

## MAPEAMENTO DE COBERTURA E USO DO SOLO DA REGIÃO METROPOLITANA DE GOIÂNIA COM IMAGENS DE ALTA RESOLUÇÃO: RAPIDEYE

*J. R. Silva<sup>1,2</sup>, E. F. Costa<sup>1</sup>, J. R. B. Sousa<sup>1</sup>, J. V. S. Costa<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Universidade Federal de Goiás, Brasil, <sup>2</sup>Universidade Estadual de Goiás, Brasil

**Comissão IV – Sensoriamento Remoto, Fotogrametria e Interpretação de Imagens**

### RESUMO

O sensoriamento remoto é uma ferramenta de auxílio nos estudos ambientais. Com os avanços tecnológicos, o melhoramento dessa ferramenta tornou-a mais acessível, mais utilizada e com melhores resoluções, para os mais variados tipos de estudos. Com as imagens de satélite é possível entender a dinâmica de ocupação e uso dos solos, para esse trabalho foi utilizado imagens dos satélites RapidEye para classificar o uso e cobertura do solo para a Região Metropolitana de Goiânia (RMG). Tais imagens são convenientes para serem utilizadas por gerarem resultados em escalas com grande detalhe devido a sua alta resolução espacial e radiométrica. A RMG tem o uso e ocupação do solo consolidados principalmente pelo agronegócio, a classificação de imagens provou que mais de 60% do seu território já foi convertido em pastagem ou agricultura.

**Palavras-chave:** Classificação de Imagens, Sensoriamento Remoto, Correções Atmosféricas.

### ABSTRACT

The remote sensing is a tool which helps in environmental studies. As a result of the technological advancements, the improvements of this tool became it more accessible, most used and with best resolutions, for the most variable kind of studies. Using satellite image, it is possible understand the dynamics of use and occupation of the soil, in this research was used images from RapidEye satellite's, for classify the use and occupation of the soil of the Metropolitan Region of Goiânia (MRG). These images are convenient for be used because generates results with great quality of details and high spatial and radiometric resolution. The MRG has the use and occupation of the soil consolidated mostly for agribusiness; the image classification proved that more than 60% of its territory has been converted in pasture and agriculture.

**Keywords:** Image Classification, Remote Sensing, Atmospheric Corrections.

### 1- INTRODUÇÃO

Imagens provenientes de sensores remotos permitem o monitoramento e acompanhamento da dinâmica de uso e ocupação do solo em todo o globo terrestre e com os avanços tecnológicos essa ferramenta está gradativamente mais eficaz e acessível para auxiliar nesse processo de averiguar a estrutura e distribuição das diferentes classes de uso. Existem no mercado, diferentes tipos de produtos obtidos através do sensoriamento remoto, os quais variam quanto à resolução espacial que diz respeito à área imageada por cada pixel, a resolução temporal refere-se ao tempo que o satélite leva para dar uma volta no globo e novamente conseguir capturar imagens de um mesmo lugar, a resolução espectral é a propriedade que leva em consideração o número de bandas espectrais que o sensor possui e características dessas bandas (largura de ondas e posição no espectro eletromagnético), a resolução radiométrica condiz com a capacidade do

sensor em diferenciar níveis de radiância (Mendes e Almeida, 2012).

As atmosfera que carrega diferentes tipos de gases e materiais particulados, ocasiona interferências no processo de aquisição de imagens por sensores ópticos com altas altitudes orbitais, nesse processo a energia eletromagnética sofre interferência na intensidade do fluxo, na distribuição espectral e na direção dos raios incidentes. (Mendes e Almeida, 2012). Para a correção dessas interferências atmosféricas é necessário calcular a reflectância da superfície, tal valor condiz com a proporção entre a quantidade de radiação eletromagnética que o alvo recebe e o fluxo que ele emite, a partir da razão desse cálculo obtém um valor adimensional sendo assim portanto expresso em porcentagem

Classificação é o processo de extração de informação em imagens para reconhecer padrões e objetos homogêneos e são utilizados em Sensoriamento Remoto para mapear áreas da superfície terrestre que

correspondem aos temas de interesse (SPRING - DPI/INPE). Dos diferentes tipos de classificação a utilizada nesse trabalho foi à classificação orientada a objetos, que trás resultados mais eficazes se tratando de imagens de alta resolução, onde ao invés de ser classificado pixel por pixel, é feito um agrupamento de pixels com resposta espectral parecida, processo esse denominado segmentação multiresolução. A próxima etapa da segmentação orientada a objetos é a atribuição de classes para os diferentes segmentos formados, de acordo com os padrões.

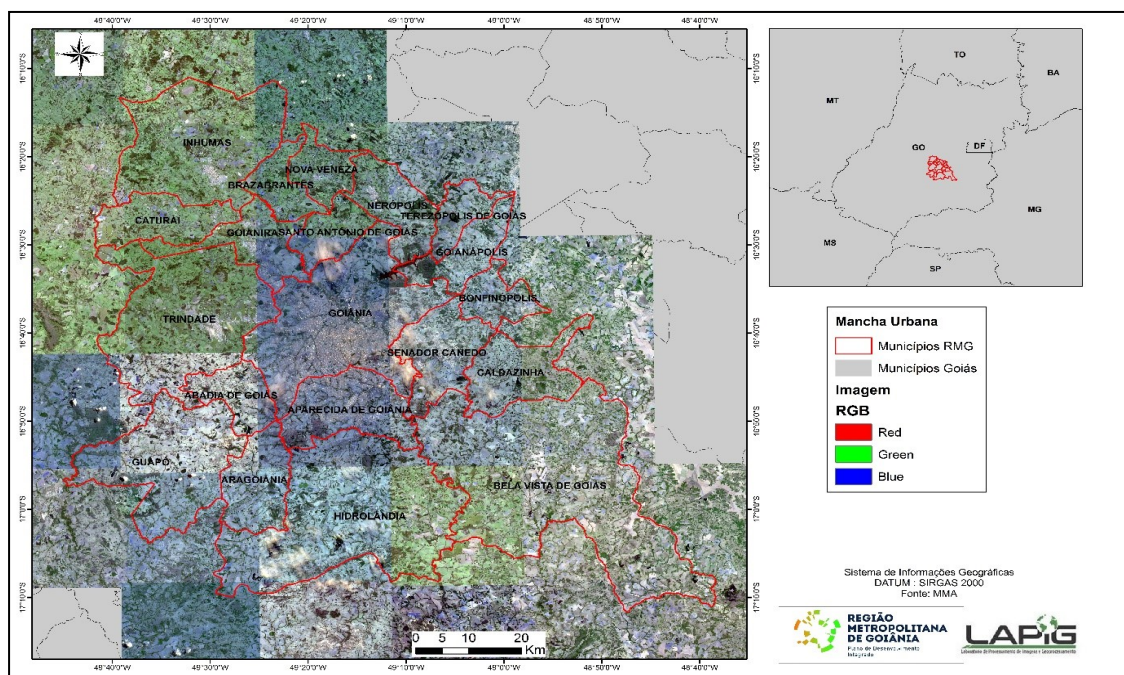
As imagens RapdEye são obtidas por uma constelação de 5 satélites os quais tem órbita heliossíncrona com uma média de 630 km de altitude, esses satélites estão dispostos de uma maneira sincronizada e contem a mesma distância um do outro, esses fatores permitem que a capacidade de revista do sensor sobre determinado alvo seja maior dando-lhe uma boa resolução temporal. O sensor presente nos satélites RapdEye foi denominado de REIS (RapidEye Earth Imaging System) e se trata de um sensor multiespectral com varredura eletrônica tendo uma câmera que capta 5 faixas do espectro eletromagnético equivalendo as cores do visível, infravermelho e infravermelho próximo. O sensor ainda possui uma ótima resolução radiométrica quando comparado a outros satélites sensores, num total de 12 bits conseguindo diferencias 4096 níveis de cinza. (RapdEye Info).

Para esse trabalho foi gerado o mapa de uso e cobertura do solo referente à Região Metropolitana de Goiânia (RMG), utilizando por tanto imagens de alta resolução espacial proveniente dos satélites RapdEye, permitindo que fossem gerado dados com as escalas de 1:10.000 pra áreas urbanas e 1:20.000 para áreas rurais, possibilitando a espacialização e entendimento dos processos de ocupação e expansão desta região.

## 2- METODOLOGIA

A Região Metropolitana de Goiânia compreende os municípios de Goiás, Aparecida de Goiânia, Aragoiânia, Bela Vista de Goiás, Bonfinópolis, Brazabrantes, Caldasinha, Caturai, Goianápolis, Goiânia, Goianira, Guapó, Hidrolândia, Inhumas, Nerópolis, Nova Veneza, Santo Antônio de Goiás, Senador Canedo, Terezópolis de Goiás e Trindade, totalizando 20 municípios e segundo estimativas do IBGE, 2016 tem uma população de 2.458.504 habitantes. Constituída no ano de 1999 a RMG objetiva integrar a organização, o planejamento e a execução de funções públicas de interesse comum dos municípios Possui cerca de 35,82% da população do estado, um Produto Interno Bruto de R\$35.970.633,00 (2008) e um Índice de Desenvolvimento Humano 0,769 considerado alto (2010).

Para a Realização do mapeamento de uso e cobertura do solo foi necessário a aquisição de 28 imagens RapidEye (Figura 1) as quais são disponibilizadas pelo site do Ministério do Meio Ambiente (MMA) , para todo o território nacional. Foram adquiridas imagens referetentes ao ano de 2014.



**Figura 1 - Imagens do RapdEye que recobrem a RMG e localização da RMG em Goiás**

As imagens passaram por processos de correções atmosféricas, onde foi calculado o valor de reflectância da superfície com a finalidade de eliminar ruídos e interferências. Segundo EDUARDO e SILVA (2013) para a conversão da imagem em reflectância, é necessário que o número digital (DN) seja convertido primeiramente para radiância espectral, esse procedimento foi realizado através da ferramenta Band Math do software ENVI Classic multiplicando o DN de cada banda pelo valor da escala radiométrica, que foi obtido através do metadado das imagens, também disponibilizado pelo portal do MMA. Após obtido os valores de radiância é possível calcular a reflectância da imagem com base na equação 1:

$$Ref(i) = Rad(i) * \left( \frac{\pi * DS}{EIA(i)} \right) * cosZ \quad (1)$$

Onde:

i = Numero de Bandas Espectrais

Ref = Reflectância

Rad = Radiância

DS = Distância entre Terra e o Sol no dia da aquisição da imagem em unidades astronômicas

EAI: Irradiância solar na exoatmosfera

cosZ: Ângulo zenital solar

O procedimento de seguimentação da imagem foi realizado a partir do software *e-Cognition*, a partir de experimentos feitos no decorrer desse processo adotou-se o valor de parâmetro de 15 pixels por seguimento.

Utilizando a ferramenta de Classification desse mesmo software foram coletadas um mínimo de 100 amostras entre agricultura, pastagem, área urbana, corpos hídricos, remanescente, outros, nuvem e

queimadas, a partir dessa amostragem o programa reconhece e compara as respostas espectrais de cada polígono efetuando a classificação de toda a área imageada. Após a classificação todas as imagens passaram por um processo de validação dos polígonos, utilizando como ferramenta export to Kml no Arcgis, na qual é possível validar o polígono com imagens do Google. A geração dessas informações possibilitou reconhecer e calcular as áreas para cada uma das classes estudadas e o proporcional dessa distribuição em cada um dos 20 municípios referentes a RMG.

### 3 - RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Região metropolitana de Goiânia já tem seu uso e ocupação do solo consolidados principalmente pelo agronegócio (figura 3). A RMG tem como maior classe de uso as pastagens sendo o uso mais representativo em todos os municípios exceto na capital Goiânia cuja teve as maiores áreas convertidas para área urbana (cerca de 40% do seu território total). As áreas de remanescentes são compostas quase que somente, por áreas de proteção permanente (APP), como margens de rios, nascentes e as reservas legais dos imóveis rurais, estabelecidas no código florestal totalizando em média 49% de toda a área da RMG. Nota-se que a agricultura não é representativa dentro dessa região de planejamento, menos de 20% da área total da RMG foi convertida para essa finalidade.

Embora, toda a delimitação dos polígonos classificados foram realizados automaticamente, o software apresentou uma margem de erro, sendo necessário efetuar uma inspeção visual para validação dos dados.

A RMG tem como maior área de cobertura e uso a pastagem, como pode ser observado no gráfico (Figura 3) mais de 3.500 km<sup>2</sup> é destinado a esta atividade,. As áreas de remanescente de vegetação



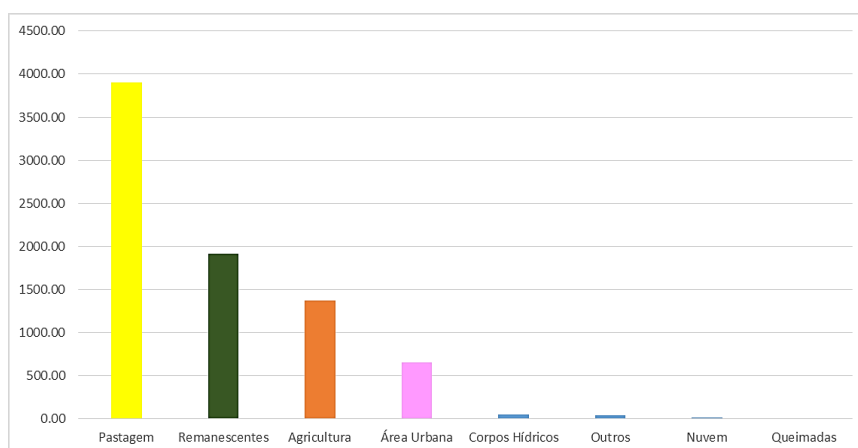
**Figura 2 - Imagem Rapideye com segmentação de 15 pixels por polígono**

chegam a totalizar quase 2.000 km<sup>2</sup> de área. Por se tratar de uma região metropolitana, a área urbana é relativamente extensa ocupando cerca de 650 Km<sup>2</sup>. O mapa gerado a partir dessa classificação (figura 4) aponta que as áreas urbanas dos municípios adjacentes a Goiânia passam por um processo de conturbação com a capital de Goiás.

As cidades de Bonfinópolis, Brazabrantes, Goianira, Guapó, Abadia de Goiás e Goianira, foram as que apresentaram maiores áreas de agricultura porem sem percentuais significantes. As maiores áreas urbanas correspondem aos municípios de Goiânia, Aparecida de Goiânia e Senador Canedo respectivamente conforme exposto na tabela 1.

## 5 – CONCLUSÕES

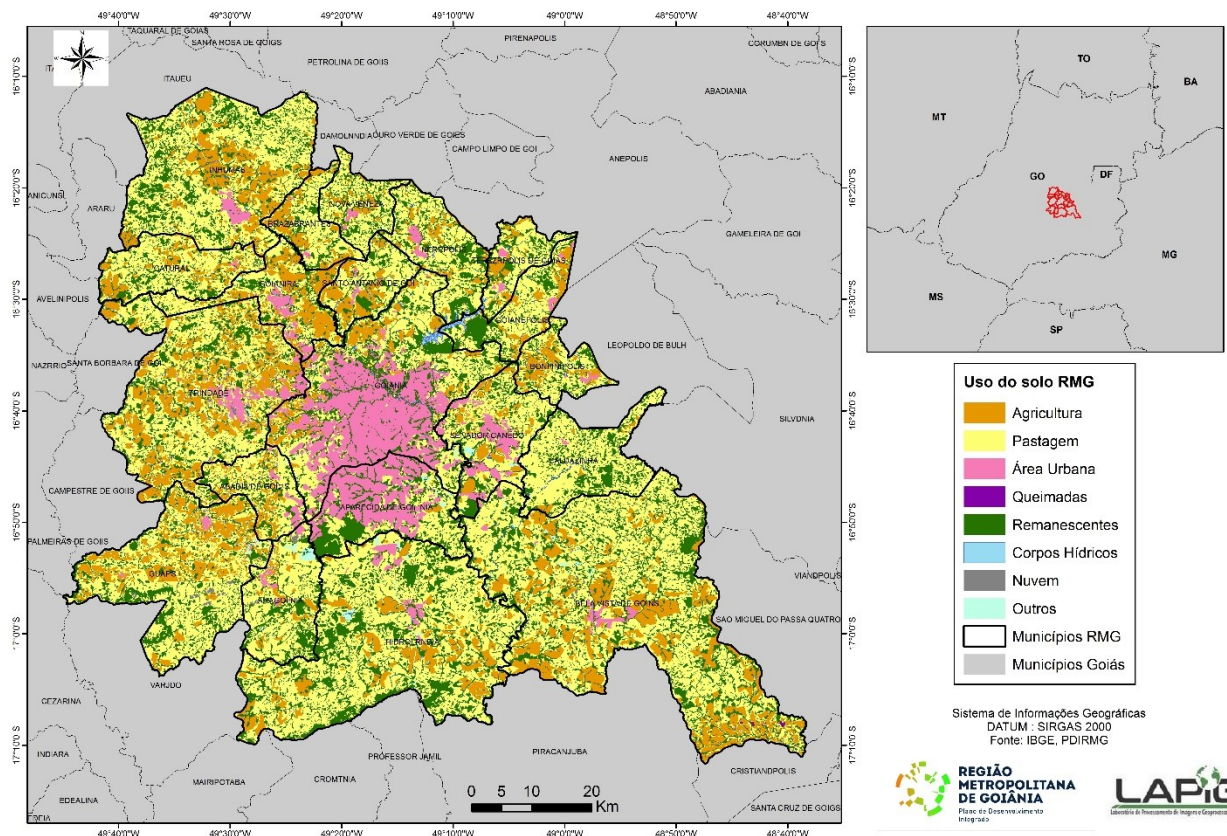
As imagens RapidEye provaram ser eficazes para reconhecer a dinâmica de uso e ocupação do solo numa escala de grande detalhe, porem é necessário efetuar as correções atmosféricas convergindo os valores digitais para reflectância. Os procedimentos de segmentação e classificação de imagens através do Software eCognition geraram bons resultados porem com um significativo percentual de erro, sendo necessário efetuar a validação.



**Figura 3 - Gráfico de distribuição das classes de cobertura e uso da RMG.**

**Tabela 1 - Percentual de cobertura para cada município da RMG**

| Percentual (%)              | Agricultura | Corpos Hídricos | Pastagem | Remanescente | Mancha Urbana | Outros |
|-----------------------------|-------------|-----------------|----------|--------------|---------------|--------|
| <b>Abadia de Goiás</b>      | 20%         | 0%              | 53%      | 20%          | 7%            | 0%     |
| <b>Aparecida de Goiânia</b> | 1%          | 0%              | 28%      | 26%          | 43%           | 1%     |
| <b>Aragoiania</b>           | 9%          | 0%              | 60%      | 26%          | 3%            | 2%     |
| <b>Bela Vista de Goiás</b>  | 22%         | 0%              | 52%      | 24%          | 1%            | 1%     |
| <b>Bonfinópolis</b>         | 23,07%      | 0,61%           | 49,61%   | 24,07%       | 2,54%         | 0,07%  |
| <b>Brazabrantes</b>         | 27%         | 0%              | 49%      | 22%          | 1%            | 0%     |
| <b>Caldazinha</b>           | 2,72%       | 0,68%           | 68,40%   | 28,05%       | 0,38%         | 0,05%  |
| <b>Caturai</b>              | 18%         | 0%              | 58%      | 23%          | 1%            | 0%     |
| <b>Goianápolis</b>          | 15,24%      | 3,19%           | 50,62%   | 27,93%       | 2,60%         | 0,77%  |
| <b>Goiânia</b>              | 9%          | 1%              | 29%      | 21%          | 40%           | 0%     |
| <b>Goianira</b>             | 32%         | 1%              | 38%      | 20%          | 8%            | 1%     |
| <b>Guapó</b>                | 23%         | 0%              | 51%      | 23%          | 1%            | 1%     |
| <b>Hidrolândia</b>          | 11%         | 0%              | 56%      | 30%          | 2%            | 1%     |
| <b>Inhumas</b>              | 19%         | 0%              | 53%      | 26%          | 2%            | 0%     |
| <b>Nerópolis</b>            | 9%          | 2%              | 54%      | 31%          | 3%            | 0%     |
| <b>Nerópolis</b>            | 9,74%       | 1,42%           | 54,38%   | 31,06%       | 3,07%         | 0,31%  |
| <b>Nova Veneza</b>          | 10%         | 0%              | 60%      | 27%          | 2%            | 0%     |
| <b>Santo Antonio</b>        | 26%         | 1%              | 48%      | 23%          | 2%            | 0%     |
| <b>Senador Canedo</b>       | 13,10%      | 0,54%           | 47,30%   | 20,51%       | 17,33%        | 1,18%  |
| <b>Terezópolis</b>          | 14,78%      | 1,24%           | 51,68%   | 27,17%       | 4,60%         | 0,53%  |
| <b>Trindade</b>             | 28%         | 1%              | 45%      | 20%          | 5%            | 1%     |
| <b>RMG</b>                  | 17,23%      | 0,63            | 49,14%   | 24,09%       | 8,24%         | 0,67%  |



**Figura4 - Cobertura e usos do solo para toda a RMG, para o ano de 2014, utilizando imagem Rapideye.**

## 6 – REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DPI/INPE, Spring -. Classificação de Imagens. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/tutorial/classific.html>>. Acesso em: 20 jul. 2017.

AMS Kepler RapdEye Info. Disponível em <<http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/tutorial/classific.html>>. Acesso em 30 set. 2017.

Eduardo, B. F. S. e Silva, A.J. F. N., 2013, Avaliação da influência da correção atmosférica no cálculo do índice de vegetação NDVI em imagens Landsat 5 e RapidEye, Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Foz do Iguaçu. XVI. 1442 – 1449

Meneses, P. R. e Almeida, T., 2012 Introdução ao Processamento de Imagens e Sensoriamento Remoto. UNB, Brasília, 266