



**FACULDADE EVANGÉLICA DE GOIANÉSIA**

**BRUNO VINÍCIUS DOS SANTOS**

**MAPEAMENTO DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO ENTRE 1995 E 2015  
NO MUNICÍPIO DE GOIANÉSIA, GOIÁS.**

Goianésia

2018



**FACULDADE EVANGÉLICA DE GOIANÉSIA**

**MAPEAMENTO DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO ENTRE 1995 E 2015  
NO MUNICÍPIO DE GOIANÉSIA, GOIÁS.**

**BRUNO VINÍCIUS DOS SANTOS**

**ORIENTADOR: PROF. ME. GUSTAVO HENRIQUE MENDES BRITO**

**Publicação nº: 01/2018**

Goianésia

2018



## **FACULDADE EVANGÉLICA DE GOIANÉSIA**

**MONOGRAFIA DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA APRESENTADA COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS À OBTENÇÃO DO GRAU DE BACHAREL EM AGRONOMIA**

**BRUNO VINÍCIUS DOS SANTOS**

**APROVADA POR:**

---

GUSTAVO HENRIQUE MENDES BRITO, MESTRE  
Faculdade Evangélica de Goianésia – FACEG  
ORIENTADOR

---

ANA CLÁUDIA OLIVEIRA SÉRVULO, MESTRE  
Faculdade Evangélica de Goianésia – FACEG  
EXAMINADORA

---

RODRIGO FERNANDES DE SOUZA, MESTRE.  
Faculdade Evangélica de Goianésia – FACEG  
EXAMINADOR

**Goianésia/GO, Junho/2018.**

## FICHA CATALOGRÁFICA

SANTOS, B. V. **Mapeamento do uso e ocupação do solo entre 1995 e 2015 no município de Goianésia, Goiás.** Orientação de Gustavo Henrique Mendes Brito; Goianésia: Faculdade Evangélica de Goianésia, 2018, 27p.

Monografia de Graduação – Faculdade Evangélica de Goianésia, 2018.

1. Uso e ocupação. 2. Solo. 3. Imagem de satélite.

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

SANTOS, B. V. **Mapeamento do uso e ocupação do solo entre 1995 e 2015 no município de Goianésia, Goiás.** Orientação de Gustavo Henrique Mendes Brito; Goianésia: Faculdade Evangélica de Goianésia, 2018, 27p. Monografia de Graduação.

## CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: BRUNO VINÍCIUS DOS SANTOS

GRAU: BACHAREL

ANO: 2018

É concedida à Faculdade Evangélica de Goianésia permissão para reproduzir cópias desta Monografia de Graduação para única e exclusivamente propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva para si os outros direitos autorais, de publicação. Nenhuma parte desta Monografia pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor. Citações são estimuladas, desde que citada à fonte.

---

Nome: BRUNO VINÍCIUS DOS SANTOS

E-mail: MR\_BRUNOVS@HOTMAIL.COM

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus por me dar capacidade física e intelectual, que me capacitou para conclusão deste curso.

Agradeço a meus pais por ter contribuído com incentivos financeiros e morais, me fortalecendo nos momentos difíceis e persistindo para concluir o curso.

Agradeço ao mestre professor Gustavo Henrique Mendes Brito que sempre esteve disposto a ajudar elaborar este estudo.

Agradeço aos demais professores dos quais fizeram parte da composição discente da faculdade, profissionais que fizeram parte da minha história e contribuíram para o aprendizado que obtive durante todo curso.

*O TEMOR DO SENHOR É O PRINCÍPIO DO CONHECIMENTO; MAS OS INSENSATOS  
DESPREZAM A SABEDORIA E A INSTRUÇÃO. (PROV. 1:7)*

## **RESUMO**

### **Mapeamento do uso e ocupação do solo entre 1995 e 2015 no município de Goianésia, Goiás**

Carecido de informações sobre as ações antrópicas e uso dos recursos naturais em nosso planeta, e nas constantes mudanças nas paisagens devido às alterações no uso e ocupação do solo, é necessário o constante monitoramento de seu uso, para tal, tem-se utilizado imagens de satélite para obter informações espaço-temporais das modificações da paisagem. Com base nesta demanda, o presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de analisar as alterações de uso do solo que as atividades antrópicas ocasionaram no município de Goianésia, Goiás. Foram utilizados dados para obtenção do polígono do município da base cartográfica do Sistema Estadual de Geoinformação – SIEG, dados do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), para os anos de 1995 e 2005 e informações do Serviço Geológico dos Estados Unidos para o ano de 2015. Com o resultado foi possível estabelecer seis classes: Agricultura, Cana de açúcar, Vegetação nativa, Água, Pastagem, Área degradada / solo exposto. Sendo notável que a cana-de-açúcar e os corpos d'água foram as classes de uso do solo que mais alteraram durante os 20 anos de estudo no município de Goianésia, Goiás.

**Palavras-chave:** Sensoriamento remoto, Cobertura do solo, Geotecnologias.

## **ABSTRACT**

### **Mapping of land use and occupation between 1995 and 2015 in the municipality of Goianésia, Goiás**

Lacking information about anthropic actions and use of natural resources on our planet, and the constant changes in landscapes due to changes in land use and occupation, it is necessary to constantly monitor their use, for this, we have used images of satellite for spatiotemporal information of landscape modifications. Based on this demand, the present work was developed with the objective of analyzing the changes in land use that the anthropic activities caused in the city of Goianésia, Goiás. Data were used to obtain the polygon of the cartographic base of the State System of Geoinformation - SGEI, data from the National Institute of Space Research (INPE), for the years 1995 and 2005 and information from the United States Geological Survey for the year 2015. With the result it was possible to establish six classes: Agriculture, Sugar Cane, Native vegetation, Water, Grassland, Degraded area / exposed soil. It is remarkable that sugarcane and water bodies were the classes of land use that changed the most during the 20 years of study in the city of Goianésia, Goiás.

**Keywords:** Remote sensing, Ground cover, Geotechnologies.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1.</b> Mapa de localização do município de Goianésia, Goiás .....	15
<b>Figura 2.</b> Fluxograma dos procedimentos metodológicos .....	17
<b>Figura 3.</b> Imagem do município no dia 17/06/1995 .....	18
<b>Figura 4.</b> Imagem do município no dia 12/06/2005 .....	18
<b>Figura 5.</b> Imagem do município no dia 20/07/2015 .....	18
<b>Figura 6.</b> Exemplos de chaves de interpretação de objetos e feições representadas em imagens TM e ETM* Landsat usando bandas: 3(B), 4(G) e 5(R) .....	19
<b>Figura 7.</b> Imagem do município ano 2015 com classificação Maxver .....	20
<b>Figura 8.</b> Imagem do município ano 2015 com classificação Paralelepípedo .....	20
<b>Figura 9.</b> Imagem do município ano 2015 com classificação Mínima distância .....	22
<b>Figura 10.</b> Classificação das formas de uso e ocupação do solo para os anos de 1995, 2005 e 2015 no município de Goianésia, Goiás .....	23

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Índice de concordância entre os algoritmos de classificação supervisionada e a verdade de campo .....	20
<b>Tabela 2.</b> Classificação das formas de uso e ocupação do solo para os anos de 1995, 2005 e 2015 no município de Goianésia, Goiás .....	22

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>12</b>
<b>2. MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>14</b>
2.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	14
2.2 BASE DE DADOS.....	15
2.3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS .....	17
<b>3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>20</b>
<b>4. CONCLUSÕES .....</b>	<b>24</b>
<b>5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>25</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Desde os anos de 1940 a expansão da área cultivada no Brasil foi um dos principais responsáveis pelo crescimento agrícola no país, sendo exploradas inicialmente terras da região Sudeste, seguida pela região Centro-Sul, e atualmente se destacando o Centro-Oeste brasileiro. (SCHWENK et al., 2005).

Para o estado de Goiás foi observado uma intensa ocupação a partir da década de 1960 devido à construção de Brasília e incentivos governamentais para o desenvolvimento econômico e ocupação do setor agropecuário. (Oliveira 2002). Grande parte do estado que até então era praticamente todo coberto pelo bioma Cerrado foi ocupado com culturas agrícolas, bovinocultura e pastagens implantadas, caracterizando uma abertura de fronteiras agrícolas, que por sua vez foi o principal fator de ocupação e desenvolvimento de Goiás (PEREIRA JUNIOR et al., 2013; PRUDENTE; ROSA, 2010).

Entretanto esta intensa ocupação só ocorreu devido à modernização da agricultura que criou tecnologias apropriadas para a região, tais como a correção da acidez dos seus solos. Conseqüentemente, o processo de ocupação produtiva foi acelerado devido à localização geográfica do estado, relevo relativamente plano e condições climáticas favoráveis como chuvas bem definidas e regulares (COSTA; ZEILHOFER; RODRIGUES, 2010; GOEDERT; WAGNER; BARCELLOS, 2008)

Esta rápida ocupação das terras pelo setor agropecuário estimulou a modernização do campo e a implantação de infraestrutura para o escoamento de produção. Por outro lado, as ações antrópicas sobre os recursos naturais passaram a ser realizadas sem o devido planejamento, acarretando impactos nas paisagens através do intenso processo de substituição das áreas naturais por diversos tipos de uso do solo e da fragmentação das áreas com cobertura florestal (COELHO, et al., 2014; MATSUSHITA et al., 2006).

A intensa exploração agrícola e pecuária sem o devido planejamento pode afetar a disponibilidade e a qualidade dos recursos naturais, provocando queda na fertilidade do solo e até mesmo a aceleração dos processos erosivos (MENDOZA et al., 2011; VANZELA et al. 2010). Uma alternativa ao uso descontrolado destes recursos seria o desenvolvimento de políticas públicas para uma gestão sustentável,

e uma importante ferramenta incitar estas políticas é o mapeamento do uso e cobertura do solo em uma escala temporal para detectar as transformações das paisagens. Tais mapeamentos permitem obter informações para construção de cenários ambientais que servirão de subsídios para tomada de decisão de um manejo sustentável, e atividades conservacionistas de qualquer que seja a região (ASSIS et al., 2014; COELHO et al., 2014; MENDOZA et al., 2011).

Para tanto, os mapeamentos de uso do solo dispõem da utilização das técnicas de sensoriamento remoto para monitorar e diagnosticar as mudanças ocorridas no espaço temporal. Associado a isso, os Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) servem como ferramentas de auxílio a estas análises espaciais, tornando possível avaliar cenários com rapidez, obter informações constantes e atualizadas para diagnosticar os diferentes tipos de uso e ocupação do solo (ASSIS et al., 2014; LOPES et al., 2010; BORGES et al., 2011).

O uso desordenado dos recursos naturais, como o solo, a água e a flora, tem acelerado os processos erosivos, impermeabilização do solo, perda de biodiversidade, assoreamento de reservatórios e cursos d'água, entre outros impactos ao solo e ao meio ambiente (NASCIMENTO; VAEZA et al., 2010).

Estudos que monitoram as formas de uso e ocupação do solo de um determinado local para compreensão do ambiente são desenvolvidos utilizando imagens de satélites e técnicas de sensoriamento remoto. Tais técnicas são ferramentas úteis e indispensáveis para o monitoramento da dinâmica de uso e ocupação do solo, pois proporcionam maior frequência na atualização de dados, agilidade no processamento e viabilidade econômica (COELHO et al., 2014; VAEZA et al., 2010).

A interpretação das imagens advindas do sensoriamento remoto possibilita elaborar mapas que auxiliam na gestão dos recursos naturais, planejamento de desenvolvimentos futuros, ajudam a mensurar a distribuição de recursos, formas de uso do solo, e facilitam na análise e tomada de decisões sobre recursos disponíveis e locais adequados para ações de desenvolvimento ou preservação (CORREIA; SÁ, 2010; CONGALTON; GREEN, 2009).

Tais mapas são elaborados utilizando a classificação de imagens da superfície terrestre para extração padrões e objetos homogêneos. A partir dos classificadores automáticos não supervisionados ou supervisionados, ou seja, que

exigem conhecimento prévio do local a ser mapeado torna-se possível a avaliação das mudanças de paisagens ocorridas e fomentar o desenvolvimento de políticas públicas para uma gestão sustentável dos recursos naturais (NASCIMENTO et al., 2016; ALMEIDA et al., 2014; OLIVEIRA et al., 2013).

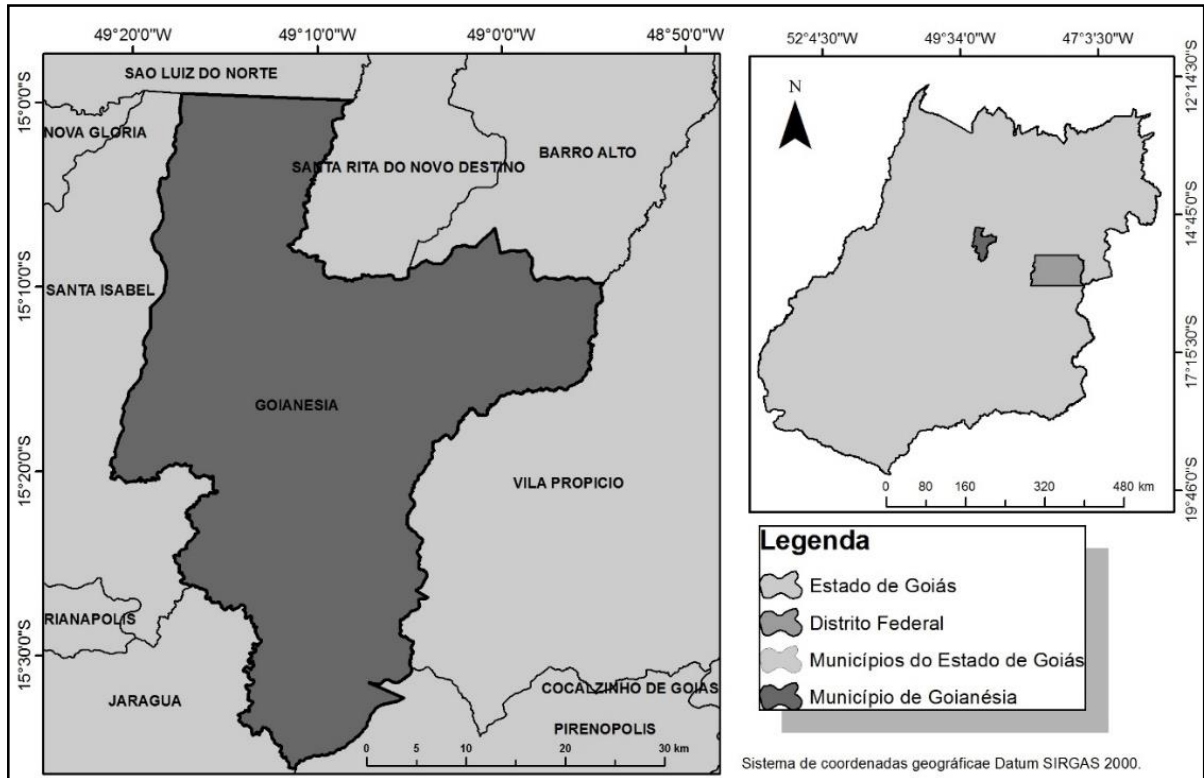
Os principais métodos de classificação supervisionada de imagens aplicados ao monitoramento de mudanças de paisagens são os algoritmos de máxima verossimilhança (Maxver), distância mínima euclidiana, paralelepípedo e até mesmo as redes neurais artificiais (RNA), que possuem capacidade de aprendizado, generalização e reconhecimento de padrões (AMARAL et al., 2009; MOREIRA et al., 2010; RAMIREZ et al., 2010).

Com base no exposto o objetivou-se com este trabalho comparar três algoritmos de classificação supervisionada: paralelepípedo, mínima distância e máxima verossimilhança, para o mapeamento das formas de uso e cobertura do solo no município de Goianésia, Goiás, bem como identificar as transformações de paisagens que ocorreram durante os anos em estudo.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO**

O município de Goianésia está localizado no estado de Goiás, situado no vale do São Patrício, nas coordenadas 49°07'01" W, 15°19'01" S; abrange uma área de aproximadamente 1,54 mil km<sup>2</sup> (Figura 1). O clima da região é tropical úmido, com invernos secos e verões chuvosos. A temperatura varia em torno dos 20° C a 25° C.



**Figura 1.** Mapa de localização do município de Goianésia, Goiás.

O município é banhado pelo Rio dos Peixes, Rio dos Bois e Rio dos Patos. A vegetação nativa predominante na região apresenta: Cerrado, gramíneas, arbustos e árvores esparsas. O município é uma referência na produção agrícola, principalmente no cultivo da cana-de-açúcar. Outros cultivos na agricultura também predominam e contribuem para o seu desenvolvimento socioeconômico, como a seringueira, soja, milho e tomate (SEGPLAN, 2005).

## 2.2 BASE DE DADOS

As informações necessárias para a realização desta pesquisa foram obtidas dos seguintes dados:

- **Imagens Landsat 5 TM:** para os anos de 1995 e 2005 disponibilizadas de maneira gratuita pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). As imagens estão distribuídas na órbita 222 e pontos 70 e 71. Foram utilizadas imagens dos dias 17/06/1995, 12/06/2005 respectivamente. Este satélite foi desenvolvido para a observação e mapeamento dos recursos terrestres, e o seu sensor TM (Thematic Mapper) registra os dados em sete bandas espectrais com uma resolução espacial de 30 m (exceto para a banda 6,

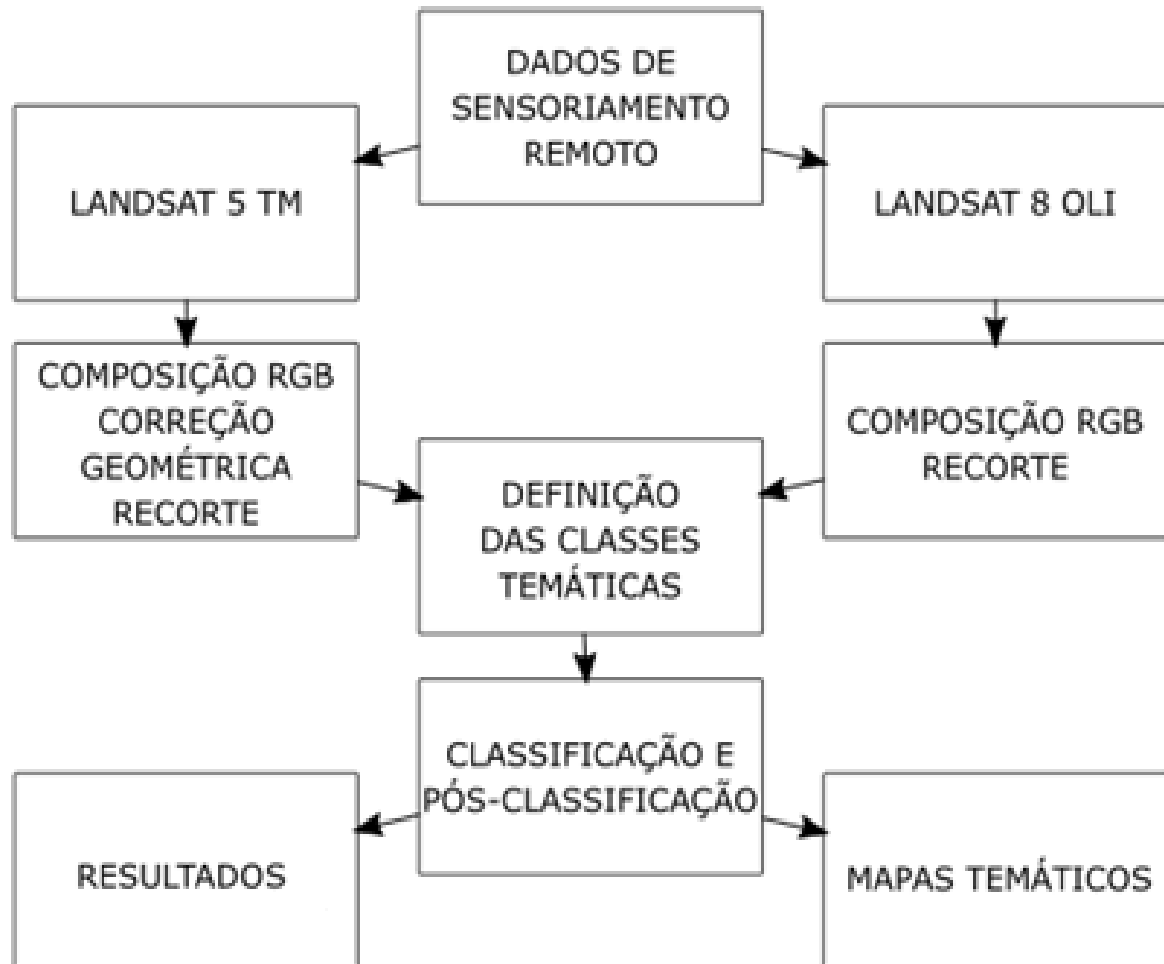
que possui resolução de 120 m), e uma área de 185 por 185 km imageada por cada imagem a cada 16 dias. <<http://www.inpe.br/>>

- **Imagens Landsat 8 OLI:** para o ano de 2015, disponibilizada de maneira gratuita pelo Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS – U.S Geological Survey). As imagens estão distribuídas na órbita 222 e pontos 70 e 71, foram utilizadas imagens do dia 20/07/2015. O satélite Landsat 8, também conhecido como satélite LDCM (Landsat Data Continuity Mission) opera com os instrumentos OLI (Operational Land Imager) e TIRS (Thermal Infrared Sensor). O sensor OLI está dando continuidade aos produtos gerados a partir dos sensores TM e ETM+, a bordo das plataformas anteriores, além de incluir duas novas bandas espectrais, uma projetada para estudos de áreas costeiras e outra para detecção de nuvens do tipo cirrus. <<http://glovis.usgs.gov/>>
- **Imagens ortoretificadas Landsat 7 ETM+:** com resolução espacial de 30 metros e transformação IHS-RGB utilizando a banda 8 na intensidade (I) para aproveitar a resolução espacial de 15 metros. Este procedimento junta as características espaciais da imagem com resolução de 15 metros às características espectrais das imagens com resolução de 30 metros resultando numa imagem mais “aguçada”. As imagens do Mosaico Geocover Landsat 7 foram coletadas no período de 1999/2000 e apresentam resolução espacial de 14,25 metros (CREPANI; MEDEIROS, 2005). <<https://zulu.ssc.nasa.gov/mrsid/>>
- **Base cartográfica do Estado de Goiás na escala de 1:250.000:** obtida através do sítio do sistema estadual de Geoinformação – SIEG (SIEG, 2014). <<http://www.sieg.go.gov.br/>>



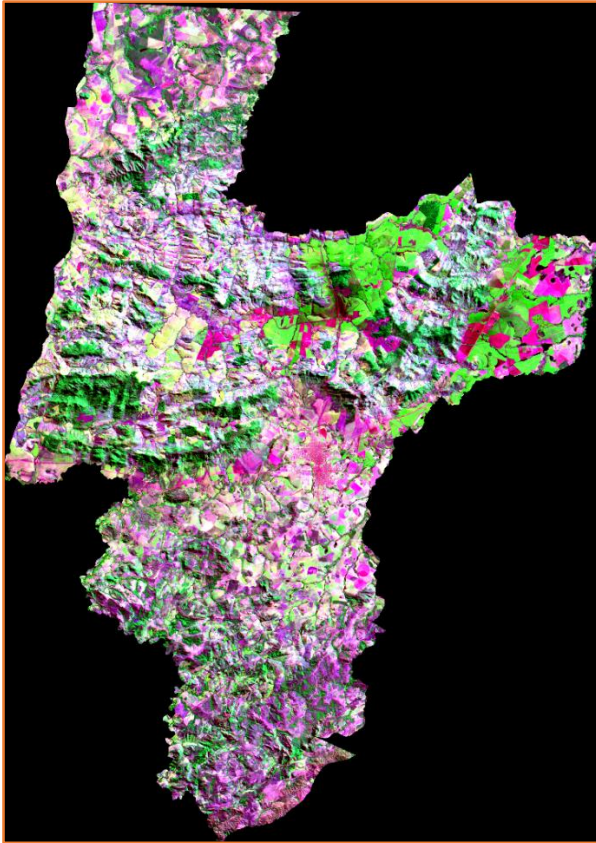
### 2.3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Os procedimentos metodológicos utilizados para avaliar a acurácia dos algoritmos de classificação supervisionada e mapear as formas de uso do solo estão descritos conforme a Figura 2.

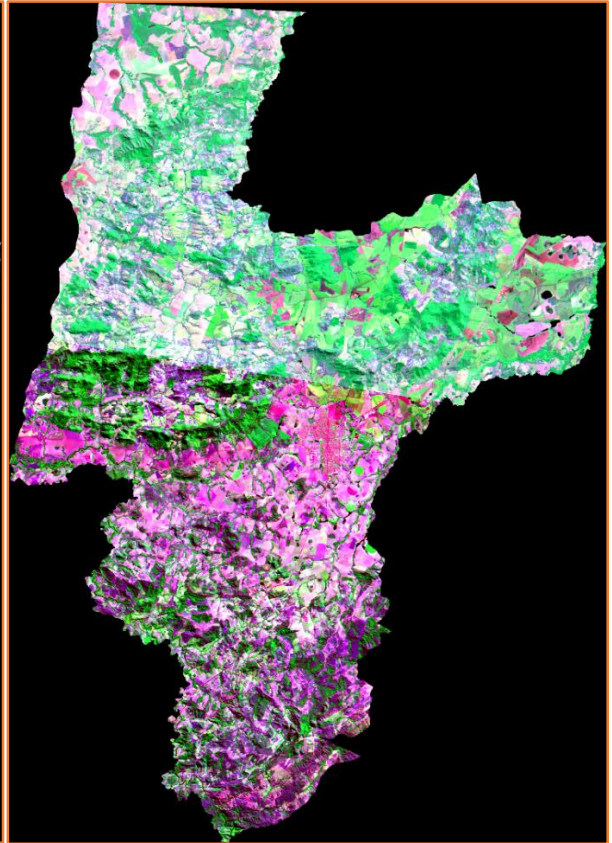


**Figura 2.** Fluxograma dos procedimentos metodológicos

Para os anos de estudo 1995, 2005 e 2015 as imagens utilizadas foram obtidas preferencialmente entre os meses de junho a setembro devido ao período da seca, baixa ocorrência de nuvens e a possibilidade de distinguir com mais facilidade o solo exposto.



**Figura 3.** Imagem do município no dia 17/06/1995













**Figura 4.** Imagem do município no dia 12/06/2005



**Figura 5.** Imagem do município no dia 20/07/2015

Foram escolhidas as bandas 3 (0,63-0,69 µm), 4 (0,76-0,90 µm) e 5 (1,55-1,75 µm) para a composição de cores RGB (vermelha, verde e azul) de cada período, seguido pelo ajuste de contraste e correção geométrica das imagens do satélite Landsat 5 TM tendo como base o mosaico ortorretificado Geocover das imagens Landsat 7 ETM+ com no mínimo 30 pontos de controle e erro de ajustamento inferior a 1 pixels. As imagens Landsat 8 OLI passaram apenas pelo ajuste de contraste e correção atmosférica pois as mesmas são disponibilizadas aos usuários finais com correções geométricas.

Foi realizado o recorte da área de estudo utilizando a base cartográfica em meio digital do limite municipal de Goianésia extraído da base cartográfica do Estado de Goiás, com posterior interpretação visual das imagens recortadas e de acordo com Florenzano e Teresa Gallotti (2011) à criação das classes: agricultura, áreas degradadas, cana de açúcar, cerrado, cursos d' água, formações florestais, pastagens, solos expostos e várzeas.

Objeto	Chave de interpretação
 Área urbana	Cor magenta (rosa); textura ligeiramente rugosa; forma irregular; localização junto de rodovias
 Solo exposto	Cor magenta (dependendo do tipo de solo, pode ser bem claro, tendendo ao branco); textura lisa; forma regular; localização junto de áreas urbanas (área terraplenada para loteamentos, instalação de indústrias, shopping center etc.) ou áreas agrícolas (preparadas para cultivo ou recém-colhidas)
 Área desmatada	Cor magenta; textura lisa; forma regular
 Área de reflorestamento	Cor magenta (solo preparado) e verde (reflorestamento adulto); textura lisa; forma regular; presença de carregadores; são comuns talhões grandes
 Área de mata/capoeira	Cor verde-escuro; textura rugosa; forma irregular
 Corpos d'água (rios, lagos, represas e oceano)	Cor azul (material em suspensão) ou preta (água limpa); textura lisa; forma irregular, linear retilínea ou curvilínea para rios
 Área queimada	Cor preta; textura lisa; forma irregular, em geral
 Morros com topos arredondados	A cor vai depender da cobertura e do uso da terra; textura rugosa; forma circular; sombreamento médio
 Morros/serras com topos angulares	A cor vai depender da cobertura e do uso da terra; textura rugosa; forma linear; sombreamento acentuado
 Escarpa	A cor vai depender da cobertura e do uso da terra no reverso da escarpa; na escarpa, em geral, com vegetação, a cor será verde ou preta devido ao sombreamento acentuado Ruptura ou quebra de relevo (▲)positiva e (▼)negativa

**Figura 6.** Exemplos de chaves de interpretação de objetos e feições representadas em imagens TM e ETM\* Landsat usando bandas: 3(B), 4(G) e 5(R).

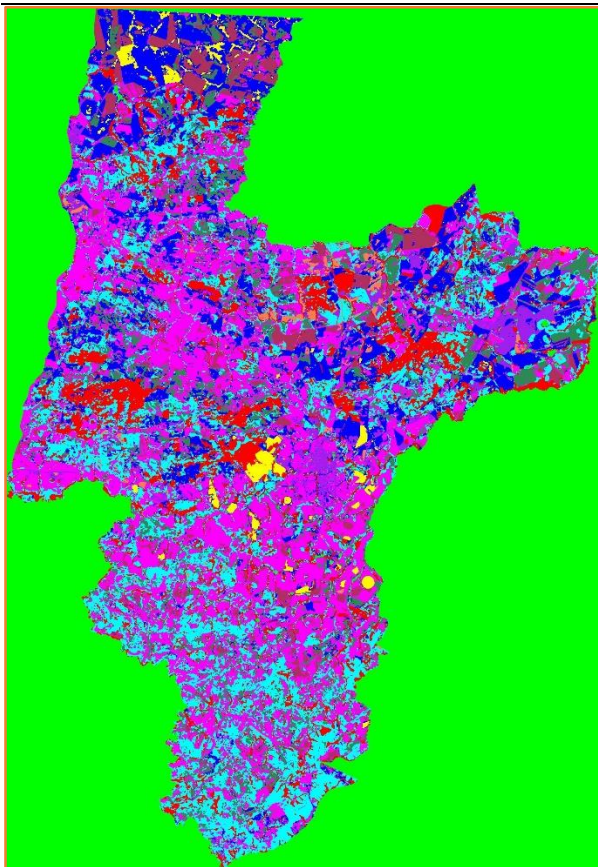
Os resultados da classificação foram comparados entre si a partir da coleta de 30 amostras aleatórias, com coordenadas conhecidas e distribuídas ao longo da área de estudo, produzindo subsídios para criação da estatística de classes.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

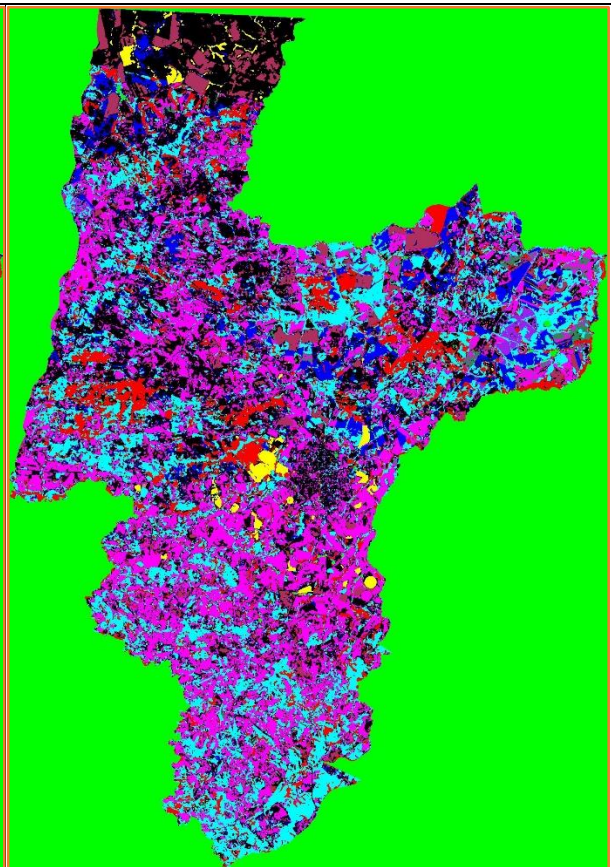
A concordância entre os métodos de classificação supervisionada por máxima verossimilhança (Maxver), mínima distância e paralelepípedo com as observações *in loco* estão expostos na Tabela 1. O algoritmo de classificação Maxver apresentou os melhores resultados para a área em estudo, com 61,29% de concordância, seguido pelo algoritmo de classificação paralelepípedo e mínima distância, respectivamente.

**TABELA 1.** Índice de concordância entre os algoritmos de classificação supervisionada e a verdade de campo.

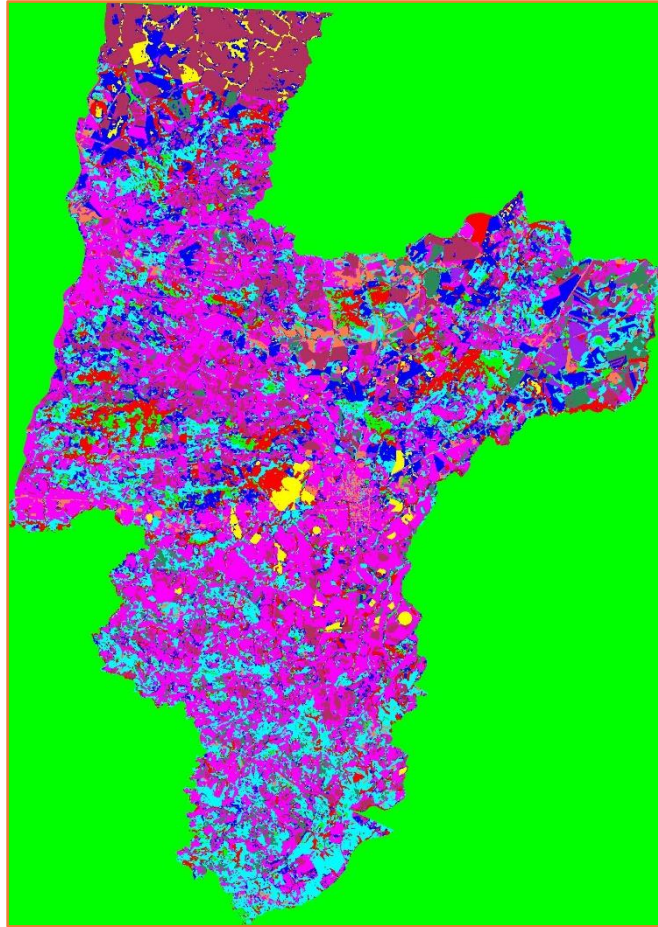
CLASSIFICADOR	Índice de concordância
Máxima verossimilhança (MAXVER)	61.29%
Paralelepípedo	45.16%
Mínima distância	29.03%



**Figura 7.** Imagem do município ano 2015 com classificação Maxver



**Figura 8.** Imagem do município ano 2015 com classificação Paralelepípedo



**Figura 9.** Imagem do município ano 2015 com classificação Mínima distância

Possivelmente o Maxver apresentou o melhor índice de concordância com a verdade de campo devido à utilização de parâmetro estatístico pelo algoritmo. Estes parâmetros consideram uma ponderação entre a média dos níveis digitais das classes e a distribuição de probabilidade de os pixels pertencerem ou não à determinada classe.

Estas observações são corroboradas por Fitz (2008) que assegura resultados mais satisfatórios ao Maxver devido à inclusão de grandes números de pixels nas amostras e o cálculo da probabilidade de os pixels externos pertencerem às classes definidas de antemão.

Resultados semelhantes também foram encontrados por Nery et al. (2013) em suas avaliações sobre as técnicas de classificação supervisionada para bacia do Rio Vieira situada no município de Montes Claros, MG, com o Maxver apresentando os melhores resultados para classificação das formas de uso do solo.

Para o mapeamento das formas de uso do solo utilizando o algoritmo de classificação supervisionada Maxver, no ano de 1995 (Tabela 2), a vegetação nativa

era predominante com 43,85% da área total do município de Goianésia, seguido pelas pastagens com 17,29%, cana de açúcar com 15,51%, outros tipos de agricultura 14,18%, áreas degradadas / solos expostos somaram 6,49% e cursos d'água 2,68%.

**TABELA 2.** Classificação das formas de uso e ocupação do solo para os anos de 1995, 2005 e 2015 no município de Goianésia, Goiás.

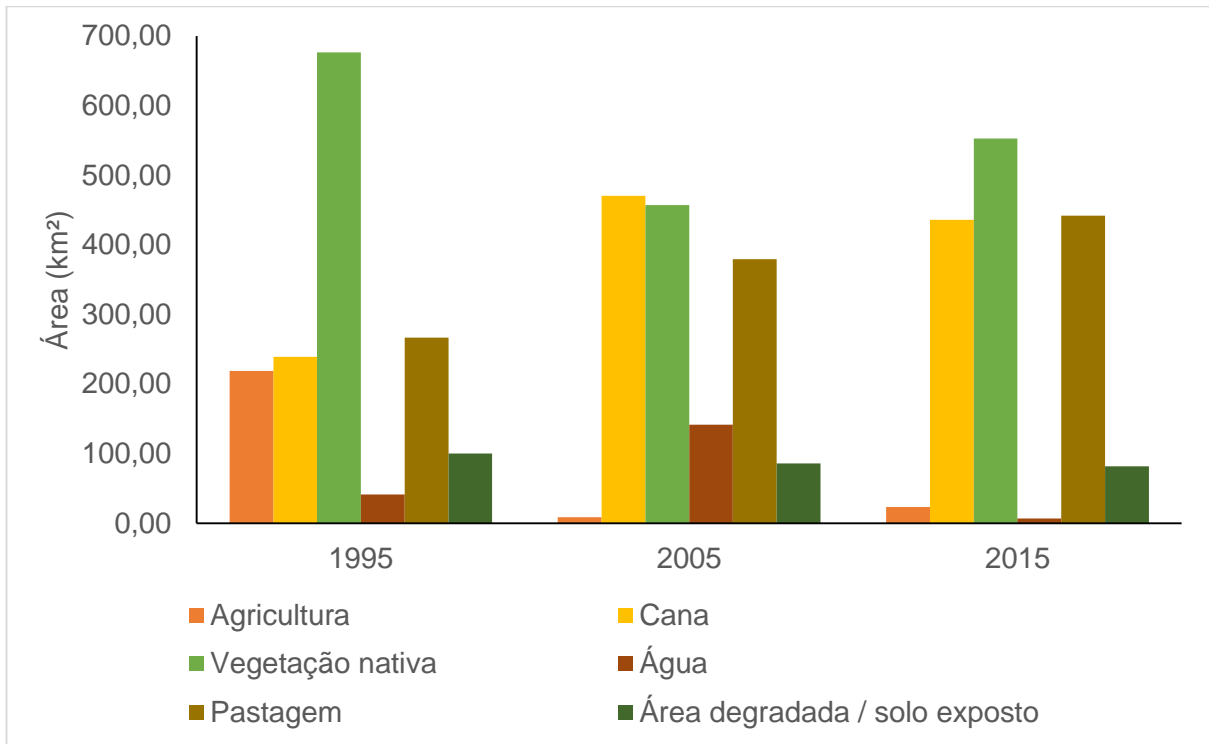
Classes de uso e ocupação do solo	1995		2005		2015	
	km <sup>2</sup>	%	km <sup>2</sup>	%	km <sup>2</sup>	%
Agricultura	218.68	14,18	8.63	0,56	23.58	1,53
Cana de açúcar	239.19	15,51	470.12	30,48	435.73	28,25
Vegetação nativa	676.31	43,85	456.84	29,62	552.46	35,82
Água	41.37	2,68	141.33	9,16	6.87	0,45
Pastagem	266.57	17,29	379.41	24,60	441.72	28,64
Área degradada / solo exposto	100.08	6,49	85.89	5,57	81.85	5,31
<b>Total</b>	<b>1542.20</b>	<b>100</b>	<b>1542.20</b>	<b>100</b>	<b>1542.20</b>	<b>100</b>

Em 2005 é possível observar a expansão da cana de açúcar para o município de Goianésia (Tabela 2), sendo 30,48% da área total do município destinada ao cultivo da cana. Áreas de vegetação nativa representaram 29,62%, pastagens 24,60%, cursos d'água 9,16%, áreas degradadas / solos expostos 5,57% e outras agriculturas 0,56%.

Para corroborar com as observações de 2005, Castro, et al. (2010) afirmam que é crescente a evolução da cana no país voltada para a produção de etanol e esse crescimento mostra uma expansão notável em direção ao norte, com destaque para Goiás e Mato Grosso. Terras antes com baixa aptidão agora são cultivadas com técnicas e manejos adequados, demonstrando uma reorganização no uso do solo do Cerrado.

Em 2015 as áreas de vegetação nativas apresentaram 35,82% da área do município de Goianésia, pastagens 28,64%, cana de açúcar 28,25 áreas degradadas / solos expostos 5,31%, outras agriculturas 1,53% e cursos d'água 0,45% (Tabela 2). Esta intensa mudança pode ser explicada pelo crescente uso de irrigação para o cultivo da cana de açúcar, transformação das áreas antes ocupadas pelas pastagens em cana de açúcar e substituição do cerrado pelas pastagens.

Dentro dos 20 anos de estudo no município de Goianésia – GO, as áreas destinadas a agriculturas em geral diminuíram 89,22%, cursos d'água diminuíram 83,39%, áreas de vegetação nativa diminuíram 18,31%, e áreas degradadas / solos expostos diminuíram 18,22%, áreas de pastagens aumentaram 65,70% e áreas cultivadas com cana de açúcar aumentaram 82,17%.



**Figura 10.** Classificação das formas de uso e ocupação do solo para os anos de 1995, 2005 e 2015 no município de Goianésia, Goiás.

Oliveira (2013) estudou o uso do solo em Planaltina Goiás, e identificou que as áreas destinadas a pecuária diminuíram, entretanto, o mesmo justifica que a diminuição das áreas de pastagens é uma tendência, pois tem-se investido em tecnologias de produção para aumentar a produção.

Por outro lado, o aumento da área cultivada com cana e diminuição das áreas do cerrado é explicado por Trindade (2015), que observou a partir de 1970 uma estruturação da cadeia produtiva canavieira, seguido por intensa expansão a partir de 2005. Esta expansão ocorreu inicialmente sobre latossolos vermelhos, relevo aplainados e de baixos declives e com aptidão agrícola regular a alta, ideais para cana de açúcar.

#### 4. CONCLUSÕES

O algoritmo de classificação supervisionada de máxima verossimilhança (Maxver) é o mais apropriado para ser adotado como ferramenta de classificação de uso de solo para o município de Goianésia, Go.

Dentro dos 20 anos de estudo ocorreram mudanças nas formas de uso e ocupação do solo no município de Goianésia, Go.

A cana-de-açúcar e os corpos d'água foram as classes de uso do solo que mais sofreram alterações em 20 anos.

Os cursos d'água apresentou a maior perda de área com decréscimo de 83%.

As imagens de satélites foram ferramentas importantes para o mapeamento e diagnóstico das formas de usos e ocupação do solo e auxiliam na tomada de decisões para o uso agrícola, ambiental e fiscal.

Com base no exposto objetivou-se com este trabalho comparar três algoritmos de classificação supervisionada: paralelepípedo, mínima distância e máxima verossimilhança, para o mapeamento das formas de uso e cobertura do solo no município de Goianésia, Goiás, bem como identificar as transformações de paisagens que ocorreram durante os anos em estudo.



## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, M. V. F. et al. Avaliação e comparação de métodos de classificação de imagens de satélite para o mapeamento de estádios de sucessão florestal. **Revista Árvore**, v.33, n.3, p.575-582, 2009.

ASSIS, J. M. O. et al. Mapeamento do uso e ocupação do solo no município de Belém de São Francisco – PE nos anos de 1985 e 2010. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v.7, n.5, p. 859-870, 2014.

BORGES, C. A. L.; REZENDE, P. L. J.; PEREIRA, A. A. J.; JUNIOR, C. M. L.; BARROS, A. D. Áreas de preservação permanente na legislação ambiental Brasileira. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.41, n.7, p. 1202-1210, 2011.

CASTRO, S. S.; ABDALA, K., SILVA, A. A.; BÔRGES, V. M.. A expansão da cana-de-açúcar no cerrado e no estado de Goiás: elementos para uma análise espacial do processo. **Boletim Goiano de Geografia**, v.30, n.1, p. 171-191, 2010.

CREPANI, E.; MEDEIROS, J. S. Imagens CBERS + Imagens SRTM + Mosaicos Geocover Landsat em ambiente Spring e TerraView: Sensoriamento remoto e geoprocessamento gratuitos aplicados ao desenvolvimento sustentável. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 12, 2005. Goiânia. **Anais...** Goiânia, p. 2637-2644, 2005.

COELHO, V. H. R.; MONTENEGRO, S. M. G. L.; ALMEIDA, C. N.; LIMA, E. R. V.; NETO, A. R.; MOURA, G. S. S. Dinâmica do uso e ocupação do solo em uma bacia hidrográfica do semiárido brasileiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 18, n.01, p. 64-72, 2014.

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

CORREIA, A. C. S.; SÁ, L. A. C. M. Mapas Mentais na Construção do Conhecimento para Geração de Bases de Dados Espaciais. **Boletim de Ciências Geodésicas**, v.16, n.1, p. 39-50, 2010.

COSTA, L. M.; Zeilhofer, P.; Rodrigues, W. S. Avaliação do classificador SVM (Support Vector Machine) no mapeamento de queimadas no Pantanal Mato Grossense. III **Anais...**Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação. Recife - PE. 2010.

FITZ, P.R. **Geoprocessamento Sem Complicação**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

FLORENZANO, TERESA GALLOTTI. **Iniciação em sensoriamento remoto**. 3. ed, ampl, e atual. São Paulo: Oficina de textos, 2011.

GOEDERT, W. J.; WAGNER, E.; BARCELLOS, A. O. Savanas Tropicais: dimensão, histórico e perspectivas. In: FALEIRO, F. G.; FARIAS NETO, A.L. **Savanas**: desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais. Planaltina: EMBRAPA, 2008, p. 47-77.

LOPES, F.; MIELNICZUK, J.; OLIVEIRA, E. S.; TORNQUIST, C. G. Evolução do uso do solo em uma área piloto da região de Vacaria, RS. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.10, p.1038–1044, 2010.

MATSUSHITA, B.; XU, M.; FUKUSHIMA, T. Characterizing the changes in landscape structure in the Lake Kasumigaura, Japan using a high-quality GIS dataset. **Landscape and Urban Planning**, v.78, p.241-250, 2006.

MENDOZA, M. E.; GRANADOS, E. L.; GENELETTI, D.; PÉREZ-SALICRUP, D. R.; SALINAS, V. Analysing land cover and land use change process at watershed level: A multitemporal study in the Lake Cuitzeo Watershed, Mexico (1975-2003). **Applied Geography**, v.31, p.237-350, 2011.

NASCIMENTO, I. S.; CRUZ, C. B. M.; NEVES, S. M. A. S.; GALVANIN, E. A. S. Avaliação da exatidão dos classificadores Maxver e iso cluster do software arcgis for desktop, com uso de imagem landsat 8 do município de Cáceres/MT. **Revista Continentes**, v. 5, n.8, p. 48-62, 2016.

NERY, C. V. M.; FERNANDES, F. H. S.; MOREIRA, A. A.; BRAGA, F. L. Avaliação das técnicas de classificação Maxver, Maxver – icm e distância mínima euclidiana de acordo com índice Kappa. **Revista brasileira de geografia física**, v.6, n.2, p. 320-328, 2013.

OLIVEIRA, Aparecida A. Análise dos impactos das políticas de desenvolvimento regional na Bacia do Alto Paraguai. **Ensaio e Ciências**, vol.6, n.3, Campo Grande, MS, p 13-37, 2002.

OLIVEIRA, E. S. Estudo preliminar sobre a evolução do uso e ocupação do solo no município de planaltina de goiás. **Geotemas**, v.3, n.1, p. 111 – 123, 2013.

PEREIRA JUNIOR, A. C.; BRETOS, A. L. K.; ANTONIOLI, V. Mudanças no regime do fogo no bioma Cerrado: o caso do Parque Estadual do Jalapão. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 16, 2013, Foz do Iguaçu, PR. **Anais...** Foz do Iguaçu: INPE, p. 640-6408, 2013.

PRUDENTE, T. D.; ROSA, R. Detecção de incêndios florestais no parque nacional da Chapada dos Veadeiros e área de entorno. **Caminhos da geografia**, v. 11, n. 35, p. 209-221, 2010.

RAMIREZ, G. M. et al. Comparação de dados dos satélites Ikonos-II e Landsat/ETM+ no estudo de áreas cafeeiras. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.4, p.661-666, 2010.

SCHWENK, L. M. Domínios Biogeográficos. In: MORENO, G; HIGA, T. C. S. (Orgs.). **Geografia de Mato Grosso: território, sociedade, ambiente**. Cuiabá: Entrelinhas, 2005. Cap. 14. p. 250-271.

SEGPLAN - Secretaria de Estado de Gestão e Planejamento de Goiás. **Características Físicas e Geográficas**. 2005.

SIEG - Sistema estadual de Geoinformação. **SIG – Shapefiles**. 2014.

TRINDADE, S. P. **Aptidão agrícola, mudanças de usos dos solos, conflitos e impactos diretos e indiretos da expansão da cana-de-açúcar na região sudoeste goiano**. 2015. 186 p. Tese (Doutorado em Ciências Ambientais) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2015.

VAEZA, R. F.; FILHO, P. C. O.; MAIA, A. G.; DISPERATI, A. A. Uso e ocupação do solo em Bacia Hidrográfica urbana a partir de imagens orbitais de alta resolução. **Floresta e Ambiente**, v.17, n.1, p. 23-29, 2010.

VANZELA, L. S.; HERNANDEZ, F. B. T.; FRANCO, R. A. M. Influência do uso e ocupação do solo nos recursos hídricos do córrego Três Barras, Marinópolis. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.14, p.55-64, 2010.