



AVALIAÇÃO MULTITEMPORAL DO USO E COBERTURA DO SOLO NO MUNICÍPIO DE ANÁPOLIS-GO

MULTITEMPORAL EVALUATION OF THE USE AND COVERAGE OF THE SOIL IN THE MUNICIPALITY OF ANÁPOLIS-GO

Mayara Paiva Siqueira¹, Anamaria Achtschin Ferreira², Gustavo Henrique Mendes Brito^{3*}, Rodrigo Gomes Branquinho⁴

¹ Mestre em Engenharia Agrícola pela Universidade Estadual de Goiás

² Doutora em Ecologia, Docente da Universidade Estadual de Goiás

³ Mestre em Engenharia Agrícola, Docente do curso de Agronomia, Faculdade Evangélica de Goianésia, e-mail: gh.mendes.brito@gmail.com

⁴ Doutor em Melhoramento de Plantas pela Universidade Estadual de Goiás.

Info

Recebido: 09/2019

Publicado: 11/2019

ISSN: 2595-6906

Palavras-Chave

Sensoriamento Remoto, Cobertura do Solo, Classificação Supervisionada.

Keywords:

Remote Sensing, Soil Cover, Supervised Classification.

Abstract

Devido as ações antrópicas e uso desordenado dos recursos naturais, nosso planeta tem apresentado constantes mudanças nas paisagens devido as alterações no uso e ocupação do solo. Para reduzir, ou até mesmo cessar o uso irracional dos recursos naturais, faz-se necessário o constante monitoramento do uso e cobertura do solo, e para tal, tem-se utilizado imagens de satélite para obter informações espaço-temporais das modificações da paisagem. Diante disso, o objetivou-se com este trabalho, trabalhar a classificação e identificação das mudanças de uso e ocupação do solo no município de Anápolis - Go. Para isso, foram utilizadas uma imagem de satélite Landsat-5, de 1985, e outra do Landsat-8, de 2015. Para a identificação das classes de uso e cobertura do solo foi utilizada as bandas 5R4G3B, para o Landsat 5, e 6R5G4B, para o Landsat 8. O processo de classificação supervisionada de imagens foi realizado a partir dos algoritmos da mínima distância e da

máxima verossimilhança, selecionando a de melhor acurácia de acordo com o Kappa. Em relação aos resultados, observou-se que o melhor classificador foi o de máxima verossimilhança, com excelente índice Kappa. Em 1985, as classes de formações vegetais cobriram 38,89% da região, enquanto as atividades agrícolas 24,96% e as áreas degradadas ou de recuperação 30,62%. Em 2015, a agricultura representou 15,31%, a vegetação natural 20,50% e as áreas degradadas ou em recuperação 54,28%. As maiores reduções percentuais corresponderam a formações campestres, de 14,73%, e os aumentos percentuais às áreas de recuperação, de 25,43%. No período de 30 anos, houve um aumento substancial das atividades antrópicas em detrimento da vegetação natural. Os altos percentuais de áreas degradadas nos últimos 30 anos, revelam a consolidação das atividades humanas no município, sendo necessário uma melhor gestão e planejamento dos espaços destinados a uso humano e a vegetação natural.

Resumo

Due to human actions and disordered use of natural resources, our planet has shown constant changes in landscapes due to changes in land use and occupation. In order to reduce, or even stop the irrational use of natural resources, constant monitoring of land use and cover is necessary, and for that, satellite images have been used to obtain spatiotemporal information on landscape changes. Therefore, the objective of this work was to work to classify and identify changes in land use and occupation in the municipality of Anápolis - Go. For this purpose, a 1985 Landsat-5 satellite image and another of Landsat-8, 2015. For the identification of land use and land cover classes, bands 5R4G3B were used for Landsat 5 and 6R5G4B for Landsat 8. The supervised image classification process was carried out from the minimum distance and maximum likelihood algorithms, selecting the one with the best accuracy according to Kappa. Regarding the results, it was observed that the best classifier was the one with maximum likelihood, with an excellent Kappa index. In 1985, classes of plant formations covered 38.89% of the region, while agricultural activities 24.96% and degraded or recovery areas 30.62%. In 2015, agriculture represented 15.31%, natural vegetation 20.50% and degraded or recovering areas 54.28%. The largest percentage reductions corresponded to country formations, of 14.73%, and the percentage increases to the recovery areas, of 25.43%. In the 30-year period, there was a substantial increase in human activities to the detriment of natural vegetation. The high percentages of degraded areas in the last 30 years reveal the consolidation of human activities in the municipality, requiring better management and planning of spaces for human use and natural vegetation.

INTRODUÇÃO

As interferências do homem na natureza são, em sua maioria, conduzidas com a utilização inadequada das terras e exploração desmedida dos recursos naturais (SANTOS et al., 2007). Essa relação é muitas vezes caracterizada pelo desmatamento, pela implantação de pastagens e cultivos, pela construção de estradas, pelo estabelecimento de indústrias e pela expansão das áreas urbanas (FLORENZANO, 2011). Os problemas ocasionados pelas atividades agrícolas, industriais e urbanas podem trazer impactos negativos à água, ao solo e à vegetação nativa (DORTZBACH et al., 2013).

O crescimento populacional em áreas urbanas demanda do setor produtivo agrário bens primários, como a produção de alimentos e o fornecimento de matérias primas para a indústria. Com a industrialização e urbanização no Brasil, o setor agrário foi impulsionado pela modernização caracterizada pelo uso de equipamentos e insumos agrícolas produzidos pela indústria (TEIXEIRA, 2005). Nesta situação de reciprocidade entre os setores econômicos, a industrialização é caracterizada, de maneira direta ou indireta, pela poluição e exploração dos recursos naturais (FIERZ e ROSA, 1999).

As atividades agropecuárias são as principais responsáveis pela supressão das áreas de vegetação nativa, devido as grandes extensões envolvidas (FARIA e CASTRO, 2007). O crescimento do setor no país vem sendo acompanhado pela falta de avaliação da aptidão agrícola das terras ou da capacidade de uso dos solos para elaborar planejamentos de uso sustentável das terras (SILVA et al., 2009).

A expansão do setor agropecuário no centro-oeste, teve início em 1940, favorecendo o aumento da produção de alimentos. Foram implantados programas específicos, incentivados pelo governo, para expandir nas áreas de cerrado as áreas agrícolas com o objetivo desenvolver economicamente a região. Todo esse

processo de intensa exploração de áreas ocupadas por cerrado deu espaço em grandes extensões à agricultura e à pecuária, além de problemas sociais como a concentração fundiária e êxodo rural (BEZERRA e CLEPS JÚNIOR, 2004).

Durante muito tempo a humanidade acreditava que os recursos naturais eram inesgotáveis e que resistiam à exploração com vista a lucratividade para a geração de riqueza (PATRÍCIO e FRANCISCO, 2013). Na década de setenta houveram mobilizações sociais criticando o modo de produção capitalista e definindo uma nova concepção direcionada a conservação e preservação do meio físico natural, sendo este definido como essencial a sobrevivência humana (FIERZ e ROSA, 1999). Com as mudanças de pensamento se passou a entender as atividades econômicas como transformadoras do meio ambiente e este alterado, como restrição do desenvolvimento social e econômico (SACHS, 2000).

O uso e cobertura do solo constitui a expressão espacial das atividades econômicas envolvidas na sociedade (SCHLINDWEIN et al., 2007), por isso o conhecimento dos usos do solo é importante na exploração sustentável dos recursos naturais (CAMPOS et al., 2012). Segundo o IBGE (2013), o levantamento da cobertura e do uso do solo é a distribuição geográfica dos padrões homogêneos identificados na superfície terrestre. Com o dinamismo das ações humanas, o sensoriamento remoto é um meio rápido e periódico para fazer o levantamento e mapeamento de uso e ocupação do solo presente no espaço geográfico (FANTINEL et al., 2012).

Os dados de sensoriamento remoto aliados aos Sistemas de Informação Geográfica (SIGs), constituem uma ferramenta de grande importância para o diagnóstico e planejamento das atividades antrópicas (SCHLINDWEIN et al., 2007). A obtenção de dados por sensor remoto pode ser adquirida pelas imagens de satélite que mantêm os registros do uso da terra e

permitem avaliar as mudanças ocorridas na paisagem local num dado período (CAMPOS et al., 2004). Dessa forma, os sensores orbitais e o geoprocessamento se tornaram ferramentas úteis no monitoramento dinâmico do uso e ocupação das terras com boa frequência de atualização, agilidade no processamento e viabilidade econômica (VAEZA et al., 2010).

Nesse âmbito tecnológico, o mapeamento da superfície terrestre se tornou um meio de visualizar e interpretar os padrões de ocupações com o objetivo conduzir as tomadas de decisão essenciais ao planejamento dos espaços. Considerando a ocupação da superfície da terra integrada às atividades socioeconômicas e ao consumo das classes sociais, o acompanhamento dessa relação homem/espaço favorece a conscientização na exploração dos recursos naturais. Essa percepção na ocupação dos espaços

fundamenta o reconhecimento de áreas aptas à exploração e outras a conservação dos recursos naturais (SEBUSIANI E BETTINE, 2011).

Nesse contexto, objetivou-se com este trabalho realizar a classificação e identificação das mudanças de uso e ocupação do solo no município de Anápolis – Go.

MATERIAL E MÉTODOS

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O município de Anápolis está inserido no bioma cerrado, apresenta índice pluviométrico de 1200 mm, altitude média de 1017 m, latitude de 16°19'36" e longitude de 48°57'10", e ocupa uma área de 917,011 Km², mostrado na Figura 1 (CORRÊA, 2005).

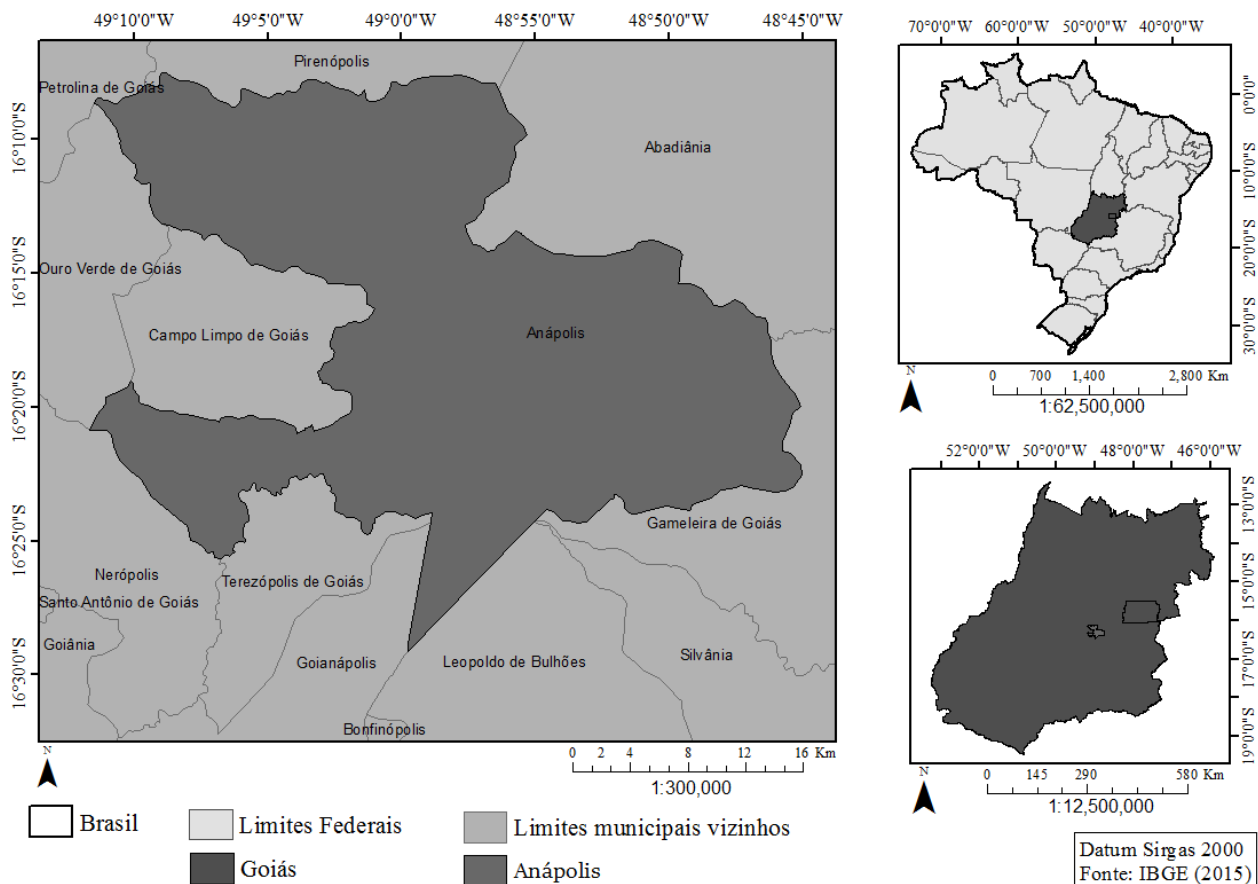


Figura 1 – Localização da área de estudo no município de Anápolis, estado de Goiás.

O clima da região, caracterizado segundo a classificação de Köppen, é do tipo AW (tropical úmido) com duas estações bem definidas, uma seca que vai de maio a setembro e uma úmida que vai de outubro a abril. A temperatura média anual é de 23°C, com variação de 18°C no inverno e 30°C no verão (CORRÊA, 2005).

O uso e ocupação do solo no município estudado se deu com adensamento de residências, serviços, comércios e grandes atacadistas. Na área rural, a maior ocupação é destinada a pastagem para a pecuária em pequenas propriedades e se destaca a produção de hortaliças, bananas, frutas cítricas, mandioca, soja, milho, feijão e arroz sendo as três últimas culturas de subsistência (CORRÊA, 2005).

CLASSIFICAÇÃO DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

Para realizar o mapeamento de uso e ocupação do solo foram utilizadas, imagem do satélite Landsat-5 sensor TM, órbita-ponto 222-71, data de passagem, em 21/06/1985 adquirida pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE (INPE, 2016). Imagem do satélite Landsat-8 sensor OLI, órbita-ponto 222-71, data de passagem em 11/08/2015 e adquirida pelo instituto de geologia norte-americano *United States Geological Survey* – USGS (USGS, 2016). imagem ortorretificada Geocover no ano de 2000, *tile* 22-15-2000, sensor TM, Landsat-5, utilizada como base para a correção geométrica da imagem de 21/06/1985 e a base cartográfica com os limites municipais do estado de Goiás na escala de 1:250.000, obtida pelo Sistema Estadual de Geoinformação – SIEG (SIEG, 2016).

Para o ano 1985 foi realizada a composição colorida 5R4G3B, ajuste de contraste, correção atmosférica e correção geométrica das imagens utilizando polinômios de primeiro grau e interpolação por vizinhos mais próximo com base no mosaico ortorretificado de imagens TM/Landsat-5

(CAMARGO et al., 2007). O processo de correção geométrica foi realizado no software ENVI 5.0 ® com erro quadrático médio inferior a 1 pixel. Para o ano 2015, foi realizada composição colorida 6R5G4B, ajuste de contraste e correção atmosférica, no entanto, as correções geométricas não foram necessárias, pois as imagens do satélite Landsat 8, sensor OLI, são disponibilizadas aos usuários finais com correções geométricas (BRITO et al., 2015).

As composições RGB foram escolhidas para auxiliar na identificação de áreas com cobertura vegetal como matas e áreas cultivadas em processo de crescimento que possuem maior refletância na faixa do infravermelho próximo, e de áreas com campos de formações vegetais esparsas e de baixo porte, com pastagens, com terrenos pré-plantio ou pós-colheita e com queimadas que possuem refletâncias expressivas nas faixas do infravermelho médio e vermelho (USGS, 2016).

O limite municipal de Anápolis em formato vetorial, foi utilizado para delimitar a área de interesse nas respectivas imagens. Para a classificação, foram utilizados os algoritmos de classificação supervisionada de imagens de mínima distância e máxima verossimilhança. A partir da identificação de padrões, foram delimitadas regiões de interesses (*Rois*) referentes as classes atividades agrícolas, corpos d' água, formações campestres, campo degradado, formações florestais, atividades agropecuárias/pastagem, queimadas, recuperação, reflorestamento/cultivo, solo exposto e área urbana.

Para avaliar o grau de acurácia das classificações e escolha de qual algoritmo adotar, foi utilizado o índice Kappa (K). O índice pode ser obtido conforme a equação 1.

$$\hat{K} = \frac{N \sum_{i=1}^r x_{ii} - \sum_{i=1}^r (x_i + 'x + i)}{N^2 - \sum_{i=1}^r (x_i + 'x + i)}$$

Em que: \hat{K} = Índice de concordância Kappa; r = número de linhas na matriz; xii = número de

observações na linha[i] e coluna[j]; $x_i + e$ e $x + i =$ totais marginais da linha[i] e coluna[j], respectivamente; e $N =$ número total de observações. Na tabela 1, estão indicados os valores de K associados a categorias de qualidade da classificação, conforme com Landis e Koch (1977):

Tabela 1. Qualidade da classificação de acordo com o Kappa

Kappa (K)	Qualidade da classificação
0,00-0,20	Ruim
0,21-0,40	Razoável
0,41-0,60	Boa
0,61-0,80	Muito boa
0,81-1,00	Excelente

Fonte: Landis e Koch (1977)

A pós classificação das imagens foi realizada a partir da mudança dos pixels espúrios utilizando a função *Majority/Minority Analysis*. Todo o processo de classificação e pós classificação foi realizado no software ENVI 5.0 ®. Os resultados da pós classificação foram convertidos em formato vetorial para aglutinação dos polígonos pertencentes a mesma classe, inserção do polígono de perímetro urbano e quantificação das formas de uso e ocupação do solo

mapeadas, em hectares. Estes processos foram realizados no software Arcmap 10.2 ®.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O reconhecimento das classes de uso e ocupação do solo por ambos os algoritmos de Mínima Distância e Máxima Verossimilhança resultaram em distribuições espaciais das classes de uma maneira fragmentada, em reduzida área destinada a preservação dos ambientes naturais e grande quantidade de áreas degradadas, possivelmente, devido a intensa ocupação antrópica nesses locais.

Na Tabela 2, estão indicados os valores do índice Kappa relacionado aos classificadores para os anos analisados e a classificação correspondente. O classificador com melhor resultado foi o de Máxima verossimilhança apresentando menor confusão entre as classes de referência com valores do Kappa em 1985 de 0,94 e em 2014 de 0,95 representando uma excelente classificação. Os resultados das classes de uso e ocupação do solo foram baseados nesse método (Figura 2 e 3).

Tabela 2- Índice Kappa e qualidade da classificação, nos anos 1985 e 2014, para os algoritmos de classificação de Mínima Distância e Máxima verossimilhança.

Classificador	Kappa 1985	Classificação	Kappa 2015	Classificação
Mínima Distância	0,92	Excelente	0,90	Excelente
Máxima verossimilhança	0,94	Excelente	0,95	Excelente

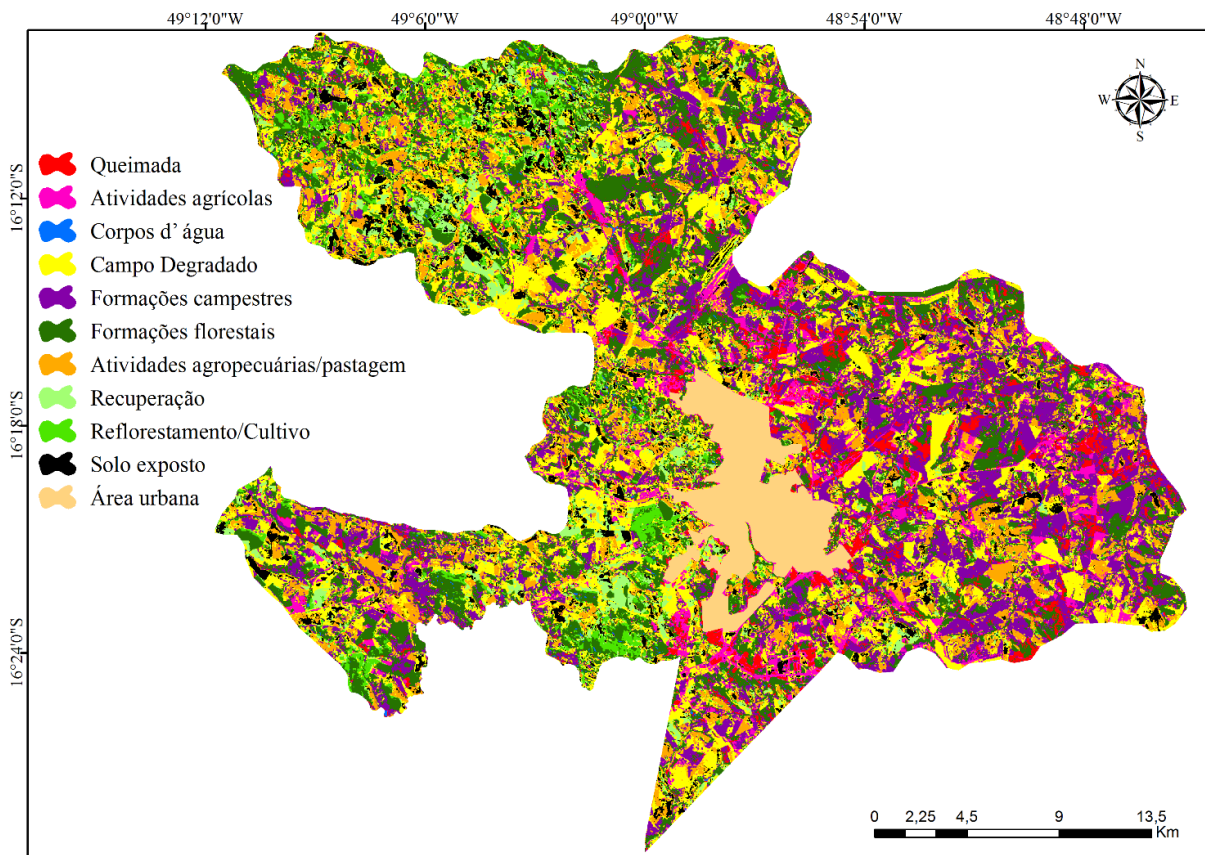


Figura 2. Mapa de Uso e Ocupação do solo no município de Anápolis, em 1985.

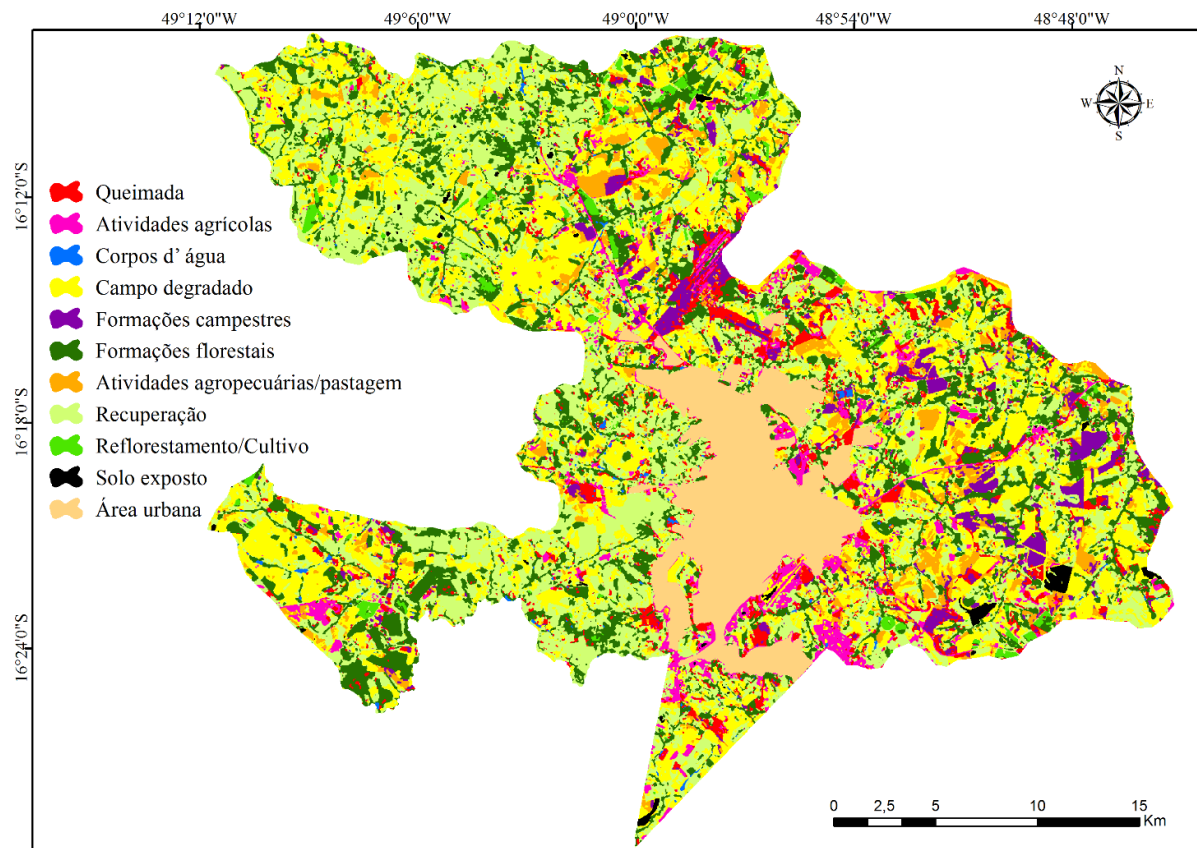


Figura 3. Mapa de Uso e Ocupação do solo no município de Anápolis, em 2015.

Na Tabela 3, estão indicadas as classes de formação naturais do solo (formações savânicas e ocupação e uso do solo no ano de 1985, nas quais as formações florestais) corresponderam a 38,89% da

região. As atividades associadas à agricultura, como as atividades agrícolas, agropecuárias, pastagens, reflorestamento e, possivelmente, queimadas abrangem 24,96%, enquanto as formas de uso associadas a áreas degradadas ou em recuperação (campo degradado, solo exposto e recuperação) ocupou 30,62%, sendo as demais formas de uso do solo correspondente a 5,53% da área total mapeada.

Tabela 3 - Quantificação das áreas de uso e ocupação do solo no município de Anápolis-GO, em 1985, e seus percentuais de representação.

Classes	Área (ha)	%
Queimada	4.323,20	4,72
Atividades agrícolas	4.964,14	5,41
Corpos d' água	271,69	0,30
Campo Degradado	19.598,46	21,38
Formações campestres	16.919,01	18,45
Formações florestais	18.737,36	20,44
Atividades agropecuárias/pastagem	10.227,54	11,15
Recuperação	4.037,70	4,40
Reflorestamento/Cultivo	3.372,90	3,68
Solo exposto	4.434,99	4,84
Área urbana	4.801,20	5,24
Total	91.688,18	100

Para o ano de 2015 foi possível observar que as formas de uso do solo associadas à agricultura representaram 15,31% da área total do município, às áreas degradadas ou em recuperação 54,28%, às áreas com vegetação natural remanescente 20,50% e que as demais classes corresponderam a 9,92% (Tabela 4).

Tabela 4 - Quantificação das áreas de uso e ocupação do solo no município de Anápolis-GO, em 2015, e seus percentuais de representação.

Classes	Área (ha)	%
Queimada	4.553,72	4,97
Atividades agrícolas	3.308,65	3,61
Corpos d' água	340,08	0,37
Campo Degradado	21.897,22	23,88
Formações campestres	3.409,49	3,72
Formações florestais	15.383,33	16,78
Atividades agropecuárias/pastagem	4.883,00	5,33
Recuperação	27.355,83	29,84
Reflorestamento/Cultivo	1.288,12	1,40
Solo exposto	511,35	0,56
Área urbana	8.757,40	9,55
Total	91.688,18	100

Em relação às mudanças das formas de uso e ocupação do solo de 1985 para 2015 foi possível observar a redução percentual das áreas das atividades agrícolas em 1,81%, de formações campestres em 14,73%, de formações florestais em 3,66%, de pastagens em 5,83%, de reflorestamento e de cultivo em 2,27%, de solo exposto em 4,28%. As áreas de queimadas, de corpos d' água, de campo degradado, de recuperação e urbanas cresceram com uma diferença percentual, respectivamente, de 0,25%; de 0,07%; de 2,51%; de 25,43% e de 4,31% (Figura 6). As áreas com alterações mais expressiva foram as formações

campestres e os ambientes com recuperação da vegetação.

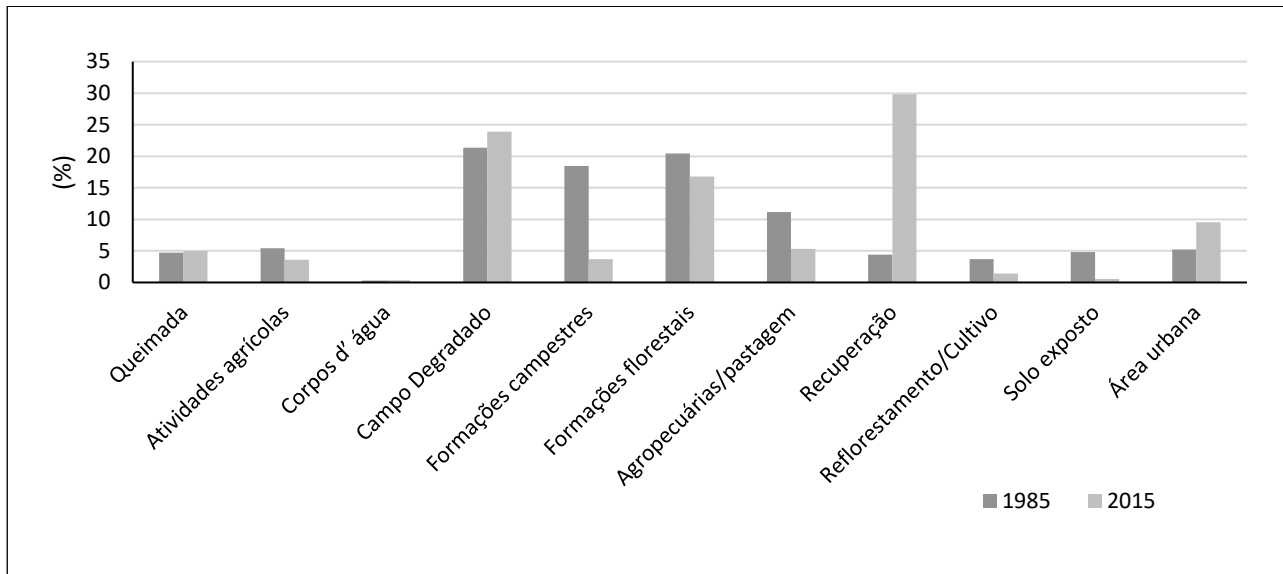


Figura 6. Comparação das mudanças ocorridas entre as formas de uso e ocupação do solo entre os anos de 1985 e 2015 no município de Anápolis – GO.

As formações naturais no período em estudo sofreram queda percentual de 18,39%, representando 20,50% em 2015, enquanto as classes agricultura e áreas degradadas ligadas as atividades humanas representam um aumento percentual de 14%, representando 79,13% em 2015. A redução das formações florestais e formações campestres, de um ano para outro, se devem ao aparecimento de áreas de cultivo e reflorestamento, do campo degradado e de locais de recuperação, de queimadas, de pastagens e área urbana em substituição da vegetação natural. Todas essas classes de uso do solo representam a presença de desmatamento e níveis de degradação da terra com a ocupação dessas áreas pelas atividades humanas.

Couto Junior et al. (2007) realizaram estudos de uso e ocupação do solo em Águas Lindas de Goiás nos anos de 1989 e 2006 e com as análises comparativas entre os anos em estudo, também constataram que o município apresentou avanço das áreas destinadas as atividades agrícolas, pastagens e áreas urbanizadas em detrimento da vegetação natural.

O aumento das áreas urbanas de 1985 para 2015 se deve à substituição de áreas de queimada, de vegetação, de pastagem e de campo presentes nas proximidades do perímetro urbano. Os locais que em 1985 eram vegetação, pastagem e campo, podem ter tido a cobertura vegetal retirada para a delimitação de terrenos em lotes e posteriormente esses locais foram destinados a construções de moradia, comércio e indústria. A presença de queimadas no ano de 1985 nas proximidades da área urbana pode caracterizar o costume local de atear fogo para limpeza de terrenos devido a presença da cobertura vegetal e confusões do algoritmo de classificação com as classes corpos d' água e formações campestres que apresentam semelhança espectral com queimada de acordo com as bandas selecionadas.

Freitas e Anjos (2010), monitoraram o município de Anápolis, por meio de imagens orbitais nos anos de 1997 e 2000, e com a sobreposição das imagens digitalizadas concluíram que o aumento malha urbana é acompanhada de áreas estruturantes como a Br-153 e de espaços vazios correspondente a uma grande especulação imobiliária com

regularização de novos loteamentos pelo setor público. Segundo os autores, o centro urbano de Anápolis tem importância regional devido ao desenvolvimento de suas atividades econômicas, em destaque o comércio atacadista e a indústria, o que atrai populações de outras regiões do estado em busca de oportunidade.

Souza e Ferreira (2014), realizaram o mapeamento de cobertura e uso da terra na bacia do Ribeirão João Leite entre os anos de 1984 e 2011. A análise conclusiva, durante os 27 anos, feita pelos autores resultou em intenso processo de desmatamento e expansão urbana principalmente em Anápolis e Goiânia, com constatação de redução em 3% das pastagens, durante aquele período, que foram absorvidas pela mancha urbana em destaque Goiânia.

As áreas de recuperação se comportaram com um fator de regeneração da vegetação ampliando a densidade da cobertura vegetal e também se manifestaram como um fator de desmatamento das matas nativas. A recuperação como aumento da densidade da cobertura vegetal, de 1985 para 2015, ocupou áreas destinadas a pastagem e formações campestres representando um aspecto positivo referente ao grau de restauração da vegetação. Enquanto essa classe como representante do desmatamento, reflete na redução das matas nativas contribuindo para exposição e degradação do solo. Santana e Oliveira (2013) encontraram matas em recuperação em áreas antes destinadas a pastagens e perceberam que com difusão de tecnologias e com a legislação para reserva ambiental os produtores foram impulsionados a iniciativas de recuperação em suas áreas.

A classe campo degradado, conforme o critério de classificação adotado, se constitui como uma área destinada a diversos usos constituindo graus de degradação da vegetação e do solo. Essa classe pode ter sido confundida pelo algoritmo de

classificação com as formas de uso do solo agricultura, cerrado, formações campestres e pastagem contribuindo para seus baixos valores porcentuais. Por não se caracterizar uma área homogênea essa classe foi distinguida de maneira separada devido os alvos apresentarem alta refletância dentro das faixas espectrais estabelecidas.

As mudanças ocorridas de 1985 para 2015, se constituíram na substituição das áreas de agricultura, cerrado, pastagem e formações campestres pelo campo degradado. Esse aumento do campo degradado exprime a degradação dos ambientes devido ao grau de exploração das terras e da retirada da cobertura vegetal. Segundo Patrício e Francisco (2013), os dados de degradação das terras indicam problemas relacionados às práticas inadequadas de manejo dos solos e decorrentes do histórico de exploração da agricultura; do pastoreio intensivo; da retirada de lenha e de carvão indiscriminadamente; e de práticas de queimadas.

As reduções nas atividades agrícolas, podem ser resultados do campo degradado, às áreas de recuperação das matas e das formações campestres, das queimadas que estavam presentes em 2015. A presença das atividades agrícolas está bastante relacionada a ocorrência de degradação do campo, ao desmatamento das áreas nativas e a presença de manchas de queimada para a limpeza dos terrenos. A presença de algumas áreas de recuperação das matas que antes eram destinadas a agricultura representa um aspecto positivo e pode estar ligado a processos de regulamentação ambiental.

As áreas de queimadas, ocuparam as áreas de campo degradado, de formações campestres, de cerrado, de pastagem, de áreas de recuperação e de agricultura presentes em 1985. Essa substituição pode representar um acontecimento comum nas áreas rurais da limpeza do terreno com práticas de queimada, e ainda possíveis manchas provocadas pelo

fogo que não foi controlado adequadamente atingindo e destruindo as matas nativas. Segundo Florenzano (2011), a frequência do fogo aumenta conforme os processos de ocupação e é uma prática comum entre os agricultores para substituir as florestas e campos por pastagens e culturas, para remover o material seco acumulado e para renovar as pastagens e os cultivos agrícolas.

A redução do solo exposto é explicada pela substituição desta classe em áreas de recuperação ou campo degradado, áreas cultivadas e pastagens. Nesta situação, a presença do campo degradado e áreas em recuperação da vegetação em substituição do solo exposto constitui um fator de restauração da cobertura vegetal. Pereira (2008) em estudos no Ribeirão Piancó, Anápolis-Goiás, também contataram a substituição, de 1989 a 2007, de áreas com solo exposto por atividades agrícolas e por pastagem.

O aumento dos corpos d' água podem estar relacionados ao represamento artificial da água que alarga suas faixas marginais ocupando áreas maiores e à uma precipitação pluviométrica mais intensiva e com regularidade respondendo os níveis dos corpos d' água. Segundo Florenzano (2011), as áreas inundadas podem ser intensificadas pelo homem por meio do desmatamento, do uso agrícola, da urbanização e de obras hidráulicas. O desmatamento aumenta os processos erosivos e o assoreamento do leito dos rios aumentando a área inundada.

CONCLUSÕES

O algoritmo que obteve melhor acurácia na classificação, tanto no ano de 1985 como de 2015, foi o de Máxima verossimilhança. As mudanças de paisagem no período em estudo evidenciam o aumento das atividades antrópicas e a redução da vegetação natural. A presença de áreas degradadas predominantes e o aumento de queimadas na área de

estudo revelam a intensidade de uso do solo e os desmatamentos crescentes para dar lugar a áreas urbanizadas, pastagens e lavouras cultivadas. Além disso, as áreas de recuperação, bastante presente em 2015, demonstram a exploração das matas nativas provavelmente para extração de madeiras e para produção de carvão, mas também, podem indicar a recuperação dos ambientes naturais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BEZERRA, L. M. C.; CLEPS JÚNIOR, J. O desenvolvimento agrícola da região centro-oeste e as transformações no espaço agrário do estado de Goiás. In: **Caminhos da Geografia**, p.29-49. 2004.
- BRITO, G. H. M.; PEREIRA, R. M.; REIS, E. F.; MACEDO, M. A. Determinação da área cultivada com cana-de-açúcar na Microrregião de Ceres (GO) através de imagens landsat TM. **Revista Cientific@**, Goianésia, v. 2, n. 1, p. 71-83, 2015.
- CAMARGO, F. F.; PEREIRA, G.; MORAES, E. C.; DE OLIVEIRA, L. G. L.; ADAMI, M. Análise multitemporal da evolução urbana e sua influência na modificação do campo térmico na Região Metropolitana de São Paulo para os anos de 1985, 1993 e 2003. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13, 2007, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: Ed. INPE, 2007. p. 5127-5134.
- CAMPOS, S.; ARAÚJO JÚNIOR, A.A.; BARROS, Z.X.; CARDOSO, L.G.; PIROLI, E.L. Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados ao uso da terra em microbacias hidrográficas, Botucatu – SP. **Revista Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.24, n.2, p.431-435, maio/ago. 2004.
- CAMPOS, S.; SILVEIRA, G. R. P. DA; CAMPOS, M.; FELIPE, A. C. Espacialização do conflito do uso e ocupação do solo em áreas de preservação permanente da microbacia do Ribeirão Santo Antônio, São Manuel-SP. In: SIMPÓSIO DE TECNOLOGIA EM MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS, 4, 2012, Jahu. **Anais...** Jahu: Ed. FATEC, 2012. p. 43-53.
- CORRÊA, F.M. **Impactos antrópicos sobre a qualidade da água no rio das Antas na área urbana da cidade de Anápolis – Goiás: Uma**

- abordagem para a gestão ambiental. 2005.147f. Dissertação (Mestrado em Planejamento e Gestão Ambiental) - Programa de pós-graduação em Planejamento e Gestão Ambiental, Universidade Católica de Brasília, Brasília, 2005.
- COUTO JÚNIOR, A. F.; CARVALHO JÚNIOR, O. A.; MARTINS, E. S.; SOUZA, V. V.; FARIAS, M. F.; ENCINAS, J. I. Relação entre uso e ocupação do solo e os aspectos geomorfológicos no município de Águas Lindas de Goiás. **Revista Espaço & Geografia**. Brasília, v. 10, n. 1, p. 125-141, 2007.
- DORTZBACH, D.; OLIVEIRA, C. A. F. DE; BINI, G. M. P.; RISTOW, S. F. P.; MACHADO, L. N.; BACIC, I. L. Z.; SILVA, E. B. Conflito de uso do solo da microbacia Mato Escuro, município de Palmeira, SC. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO – SBSR, 16, 2013, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: Ed. INPE, 2013. p. 207- 214.
- FANTINEL, R.A.; PALMEIRA, A.N.; SANTOS, M.A.P.; BENEDETTI, A.C.P. Técnicas de sensoriamento remoto aplicadas ao mapeamento do uso e cobertura da terra no Arroio Capão, São Gabriel – RS. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 5, n. 5, p. 917-925, 2012.
- FARIA, K. M. S.; CASTRO, S. S. Uso da terra e sua relação com os remanescentes de cerrado na alta bacia do rio Araguaia (GO, MT e MS). **Geografia**, Rio Claro, v. 32, n. 3, p. 657-668, set/dez. 2007.
- FIERZ, M.S.M.; ROSA, F.S. A paisagem x evolução do uso e ocupação em Bertioga, litoral paulista. **Revista de Departamento de Geografia**, n.13, p. 259-287, 1999.
- FLORENZANO, T.G. **Iniciação ao sensoriamento remoto**. 3.ed. atual. e ampl. São Paulo: Oficina de Textos, 2011. 128p.
- FREITAS, J. F.; ANJOS, R. S. A. MONITORAMENTO ORBITAL DA EXPANSÃO URBANA NA CIDADE DE ANÁPOLIS-1997/2000. **Revista Eletrônica: Tempo-Técnica-Território**, Brasília, v. 1, n. 1, p. 034-047, 2010.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Manual Técnico de Uso da Terra**. 3.ed. Rio de Janeiro, 2013. 172p.
- INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). **Landsat TM 5**. 2016. Imagem de satélite, canais 1-7, composição colorida 5, 4 e 3, órbita-ponto 222-71. Disponível em: <<http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>>. Acesso em: 20 jul. 2016.
- LANDIS, J.R.; KOCH, G.G. The measurement of observer agreement for categorical data. **Biometrics**, v. 33, n. 1, p.159-174, 1977.
- MORAIS, R. P.; SILVA, N.C.; NASCIMENTO, A.S. Remanescente de vegetação de cerrado no município de Anápolis: mapeamento e análise da cobertura da terra. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE CIÊNCIA E MEIO AMBIENTE, 1, 2010, Anápolis. **Anais...** Anápolis: Ed. UEG e UniEvangélica, 2010. p. 1-11.
- PATRÍCIO, M. C. M.; FRANCISCO, P. R. M. Análise da Degradação Ambiental do Município de Cabaceiras-PB. **Revista Brasileira de Geografia Física**. Campina Grande, v. 6, n. 2, p. 287-300, 2013.
- PEREIRA, L. S. **Evolução espaço-temporal do uso e cobertura da terra e qualidade da água do Ribeirão de Piancó- Anápolis- Goiás**. 2008. 99 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Unidade Universitária de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, 2008.
- SACHS, I. **Caminhos para o Desenvolvimento Sustentável**. Rio de Janeiro: Garamond, 2000.
- SANTANA, N. C., OLIVEIRA, E. S. Evolução do uso e ocupação, sobre áreas de cerrado no município de Água Fria de Goiás, por meio de técnicas de geoprocessamento. **Revista Geotemas**, Pau dos Ferros, v 3, n. 1, p. 189-209, jan/jun. 2013.
- SANTOS, G.V.; DIAS, H.C.T.; SILVA, A.P.S.; MACEDO, M.N.C. Análise hidrológica e socioambiental da bacia hidrográfica do Córrego Romão dos Reis, Viçosa-MG. **Revista Árvore**, Viçosa, v.31, n.5, p.931-940, 2007.
- SCHLINDWEIN, J.R.; DURANTI, R.R.; CEMIN, G.; FALCADE, I.; AHLERT, S. Mapeamento do uso e cobertura do solo do município de Caxias do Sul (RS) através de imagens do satélite CBERS. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13, 2007,

- Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: INPE, 2007. p. 1103-1107.
- SEBUSIANI, H. R. V.; BETTINE, S. C. Metodologia de análise do uso e ocupação do solo em micro bacia urbana. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, Taubaté, v. 7, n. 1, p. 256-285, jan/abr. 2011.
- SILVA, M. T. G.; LACERDA, M. P. C.; CHAVES, A. A. A. Geotecnologia aplicada na avaliação do uso das terras da microbacia do Ribeirão João Leite, Goiás. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 39, n. 4, p. 330-337, out/dez. 2009.
- SISTEMA ESTADUAL DE GEOINFORMAÇÃO (SIEG). **Base Cartográfica dos limites das bacias hidrográficas do Estado de Goiás**. 2016. Disponível em: <<http://www.sieg.go.gov.br/>>. Acesso em: 20 jul. 2016.
- SOUSA, S. B.; FERREIRA, L. G. Mapeamento de cobertura e uso da terra: uma abordagem utilizando dados de sensoriamento remoto óptico multitemporais e provenientes de múltiplas plataformas. **Revista Brasileira de Cartografia**, Rio de Janeiro, v. 1, n. 66/2, p. 321-336, 2014.
- TEIXEIRA, J.C. Modernização da agricultura no Brasil: impactos econômicos, sociais e ambientais. **Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros**, Três Lagoas-MS, v.2, n.2, p. 21-42, 2005.
- UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY (USGS). **Landsat OLI 8**. 2016. 1 imagem de satélite, canais 1-12, composição colorida 6, 5 e 4, órbita-ponto 222-71. Disponível em: <<http://earthexplorer.usgs.gov/>>. Acesso em: 20 jul. 2016.
- _____. **Frequently Asked Questions about the Landsat Missions**. 2016. Disponível em: <http://landsat.usgs.gov/best_spectral_bands_to_use.php>. Acesso em: 25 jul. 2016.
- 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.