hidrográfica do rio das Almas, microrregião de Ceres (GO).

Fonte: Elaborado pela autora.

**Table 3** | APP area of the Almas river basin, Ceres microregion (GO).

App (m)	Area		(%) em relação a área da bacia
	(km <sup>2</sup> )	(%)	
30	718,69	60,79	7,01
50 Nascentes	55,24	4,67	0,54
100	74,6	6,31	6,31
Topo de morro	282,19	23,9	2,75
Encosta	51,5	4,36	0,5
Área total de APP	1.182,22	100	11,53
Área da Bacia	10.246,40		

Fonte: Elaborado pela autora.

A partir da tabulação cruzada entre o mapa de uso da terra de 2016 com os limites das APPs da bacia do Rio das Almas obteve-se os dados sobre as áreas das APPs que estão sendo irregularmente utilizadas pela agricultura e a pecuária (cultura, cana de açúcar e pastagens), conforme apresentado na Quadro 4.

**Quadro 4 |** Tabulação Cruzada entre APP e Uso da Terra da Bacia Hidrográfica do rio das Almas, Microrregião de Ceres, de 2106.

APP (m)	Cultura	Cultura Irrigada	Área Urbana	Cena de Açúcar	Cultura Solo	Pastagem	Total
<i>Área (km<sup>2</sup>)</i>							
30	33	0,11	0,2	57,13	2,65	244,8	337,44
50 Nascente	2,82	0,02	0,04	3,84	0,72	23,8	31,24
100	0,52	0	0,06	6,61	0	10,47	17,66
Topo de morro	14,35	0	0	20,14	10,55	95,83	140,87
Encosta	0,76	0	0	0,36	0,4	11,71	13,23
Total	51	0,13	0,03	88,08	14,32	386,61	540,44

Fonte: Elaborado pela autora.

Para os 1.182,22 km<sup>2</sup> de APPs delimitadas de cursos d'água e topo de morros e encostas, 795,61 km<sup>2</sup> apresentam vegetação nativa e 386,61 km<sup>2</sup> estão em situação inadequada, ou seja, estão com uso principalmente da pecuária (276,11 km<sup>2</sup>), seguida pela cana de açúcar (88,08 km<sup>2</sup>) e pela agricultura (65,32 km<sup>2</sup>). Resultados semelhantes foram encontrados por Ferreira (2015), em trabalho realizado no município de Carmo do Rio Verde, revelando que na área da bacia hidrográfica do rio das Almas a pastagem ocupa a maior área das APPs. Garcia et al. (2015), observou a mesma situação na bacia hidrográfica do córrego Barra Seca (Pedreiras/SP) e Soares et al. (2011) na bacia hidrográfica do ribeirão São Bartolomeu (MG).

Sousa (2018) analisou a cobertura vegetal nas Áreas de Preservação Permanente - APPs e de Reserva Legal – RL de 15 propriedades rurais na Região Hidrográfica do Rio das Almas – Foz Rio S. Patrício / Rio do Peixe - microrregião de Ceres (GO) e constatou que duas propriedades rurais apresentam vegetação remanescente muito abaixo do estabelecido pela legislação; quatro propriedades rurais apresentam vegetação natural, mas que está abaixo do que foi estabelecido pela legislação; três propriedades com área abaixo de quatro módulos fiscais terão que recompor a vegetação de acordo com o estabelecido pelo Código em relação ao tamanho da área; cinco propriedades rurais possuem uma área de vegetação natural maior do que estabelece a legislação sobre RLs.

Mendes e Rosendo (2013) mapearam as APPs de nascentes da bacia do Ribeirão São Lourenço (MG) e as classificaram em preservada, moderadamente preservada, moderadamente degradada e muito degradada. Os resultados alcançados apontaram que das 82 nascentes, 17% estão muito degradadas, 10% degradadas, 15% moderadamente degradadas, 13% moderadamente preservadas e 45% preservadas.

Já Coutinho (2010) utilizando a Equação Universal de Perdas de Solo (EUPS), simulou as perdas de solo por erosão hídrica (t/ha/ano) na bacia hidrográfica do rio da Prata (ES), em ambiente de SIG, e obteve para áreas de APP com uso valores médios de perdas de solos de 85,43 t/ha/ano e máximos de 3.817,55 t/ha/ano. Para as áreas de APP com vegetação, a média de perda foi de 27,50 t/ha/ano e a máxima de 996,86 t/ha/ano. Esses dados revelam a importância da vegetação em áreas de APPs para a qualidade dos solos e a produção de água em bacias hidrográficas.

É importante mencionar que essas áreas de APPs que estão sendo ocupadas na área de estudo podem ter uso consolidado, ou seja, a Lei 12.651 de 25 de maio de 2012, Código Florestal, estabeleceu o conceito de área rural consolidada com objetivo de anistiar as infrações ambientais cometidas antes de 22 de julho de 2008. No entanto, instituiu que nas propriedades rurais, em áreas rurais consolidadas, com até 1 módulo fiscal, a restauração das áreas de APPs deverá ser de cinco metros a partir da borda da calha do leito. Entre 1 a 2 módulos fiscais a restauração deverá ser de oito metros, e de 2 a 4

módulos fiscais deverá ser de quinze metros. Para os módulos superiores a 4 a recomposição deverá ser de 20 a 100 metros (Sousa, 2018). E que o prazo para recomposição não foi estipulado na legislação, podendo ser definido pelo Plano de Regularização Ambiental (PRA), (SOUSA, 2018).

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para a fiscalização, licenciamento e a preservação ambiental o mapeamento das APPs é essencial e na área de estudo os resultados revelaram que as áreas de preservação permanente ocupam uma superfície de 1.182,22 km<sup>2</sup> representando apenas 11,53% da área total da bacia. As APPs situadas nos topos dos morros com inclinação de 45° apresentaram menor área mapeada e foram menos afetadas pelo uso, enquanto que as de APPs situadas nas nascentes e cursos d'água, com maior área, foram as mais afetadas pelo uso indevido, com a pastagem ocupando 386,61 km<sup>2</sup>, a cana de açúcar 88,08 km<sup>2</sup> e outras culturas com 65,32 km<sup>2</sup>.

A utilização do geoprocessamento possibilitou obter informações acuradas sobre a cobertura e uso da terra, dimensões e distribuição espacial na paisagem. A utilização da imagem Sentinel de 2016, de alta resolução espacial, permitiu o mapeamento de oito classes de cobertura e uso da terra, com destaque para a classe Pastagem, ocupando mais de 40% da área total da bacia hidrográfica do rio das Almas, microrregião de Ceres, que é de 10.246,40 km<sup>2</sup>.

#### AGRADECIMENTOS

Trabalho realizado no âmbito do projeto "PROCAD Novas fronteiras no Oeste: relação entre Sociedade e natureza na microrregião de Ceres em Goiás (1940 -2013)", com apoio da CAPES - Processo 2980/2014.

#### REFERÊNCIAS

- ABDALA, K. de O.; RIBEIRO F. L. **Análise dos impactos da competição pelo uso do solo no estado de Goiás durante o período 2000 a 2009 provenientes da expansão do complexo sucroalcooleiro.** Rev. Bras. Econ. vol.65 no.4. Rio de Janeiro Out. /Dec. 2011.
- AB'SABER, A. N. **Bases conceituais e o papel do conhecimento na previsão de impactos.** In: AB'SABER, A. N. e PLANTENBERG C. M. (org.) *Previsão de Impactos: O estudo do impacto ambiental no leste, oeste e sul. Experiências no Brasil, na Rússia e na Alemanha.* 2ª ed. 2ª reimpr. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2006.
- AB'SABER, A. N. **Domínio dos Cerrados: Uma introdução ao conhecimento.** Ver. Serv. Públ. 40 (111) 41 55, 1983.
- AB'SABER, A. N. **Domínios Morfoclimáticos da América do Sul: primeira aproximação.** *Geomorfologia.* 51:1-21, 1997.
- ALMEIDA S. P. Eds. **Cerrado: Ambiente e Flora. Planaltina:** EMBRAPA – CPAC. 1998. P.89-168.
- BARBALHO, M.G.S.; DE CAMPOS, A. B. **Vulnerabilidade natural dos solos e águas do estado de Goiás à contaminação por vinhaça utilizada na fertirrigação da cultura de cana-de-açúcar.** In: *Boletim Goiano de Geografia.* Goiânia, v. 30, nº 1, jan. /jun. 2010.
- BARBALHO, M.G.S.; DUTRA, S.S.; DELLA GUISTINA, C.C. **Avaliação Temporal do Perfil da Vegetação da Microrregião de Ceres através do Uso de Métricas de Paisagem.** *Boletim Goiano de Geografia,* v. 35 n.3 set-dez. Goiânia, 2015.
- BARRETO, C.G.; BRAZ, V.S.; FRANÇA, F.G.R. **Lições para a Biologia da Conservação no Cerrado a partir dos Padrões de Diversidade Genética Populacional do Anfíbio *Physalaemus cuvieri*.** *Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science,* v.5, n.3, jul.-dez. 2016, p. 101-119. DOI: <http://dx.doi.org/10.21664/2238-8869.2016v5i3.p101-119>

BECKER C; OSTERMAN, J; PAHL, M. **Automatic quality assessment of gis data base an object coherence.** In: Proceedings of the 4th GEOBIA. Rio de Janeiro [s/n], 2012.

BERGTOLD, J S.; CALDAS, M. M.; Sant'anna, A.C.; G. G.; Rickenbrode, V. **Indirect land use change from ethanol production: the case of sugarcane expansion at the farm level on the Brazilian Cerrado.** Journal of Land Use Science Vol. 0. 25th European Biomass Conference and Exhibition, 12-15 June 2017, Stockolm, Sweden.

BLASCHKE T. & KUX H. **Sensoriamento Remoto e SIG Avançados: novos sistemas sensores métodos inovadores.** São Paulo: Oficina de Textos, 2005.

BLASCHE, T; HAY, G. J; KELLY, M.; LANG, S.; HOFMANN, P; ADDINK, E; FEITOSA, R. Q; MEER, F. V. WERFF, H. J; COILLIE, F. V; TIEDE, D. **Geographic Object-Based Image Analysis - Towards a new paradigm.** ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, v. 87, pp.180-1091, 2014

BRANNSTROM, C.; JEPSON, W.; FILIPPI, A.M.; REDO, D., XU; Z.; GANESH, S. **Land change in the Brazilian Savanna (Cerrado), 1986–2002: Comparative analysis and implications for land-use policy.** Land Use Policy 25, 579–595, 2008.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 28 maio 2012.

CARDOSO, M. R. D.; MARCUSO, F.F. N.; BARROS, J.R. Classificação climática de Koppen-Geiger para o Estado de Goiás e o Distrito Federal. **ACTA geográfica**, v.8 n. 16, pp.44-55, 2014.

jan. /mar. 2014. CIANCIARUSO, M. V.; BATALHA, M. A.; SILVA, I. A. **Seasonal variation of a hyperseasonal Cerrado in Emas national park, central Brazil.** Flora 200, pp. 345-353, 2005

COUTINHO, L.M. Impacto das áreas de preservação permanente sobre a erosão hídrica na bacia hidrográfica do Rio da Prata, Castelo-ES (Dissertação). Jerônimo Monteiro: Universidade Federal do Espírito Santo, 2010.

COUTINHO, A. C. Segmentação e classificação de imagens LANDSAT-TM para o mapeamento dos usos da terra na região de Campinas, SP. 1997. 150 p. São Paulo. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo, 1997.

INSTITUTO DE PESQUISAS ESPACIAIS . <http://www.dpi.inpe.br/spring/teoria/aula9.pdf>

DUTRA E SILVA, S.; BOAVENTURA, J.K.; PORFÍRIO JÚNIOR, D.E.; SILVA NETO, C.M. **A última fronteira agrícola do Brasil: o Matopiba e os desafios de proteção ambiental no Cerrado.** Estudios Rurales, vol. 8, Nº Especial (Outubre), CEAR-UNQ. Buenos Aires; pp. 145-178, 2018.

DUTRA E SILVA, S. **No oeste a terra e o céu: a expansão da fronteira agrícola no Brasil Central.** Rio de Janeiro: Mauad X, 2018

DUTRA E SILVA, S; BELL, S. **Colonização agrária no Brasil Central: fontes inéditas sobre as pesquisas de campo de Henry Bruman em Goiás, na década de 1950.** Topoi (Rio J.), Rio de Janeiro, v. 19, n. 37, p. 198-225, jan./abr. 2018.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solo. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos: 3a ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2013.

FAISSOL, S. **O Mato Grosso de Goiás.** Rio de Janeiro: IBGE, 1952.

FERREIRA, A. A. de F.; GARRO-TEJERINA, L.F.; BARBALHO, M. G. S.; MAIA, T. C.B. **Métricas de paisagem na avaliação da cobertura vegetal em ottobacias do estado de Goiás, Brasil Central.** In: Recursos Naturais: indicadores de uso e manejo de biotas, solos e águas no cerrado. 1a ed. Rio de Janeiro: Garamond, 2016.

FERREIRA, A. C. Análise da cobertura e uso da terra no município de Carmo do Rio Verde - GO em 2015: Ocupação das áreas de preservação permanente pela cana de açúcar (Dissertação) Centro Universitário de Anápolis, UniEVANGÉLICA, Anápolis, 2016.

GARCIA, Y. M.; CAMPOS, S.; SPADOTTO, A.J.; DE CAMPOS, M.; SILVEIRA, G. R. P. **Caracterização de conflitos de uso do solo em APP na bacia hidrográfica do córrego Barra Seca (PEDERNEIRAS/SP)**. Energ. Agric., Botucatu, vol. 30, n.1, p.68-73, janeiro-março, 2015.

GARDIMAN JÚNIOR, B. S.; COUTO, D. R.; SOUZA, F. B. C.; SANTOS JUNIOR, G. N.; SANTOS, A. R. **Perda de solo por erosão hídrica em áreas de preservação permanente na microbacia hidrográfica córrego do Horizonte, Alegre, Espírito Santo**. Ambiental - Espírito Santo do Pinhal, v. 9, n. 2, p. 0 21-034, maio/jun. 2012.

GUIMARAES, F.de M. S. **O Planalto Central e a Mudança da Capital do Brasil**. Revista Brasileira de Geografia, n.4 outubro-dezembro de 1949.

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

HOTT, M.C; GUIMARÃES, M; MIRANDA, E.E. **Método para a determinação automática de áreas de preservação permanente em topos de morros para o Estado de São Paulo, com base em geoprocessamento**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélites; 2004.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Rio de Janeiro: Censo demográfico 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Rio de Janeiro: Manual Técnico do Uso da Terra. 3ª Ed. 2013.

KLINK, C. A.; MACHADO, R. B. **Conservation of the Brazilian Cerrado**. Conservation Biology, v. 19 (3): 707-713, 2005.

LEAL, A.C.; FERREIRA, R.M.; DUTRA E SILVA, S.; FRANCO, J.L.A.; SAYAGO, D.A.V.; BARBALHO, M.G.S.; TAVARES, G.G.; PEIXOTO, J.C. **Novas Fronteiras no Oeste: Relação entre sociedade e natureza na microrregião de Ceres em Goiás (1940-2013)**. Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science, v.4, n.3, jul.-dez. 2015, p. 219-230.

MARQUES, E. M; RANIERI, V. E. L. **Determinantes da decisão de manter áreas protegidas em terras privadas: o caso das reservas legais do estado de São Paulo**. Ambiente & Sociedade, v. 15, n. 1, p. 131-145, 2012

MARTINS, A. K. E.; NETO, A. S.; MARTINS, I. C. M.; BRITES, R. S.; SOARES, V. P. **Uso de um sistema de informações geográficas para indicação de corredores ecológicos no município de Viçosa - MG**. Revista Árvore, Viçosa - Minas Gerais, v. 22, n. 3, p. 373 -380, 1998.

MENDES, L. S.; ROSENDO, J. S. **Mapeamento da intervenção antrópica em áreas de preservação permanente de nascentes no Cerrado brasileiro**. Brazilian Geographical Journal: Geosciences and Humanities research medium. Vol.4(2), 2013.

METZGER, J. P; LEWINSOHN, T.M.; JOLY, C. A.; CASATTI, L.; RODRIGUES, R. R.; MARTINELLI, L. A. **Impactos potenciais das alterações propostas para o Código Florestal Brasileiro na biodiversidade e nos serviços ecossistêmicos**. Biota Fapesp e ABECO, v.30. p. 1 -13, 2010.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA. Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento e das Queimadas no Cerrado (2010).

MOMOLI, R. S. Dinâmica da sedimentação em solos sob mata ciliares. 192 p. Tese de doutorado (Doutorado em Agronomia) - Universidade São Paulo, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2011.

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

RAMALHO FILHO, A.; BEEK, K. J. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras**. 3ª ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPQ, 1995.65p.

RIBEIRO, C. A. A. S.; SOARES, V. P.; MENEZES, S. J. M. C.; LANA, V. M.; LIMA, C. A. **Áreas de preservação permanente: espaços (im)possíveis. Ambiência, Guarapuava – Paraná**, ISSN 1808 -0251, v. 6. Ed. Especial, p. 93 - 102, 2010.

RIBEIRO, J.F.; WALTER, B. M. T. Fitofisionomias do bioma Cerrado. In: SANO S.M;

RICCOMINI, C.; GIANNINI, P.C.F; MANZINI, F. **Rios e processos aluviais**. In: TEIXEIRA, W.; et al. Decifrando a Terra. São Paulo: Oficina de Textos. 2000. 191-214.

RIZZI, N.E. **Hidrologia Florestal e Manejo de Bacias Hidrográficas** (apostila didática em meio digital) 26 capítulos (4gb) disponível em [www.hidrologia.ufpr.br](http://www.hidrologia.ufpr.br), 2011.

SANO, E. E.; ROSA, R.; BRITO, J.L.S.B.; FERREIRA, L.G. **Mapeamento de Cobertura vegetal do Bioma Cerrado: Estratégias e Resultados**, Embrapa Cerrados, Planaltina. DF. 2007

SANO, E. E; ROSA, R.; BRITO, J. L. S.; FERREIRA, L. G. **Mapeamento semidetalhado do uso da terra do bioma Cerrado**. Pesq. Agropec. Bras. Jan 2008, vol.43, nº1, p.153-156.

SANTOS, R.; SOARES F. B.; BARBALHO, M. G. S.; PEIXOTO, J.de C.; LEAL, A. C. **Áreas de proteção permanente e expansão do agronegócio canavieiro: uma análise da microrregião de Ceres, Estado de Goiás, Brasil**. Anais do VIII Simpósio Nacional de Ciência e Meio Ambiente. III Escola e Pós-Graduação SOUCHA, out. 2017.

SILVA, A. A; MIZIARA, F. **Avanço da fronteira do setor sucroalcooleiro e expansão da fronteira agrícola em Goiás**. Pesquisa Agropecuária Tropical, vol. 41, nº 3, jul. /Set, 2011, p. 399-407. Universidade Federal de Goiás, Goiás. Disponível em:< <http://www.revistas.ufg.br>>.

SOARES, V. P.; MOREIRA, A.de A. M.; RIBEIRO, C. A. A. S.; GLERIANI. J. M.; GRIPP JUNIOR, J. **Mapeamento de áreas de preservação permanentes e identificação dos conflitos legais de uso da terra na bacia hidrográfica do ribeirão São Bartolomeu – MG**. Revista Árvore, Viçosa-MG, v.35, n.3, p.555-563, 2011.

SOARES-FILHO B.; RAJÃO, R.; MACEDO, M.; CARNEIRO, A.; COSTA, W.; COE, M.; RODRIGUES, H.; ALENCAR. A. **Cracking Brazil's forest code**. Science 344(6182):363-4. 2014.

SOUSA, K.G.R. Cobertura vegetal, áreas de preservação permanente e reserva legal na região hidrográfica do rio das Almas – Foz do rio S. Patrício/rio do Peixe, microrregião de Ceres (GO). Dissertação (Dissertação em Ciências Ambientais) – PPSTMA, Anápolis, p.68,2018.

SPAROVECK, G.; BARRETO, A. G. O. P.; KLUG, I. L. F; PAPP, L.; LINO, J. **A revisão do código florestal brasileiro**. Novos Estudos, v.89, p. 111- 135, 2011.

SPAROVECK, G.; BERNDES, G.; KLUG, I. L. F; BARRETO, A. G. O. P. **Brazilian agriculture and environmental legislation: status and future challenges**. Environmental Science & Technology, v.44, n. 16, p. 6046- 6053, 2010.

SPAROVEK, G. **Caminhos e escolhas na revisão do Código Florestal: quando a compensação compensa?** Visão Agrícola, p. 25-28, 2012.

SPAROVEK, G.; BERNDS, G.; BARRETO, A. G; KLUG, I. L. F. The revision of the Brazilian Forest Act: **increased deforestation or a historic step towards balancing agricultural development and nature conservation?** Environmental Science & Policy, v. 16, p. 65–72, 2012.

STRASSBURG, B.N.; BROOKS, T.; BARBIERI, R.F.B.; IRIBARREM, A.; CROUZEILLES, R.; LOYOLA, R.; SCARAMUZZA, C.A.M.; SCARANO, F.R.; SOARES-FILHO, B.; BALMFORD, A. **Moment of truth for the Cerrado Hotspot.** Nature Ecology and Evolution1, 99. 2017

TREVISAN, D.P.; MOSQUINI, L.E. **Dinâmica de Uso e Cobertura da Terra em Paisagem no Interior do Estado de São Paulo: Subsídios para o planejamento.** Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science, v.4, n.3, p. 16-30, jul.-dez. 2015.

WAIBEL, L. **Vegetação e Uso da Terra no Planalto Central.** Revista Brasileira de Geografia, v.10.n.3 1948.