

## USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DO MUNICÍPIO DE CAMPINA VERDE - MG

Joice Cristina Carvalho Oliveira <sup>1</sup>, Samuel Lacerda de Andrade <sup>2</sup>, Ernane Miranda Lemes <sup>3</sup>, Isadora Maria Gonçalves Ramos <sup>4</sup>, Rodrigo Bezerra de Araújo Gallis <sup>5</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Uberlândia, joice.oliveira2396@gmail.com; <sup>2</sup>Universidade Federal de Uberlândia, samuelandrade@ufu.br; <sup>3</sup> Monitora Engenharia e Geotecnologia, ernane@monitoraengenharia.com.br; <sup>4</sup>Universidade Federal de Uberlândia, isadoragoncalves10@outlook.com; <sup>5</sup>Universidade Federal de Uberlândia, rodrigogallis@ufu.br

### RESUMO

Para o desenvolvimento de um município é primordial ter o conhecimento sobre o uso e ocupação do solo, visando sempre o planejamento para uma ocupação ordenada e sustentável do espaço. Utilizando técnicas de sensoriamento remoto e o geoprocessamento, foi realizada classificação de imagens supervisionadas com o objetivo principal de se obter o uso e ocupação do solo atualizado do município de Campina Verde, MG, usando imagens da constelação Sentinel-2. O mapa de uso e ocupação do solo apresentou uma realidade característica de antropização severa da área estudada; 74,58% do território possui alterações que caracterizam pressão humana. O índice global Kappa da obtido foi 0,83 o que caracteriza a classificação como *excelente*. Os maiores erros de *comissão* e *omissão* foram da classe Pastagem / Agricultura, o que demonstra a dificuldade do classificador em separar as distintas classes que continham vegetação.

**Palavras-chave** – Sentinel-2, Antropização, Índice Global Kappa, Comissão, Omissão.

### ABSTRACT

*For the district development it is paramount to have knowledge about the use and occupation of the ground, always aiming at the planning for an orderly and sustainable occupation of space. Using techniques of remote sensing and geoprocessing, it was conducted a supervised classification of satellite images with the main objective of obtaining a upgraded map of the use and occupation of the ground in Campina Verde, MG, using images of the Sentinel-2 constellation. The map of the use and occupation of the ground presented a reality characteristic of severe anthropic impact in the studied area; 74.58% of the territory has changes that characterize human pressure. The overall Kappa Index was 0.83 which characterizes the classification as excellent. The biggest mistakes of commission and omission were for the Pasture / Agriculture class, which demonstrates the difficulty of the classifier to separate the different classes that contain vegetation.*

**Key words** - Sentinel-2, anthropic impact, global Index Kappa, Commission, Omission.

### 1. INTRODUÇÃO

O conhecimento sobre o uso e ocupação do solo de um município é primordial para seu desenvolvimento. Com o passar do tempo torna-se imprescindível à necessidade de obter informações rápidas e atualizadas do uso e ocupação da terra, para avaliação e estudos das alterações da paisagem e planejamento ordenado do território. O uso e ocupação do solo é descrito por Feltran-Filho (1989) como o modo que o homem está utilizando o solo para seu benefício, mostrando assim os possíveis danos causados por esse uso [1].

Conforme Kwasnicka (1997, apud ZMITROWICZ, 2002, p. 4) o planejamento representa a forma de definir metas, no qual existem recursos para alcançá-las [2]. Para Gaspar (1995) o ordenamento territorial baseia-se na forma de organizar a população e sua economia predominante na área com uma visão de desenvolvimento futuro dessa região [3].

Com o planejamento territorial é possível obter informações sobre a região permitindo assim ações que visem a ordenação da área determinada, visando melhorias para a população e a preservação do meio ambiente. Por meio da classificação desse uso e ocupação do solo é possível ter um conhecimento geral sobre a região, podendo gerar informações que levam a apontamentos sobre o principal viés econômico do município.

Através da utilização de imagens de satélites é possível realizar uma classificação de uso e ocupação do solo através de possíveis pixels de mesmos valores, formando assim uma comparação, onde todos os pixels desconhecidos da imagem são classificados por meio de uma amostra de classe (CROSTA, 1992 apud ABREU; COUTINHO, 2014, p.187) [4].

Nesse sentido foi realizado a classificação do uso e ocupação do solo através do método da Maxiverossimilhança; esse considera que as distribuições dos pixels que formam as classes analisadas seguem um padrão Gaussiano ou Normal (RIBEIRO; BAPTISTA e BIAS, 2015) [5].

A área de estudo em questão; é o município de Campina Verde no interior do estado de Minas Gerais, que tem uma economia predominantemente agropecuária, destacada pelo grande potencial de gado de corte e gado leiteiro, do estado. Há poucos estudos sobre o município de Campina Verde, sendo esse um primeiro esforço em orientar os gestores sobre de que maneira o território está ordenado. Á áreas em apresenta potencial foco

de estudo por apresentar grandes extensões áreas de pecuária extensiva, demonstrando um uso e ocupação do solo com relevante pressão antrópica e desequilíbrio do meio ambiente.

Sendo assim, esse trabalho tem como objetivo principal a o estudo do uso e ocupação do município de Campina Verde, MG, como um diagnóstico atualizado do ano de 2018, para orientar processo de tomadas de decisão quanto ao crescimento e ordenamento equilibrado do território.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

Os processamentos das imagens foram realizados no software ENVI *Classic*, disponível nos laboratórios da Universidade Federal de Uberlândia campus Monte Carmelo. O trabalho, foi iniciado pelo processo de coleta de regiões de interesse, afim de se realizar o procedimento de classificação supervisionada com o método de Maxiverossimilhança, sendo esse então o produto final para a extração de resultados.

Segundo Rosa (2009), a classificação de imagem pode ser entendida como a observação de imagens de sensoriamento remoto usando computador para atribuir significado a um pixel, em função de suas propriedades numéricas. Boa parte das técnicas de classificações de imagens utilizadas consiste na detecção de análise dos números digitais [6].

Para a realização do estudo de uso e ocupação do solo, foram utilizadas duas cenas do satélite Sentinel - 2 do dia 21/08/2018. As cenas do satélite Sentinel 2 possuem 290 km de faixa imageada, são compostas por 13 bandas sendo: 4 bandas no visível e infra vermelho, 6 bandas no “red edge” e no infra- vermelho de ondas curtas e 3 bandas disponíveis para correções atmosféricas (AWS, 2018); A disponibilidade de bandas do Sentinel 2, permite a realização de testes de composições, visando a obtenção dos melhores resultados na procura de alvos de interesse [7].

No que diz respeito a escolha das classes para a classificação, foram coletados: área urbana, solo exposto (vermelho e branco), vegetação nativa (savânica e florestal), água e Pastagem / Agricultura. É importante ressaltar que para a classe Solo Exposto foram coletadas amostras que englobavam dois tipos de solo comumente encontrados em áreas do bioma do Cerrado: Latossolos Vermelhos-Amarelos Distróficos e Neossolos. Sendo a classe Solo Exposta Vermelha correspondente aos Latossolos Vermelhos Amarelos; e o Solo Exposto Branco correspondente a porções normalmente associadas a solos mais rasos de menos acúmulo de matéria orgânica como características dos Neossolos.

Com relação às classes de Vegetação Nativa foram separadas em dois tipos principais: a Vegetação Nativa de formação Florestal, que representa áreas que correspondem a matas de galeria ou porções preservadas de floresta com a ocorrência de indivíduos de porte arbóreo; e a classe Vegetação Nativa Savânica, essa representa áreas com

distribuição de indivíduos de porte arbustivo e herbáceo comumente encontrados em áreas do bioma Cerrado.

No que diz respeito a verificação matemática dos resultados, foi obtido o valor do coeficiente de concordância Kappa, conforme Perroca e Gaidzinski (2003) o índice Kappa pode ser definido como um método de teste para o nível de confiabilidade e precisão na classificação [8]. Intervalos dos valores de kappa foram propostos por Landis e Koch (1977), conforme Tabela 1 [9].

Tabela 1. Valores de concordância com base no índice Kappa.

Índice Kappa (k)	Concordância
0,00	Pobre
0,00 a 0,20	Ligeira
0,21 a 0,40	Considerável
0,41 a 0,60	Moderada
0,61 a 0,80	Substancial
0,81 a 1,00	Excelente

Com relação á análise da classificação de erros por classe foi utilizado a leitura dos erros de Comissão (acurácia do usuário), Omissão (acurácia do produtor. Os erros de inclusão/comissão referem aos *pixels* atribuídos a uma determinada classe, oriundos de erros de classificação das outras classes. A acurácia do produtor refere-se aos erros de exclusão/omissão; isto é, os *pixels* de uma determinada classe são atribuídos erroneamente a outras classes. Os erros de comissão (Ec) e omissão (Eo) e o índice kappa (k) são determinados, respectivamente, pelas equações 1, 2 e 3.

$$E_c = \frac{X_{+i} - X_{ii}}{X_{+i}} \quad (1)$$

$$E_o = \frac{X_{i+} - X_{ii}}{X_{i+}} \quad (2)$$

$$k = \frac{N \cdot \sum X_{ii} - \sum X_{i+} \cdot X_{+i}}{N^2 - \sum X_{i+} \cdot X_{+i}} \quad (3)$$

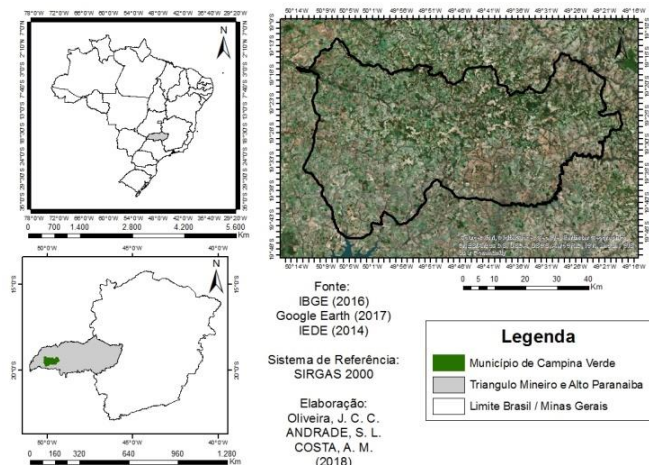
Onde,  $X_{ii}$  é a concordância observada na diagonal da matriz confusão, na posição  $i$ ;  $X_{i+}$  e  $X_{+i}$  são a soma da linha e coluna  $i$  da matriz confusão, respectivamente; e, juntos, são os produtos marginais ou a concordância esperada; e  $N$  é o total de elementos/*pixels* observados.

### 2.1 Localização

O município de Campina Verde, cidade do interior de Minas Gerais, está localizado na Mesoregião do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba (Figura 1), possui 20.052 habitantes segundo o senso (IBGE, 2016) e uma extensão territorial de

3.663,418 km<sup>2</sup>. Pode ser localizado com a seguinte coordenada central: Latitude 19° 32' 19" Sul e longitude: 47° 29' 11" Oeste [10].

Figura 1. Mapa de Localização do Município de Campina Verde.



### 3. RESULTADOS

A acurácia dos resultados da classificação foi analisada segundo índice global Kappa e os erros de Comissão e Omissão. Foi elaborado mapa de Uso e Ocupação do Solo, sendo o índice global Kappa verificado 0,83. O que denota a qualidade da classificação como Excelente (Tabela 1).

Tabela 2. Erros de Comissão e Omissão para área de análise

Classe	Comissão%	Omissão%
Água	7,18	0,07
Área Urbana	35,16	57,06
Veget. Florestal	45,27	6,14
Veget. Savânica	39,78	22,31
Agricultura Pastagem	65,74	96,70
Solo Exposto Vermelho	15,16	0,48
Solo Exposto Branco	0,40	1,19

As feições Agricultura/ Pastagem e Vegetação Nativa (Florestal) apresentaram os maiores erros de Comissão como indicado na (Tabela 2); apontando que 65,74% e 45,27% de suas áreas contabilizadas, foram erroneamente somadas, com a adição de pixels de outras classes. Ao se fazer uma análise visual na imagem classificada é notória que as classes de correspondência ao verde, sofrem relativa confusão ao classificador, sendo então comprovada pelo erro de Comissão a dificuldade de se separar as classes de vegetação corretamente. Com relação ao menor erro de Comissão, temos a classe Solo Exposto Branco com apenas 0,40 de erro contabilizado, isso denota que foram

praticamente nulos os erros de outras classes atribuídas a essa.

Com relação ao erro de Omissão as feições Pastagem / Agricultura e Área Urbana com 57,06% e 96,70% consecutivamente, apresentaram os maiores erros ou seja Essas duas classes perderam significativa parcela de pixels para outras categorias erroneamente. Para a classe Pastagem / Agricultura a explicação é a mesma referente ao erro de Comissão, a dificuldade em se separar classes verdes. Em relação á classe Área Urbana, vale ressaltar que houveram dificuldades na segregação da classe, sendo necessárias algumas tentativas para que se pudesse obter o melhor resultado visual e matemático.

A classe Pastagem / Agricultura chama atenção devido o alto erro de ocorrência em ambos os fatores analisados, Comissão e Omissão sendo 65,74% e 96,70% concomitantemente.

Figura 2. Mapa de Uso e Ocupação do Solo do Município de Campina Verde.

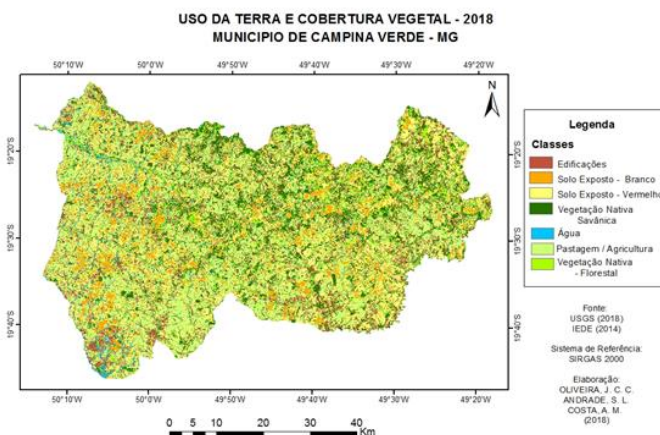
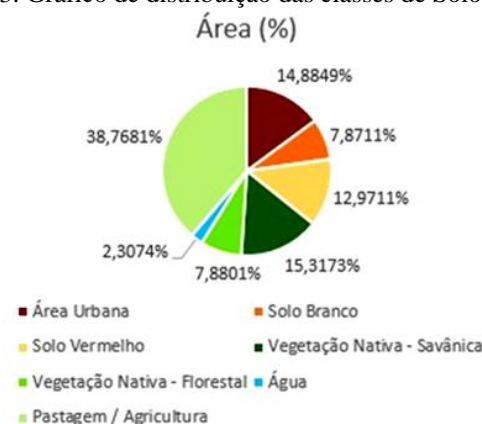


Figura 3. Gráfico de distribuição das classes de Solo.



Passando-se para a análise da classificação do uso e ocupação do solo propriamente dita, ou seja, o estudo das áreas (Figura 3); Pode-se observar em ordem de maior

ocorrência para a menor: 38,76% de área de pastagem e agricultura, Vegetação Nativa (Savânica) com 15,31%, Área Urbana com 14,88%, Solo Exposto Vermelho com 12,97%, Vegetação Nativa (Florestal) com 7,88%, Solo Exposto (Branco) com 7,87% e água com 2,37%.

Destaca-se que a área do município sofre grande pressão antrópica sendo as classes Área Urbana, Solo Exposto Vermelho, Solo Exposto Branco, Pastagem / Agricultura somados; correspondentes a 74,58% de ocupação do território; sendo apenas 25,42% correspondente á áreas preservadas de vegetação nativa e recursos hídricos. Dentre as classes dominantes de uso de solo, destaca-se a classe Agricultura/ Pastagem que ocupa 38,76% da área analisada, afirmando assim o papel significativo econômico da agropecuária local e a intensa atividade do uso do solo antrópica.

#### 4. DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

Esse trabalho conclui que há até o presente momento há o uso intensivo do solo no município de Campina Verde-MG. As áreas agricultáveis sofreram grande expansão reduzindo a uma porcentagem mínima as áreas de vegetação nativa que são observadas principalmente junto aos corpos hídricos. Esse trabalho pode ser considerado, para um propósito de encaminhamento para posterior estudo prevendo melhorias no processo de classificação e a verificação de questões ambientais de forma mais objetiva.

Espera-se cruzar informações com banco de dados do Cadastro Ambiental Rural de MG a fim de se verificar informações preservacionistas. É importante ressaltar que mesmo sendo observado um processo definitivo de uso e ocupação do solo; o diagnóstico faz se necessário a fim de se obter medidas mitigatórias e tomada e decisões que visem á preservação ambiental.

Em relação á análise estatística dos dados, o que se destaca é que apesar do índice global Kappa classificar como excelente o produto final; houve alta taxa de erros de Comissão e Omissão principalmente nas categorias que envolvem tipos distintos de vegetação. Isso se dá devido a grande dificuldade do classificador em distinguir os tons de verde dispostos em cores verdadeiras pela composição realizada das imagens Sentinel 2. O destaque se dá para a classe Agricultura/Pastagem com 65,74% de erro de Comissão e 96,70% em Omissão.

A equipe envolvida no trabalho considera válida estatisticamente os resultados sendo confirmada pelo índice Kappa; Afirmando a importância desse primeiro trabalho em um cenário de diagnóstico. Frisamos que novos estudos devem ser realizados a fim de se refinar os resultados obtidos. Esses estudos devem prever testes com diferentes composições de bandas a fim de se obter resultados mais precisos.

#### 6. REFERÊNCIAS

[1] Feltran-Filho AF, Lima SC, Rosa R. **Mapeamento do uso do solo no município de Uberlândia – MG, através de imagens TM/LANDSAT**. Sociedade & Natureza 1989; 1(2):127-145.

[2] ZMITROWICZ, WITOLD. **Planejamento Territorial Urbano**. 2002. Disponível em: <[http://www.pcc.usp.br/files/text/publications/TT\\_00024.pdf](http://www.pcc.usp.br/files/text/publications/TT_00024.pdf)>. Acesso em: 14 out. 2018.

[3] GASPAR, Jorge (1995). **O NOVO ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO - GEOGRAFIA E VALORES**. Scripta Vetera, Edición Eletrônica de trabalhos sobre geografia e ciências sociais, Lisboa. <<http://www.ub.es/geocrit/sv-39.htm>>. Acessado em 14.10.2018

[4] ABREU, Karla Maria Pedra de; COUTINHO, Luciano Melo. **Sensoriamento remoto aplicado ao estudo da vegetação com ênfase em índice de vegetação e métricas da paisagem**. Campos dos Goytacazes – RJ. 2014. 26 p.

[5] RIBEIRO, R. J.C; BAPTISTA, G. M. M; BIAS, S. E. **Comparação dos métodos de classificação supervisionada de imagem Máxima Verossimilhança e Redes Neurais em ambiente urbano**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO. 8.. 2007. Florianópolis, **Anais...** Inpe, 2007 p. 5471- 5478.

[6] ROSA, ROBERTO. **INTRODUÇÃO AO SENSORIAMENTO REMOTO**. 7 ED. UBERLÂNDIA: EDUFU, 2009. 262 P.

[7] ESA, Sentinel. **Sentinel Overview**. Disponível em: <<https://sentinel.esa.int/web/sentinel/missions>>. Acesso em: 03 out. 2018.

[8] PERROCA, Márcia Galan; GAIDZINSKI, Raquel Rapone. **Avaliando a confiabilidade interavaliadores de um instrumento para classificação de pacientes - coeficiente Kappa\***. 2003. 9 p. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/reeusp/v37n1/09.pdf>>. Acesso em: 03 out. 2018

[9] LANDIS, J. R; KOCH, G. G. **The measurement of observer agreement for categorical data**. Biometrics. Washington. 1977. Disponível em: <[http://www.jstor.org/stable/2529310?seq=1#page\\_scan\\_tab\\_contents](http://www.jstor.org/stable/2529310?seq=1#page_scan_tab_contents)>. Acesso em: 05 Nov. 2015.

[10] IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Campina Verde**. 2016. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/campina-verde/panorama>>. Acesso em: 03 out. 2018.