

## USO DA TERRA E COBERTURA VEGETAL NA BACIA DO RIBEIRÃO DAS ABÓBORAS, EM RIO VERDE (GO), ENTRE OS ANOS DE 1985 E 2015

**Wellmo dos Santos Alves**

Universidade Federal de Goiás (UFG)/Regional de Jataí  
[wellmoagro2@gmail.com](mailto:wellmoagro2@gmail.com)

**Alécio Perini Martins**

Universidade Federal de Goiás (UFG)/Regional de Jataí  
[alecioperini@yahoo.com.br](mailto:alecioperini@yahoo.com.br)

**Iraci Scopel**

Universidade Federal de Goiás (UFG)/Regional de Jataí  
[iraciscopel@gmail.com](mailto:iraciscopel@gmail.com)

### RESUMO

Objetivou-se analisar o uso da terra e a cobertura vegetal na bacia do Ribeirão das Abóboras, principal fonte de água da população urbana de Rio Verde (GO) e de outros usos, nos anos de 1985, 1995, 2005 e 2015 e entender o reflexo das leis ambientais criadas nas últimas 3 décadas na preservação da vegetação natural. No ano de 1985, a bacia hidrográfica apresentava predominância de pastagem (73,74%), seguida de Cerrado/mata (15,02%), agricultura (10,79%) e outros (0,45%); em 1995, apresentava pastagem como área mais extensa (58,14%), seguida de agricultura (26,18%), Cerrado/mata (15,23%) e outros (0,45%); em 2005, passou a apresentar maior área coberta por culturas agrícolas (44,96%), seguida de pastagem (38,96%), Cerrado/mata (12,51%), silvicultura (1,70%), área industrial (0,80%) e outros (1,06%); em 2015, continuou com predominância de área agrícola (62,08%), seguida de Cerrado/mata (19,59%), pastagem (12,12%), silvicultura (3,89%), área industrial (1,16%) e outros (1,17%). Ocorreram aumento de vegetação natural a partir da criação de leis e programas ambientais nas últimas 2 décadas. Foram observadas diversas inconformidades quanto à legislação ambiental vigente. Ações precisam ser implementadas no intuito de solucionar os impactos ambientais negativos nessa bacia hidrográfica importante para o abastecimento público de Rio Verde (GO) e outros usos múltiplos.

**Palavras-chave:** Geotecnologias; Gestão ambiental; Legislação Ambiental; Recursos Hídricos.

### LAND USE AND VEGETATION COVER IN THE RIVER BASIN OF RIBEIRÃO DAS ABÓBORAS, IN RIO VERDE (GO), BETWEEN THE YEARS OF 1985 AND 2015

### ABSTRACT

This paper has aimed to analyze the land use and the vegetation cover in the river basin of Ribeirão das Abóboras, main water source of the urban population of Rio Verde (GO) and other uses, in the years of 1985, 1995, 2005, and 2015 and to understand the reflection of the environmental laws created in the last three decades in the preservation of the natural vegetation. With a total area of 199.10 km<sup>2</sup>, in the year of 1985, the river basin presented a predominance of pasture (73.74%), followed by Cerrado/wood (15.02%), agriculture (10.79%) and other (0.45%); in 1995, it presented pastures as the most extensive area (58.14%), followed by agriculture (26.18%), Cerrado/Wood (15.23%) and others (0.45%); in 2005, it has started presenting a bigger area covered by agricultural crops (44.96%), followed by pastures (38.96%), Cerrado/wood (12.51%), forestry (1.70%), industrial area (0.80%) and others (1.06%); in 2015, it has continue to present a predominance of agricultural area (62.08%), followed by Cerrado/wood (19.59%), pasture (12.12%), forestry (3.89%), industrial area (1.16%) and others (1.17%). There was an increase of the natural

vegetation from the creation of environmental laws and programs in the last two decades. Several nonconformities were observed regarding the current environmental legislation. Actions must be implemented in order to solve the negative environmental impacts in this important river basin for the public water supply of Rio Verde (GO) and other multiple uses.

**Keywords:** Geotechnologies; Environmental Management; Environmental Legislation; Water Resources.

---

## INTRODUÇÃO

No Brasil, nas últimas décadas, conforme Cardoso e Aquino (2013), as transformações causadas no espaço geográfico, decorrentes da relação sociedade-natureza, têm trazido preocupações e debates no campo científico devido aos elevados níveis de degradação dos recursos naturais. Essas transformações estão relacionadas ao uso intensivo e desordenado das terras, em busca de ganhos em produtividade, que têm cada vez mais avançado sobre áreas protetoras dos recursos naturais, conhecidas como Áreas de Preservação Permanente (APPs), especialmente as que protegem os recursos hídricos.

No Sudoeste de Goiás concentra-se importante parcela da produção agrícola do estado, e esta região se destaca como um polo de atração de projetos agroindustriais. Estes projetos demandam grande quantidade de matérias primas, como grãos, frangos e suínos, e levam a um uso mais intensivo das terras (CARMO et al., 2002). O uso da terra tem gerado às APPs impactos ambientais graves, com redução de vegetação nativa tanto perto quanto distante das áreas fluviais (TSUJII et al., 2014).

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

Muitas leis foram criadas no Brasil para a proteção ambiental. Em busca de garantir bens econômicos, a partir do descobrimento até o ano de 1830, foram promulgados os primeiros dispositivos ambientais, como, por exemplo, o Código Criminal, instituído em 16 de dezembro de 1830, que tipificou como crime o corte ilegal de madeira (ÂMBITO JURÍDICO, 2016).

A partir de 1830 até o início da década de 1980, foram promulgadas as primeiras leis tendo por objetivo a preservação do meio ambiente e dos recursos naturais, por exemplo o antigo Código Florestal instituído pela Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, que foi substituído pelo atual Código Florestal instituído pela Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012.

Em 1981, com a criação do Sistema Nacional do Meio Ambiente, pela Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, tendo por objetivo estabelecer um conjunto articulado e descentralizado de ações para a gestão ambiental no País, integrando e harmonizando regras e práticas específicas que se complementam nos três níveis de governo (BRASIL, 1981), foi dado um avanço importante para a proteção ambiental no território nacional. A partir dessa descentralização, foram criadas leis ambientais estaduais e municipais.

A atual Lei Florestal Federal, a partir da qual as leis estaduais e municipais que abordam esse tema são elaboradas, com objetivo de proteger a vegetação natural, institui as Áreas de Preservação Permanente (APPs) e a Reserva Legal (RL), disciplinando a exploração florestal, o suprimento de matéria-prima florestal, normatizando o controle da origem dos produtos florestais e o controle e prevenção dos incêndios florestais, além disso, preconiza instrumentos econômicos e financeiros para o alcance desse objetivo (BRASIL, 2012).

A APP é definida na Lei 12.651/2012 como área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas, sendo proibido alterações e qualquer interferência antrópica, como desmatamento ou construção, exceto em casos específicos previstos nesta lei, como em áreas consolidadas, de utilidade pública e interesse social (BRASIL, 2012).

A RL é definida na Lei 12.651/2012 como área localizada no interior de uma propriedade ou posse rural, com delimitação especificadas nesta lei, com a função de assegurar o uso econômico de modo sustentável dos recursos naturais do imóvel rural, auxiliar a conservação e a reabilitação dos processos ecológicos e promover a conservação da biodiversidade, bem como o abrigo e a proteção de fauna silvestre e da flora nativa (BRASIL, 2012).

No estado de Goiás, foi criada a Lei nº 12.596, de 14 de março de 1995, que instituiu o antigo Código Florestal de Goiás, sendo a nova Política Florestal do estado instituída pela Lei nº 18.104, de 18 de julho de 2013 (GOIÁS, 2013).

No dia 28 de dezembro de 2005, entrou em vigor em Rio Verde, município da microrregião Sudoeste de Goiás, a Lei nº 5.090, de 28 de dezembro de 2005, que institui o Código Ambiental Municipal e dispõe sobre a administração do uso dos recursos naturais, da proteção da qualidade de vida, do controle das fontes poluidoras e degradadoras do meio ambiente e das utilizadoras ou modificadoras dos recursos naturais, da ordenação do uso do solo do território municipal, de forma a garantir o desenvolvimento sustentável, e dá outras providências (RIO VERDE, 2005).

Outra lei ambiental criada em Rio Verde (GO) foi a Lei Municipal nº 6.033, de 28 de outubro de 2011, que institui o Programa Produtor de Água (PPA), alterada pela Lei nº 6.290, de 23 de agosto de 2013, visando promover a recuperação das nascentes e dos corpos de água que abastecem o Município, a fim de garantir a qualidade e a quantidade de água, incentivando os produtores rurais a se envolverem no processo, mediante compensação pelos serviços ambientais por eles prestados (RIO VERDE, 2013).

Embora o Brasil apresente uma das legislações mais modernas do mundo, Tsujii et al. (2014) relatam que apenas 16,34% das APPs no município de Rio Verde (GO) estão preservadas.

O mapeamento do uso da terra e cobertura vegetal em bacias hidrográficas constitui-se, na atualidade, uma tônica, posto a bacia hidrográfica constituir-se uma unidade natural de análise ambiental, ideal para ações de planejamento, uma vez que é no território definido como bacia hidrográfica que se desenvolvem as atividades humanas, dentro de um processo de (re)produção do seu espaço (CARDOSO E AQUINO, 2013).

O uso de geotecnologias é prático e econômico no detalhamento e mapeamento das transformações no uso da terra e na cobertura vegetal em bacias hidrográficas, pois fornece informações confiáveis e rápidas para a tomada de decisão no âmbito da gestão territorial e ambiental.

Diante do exposto, e considerando que a qualidade das águas e as áreas verdes que protegem os cursos hídricos estão estritamente ligadas a um meio ambiente ecologicamente equilibrado (TUNDISI, 2003) e que 70% da água destinada ao abastecimento da população rio-verdense é captada no Ribeirão das Abóboras (BRICEÑO; SOUZA, 2013), que esse Ribeirão é a fonte de água do processo industrial da BRF Unidade Rio Verde, uma das maiores empresas de alimento do mundo, além de ser a principal fonte de água de outros usos múltiplos, como irrigação, dessedentação de animais e outros, o objetivo deste trabalho foi analisar o uso da terra e a cobertura vegetal na bacia do Ribeirão das Abóboras, em Rio Verde, Sudoeste de Goiás, por meio de análise espaço temporal, com uso de geotecnologias, para os anos 1985, 1995, 2005 e 2015, buscando entender o reflexo das leis ambientais, criadas nas últimas 3 décadas, no uso da terra e na cobertura vegetal, ou seja, se houve aumento ou não de vegetação de Cerrado a partir das exigências dessas leis, fornecer subsídio para a gestão desse recurso e disponibilizar dados para outros pesquisadores e população em geral.

É importante ressaltar que vários estudos foram realizados na região visando analisar o uso da terra e a cobertura vegetal, como os realizados por Ferreira et al (2009), Prado et al. (2009), Prado (2012) e TSUJII et al (2014). Tratando especificamente sobre a bacia do Ribeirão das Abóboras, em Rio Verde (GO), Briceño e Souza (2013), Merida (2014) e Alves et al. (2016) abordaram assuntos interessantes. Entretanto, não há estudos na referida bacia hidrográfica tratando de análise espaço temporal do uso da terra e da cobertura vegetal.

## MATERIAL E MÉTODOS

As bases de dados geográficos foram disponibilizadas pelo Sistema Estadual de Geoinformação de Goiás (SIEG), Instituto Nacional de Pesquisa Espacial (INPE) e *United States Geological Survey* (USGS). O processamento digital das bases de dados foi realizado no software de geoprocessamento ArcGIS 10.1<sup>®</sup>, com licença de uso para o laboratório de Geoinformação da Universidade Federal de Goiás (UFG)/Regional Jataí.

## Área de estudo

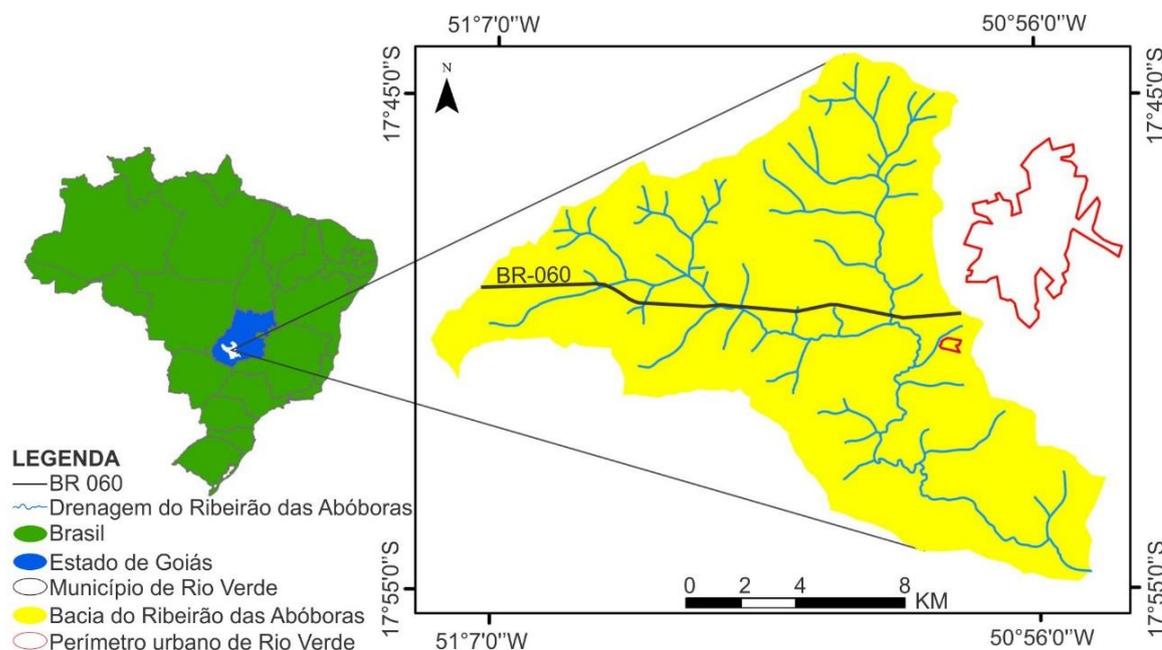
A pesquisa foi realizada na bacia do Ribeirão das Abóboras, localizada na área central do município de Rio Verde, no Sudoeste de Goiás (Figura 1).

A nascente principal desse ribeirão aflora em uma altitude de 853 m, no local com coordenadas geográficas de  $50^{\circ}58'8,239''\text{W}$  e  $17^{\circ}45'4,927''\text{S}$ , e sua foz está localizada na cota de 640 m, nas coordenadas de  $50^{\circ}55'0,677''\text{W}$  e  $17^{\circ}54'43,223''\text{S}$ , na margem esquerda do Rio São Tomás, sendo este afluente do Rio Verde, também conhecido regionalmente como Rio Verdão, inserido na Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba.

A bacia do Ribeirão das Abóboras apresenta área de 19910,00 ha e está inserida no Planalto Setentrional da Bacia Sedimentar do Paraná, sendo as rochas de idades que oscilam entre o Cretáceo e o Neogeno, apresenta o Grupo Bauru - Formação Vale do Rio do Peixe (62,74%), coberturas detríticas indiferenciadas (19,89%) e Grupo São Bento - Formação Serra Geral (17,37%), conforme Mapa Geológico do Estado de Goiás e Distrito Federal, na escala 1:500.000, disponibilizado pelo SIEG (2016), podendo ser observado na Figura 2 A.

Apresenta as seguintes associações de solos: Latossolo Vermelho Distrófico, horizonte A moderado ou proeminente, textura muito argilosa ou argilosa, simbologia (LVd1), maior extensão (48,39%); Latossolo Vermelho + Latossolo Vermelho-amarelo, ambos textura argilosa + Latossolo Vermelho textura média, todos Distróficos, horizonte A moderado, simbologia (LVd11), segunda maior área (36,21%); Latossolo Vermelho + Latossolo Vermelho-amarelo, ambos textura média + Neossolo Quartzarênico, todos Distróficos e horizonte A moderado, simbologia (LVd16), terceiro lugar em extensão (10,80%); Argissolo Vermelho Distrófico + Argissolo Vermelho Eutrófico + Latossolo Vermelho Distroférrico, simbologia (PVd12), menor área (4,60%), conforme EMBRAPA (2013) e Mapa de Solos do Plano Diretor da Bacia do Rio Paranaíba, na escala 1:250.000, disponibilizado pelo SIEG (2016), observar Figura 2 B.

Figura 1: Localização da área de estudo



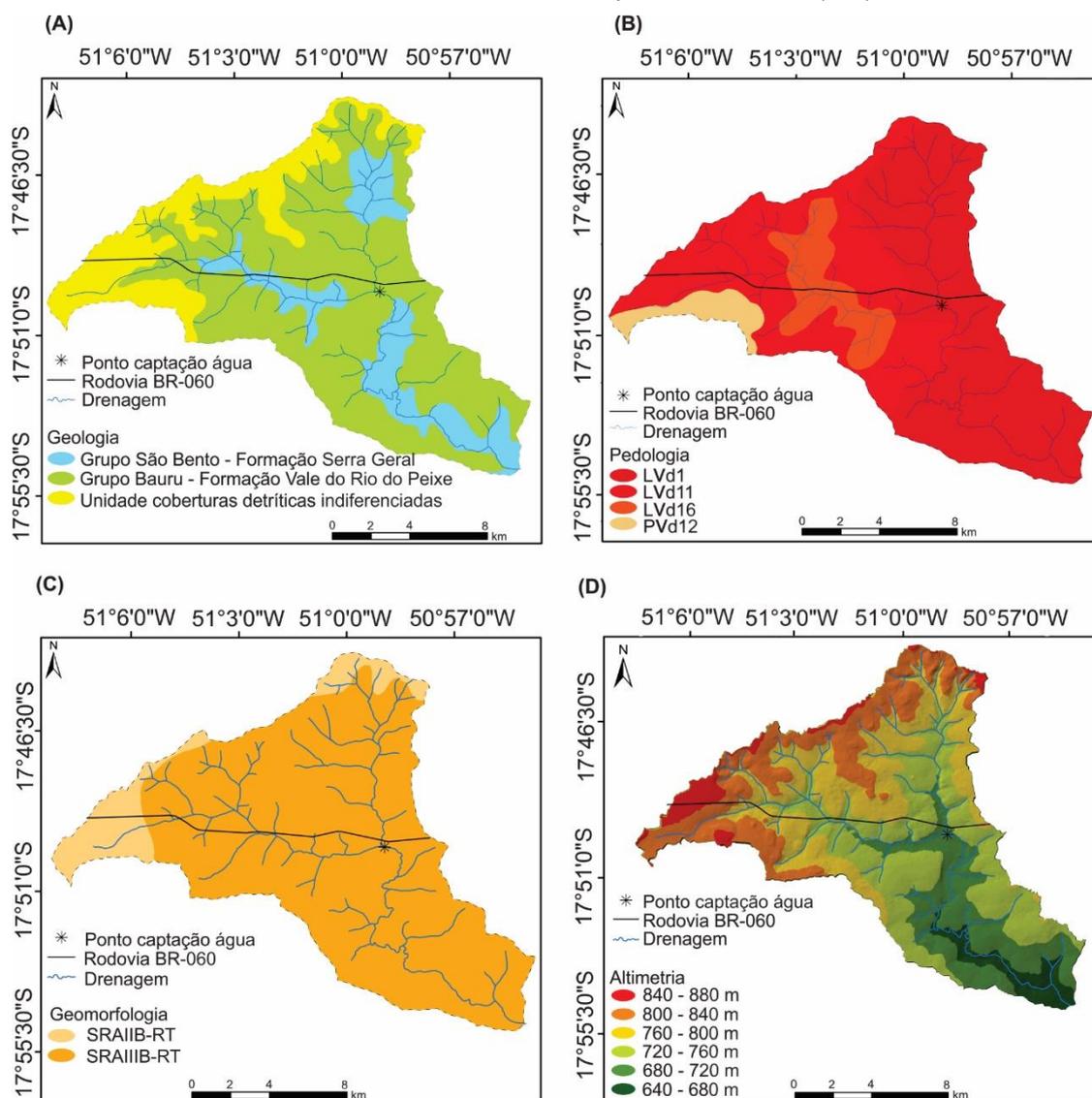
**Fonte:** Elaborado pelos autores a partir de bases de dados geográficos disponibilizadas pelo SIEG (2016).

Tratando-se da geomorfologia, apresenta superfície regional de aplainamento IIIB com cotas entre 650 e 750 m, com dissecação média e associada a relevos tabulares (SRAIIIB-RT), predominante na bacia hidrográfica (89,62%); e superfície regional de aplainamento IIB com cotas entre 800 e 1000 m, com dissecação média e associada a relevos tabulares (SRAIIB-RT), com pouca representatividade (10,38%), conforme Mapa Geomorfológico do Estado de Goiás e Distrito Federal, na escala 1:500.000, de Latrubesse e Carvalho (2006), disponibilizado pelo SIEG (2016), ver Figura 2 C.

Quanto a altimetria, a bacia do Ribeirão das Abóboras apresenta maior altitude de 880 m, e menor de 640 m (Figura 2 D).

Quanto ao clima, segundo a classificação de Köppen-Geiger, enquadra-se no tipo AW, caracterizado por climas úmidos tropicais, com duas estações bem definidas: seca no inverno, de maio a outubro, e úmida no verão, de novembro a abril (PEEL et al., 2007), com temperaturas amenas durante o inverno e calor no verão.

**Figura 2:** (A) geologia, (B) pedologia, (C) geomorfologia e (D) altimetria da bacia do Ribeirão das Abóboras, localizada no município de Rio Verde (GO)



**Fonte:** Elaborado pelos autores, nas coordenadas geográficas, Datum Sirgas 2000, a partir de bases de dados disponibilizadas pelo SIEG (2016) e USGS (2016).

Conforme Prado et al. (2009), a vegetação natural predominante é do bioma Cerrado, com remanescentes localizados, principalmente, entre os vales fluviais na forma de matas de galeria, associados à maior umidade do ar.

### Bases de dados e processamento

Os dados usados para elaboração dos mapas e análise da dinâmica do uso da terra e cobertura vegetal foram:

a) Imagem *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM), com resolução espacial de 30 x 30 m, da órbita/ponto 223/72, 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 Itália; obtida através de arranjo projetado para coletar medidas tridimensionais da superfície terrestre através de interferometria, a bordo do ônibus espacial Endeavour, entre o período de 11 a 22 de fevereiro de 2000, disponibilizada pelo USGS (2016).

b) Imagens da órbita/ponto 223/72, com resolução espacial de 30 x 30 m, de 12 de junho de 1985, 8 de junho de 1995, 3 de junho de 2005 e 2 de agosto de 2015; sendo as dos 3 primeiros anos do satélite Landsat 5/Sensor TM, geradas pela *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) e obtidas no catálogo de imagens do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2016); e a imagem de 2015, do Satélite Landsat 8/Sensor OLI, também gerada pela NASA e disponibilizada pelo USGS (2016).

c) Drenagem da base cartográfica planialtimétrica do Estado de Goiás 1:1.000.000 IBGE, Drenagens da Base Cartográfica Vetorial Digital gerada pela Agência Nacional de Água (ANA), geração 22 de julho de 2006, com revisão de topologia, alimentação, atualizações e edição da carta pela Superintendência de Geologia e Mineração/Secretaria Estadual de Indústria e Comércio (SGM/SIC), disponibilizada pelo Sistema Estadual de Geoinformação de Goiás (SIEG, 2016).

A partir do SRTM foram extraídas curvas de nível com equidistância de 5 m, por meio da extensão *Spatial Analyst Tools*, em *Surface*, ferramenta *Contour*. A partir das curvas de nível foi gerado um arquivo *shapefile* (*shp*) com a delimitação da área da bacia, desenhada a partir da seção fluvial do exutório, ou seja, do ponto mais baixo, em direção ao divisor de águas.

O *shapefile* da delimitação da bacia do Ribeirão das Abóboras foi usado para extrair das bases geográficas maiores as bases delimitadas da bacia, com o uso da ferramenta *Extract by Masc* (*ArcToolbox/Spatial Analyst Tools/Extraction/Extract by Masc*), no caso das bases de dados maiores em formato *raster*, e a ferramenta *Clip* (*ArcToolbox/Analysis Tools/Extract/Clip*), no caso das bases de dados maiores em formato *shp*.

As bandas (B) multiespectrais usadas do Satélite Landsat 5/Sensor TM foram: B3 (Vermelho), B4 (Infravermelho próximo) e B5 (Infravermelho médio); e imagem do Satélite Landsat 8/Sensor OLI foram: B4 (Vermelho), B5 (Infravermelho próximo) e B6 (natural com remoção atmosférica), sendo a composição das bandas realizadas com o uso da ferramenta *Composite Bands*.

A composição colorida RGB (red, green e blue) das bandas das imagens do primeiro satélite foi R/3, G/4 e B/5, e da imagem do segundo satélite, R/4, G/5 e B/6. Essas combinações de bandas foram usadas por apresentarem maior aproximação das cores reais.

As imagens para os anos estudados foram analisadas e classificadas através da técnica de classificação digital supervisionada, com o uso da ferramenta *Interactive Supervised Classification*, reconhecimento de áreas de treinamento no hipermapa *Google Earth Pro* para as imagens de 2005 e 2015 e ainda reconhecimento de áreas de treinamento em campo para a imagem de 2015 para validação da legenda e mapas preliminares com as classes agricultura, Cerrado/mata, pastagem, solo exposto, eucalipto, granja, área industrial, área urbana e rodovia.

Em seguida, os diferentes usos da terra e cobertura vegetal da bacia hidrográfica foram reclassificados utilizando a ferramenta *Reclassify* (*ArcToolbox/Reclass/Reclassify*), convertidos para polígono através da ferramenta *Raster to Polygon* (*ArcToolbox/Conversion Tools/From Raster/Raster to Polygon*) e, visando melhorar a qualidade dos mapas, realizadas correções manualmente das classificações com o uso da ferramenta *Editor*. Depois das correções, as categorias foram quantificadas através do comando *Calculate Geometry*.

A imagem do Satélite Landsat 8/Sensor OLI usada para caracterizar o uso da terra e a cobertura vegetal para o ano de 2015 foi processada e disponibilizada em formato *shapefile* (shp) por Alves et al. (2016).

Com uso de uma câmera digital, modelo Nikon D5100, foram obtidas fotos em campo, e em laboratório configuradas com a aplicação do software de design gráfico *CorelDRAW Graphics Suite X7*.

As fotos foram georreferenciadas com um GPS modelo Garmin GPSMAP 62sc para fazer as correções necessárias nos mapas de uso da terra e cobertura vegetal.

Com aplicação do QGIS 2.16 e seu complemento *Acuracy*, foi feito o cruzamento de cada mapa de uso da terra e cobertura vegetal com amostras de validação ou amostras kappa e obtida a matriz de confusão.

As amostras kappa foram obtidas, de forma manual e aleatória, a partir de imagens do Landsat 5 e 8 para avaliação das imagens de 1985 e 1995, uso da série histórica de imagens do *Google Earth Pro* para as imagens dos anos de 2005 e 2015, e ainda levantamentos de campo para complementar a validação da classificação da imagem de 2015.

A partir da matriz de confusão foi realizado o cálculo do Índice Kappa na planilha do Excel 2013, teste estatístico aplicado aos resultados da classificação, que leva em consideração toda a matriz de confusão no seu cálculo, inclusive os elementos de fora da diagonal principal.

Conforme Simões (2001), o Índice Kappa é calculado através da Equação 1:

$$K = P_0 - P_e / 1 - P_e \quad (1)$$

Em que: P<sub>0</sub> representa a exatidão geral da classificação (soma da coluna diagonal da matriz dividida pelo número total de “pixels” amostrados); P<sub>e</sub>, a  $\sum p_{i+} p_{+i}$ , sendo p<sub>i+</sub> e p<sub>+i</sub> as proporções marginais da linha i e da coluna i, respectivamente.

Podendo este índice ser estimado de forma mais simples através da Equação 2:

$$K = (n * \sum_{i=1}^c X_{ii} - \sum_{j=1}^c X_{1+} * X_{+1}) / (n^2 - \sum_{j=1}^c X_{1+} * X_{+1}) \quad (2)$$

Em que: K é uma estimativa do coeficiente Kappa; n é o número total de amostras; c é o número total de classes; x<sub>ij</sub> é o valor na linha i e coluna i, ou seja, o valor da diagonal da matriz de confusão, de forma descendente; x<sub>i+</sub> é a soma da linha i; e x<sub>+i</sub> é a soma da coluna i da matriz de confusão.

A qualidade da classificação foi avaliada utilizando o Quadro 1, contendo uma escala de valores, os quais definem a qualidade da classificação segundo o Índice Kappa (LANDIS; KOCH, 1977).

**Quadro 1:** Qualidade da classificação segundo 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) recomendam o uso do Índice Kappa, por utilizar todas as células da matriz de erro, e não apenas os elementos da diagonal descendente, ou seja, mede a probabilidade de um pixel ser corretamente classificado em relação à probabilidade da classificação incorreta.

Para ter uma visão detalhada sobre a evolução espaço temporal do uso da terra e cobertura vegetal na área de estudo ao longo dos anos avaliados, foi utilizada a matriz de transição (Quadro 2) proposta por Pontius Jr. et al. (2004).

A proposta de Pontius Jr. et al. (2004) analisa o quantitativo de áreas que se mantem ou persiste entre dois momentos distintos e as alterações, sendo os valores relacionados às classes no momento 1 apresentados nas linhas, às classes no momento 2, nas colunas, e às persistências, na diagonal da matriz, de forma descendente, possibilitando quantificar os ganhos e as perdas de cada categoria. Através da soma de suas classes em cada linha com a subtração de sua persistência, é obtida a perda; por meio da soma das classes em cada coluna com a subtração de sua persistência, é obtido o ganho.

Conforme apresentado no Quadro 2,  $C_{ij}$ : é a mudança do uso da terra e cobertura vegetal, adimensional, da Classe  $i$  para a Classe  $j$ , sendo que as classes  $i$ , nas linhas, correspondem ao momento 1, e as classes  $j$ , nas colunas, ao momento 2;  $C_{ij}$ : é a persistência da classe;  $\sum_{j=1}^n C_{i+}$ : na coluna Total momento 1 é o total da classe 1 no momento 1;  $\sum_{i=1}^n C_{+1}$ : na linha Total momento 2 é o total da classe 1 no momento 2; Ganhos: total de classe na categoria  $j$ ,  $C_{+j}$ , pela diferença da persistência da classe  $C_{jj}$ ; Perda: representa o total das perdas relativas para cada classe de uso do solo  $i$  entre os momentos 1 e 2, é calculado para cada classe por meio da diferença entre o total da linha e a persistência para a classe correspondente (PONTIUS Jr. et al., 2004).

**Quadro 2:** Matriz geral de tabulação cruzada para a comparação de dois mapas em dois momentos distintos

Classe no momento 1	Classe no momento 2				Total no momento 1	Perda
	Classe 1 (j)	Classe 2 (j+1)	Classe 3 (j+2)	Classe 4 (j+3)		
Classe 1 (i)	$C_{11}$	$C_{12}$	$C_{13}$	$C_{14}$	$\sum_{j=1}^n C_{1+}$	$\sum_{j=1}^n C_{1+} - C_{11}$
Classe 2 (i+1)	$C_{21}$	$C_{22}$	$C_{23}$	$C_{24}$	$\sum_{j=1}^n C_{2+}$	$\sum_{j=1}^n C_{2+} - C_{22}$
Classe 3 (i+2)	$C_{31}$	$C_{32}$	$C_{33}$	$C_{34}$	$\sum_{j=1}^n C_{3+}$	$\sum_{j=1}^n C_{3+} - C_{33}$
Classe 4 (i+3)	$C_{41}$	$C_{42}$	$C_{43}$	$C_{44}$	$\sum_{j=1}^n C_{4+}$	$\sum_{j=1}^n C_{4+} - C_{44}$
Total no momento 2	$\sum_{i=1}^n C_{+1}$	$\sum_{i=1}^n C_{+2}$	$\sum_{i=1}^n C_{+3}$	$\sum_{i=1}^n C_{+4}$	$\sum_{i=1}^n C_{ij} = At$	
Ganho	$\sum_{i=1}^n C_{+1} - C_{11}$	$\sum_{i=1}^n C_{+2} - C_{22}$	$\sum_{i=1}^n C_{+3} - C_{33}$	$\sum_{i=1}^n C_{+4} - C_{44}$		

Fonte: Adaptado de Pontius Jr. et al. (2004).

Visando melhor entender as mudanças no uso da terra e na cobertura vegetal na bacia hidrográfica ao longo dos anos avaliados, a partir da matriz de transição foram calculadas a percentagem de classe (%C), a troca ( $S_j$ ) e a alteração total, conforme Equação 3, Equação 4 e Equação 5, respectivamente (PONTIUS Jr. et al., 2004).

$$\%C_{i,t} = (\sum_{j=1}^n C_{ij}) / At \quad (3)$$

Em que:  $\%C_{i,t}$ : percentagem de classe  $i$  no momento  $t$ ;  $\sum_{j=1}^n C_{ij}$ : somatório da classe específica;  $At$ : área total das classes em análise.

$$S_j = 2 * \min * (((\sum_{j=1}^n C_{ij} - C_{jj}) / At) * 100, ((\sum_{i=1}^n C_{ij} - C_{jj}) / At) * 100), \text{ quando } i = j \quad (4)$$

Em que  $((\sum_{j=1}^n C_{ij} - C_{jj}) / At) * 100$ : perdas da área total, em percentagem;  $((\sum_{i=1}^n C_{ij} - C_{jj}) / At) * 100$ : ganhos da área total, em percentagem.

$$\text{Total mudança} = (((\sum_{j=1}^n C_{ij} - C_{jj}) / At) * 100) + (((\sum_{i=1}^n C_{ij} - C_{jj}) / At) * 100) \quad (5)$$

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados estimados do Índice Kappa foi de 0,97, 0,97, 0,94 e 0,96 para o mapa de 1985, 1995, 2005 e 2015, respectivamente, valores que representam excelente grau de aceitação dos resultados da classificação do uso da terra e da cobertura vegetal obtidos neste estudo (LANDIS; KOCH, 1977; CONGALTON; GREEN, 2009).

Os resultados das alterações no uso da terra e na cobertura vegetal durante o período de estudo na bacia do Ribeirão das Abóboras são apresentados nas tabelas 1 a 12. A espacialização desses resultados pode ser observada na Figura 3.

Nota-se que em 1985 a bacia do Ribeirão das Abóboras era ocupada predominantemente por pastagem (73,74%), seguida principalmente de área de Cerrado e mata (ciliar e de galeria) (15,02%), agricultura (10,79%), rodovias (0,33%), solo exposto/cascalheira (0,12%), ver Tabela 1, Tabela 2, Figura 3 A.

No ano de 1995, a bacia hidrográfica ainda apresentava área com predominância de pastagem (58,14%). A agricultura passou a ocupar o segundo lugar (26,18%), seguida de área de Cerrado/mata (15,23%), ver Tabela 1, Tabela 2, Figura 3 A e B.

**Tabela 1:** Matriz de transição do uso da terra e da cobertura vegetal entre os anos 1985 e 1995, na bacia do Ribeirão das Abóboras, localizada no município de Rio Verde (GO)

Categoria 1985 (ha)	Categoria 1995 (ha)					Total 1985	Perda
	1	2	3	4	9		
1	2120,46	0,68	26,25	0,00	0,00	2147,39	26,93
2	430,01	1950,80	609,30	0,00	0,00	2990,11	1039,31
3	2661,99	1080,50	10939,32	0,00	0,00	14681,81	3742,49
4	0,00	1,15	0,00	23,62	0,00	24,76	1,15
9	0,00	0,00	0,00	0,00	65,93	65,93	0,00
Total 1995	5212,46	3033,12	11574,87	23,62	65,93	19910,00	4809,87
Ganho	3092,00	1082,32	635,55	0,00	0,00	4809,87	15100,13

Legenda: 1: agricultura; 2: Cerrado/mata; 3: pastagem; 4: solo exposto; 9: rodovia.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Nestes dois momentos (1985 e 1995), a persistência de área, ou seja, áreas que não sofreram alteração, com relação à área total da bacia hidrográfica, foram: área de agricultura (10,65%), de Cerrado/mata (9,80%), pastagem (54,94%), rodovia (0,33%) e solo exposto (0,12%), ver Tabela 1, Tabela 3 e Figura 3 A e B.

**Tabela 2:** Área total e variação líquida de cada categoria do uso da terra e da cobertura vegetal entre os anos 1985 e 1995, na bacia do Ribeirão das Abóboras, localizada no município de Rio Verde (GO)

Categoria	Total 1985 (ha)	%C 1985	Total 1995 (ha)	%C 1995	Variação líquida (ha)	Variação líquida (%)
1	2147,39	10,79	5212,46	26,18	3065,07	15,39
2	2990,11	15,02	3033,12	15,23	43,01	0,22
3	14681,81	73,74	11574,87	58,14	3106,94	15,60
4	24,76	0,12	23,62	0,12	1,14	0,01
9	65,93	0,33	65,93	0,33	0,00	0,00
Total	19910,00	100,00	19910,00	100,00	6216,17	31,22

Legenda: 1: agricultura; 2: Cerrado/mata; 3: pastagem; 4: solo exposto; 9: rodovia.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Ainda analisando o período de 1985 para 1995, observa-se que a maior perda foi para a área de pastagem (18,80%), e o maior ganho, para a área de agricultura (15,53%), sendo a variação líquida dessas categorias de 15,60% e 15,39%, respectivamente. Da área total de pastagem (14681,81 ha), 2661,99 ha passaram a integrar a área de agricultura, ou seja, nota-se a substituição expressiva da área de pastagem pela área de agricultura. Observa-se também perda de 5,22% e ganho de 5,44% de área de Cerrado/mata, sendo essa troca ocorrida principalmente com área de pastagem. Esta categoria apresentou maior mudança de área (Tabela 1; Tabela 2; Tabela 3; Tabela 4; Figura 3 A e B).

**Tabela 3:** Persistência, perdas e ganhos por cada categoria do uso da terra e da cobertura vegetal entre os anos 1985 e 1995, na bacia do Ribeirão das Abóboras, localizada no município de Rio Verde (GO)

Categoria	Em ha			Em %		
	Persistência	Perda	Ganho	Persistência	Perda	Ganho
1	2120,46	26,93	3092,00	10,65	0,14	15,53
2	1950,80	1039,31	1082,32	9,80	5,22	5,44
3	10939,32	3742,49	635,55	54,94	18,80	3,19
4	23,62	1,15	0,00	0,12	0,01	0,00
9	65,93	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00
Total	15100,13	4809,87	4809,87	75,84	24,16	24,16

Área total (At) = 19910,00 ha

Legenda: 1: agricultura; 2: Cerrado/mata; 3: pastagem; 4: solo exposto; 9: rodovia.

Fonte: Elaborado pelos autores.

No ano de 2005, observa-se que a área de agricultura passou a ser predominante (44,96%), a área de pastagem passou a ser a segunda maior (38,96%), seguida da área de Cerrado/mata (12,51%), eucalipto (1,70%), área industrial (0,80%), rodovia (0,38%), granja (0,33%), área urbanizada (0,23%) e solo exposto (0,12%). Observam-se novas categorias de uso da terra neste ano, com destaque para a silvicultura (Tabela 5; Tabela 6; Figura 3 B e C).

**Tabela 4:** Perdas, ganhos, troca, valor absoluto da variação líquida e total de mudanças de cada categoria do uso da terra e da cobertura vegetal entre os anos 1985 e 1995, na bacia do Ribeirão das Abóboras, localizada no município de Rio Verde (GO)

Categoria (ha)	Perda	Ganho	Variação líquida	Troca	Total de mudança
1	26,93	3092,00	3065,07	53,85	3118,92
2	1039,31	1082,32	43,01	2078,63	2121,64
3	3742,49	635,55	3106,94	1271,10	4378,04
4	1,15	0,00	1,14	0,00	1,15
9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	4809,87	4809,87	6216,17	3403,58	9619,75

Legenda: 1: agricultura; 2: Cerrado/mata; 3: pastagem; 4: solo exposto; 9: rodovia.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Ao analisar os resultados de 1995 e 2005 em conjunto, a maior persistência é de área de pastagem (35,68%), seguida de agricultura (24,03%), Cerrado/mata (11,01%), rodovia (0,33%) e solo exposto/cascalheira (0,12%). Ocorreu maior perda de pastagem para outras categorias, principalmente para agricultura, sendo que 3975,34 ha de pastagem passou a ser destinada ao cultivo agrícola. A segunda maior perda foi de área de Cerrado/mata (4,22%), principalmente para a

área de pastagem. A maior variação líquida foi na categoria de pastagem (19,18%), seguida de agricultura (18,78%) e Cerrado/mata (2,72%). O aumento da área de rodovia é devido a criação do anel viário. A maior troca e total de mudança foram observadas na categoria de pastagem, sendo, respectivamente, 1306,69 ha e 5125,10 ha (Tabela 5; Tabela 6; Tabela 7; Tabela 8, Figura 3 B e C).

**Tabela 5:** Matriz de transição do uso da terra e da cobertura vegetal entre os anos 1995 e 2005, na bacia do Ribeirão das Abóboras, localizada no município de Rio Verde (GO)

Categoria 1995 (ha)	Categoria 2005 (ha)									Total 1995	Perda
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
1	4783,63	2,90	21,51	0,00	318,14	20,11	49,56	14,77	1,84035	5212,46	428,83
2	193,49	2192,53	631,83	0,88	7,68	0,00	6,04	0,33	0,33699	3033,12	840,59
3	3975,34	295,45	7103,12	0,00	12,46	45,70	104,38	31,26	7,15638	11574,87	4471,75
4	0,00	0,00	0,00	23,62	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	23,62	0,00
5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	65,93	65,93	0,00
Total 2005	8952,46	2490,88	7756,46	24,50	338,28	65,81	159,98	46,36	75,27	19910,00	5741,17
Ganho	4168,83	298,35	653,34	0,88	338,28	65,81	159,98	46,36	9,33	5741,17	14168,83

Legenda: 1: agricultura; 2: Cerrado/mata; 3: pastagem; 4: solo exposto; 5: eucalipto; 6: granja; 7: área industrial; 8: área urbanizada; 9: rodovia.

**Fonte:** Elaborado pelos autores.

No ano de 2015, a área agrícola se destaca entre as demais com 62,08% da área total da bacia hidrográfica, sendo que a área de Cerrado/mata passou a ser a segunda maior (19,59%), seguida de pastagem (12,12%), eucalipto (3,98%), área industrial (1,16%), granja (0,43%), rodovia (0,38%), área urbanizada (0,23%) e solo exposto/cascalheira (0,13%), conforme Tabela 9, Tabela 10 e Figura 3 C e D.

Ao comparar o uso da terra e a cobertura vegetal nos anos de 2005 e 2015, nota-se maior persistência da área de agricultura (39,39%), seguida principalmente de Cerrado/mata (10,64%), pastagem (8,60%) e eucalipto (1,47%). As maiores perdas foram observadas nas áreas de pastagem (30,35%), agricultura (5,57%) e Cerrado/mata (1,87%), sendo os maiores ganhos nas categorias de agricultura (22,69%), Cerrado/mata (8,95%), pastagem (3,52%) e eucalipto (2,42%). Observa-se que ocorreu aumento de áreas ocupadas por indústrias e granjas. A maior variação líquida foi observada nas áreas de pastagem (26,83%), agricultura (17,12%) e Cerrado/mata (7,08%).

**Tabela 6:** Área total e variação líquida de cada categoria do uso da terra e da cobertura vegetal entre os anos 1995 e 2005, na bacia do Ribeirão das Abóboras, localizada no município de Rio Verde (GO)

Categoria	Total 1995 (ha)	%C 1995	Total 2005 (ha)	%C 2005	Variação líquida (ha)	Variação líquida (%)
1	5212,46	26,18	8952,46	44,96	3740,00	18,78
2	3033,12	15,23	2490,88	12,51	542,24	2,72
3	11574,87	58,14	7756,46	38,96	3818,41	19,18
4	23,62	0,12	24,50	0,12	0,88	0,00
5	0,00	0,00	338,28	1,70	338,28	1,70
6	0,00	0,00	65,81	0,33	65,81	0,33
7	0,00	0,00	159,98	0,80	159,98	0,80
8	0,00	0,00	46,36	0,23	46,36	0,23
9	65,93	0,33	75,27	0,38	9,33	0,05
Total	19910,00	100,00	19910,00	100,00	8721,30	43,80

Legenda: 1: agricultura; 2: Cerrado/mata; 3: pastagem; 4: solo exposto; 5: eucalipto; 6: granja; 7: área industrial; 8: área urbanizada; 9: rodovia.

**Fonte:** Elaborado pelos autores.

**Tabela 7:** Persistência, perdas e ganhos por cada categoria do uso da terra e da cobertura vegetal entre os anos 1995 e 2005, na bacia do Ribeirão das Abóboras, localizada no município de Rio Verde (GO)

Categoria	Em ha			Em %		
	Persistência	Perda	Ganho	Persistência	Perda	Ganho
1	4783,63	428,83	4168,83	24,03	2,15	20,94
2	2192,53	840,59	298,35	11,01	4,22	1,50
3	7103,12	4471,75	653,34	35,68	22,46	3,28
4	23,62	0,00	0,88	0,12	0,00	0,00
5	0,00	0,00	338,28	0,00	0,00	1,70
6	0,00	0,00	65,81	0,00	0,00	0,33
7	0,00	0,00	159,98	0,00	0,00	0,80
8	0,00	0,00	46,36	0,00	0,00	0,23
9	65,93	0,00	9,33	0,33	0,00	0,05
Total	14168,83	5741,17	5741,17	71,16	28,84	28,84

Área total (At) = 19910,00 ha

Legenda: 1: agricultura; 2: Cerrado/mata; 3: pastagem; 4: solo exposto; 5: eucalipto; 6: granja; 7: área industrial; 8: área urbanizada; 9: rodovia.

**Fonte:** Elaborado pelos autores.

**Tabela 8:** Perdas, ganhos, troca, valor absoluto da variação líquida e total de mudanças de cada categoria do uso da terra e da cobertura vegetal entre os anos 1995 e 2005, na bacia do Ribeirão das Abóboras, localizada no município de Rio Verde (GO)

Categoria (ha)	Perda	Ganho	Variação líquida	Troca	Total de mudança
1	428,83	4168,83	3740,00	857,65	4597,66
2	840,59	298,35	542,24	596,70	1138,94
3	4471,75	653,34	3818,41	1306,69	5125,10
4	0,00	0,88	0,88	0,00	0,88
5	0,00	338,28	338,28	0,00	338,28
6	0,00	65,81	65,81	0,00	65,81
7	0,00	159,98	159,98	0,00	159,98
8	0,00	46,36	46,36	0,00	46,36
9	0,00	9,33	9,33	0,00	9,33
Total	5741,17	5741,17	8721,30	2761,04	11482,34

Legenda: 1: agricultura; 2: Cerrado/mata; 3: pastagem; 4: solo exposto; 5: eucalipto; 6: granja; 7: área industrial; 8: área urbanizada; 9: rodovia.

**Fonte:** Elaborado pelos autores.

As maiores trocas de 2005 para 2015 foram nas áreas de agricultura (2219,55 ha), pastagem (1401,45 ha), Cerrado/mata (745,73 ha), com total de mudança, respectivamente, de 5627,52 ha, 6744,28 ha e 2154,40 ha (Tabela 9; Tabela 10; Tabela 11; Tabela 12; Figura 3 C e D).

Notam-se uso da terra e cobertura vegetal com maior diversificação para os anos de 2005 e 2015 (Tabela 1; Tabela 5; Tabela 9; Figura 3).

O uso intensivo das terras com a substituição gradativa da pastagem pela agricultura, de 1985 para 2015 e a diminuição da área de Cerrado/mata até 2005 é devido às condições de solos, clima, tecnologias favoráveis e reflexo de ações dos governantes no sentido de estimular o desenvolvimento agrícola em Rio Verde (GO), entre outros municípios e regiões.

**Tabela 9:** Matriz de transição do uso da terra e da cobertura vegetal entre os anos 2005 e 2015, na bacia do Ribeirão das Abóboras, localizada no município de Rio Verde (GO)

Categori a 2005 (ha)	Categoria 2015 (ha)									Total 2005	Perda
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
1	7842,69	425,49	644,80	0,00	26,71	12,7 5	0,02	0,00	0	8952,46	1109,77
2	267,25	2118,0 1	52,44	0,54	52,33	0,01	0,29	0,00	0	2490,88	372,87
3	4233,64	1329,9 0	1712,9 1	0,00	403,1 3	6,90	69,97	0,01	0	7756,46	6043,55
4	0,02	0,00	0,00	24,4 8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	24,50	0,02
5	16,83	26,14	3,49	0,00	291,8 2	0,00	0,00	0,00	0,00	338,28	46,46
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	65,8 1	0,00	0,00	0,00	65,81	0,00
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	159,9 8	0,00	0,00	159,98	0,00
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	46,3 6	0,00	46,36	0,00
9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	75,2 7	75,27	0,00
Total 2015	12360,4 3	3899,5 5	2413,6 4	25,0 2	774,0 0	85,4 7	230,2 6	46,3 7	75,2 7	19910,0 0	7572,67
Ganho	4517,74	1781,5 4	700,73	0,54	482,1 8	19,6 6	70,28	0,01	0,00	7572,67	12337,3 2

Legenda: 1: agricultura; 2: Cerrado/mata; 3: pastagem; 4: solo exposto; 5: eucalipto; 6: granja; 7: área industrial; 8: área urbanizada; 9: rodovia.

Fonte: Elaborado pelos autores.

**Tabela 10:** Área total e variação líquida de cada categoria do uso da terra e da cobertura vegetal entre os anos 2005 e 2015, na bacia do Ribeirão das Abóboras, localizada no município de Rio Verde (GO)

Categoria	Total 2005 (ha)	%C 2005	Total 2015 (ha)	%C 2015	Variação líquida (ha)	Variação líquida (%)
1	8952,46	44,96	12360,43	62,08	3407,97	17,12
2	2490,88	12,51	3899,55	19,59	1408,67	7,08
3	7756,46	38,96	2413,64	12,12	5342,83	26,83
4	24,50	0,12	25,02	0,13	0,52	0,00
5	338,28	1,70	774,00	3,89	435,72	2,19
6	65,81	0,33	85,47	0,43	19,66	0,10
7	159,98	0,80	230,26	1,16	70,28	0,35
8	46,36	0,23	46,37	0,23	0,01	0,00
9	75,27	0,38	75,27	0,38	0,00	0,00
Total	19910,00	100,00	19910,00	100,00	10685,65	53,67

Legenda: 1: agricultura; 2: Cerrado/mata; 3: pastagem; 4: solo exposto; 5: eucalipto; 6: granja; 7: área industrial; 8: área urbanizada; 9: rodovia.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Conforme apresentado, predomina na área de estudo Latossolos e, conforme Alves et al. (2016), relevo suave-ondulado e plano, aspectos que tornam a bacia do Ribeirão das Abóboras favorável à produção agrícola.

Conforme Ferreira e Fernandes Filho (2003), a opção pela agricultura comercial na mesorregião do Sudoeste Goiano passa a se consolidar na década de 70 em diante, a partir da implantação de uma

infraestrutura mais adequada, incluindo além de estradas e meios de transportes, o crédito agrícola subsidiado, o suporte armazenador e a organização política e econômica do produtor rural.

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

A partir destes fatores, Pedrosa e Silva (2005) destacam que, reforçando os resultados obtidos, o Sudoeste Goiano torna-se um expoente em produção de grãos no Estado, e sua paisagem, marcada por cultivos até então recentes na região e tradicionalmente por criação de gado, dá lugar ao arroz, ao milho, ao sorgo granífero e à soja.

**Tabela 11:** Persistência, perdas e ganhos por cada categoria do uso da terra e da cobertura vegetal entre os anos 2005 e 2015, na bacia do Ribeirão das Abóboras, localizada no município de Rio Verde (GO)

Categoria	Em ha			Em %		
	Persistência	Perda	Ganho	Persistência	Perda	Ganho
1	7842,69	1109,77	4517,74	39,39	5,57	22,69
2	2118,01	372,87	1781,54	10,64	1,87	8,95
3	1712,91	6043,55	700,73	8,60	30,35	3,52
4	24,48	0,02	0,54	0,12	0,00	0,00
5	291,82	46,46	482,18	1,47	0,23	2,42
6	65,81	0,00	19,66	0,33	0,00	0,10
7	159,98	0,00	70,28	0,80	0,00	0,35
8	46,36	0,00	0,01	0,23	0,00	0,00
9	75,27	0,00	0,00	0,38	0,00	0,00
<b>Total</b>	<b>12337,32</b>	<b>7572,67</b>	<b>7572,67</b>	<b>61,97</b>	<b>38,03</b>	<b>38,03</b>

Área total (At) = 19910,00 ha

Legenda: 1: agricultura; 2: Cerrado/mata; 3: pastagem; 4: solo exposto; 5: eucalipto; 6: granja; 7: área industrial; 8: área urbanizada; 9: rodovia.

**Fonte:** Elaborado pelos autores.

**Tabela 12:** Perdas, ganhos, troca, valor absoluto da variação líquida e total de mudanças de cada categoria do uso da terra e da cobertura vegetal entre os anos 2005 e 2015, na bacia do Ribeirão das Abóboras, localizada no município de Rio Verde (GO)

Categoria (ha)	Perda	Ganho	Variação líquida	Troca	Total de mudança
1	1109,77	4517,74	3407,97	2219,55	5627,52
2	372,87	1781,54	1408,67	745,73	2154,40
3	6043,55	700,73	5342,83	1401,45	6744,28
4	0,02	0,54	0,52	0,04	0,56
5	46,46	482,18	435,72	92,92	528,64
6	0,00	19,66	19,66	0,00	19,66
7	0,00	70,28	70,28	0,00	70,28
8	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01
9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Total</b>	<b>7572,67</b>	<b>7572,67</b>	<b>10685,65</b>	<b>4459,70</b>	<b>15145,35</b>

Legenda: 1: agricultura; 2: Cerrado/mata; 3: pastagem; 4: solo exposto; 5: eucalipto; 6: granja; 7: área industrial; 8: área urbanizada; 9: rodovia.

**Fonte:** Elaborado pelos autores.

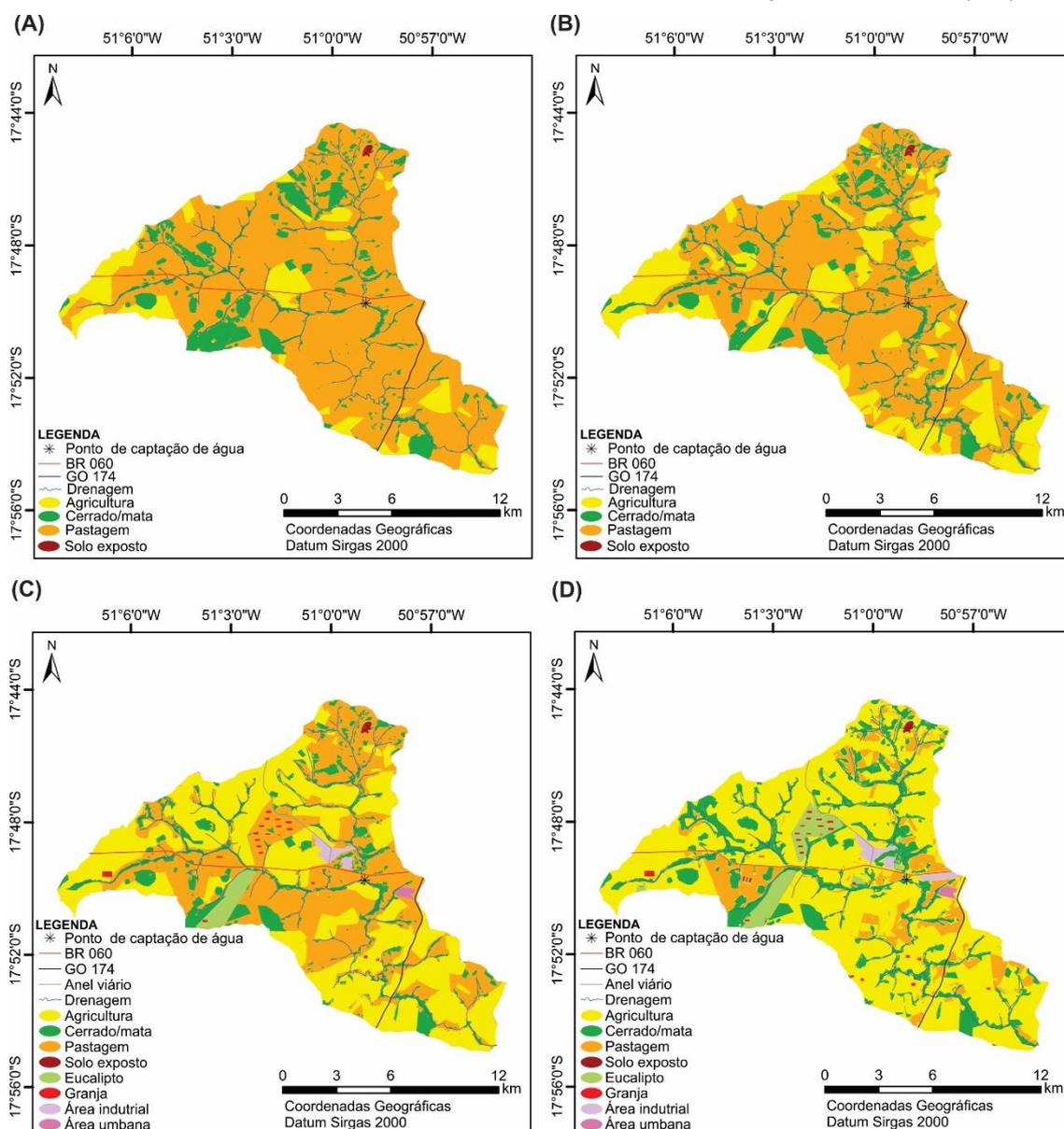
A implementação da agricultura na região começou na década de 70, mas na bacia do Ribeirão das Abóboras só foi observada, de forma expressiva, após 1995.

Em 1999, no município de Rio Verde (GO), especificamente na bacia do Ribeirão das Abóboras, através do Projeto Buriti, foi instalada a empresa Perdigão S. A., atualmente denominada BRF, uma das maiores companhias de alimentos do mundo.

Com a implantação da Perdigão S. A., extensas áreas de pastagens foram substituídas por agricultura na bacia hidrográfica, principalmente por áreas de cultivo de soja e milho, grãos destinados à produção de ração para alimentação de aves e suínos, sendo estes animais as principais matérias primas da empresa supracitada, além da produção de grãos para atender outras demandas internas e o mercado externo.

Os resultados observados para 2015 corroboram, em proporção, com os obtidos por Prado et al. (2009) no mapeamento e descrição do padrão de uso da terra e cobertura vegetal em municípios do sudoeste goiano a partir de imagens orbitais TM/Landsat-5, onde foi observado que a agricultura corresponde a maior área do município de Rio Verde (GO), seguida de áreas de Cerrado/mata e pastagem.

**Figura 3:** Uso da terra e cobertura vegetal para os anos avaliados: (A) 1985, (B) 1995, (C) 2005 e (D) 2015, na bacia do Ribeirão das Abóboras, localizada no município de Rio Verde (GO)



**Fonte:** (A), (B) e (C) elaborado pelos autores a partir de imagens disponibilizadas pelo INPE (2016); e (D) adaptado de Alves et al. (2016).

O valor de remanescentes de Cerrado/mata de 19,59% (Tabela 9; Tabela 10), principalmente nas áreas de preservação permanente, foi menor, proporcionalmente, que o índice de 28,0% obtido por Prado et al. (2009) para o município de Rio Verde (GO). Estes autores destacam as áreas de remanescentes de vegetação natural como sendo expressivas e concentradas, estando presentes, principalmente, nas margens dos rios que cortam o município, sendo esta situação também observada na bacia hidrográfica em estudo, ou seja, vegetação de Cerrado/mata concentrada principalmente nas margens dos cursos hídricos e no entorno das nascentes do Ribeirão das Abóboras.

Os índices baixos de vegetação natural de Cerrado observados corroboram, proporcionalmente, com os obtidos pela *World Wildlife Fund (WWF)/IMAGEM* (2009), que realizaram o mapeamento de uso e cobertura da terra para todo o Estado de Goiás, com imagens orbitais dos anos de 2002 e 2003, tendo como conclusão que para a região sudoeste destaca-se a elevada presença de áreas destinadas à agricultura, com poucas áreas de vegetação natural de Cerrado.

A Silvicultura corresponde ao quarto maior quantitativo da área da bacia. Este cultivo é voltado para produção de bioenergia para atender a demanda energética da Cooperativa Mista dos Produtores de Goiás (COMIGO) e da BRF, antiga Perdigão S. A., e também para formação de barreiras protetoras no entorno das granjas de suinocultura e avicultura (Figura 3 C e D).

Prado et al. (2009) associaram a extensão espacial do cultivo de eucalipto à criação de suínos e preparo de rejeitos destes animais com unidades da empresa BRF no município, uma vez que, conforme estes autores, a silvicultura é utilizada como barreira à expansão do odor dos rejeitos dos suínos produzidos nas granjas.

A plantação de eucalipto também é usada como barreira contra ventos, no intuito de proteger a estrutura das granjas e proporcionar, em conjunto com outras medidas, conforto térmico aos animais.

Essas indústrias integram o setor industrial, localizado dentro da área de estudo, que, em conjunto com as rodovias, granjas e área urbana, somam uma área correspondente a 2,2% da bacia hidrográfica, corroborando com Prado et al. (2012), no estudo da expansão da fronteira agrícola e mudanças no uso do solo na região Sul de Goiás. Estes autores destacam que em Rio Verde (GO), a agricultura foi destinada aos locais de solos naturalmente mais adequados, seguida pela instalação das principais agroindústrias de Goiás.

Na bacia hidrográfica em questão passa a BR-060, principal via de acesso à Rio Verde (GO), a qual liga este município a capital goiana (Goiânia), a capital federal (Brasília) entre outras cidades, e a GO-174, além de apresentar o anel viário que liga as rodovias BR-060 e GO-174, sendo a logística para escoamento da produção favorável ao desenvolvimento agrícola.

As 26 granjas instaladas na bacia hidrográfica (Figura 3 D), consideradas de médio e grande porte, são voltadas para a criação de aves e suínos e tem como finalidade fornecer matéria prima para o complexo agroindustrial da BRF. Essas granjas provocam um aumento na quantidade de resíduos gerados, que demandam cuidados especiais de destinação e tratamento (CARMO et al., 2002), de forma que não causem impactos negativos ao solo e aos recursos hídricos.

A área urbanizada, localizada dentro da bacia hidrográfica, no ano de 2005 e 2015, é reflexo do crescimento da população de Rio Verde (GO). Conforme o Instituto de Geografia e Estatística, a população rio-verdense aumentou 83,19% de 1991 para 2010, e 14,89% de 2010 para 2015, apresentando para este ano uma população estimada de 207.296 habitantes (IBGE, 2016).

Conforme Passos (2010), o município de Rio Verde (GO), desde 1970, apresenta fortes transformações no espaço urbano e rural, em especial com a instalação das agroindústrias. Esta autora destaca que essa análise pode ter enfoque na microrregião do Sudoeste de Goiás, em que Rio Verde (GO), além de ser o mais importante da mesma, é um dos municípios mais dinâmicos do Estado. Destaca ainda que o município apresenta um crescimento econômico expressivo e que a instalação do complexo agroindustrial da Perdigão (atual BRF) em 1999 impulsionou o município com geração de empregos diretos e indiretos, tornando a cidade um polo de crescimento regional.

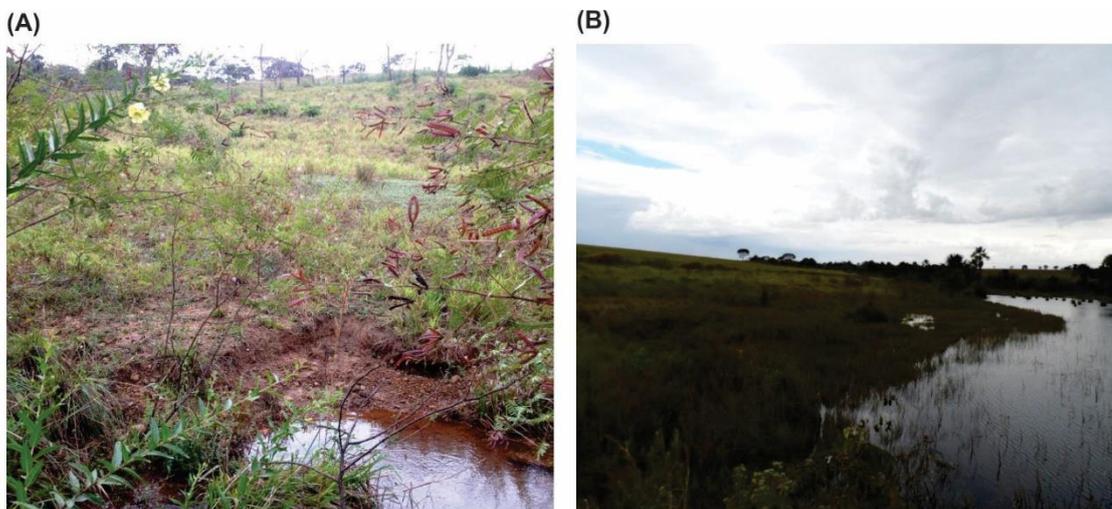
Conforme o Código Ambiental Municipal de Rio Verde (GO), Lei 5.090/2005 (RIO VERDE, 2005), o limite de APPs para o Ribeirão das Abóboras corresponde, no mínimo, a 30 m, nas margens dos cursos hídricos, e 50 m de raio, no entorno das nascentes. Esta lei fixa o limite de 20% de reserva legal nas propriedades rurais entre 20 e 50 hectares, onde não é permitido o corte raso, além da cobertura florestal de qualquer natureza, os maciços de porte arbóreo, sejam frutíferos, ornamentais ou industriais.

Entretanto, conforme pode ser observado na Figura 4 e Figura 5, foi constatado que as exigências, pelo menos parcialmente, quanto a preservação das APPs, não são cumpridas, reforçando as afirmações de Tsujii et al. (2014). Estes autores, nos estudos do uso da terra e cobertura vegetal nas áreas de preservação permanentes no Sudoeste Goiano, em 2014, relatam que as APPs, mesmo apresentando diversas funções importantes, relacionadas à conservação da biodiversidade e dos cursos hídricos, estão pouco conservadas no município de Rio Verde (GO), sendo reflexo, afirmam os autores, das atividades socioeconômicas no Sudoeste de Goiás. Estes autores observaram que apenas 16,34%, das APPs de Rio Verde encontravam-se preservadas em 2014, demonstrando o descaso com as leis e com o meio ambiente na região.

Tsujii et al. (2014) afirmam que as principais atividades econômicas exercidas dentro das APPs são reflexos das principais atividades do município de Rio Verde (GO), ou seja, de agricultura e pecuária, com 185,76 Km<sup>2</sup> de APPs ocupadas pelas atividades da agricultura (61,61%) e 65,77 km<sup>2</sup> (21,81%) por pastagens.

Em um estudo realizado no Ribeirão do Lobo, em área desmatada e com o uso intenso do solo, ficou evidente o grande aumento na condutividade elétrica da água, turbidez, amônio, fósforo e nitrogênio total como resultado de remoção da vegetação e degradação da bacia hidrográfica (TUNDISI; MATSUMURA-TUNDISI, 2010). Estes autores afirmam ainda que a deterioração da bacia hidrográfica e a remoção da vegetação modificaram, substancialmente, a qualidade da água no Ribeirão do Lobo com várias consequências no abastecimento público e perda de serviços. Logo, caso não sejam intensificadas as ações para recuperação de APPs com uso da terra e cobertura vegetal irregulares, os usos múltiplos da água do Ribeirão das Abóboras podem ficar comprometidos.

**Figura 4:** (A) Área de preservação permanente ocupada por pastagem na margem esquerda do Ribeirão das Abóboras, próximo à sua nascente principal, (B) área de preservação permanente ocupada por pastagem e agricultura na margem esquerda do Córrego Marimbondo, afluente do Ribeirão das Abóboras, localizado no município de Rio Verde (GO)



Fonte: Elaborada pelos autores.

Embora sejam observadas irregularidades ambientais na bacia do Ribeirão das Abóboras, conforme mencionado, ocorreram ganhos, em relação à área total, de 8,95% de cobertura vegetal formada por Cerrado/mata, de 2005 para 2015, principalmente em APPs nas margens dos cursos hídricos e no entorno das nascentes, sendo o maior aumento para esta categoria durante os anos avaliados (Tabela 9; Tabela 11; Figura 3 C; Figura 3 D). Essa conquista ambiental pode ser explicada pelo motivo do Ribeirão das Abóboras ser a principal fonte fornecedora de água para a população urbana de Rio Verde, o que preocupa as autoridades locais e membros da sociedade civil em garantir esse recurso vital através de dispositivos legais e programas voltados para a preservação das áreas nas margens dos cursos hídricos e no entorno das nascentes.

Outra explicação para o aumento da vegetação natural são as ações da BRF voltadas para recuperar APP na bacia hidrográfica, especialmente no entorno das nascentes, a partir do início de suas instalações em 1997, devido o referido curso hídrico também ser fonte de água para os processos produtivos dessa empresa e compromisso ambiental assumido por esta com autoridade local.

Uma ação importante da autoridade pública local foi a criação do Código Ambiental Municipal de Rio Verde (GO), instituído pela Lei 5.090/2005 (RIO VERDE, 2005), sendo mais restritiva que o Novo Código Florestal instituído pela Lei 12.651/2012 (BRASIL, 2012), conforme mencionado, contribuindo, desta forma, no aumento da área de Cerrado/mata de 2005 para 2015. Outra ação importante é a criação do Programa Produtor de Água (PPA) instituído pela Lei Municipal nº 6.033/2011 (RIO VERDE, 2011), e alterada pela Lei 6.290/2013, visando promover a recuperação das nascentes e dos corpos de água que abastecem o Município, a fim de garantir a qualidade e a quantidade de água, incentivando os produtores rurais a se envolverem no processo, mediante compensação pelos serviços ambientais por eles prestados (RIO VERDE, 2013), com reflexos positivos, com contribuição nos ganhos ambientais, ou seja, recomposição de APPs observadas. Esse programa foi implantado no município, especificamente na bacia hidrográfica do Ribeirão das Abóboras, em 2011, e continua vigente atualmente.

**Figura 5:** (A) Área de preservação permanente ocupada por pastagem na margem direita do Córrego dos Paletes, afluente do Ribeirão das Abóboras, e (B) área de preservação permanente ocupada por residência rural (círculo vermelho) e com presença de assoreamento/desbarrancamento na margem esquerda do Córrego do Queixada, afluente do Ribeirão das Abóboras, localizado no município de Rio Verde (GO)



**Fonte:** Elaborada pelos autores.

O pagamento por serviços ambientais prestados tem como base legal a Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa e dá outras providências. Esta lei, em seu artigo. 41, autoriza a utilização de mecanismos de compensação e de instrumentos de pagamento por serviços ambientais, ao incluir os seguintes serviços: (a) o sequestro, a conservação, o aumento do estoque e a redução do fluxo de carbono; (b) a preservação da beleza cênica natural; (c) a preservação da biodiversidade; (d) a conservação das águas e dos serviços hídricos; (e) a regulação do clima; (f) a valorização cultural e do conhecimento tradicional ecossistêmico; (g) a conservação e o melhoramento do solo; (h) a manutenção de Áreas de Preservação Permanente, de Reserva Legal e de uso restrito (BRASIL, 2012).

Conforme afirma Merida (2014), o Programa Produtor de Água do município de Rio Verde (GO), apesar do pouco tempo de sua implementação, apresenta resultados positivos no tocante à recuperação das matas no entorno das nascentes do Ribeirão das Abóboras, contribuindo, ressalta a autora, de forma efetiva, para o desenvolvimento sustentável do município. A autora relata, ainda, que entre os benefícios observados pelos provedores do referido programa, em suas propriedades,

foram destacados o reflorestamento e o cercamento das áreas de preservação permanente no entorno das nascentes, assim como o aumento da vazão da água; e que os principais motivos atribuídos ao sucesso do PPA foram a cooperação técnica prestada pelo Município de Rio Verde (GO) e o caráter voluntário do programa.

## CONCLUSÃO

A bacia do Ribeirão das Abóboras não apresentou uso da terra e cobertura vegetal diversificados para os anos de 1985 e 1995, passando a apresentar para os anos de 2005 e 2015, sendo reflexo do desenvolvimento do agronegócio na região, em especial nas últimas décadas. A área de agricultura aumentou gradativamente, passando a ser predominante nos anos de 2005 e 2015, sendo inserida, principalmente, em áreas que antes eram usadas para pastagem, devido às características físicas, como solo e relevo, favoráveis à agricultura, além do avanço tecnológico, políticas públicas e outros. Com áreas recuperadas apresentando vegetação com idade média de 20, 12 e 6 anos, a áreas de Cerrado/mata também aumentou ao longo dos anos, ou seja, os ganhos foram maiores que as perdas, exceto de 1995 para 2005, sendo o maior aumento observado de 2005 para 2015, coincidido com as ações implementadas na bacia hidrográfica, como as da antiga Perdigão S. A. (atual BRF) voltadas para a recuperação de nascentes e áreas degradadas nas margens do ribeirão, fiscalização voltadas para o cumprimento da Lei Ambiental Municipal 5.990/2005 e o Programa Produtor de Água de Rio Verde (GO).

As ações de recuperação de áreas degradadas da Perdigão, o Código Ambiental Municipal de Rio Verde (GO), Lei 5.090/2005, e o Programa Produtor de Água, instituído pela Lei Municipal 6.033/2011, alterada pela Lei 6.290/2013, contribuíram no aumento de áreas cobertas por vegetação de Cerrado/mata de 2005 para 2015. Entretanto, foram constatadas, ao longo do Ribeirão das Abóboras, diversos trechos em inconformidade quanto aos limites legais estabelecidos, demonstrando a necessidade de fiscalização mais efetiva, cumprimento das exigências legais, fortalecimento e ampliação do Programa Produtor de Água, através do envolvimento de mais produtores rurais, bem como motivação destes. Estas ações são necessárias para garantir quantitativa e qualitativamente água para o abastecimento público da população rio-verdense atual e futuras e para outros usos múltiplos.

Este estudo irá subsidiar o planejamento e a gestão ambiental dos recursos hídricos da região e servirá de base para outros em outras regiões, contribuindo na melhoria da qualidade ambiental e de vida.

## 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.

ANDRADE, N. L. R.; XAVIER, F. V.; ALVES, E. C. R. F.; SILVEIRA, A.; OLIVEIRA, C. U. R. Caracterização morfométrica e pluviométrica da bacia do Rio Manso – MT. **Geociências**, v. 27, n. 2, p. 237-248, 2008.

ÂMBITO JURÍDICO. Disponível em: <[http://www.ambitojuridico.com.br/site/index.php?n\\_link=revista\\_artigos\\_leitura&artigo\\_id=3845](http://www.ambitojuridico.com.br/site/index.php?n_link=revista_artigos_leitura&artigo_id=3845)>. Acesso em: 01 dez. 2016.

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.

\_\_\_\_\_. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF, Senado, 1988.

\_\_\_\_\_. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. **Diário**

**Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 31 de agosto de 1981. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=313>>. Acesso: 29 jun. 2016.

BRICEÑO, A. E. E.; SOUZA, V. L. Valéria Leão. Pagamento por serviços ambientais pela conservação de nascentes da microbacia do Ribeirão Abóbora, Rio Verde, Goiás, Brasil. In: 27º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. **Anais...** Goiânia: ABES, 2013.

CARDOSO, J. A.; AQUINO, C. M. S. Análise dos usos e cobertura das terras das microbacias hidrográficas do riacho do Roncador - Timon (MA): subsídios ao planejamento ambiental. **Boletim Campineiro de Geografia**, v. 3, n. 2, p. 305-327, 2013.

CARMO, R. L.; GUIMARÃES, E.; AZEVEDO, A. M. M. Agroindústria, População e Ambiente no Sudoeste de Goiás. In: XIII Encontro da Associação Brasileira de Estudos Populacionais. **Anais...** Ouro Preto: EABEP, 2002. p. 01-23.

CONGALTON, R.G.; GREEN, K. **Assessing the accuracy of remotely sensed data: principles and practices**. 2 ed. New York: Lewis Publishers, 2009.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3 ed. Editores Técnicos, Humberto Gonçalves dos Santos et al. Rio de Janeiro - RJ: Embrapa Solos, 2013, 353 p.

FERREIRA, D. F.; FERNANDES FILHO, J. F. Análise das transformações Recentes na Atividade Agrícola da Região de Goiás: 1970/1995-6. In: PEREIRA, S. L. XAVIER, C. L. (Org.). **O agronegócio nas terras de Goiás**. Uberlândia: EDUFU, 2003, p. 101-138.

FERREIRA, M. E.; MIZIARA, F.; GUIMARÃES, L.; JÚNIOR, F. RIBEIRO, F. L.; FERREIRA, C. N. Ativos ambientais do bioma Cerrado: uma análise da cobertura vegetal nativa e sua relação com o preço da terra no Estado de Goiás. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 61, n. 1, p. 37-50, 2009.

GOIÁS (Estado). Lei n.º 18.104, de 17 de julho de 2013. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa, institui a nova Política Florestal do Estado de Goiás e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.gabinetecivil.go.gov.br/leis\\_ordinarias/2013/lei\\_18104.htm](http://www.gabinetecivil.go.gov.br/leis_ordinarias/2013/lei_18104.htm)>. Acesso em: 06 jan. 2017.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo demográfico 2010 e 2015. Disponível em:

<<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=521880&search=goias|rio-verde>>. Acesso em: 6 jan. 2016.

INPE – Instituto Nacional de Pesquisa Espacial. Disponível em: <<http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>>. Acesso em: 01 Mar. 2016.

LANDIS, R.; KOCH, G. G. The measurement of observer agreement for categorical data. **Biometrics**, v.33, n.1, p.159-174, 1977. <https://doi.org/10.2307/2529310>

MERIDA, C. O pagamento por serviços ambientais como instrumento de efetividade do desenvolvimento sustentável em Rio Verde, Goiás. Dissertação (Mestrado em Direito, Relações Internacionais e Desenvolvimento) – Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia (GO), 2014.

LATRUBESSE, E. M.; Carvalho, T. M. Geomorfologia do Estado de Goiás e Distrito Federal. Secretaria de Indústria e comércio. Superintendência de Geologia e mineração. Goiânia. Disponível em: <<http://www.sieg.go.gov.br/>>. Acesso em: 02 jan. 2016.

PASSOS, H. S. Zoneamento urbano de Rio Verde: uma proposta para ordenamento do uso do solo. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional) – Universidade Alves Faria, Goiânia, 2010.

PEDROSO, I. L. P. B.; SILVA, A. R. P. da. O papel das políticas públicas no desenvolvimento agroindustrial de Rio Verde - GO. **Caminhos de Geografia**, v. 3, n. 15, p. 20-27, 2005.

PEEL, M. C., FINLAYSON, B. L., MCMAHON, T. A. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. **Hydrology Earth System Sciences**, v. 11, p. 1633–1644, 2007. <https://doi.org/10.5194/hess-11-1633-2007>

PONTIUS JUNIOR, R. G.; SHUSAS, E.; MCEACHERN, M. Detecting important categorical land changes while accounting for persistence. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 101, p. 251-268, 2004. Disponível em: <[http://www.clarku.edu/~rpontius/pontius\\_etal\\_2004\\_aee.pdf](http://www.clarku.edu/~rpontius/pontius_etal_2004_aee.pdf)>. Acesso em: 2 set. 2017.

PRADO, L. A. MIZIARA, F. FERREIRA, M. E. Expansão da fronteira agrícola e mudanças no uso do solo na região Sul de Goiás: ação antrópica e características naturais do espaço. **Boletim Goiano de Geografia**, v. 32, n. 1, p. 151-165, 2012.

PRADO, R. B. FERREIRA, C. E. G. BENITES, V. M. NAUMOV, A. Mapeamento e descrição do padrão de uso e cobertura da terra em municípios do sudoeste goiano a partir de imagens orbitais TM/Landsat-5. *Embrapa Solos*, Boletim de pesquisa 148, 2009, 54p.

RIO VERDE (Município). Lei 5.090/2005. Institui o Código Ambiental Municipal e dá outras providências: promulgada em 28 de dezembro de 2005. Rio Verde, 2005. Disponível em: <<http://www.rioverdegoias.com.br/arquivos/lei5090.pdf>>. Acesso em: 29 jun. 2016.

\_\_\_\_\_. Lei 6.033/2011. Cria o Programa Produtor de Água: promulgada em 28 de outubro de 2011. Rio Verde, 2011. Disponível em: <<http://camararioverde.com.br/conteudo/projetosleis/26052014040540.pdf>>. Acesso em: 29 jun. 2016.

\_\_\_\_\_. Lei 6.290/2013. Altera a Lei n.º 6.033/2011, que cria o Programa Produtor de Água: promulgada em 26 de agosto de 2013. Rio Verde, 2013. Disponível em: <http://camararioverde.com.br/conteudo/projetosleis/26052014040540.pdf>. Acesso em: 29 jun. 2016.

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.

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: 21º Encontro Nacional de Geografia Agrária, Uberlândia. **Anais...** Uberlândia: AGB-ENGA, 2012, 14 p.

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

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

TSUJII, P. K.; RIBEIRO, A. C. C; CARNEIRO, V. A.; SILVA NETO, C. M.; GONÇALVES, B. B. Uso e ocupação das áreas de preservação permanentes no sudoeste goiano. **Revista de Geografia (UFPE)**, V. 31, n. 3, 2014.

TUNDISI, J. G. Água no século XXI: enfrentando a escassez. **Revista MultiCiência**, p. 1-15, 2003. Acesso em 6 jan. 2017. Disponível em: <[http://www.multiciencia.unicamp.br/artigos\\_01/A3\\_Tundisi\\_port.PDF](http://www.multiciencia.unicamp.br/artigos_01/A3_Tundisi_port.PDF)>. <https://doi.org/10.1590/S1676-06032010000400010>

TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T. Impactos potenciais das alterações do Código Florestal nos recursos hídricos. **Biota Neotropica**, v. 10, n. 4, p. 67–76, 2010.

USGS – United States Geological Survey. EarthExplorer. Disponível em: <<https://earthexplorer.usgs.gov/>>. Acesso em: 20 de set. 2016.

World Wildlife Fund – WWF/IMAGEM. Mapa de Regiões Fisionômicas e Uso da Terra. Goiânia: SIEG, 2004, 155 p. Disponível em: <[http://www.sieg.go.gov.br/downloads/Unidades\\_Fitofisionomica.pdf](http://www.sieg.go.gov.br/downloads/Unidades_Fitofisionomica.pdf)>. Acesso em: 26 fev. 2009.

---

Recebido em: 21/02/2017  
Aceito para publicação em: 24/08/2017