

Primeiras Experiências com Sentinel-2: Mapeamento de Área Verdes na região Sudoeste do Paraná

Mariana Eveli Rufatto¹
Jonathan Richetti¹
Diego Hendler Scheffer Mengue¹
Gustavo Fernandes¹
Alice Piasecki¹

¹ Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE
Caixa Postal 711 – 85814-110 - Cascavel - PR, Brasil
{mariana_rufatto, j_richetti, allice.piasecki}@hotmail.com
diegoismengue@gmail.com
Gustavo.fernandes@unioeste.br

Abstract. Changes related to land use and vegetation cover are extremely dynamic. Factors associated with economic development influence the changes of the landscape by man, which combined with poor urban planning, cause many environmental impacts. The efficiency of the environmental management of a territory depends largely on surveys and previous systematic studies on the main elements and conditions of the physical environment. In this context, one of the most powerful analytical tools to mitigate and reduce the destructive effects of environmental disasters is mapping risk areas by remote sensing. This technology is emerging as an important tool for spatial analysis of various targets without the need of transportation fields, being valuable in gathering data quickly and relatively low cost. One of the main steps for the preparation of this map is the mapping of vegetation, using methods and GIS techniques and remote sensing with satellite imagery analysis. Therefore, this study aims to classify satellite images of Sentinel-2 satellite, through the supervised classification maximum likelihood method, and thus obtain reliable results for the mapping of green areas. Therefore, it is evident the importance of using tools and digital processing technologies for high-resolution images for the mapping of vegetation cover the State of Paraná, and the relevance of the decision-making subsidy to prevent possible natural disasters and humans.

Palavras-chave: risk areas, geotechnology, remote sensing, high resolution images, áreas de risco, geotecnologias, sensoriamento remoto, imagens de alta resolução.

1. Introdução

A eficiência da gestão ambiental de um território depende em grande parte de levantamentos e estudos sistemáticos prévios sobre os principais elementos e condicionantes do meio físico. A ocupação inadequada do espaço e a utilização indevida dos recursos naturais podem acarretar sérios problemas ambientais (SANTOS et al., 2007). Grandes fenômenos têm ocorrido em locais onde há a ação antrópica, tais como inundações, deslizamento, estiagem, entre outros na qual são observados frequentemente na natureza, provocando constantes desastres ambientais e danos materiais e humanos (BARBOSA et al, 2011).

De acordo com o EM-DAT (Base de dados de Emergência e Desastre, do inglês, *Emergency Disasters Database*), mantido pelo CRED (Centro de Pesquisa em Epidemiologia do Desastre, do inglês, *Centre for Research on the Epidemiology of Disaster*), houve um aumento nas ocorrências de desastres naturais ao redor do globo a partir da década de 70. Smith (1996), com base no mesmo banco de dados, analisando o período de 1900 a 1998, cita que a média de desastres naturais ao redor do mundo salta de 50 para 250 casos/ano a partir da década de 80. Para o período de 1900-2006, o EM-DAT lista que os principais desastres ocorridos no Brasil, por ordem de magnitude (ambiente e pessoas afetadas), são decorrentes de inundações, deslizamentos, tempestades e seca.

Visando identificar e prevenir tais desastres, a obtenção de informações precisas sobre o espaço geográfico torna-se condição necessária para o planejamento regional e local (FILHO et al., 2007). Em seu estudo, Barbosa et al. (2011) utilizou geotecnologias para o mapeamen-

to de áreas de risco na região de Angra dos Reis- RJ, onde o sensoriamento remoto se mostrou um dos instrumentos de análise mais eficientes. Esta tecnologia tem se mostrado uma excelente ferramenta para controle e análise de recursos naturais em geral, pois a periodicidade das imagens associadas às metodologias propostas permite inferências e conclusões a cerca da superfície terrestre e dos alvos observados (NOVO, 1989). Portanto, o uso de imagens de satélites concede a identificação e a quantificação de informações mais precisas e ágeis, auxiliando no levantamento de dados.

De acordo com Marcelino et al. (2006), a partir do mapa de risco é possível elaborar medidas preventivas, planejar as situações de emergência e estabelecer ações conjuntas entre a comunidade e o poder público, com o intuito de promover a defesa permanente contra os desastres naturais. Um dos passos primordiais para a elaboração deste mapa é o mapeamento da cobertura vegetal, que utiliza métodos e técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto com análise de imagens de satélite. Neste contexto, Silva e Marcola (2011) e Morais et al (2011), realizaram trabalhos que visaram analisar espacialmente a evolução temporal da cobertura vegetal para estimar a expansão e intensidade das alterações provocadas pela ação humana.

Logo, este mapeamento é crucial para uma boa avaliação das condições da vegetação de modo rápido, além de uma análise e prevenção de desastres naturais e humanos a um custo relativamente baixo. Com base nisso, o enfoque desse estudo mapear a cobertura vegetal através de imagens de alta resolução do satélite Sentinel-2.

2. Metodologia de Trabalho

2.1 Área de estudo

A área de estudo corresponde ao *tile* “22JBS” do satélite Sentinel-2, na porção sudoeste do estado do Paraná, sul do Brasil (Figura 1).

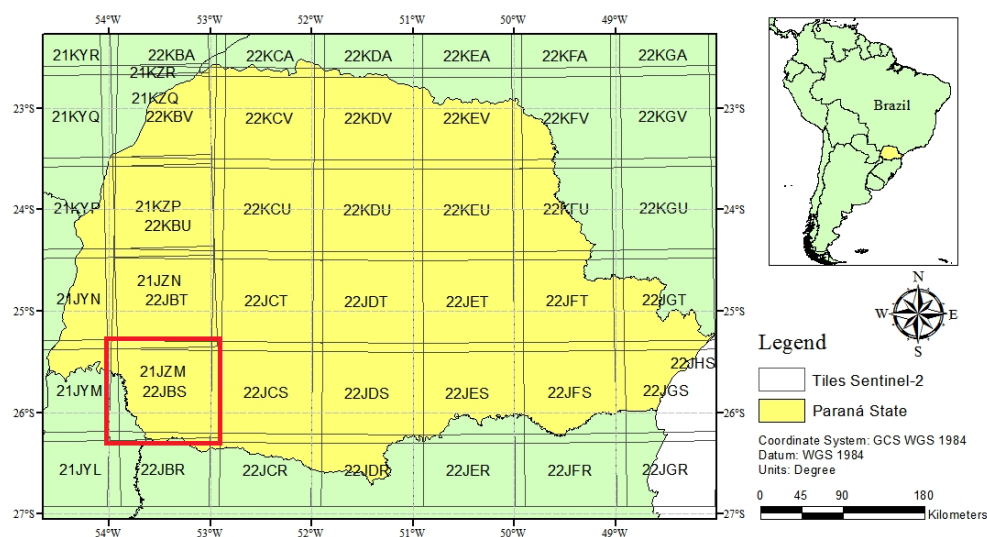


Figura1: Mapa dos *Tile* do Sentinel-2 no estado do Paraná com a área de estudo (tile 22JBS) em vermelho.

2.2 Obtenção da Base de Dados

As imagens de satélites foram obtidas da base de dados da USGS (Pesquisa Geológica dos Estados Unidos- do inglês, *Geological Survey of the United States*). Estes dados fazem parte do sensor MSI (Instrumento Multiespectral- do inglês, *Multispectral instrument*) com 13 bandas espectrais, a bordo do satélite Sentinel-2, que possui imagens com resolução espacial de 10, 20 ou 60 m (dependendo da banda) de 250 e resolução temporal de 15 dias.

2.3 Metodologia Aplicada

O processamento digital foi realizado com o uso do software ArcGis 10.3. Com a finalidade de obter mapa da cobertura vegetal permanente (florestas e reflorestamentos) da área em estudo. Para isso, foi realizada a classificação das imagens por máxima verossimilhança. Primeiramente, gerou-se uma imagem composta das bandas 1, 2, 3, 8A, 4 e 11. A partir desta, foi criada uma imagem do índice NDVI (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada - do inglês, *Normalized Difference Vegetation Index* – Equação 1) (Figura 2).

$$NDVI = \frac{(IVP-VER)}{(IVP+VER)} \quad (1)$$

Em que IVP é a refletância do infravermelho próximo e o VER é a refletância do vermelho.

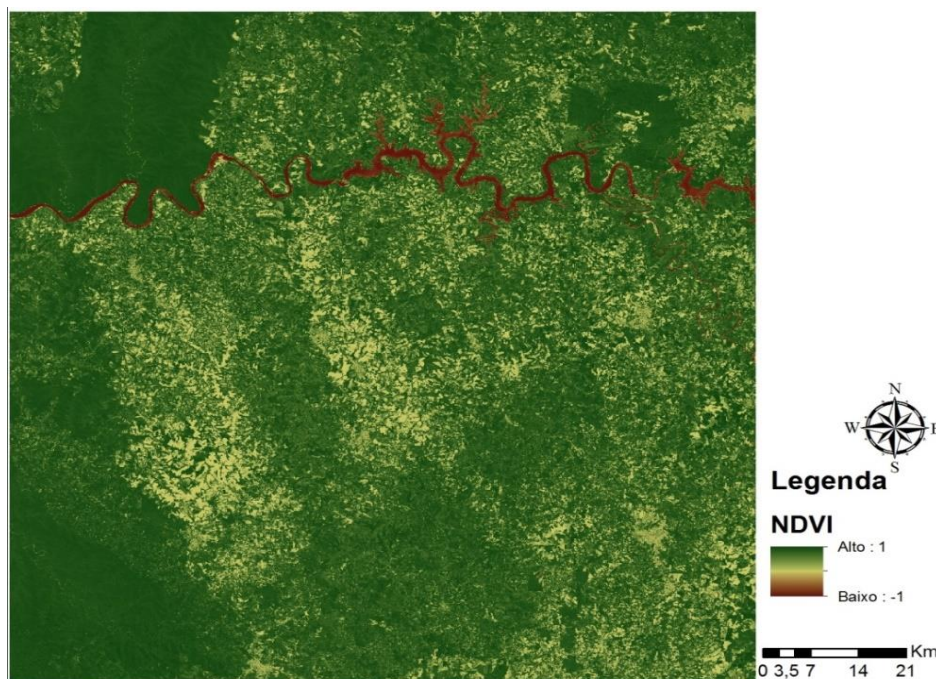


Figura 2 – Imagem gerada a partir do NDVI.

Com valores que variam de -1 a +1, o NDVI foi utilizado para diferenciar os níveis de crescimento da vegetação. A partir da imagem NDVI, foi realizada a técnica de classificação supervisionada das imagens, através do método de máxima verossimilhança (Maxver), para caracterizar a cobertura do solo existente. Classificando em: “floresta” e “não floresta”, 50 polígonos foram selecionados como amostra, sendo 25 de áreas de floresta e 25 de áreas de não floresta.

A técnica de classificação por máxima verossimilhança considera a ponderação das distâncias entre as médias através de parâmetros estatísticos, exigindo um número bastante elevado de pixels para cada conjunto de treinamento, permitindo uma base segura para o tratamento estatístico (Crósta, 1992).

Para a realização de avaliação de acurácia da classificação produzida, foi empregada a matriz de erro, uma das técnicas mais utilizadas na realização de avaliação de acurácia da classificação de dados de sensoriamento remoto (Congalton, 1991). A matriz de erro pode ser usada como ponto de partida para uma série de técnicas estatísticas descritivas e analíticas e possibilita aumentar a qualidade das informações. Inicialmente foram tomadas como verdade

as informações de referência obtidas por 226 pontos amostrais, onde se comparou a classificação manual dos pontos aleatórios com a classificação realizada pelo software.

Os resultados obtidos do mapeamento da cobertura vegetal foram visualmente comparados com imagens de alta resolução espacial e posteriormente foi executado uma averiguação da exatidão espacial dos mapeamentos pelo Índice de Exatidão Global (EG) (Equação 2) e pelo Índice de Concordância *Kappa* (IK) (Equação 3) (Congalton e Green, 1999). A exatidão global é calculada dividindo a soma da diagonal principal da matriz de erros x_{ii} , pelo número total de amostras coletadas n , ou seja:

$$EG = \frac{\sum_{i=1}^n x_{ii}}{n} \quad (2)$$

Já o coeficiente *Kappa* é um coeficiente de concordância para escalas nominais que mede a proporção de concordância, depois que a concordância atribuída a casualidade é retirada de consideração (Cohen, 1960).

$$kappa = \frac{N * \sum_{i=1}^r x_{ii} - \sum_{i=1}^r (X_{i+} * X_{+i})}{N^2 - \sum_{i=1}^r (X_{i+} * X_{+i})} \quad (3)$$

Em que r é o número de linhas na matriz, x_{ii} é o número de observações na linha i coluna i , respectivamente e N é o número total de observações.

3. Resultado e discussão

O mapeamento da cobertura vegetal foi realizado a partir do cálculo do NDVI e pelo método de classificação por máxima verossimilhança, tendo como resultado um mapa que apresenta áreas de floresta, isto é, florestas, matas e reflorestamentos, e áreas de não floresta, isto é, culturas agrícolas, pastos, corpos hídricos, áreas urbanas e etc. (Figura 3). Ao término do processo de classificação foi possível interpretar visualmente de uma maneira muito satisfatória, a definição das áreas verdes.

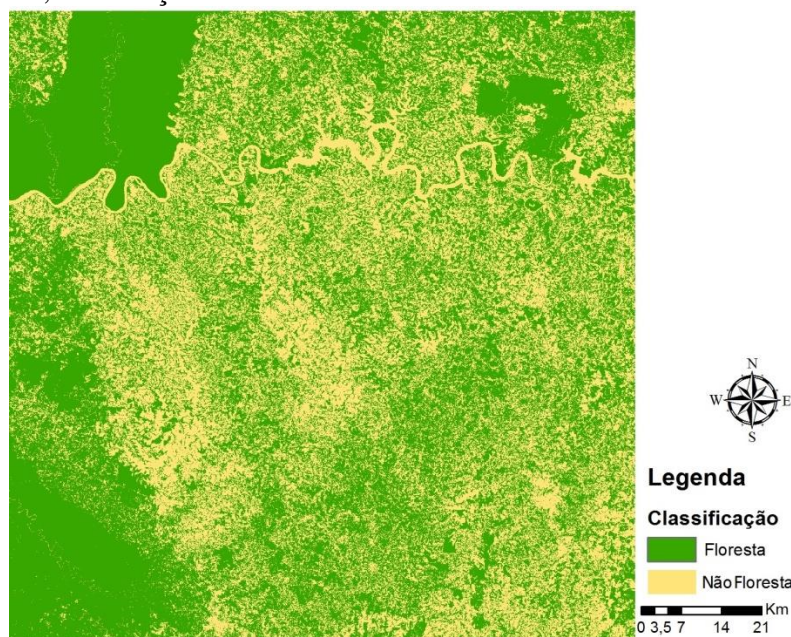


Figura 3 – Imagem gerada a partir do método de máxima verossimilhança apresentando áreas classificadas como Florestas e como Não Florestas.

Este mapeamento apresentou uma exatidão global de 89% e coeficiente Kappa de 0,77%. O nível de desempenho da classificação para o valor de Kappa obtido, segundo a comunidade científica, é considerado bom (Figueiredo e Vieira, 2007).

Comparando estes resultados com os apresentados no trabalho de Reynaldo et al (2013), onde o autor comparou os métodos de classificação para mapeamento da vegetação nativa de cerrado e concluiu que a classificação por Maxver foi o que obteve melhor desempenho (coeficiente $Kappa= 87,86\%$). Assim, comprovamos que os resultados da classificação supervisionada pelo método máxima verossimilhança foram estatisticamente significativos, demonstrando o potencial da ferramenta e da imagem de satélite para identificação da cobertura vegetal.

4. Conclusão

O estudo comprovou a eficiência da utilização do método de máxima verossimilhança para a classificação de imagens do satélite Setinel-2 e o mapeamento de áreas verdes. O emprego deste método se revelou apropriado para realizar uma análise do uso da terra por meio de classificação digital, apresentando elevada acurácia.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Laboratório de Estatística Aplicada (LEA) e a Universidade Estadual do Oeste do Paraná, campus Cascavel pela infraestrutura disponibilizada para elaboração da pesquisa. A Fundação Araucária pelo apoio financeiro.

Referências Bibliográficas

Barbosa, Z.N.T.; Oliveira, W.N.; Alves, P.R. Uso de geotecnologias para mapeamento de áreas de riscos. Estudo de caso: Angra dos Reis -RJ. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 15., 2011, Curitiba. **Anais...** 30 de abril a 05 de maio de 2011, INPE. Artigos, p. 4940. Disponível em: <http://marte.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/marte/2011/07.21.14.23/doc/p1103.pdf>. Acesso em: 31 out. 2016.

Cohen, J. A coefficient of agreement for nominal scales. **Educational and psychological measurement**, v. 20, n. 1, p. 37-46, 1960.

Colgaton, R. G. A review of assessing the accuracy of classifications of remotely sensed data. **Remote Sensing of Environment**, v. 49, n. 12, p. 1671-1678, 1991.

Congalton, R.G.; Green, K. **Assessing the accuracy of remotely sensed data: principles and practices**. Danvers: CRC Press, 1999. 183 p.

Crósta, A.P. **Processamento Digital de Imagens de Sensoriamento Remoto**. Campinas: IG/UNICAMP, 1992. 170 p.

EM-DAT. The OFDA/CRED International Disaster Database. Disponível em <<http://www.emdat.be>>. Acesso em 31 out. 2016.

Figueiredo, G.C.; Vieira, C.A.O. Estudo do comportamento dos índices de Exatidão Global, Kappa e Tau, comumente usados para avaliar a classificação de imagens do sensoriamento remoto. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 13., 2007, Florianópolis. **Anais...** 21-26 abril 2007, INPE. Artigos, p. 5755-5762. Disponível em: <<http://marte.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2006/11.13.17.35/doc/5755-5762.pdf>>. Acesso em: 27 out. 2016.

Filho, M. C. A., Meneses, P. R., Sano, E. E. Sistema de classificação de uso e cobertura da terra com base na análise de imagens de satélite. *Revista Brasileira de Cartografia*, v. 2, n. 59, p. 171-179, 2007.

Marcelino, E.V.; Nunes, L.H.; Kobiyama, M. Mapeamento de Risco de Desastres Naturais no Estado de Santa Catarina. **Revista Caminhos de Geografia**, v. 8, n. 17, p. 72-84, 2006.

Novo, E.M.L.M. **Sensoriamento Remoto: princípios e aplicações**. São Paulo: Edgard Blücher, 1989. 308 p.

Morais, Y.C.B.; Santos, B.O.; Laurentino, M.L.S.; Silva, J.C.B.; Galvêncio, J.D. Análise espaço-temporal e detecção de mudanças da cobertura vegetal no município de Floresta/PE – Brasil, utilizando o NDVI. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 15., 2011, Curitiba. Anais... 30 de abril a 05 de maio de 2011, INPE. Artigos, p. 2128. Disponível em: <<http://marte.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/marte/2011/07.14.17.49/doc/p1455.pdf>>. Acesso em: 27 out. 2016.

Reynaldo, É.F.; Povh, F. P.; Saboya, L. M. F.; Vilela, M. F.. Uso de classificadores para o mapeamento da vegetação nativa de cerrado. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 14., 2009, Natal. Artigos, p. 4279-4286. Disponível em: <<http://marte.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr%4080/2008/11.14.00.09/doc/4279-4286.pdf>>. Acesso em: 16 nov. 2016.

Santos, L.J.C.; Oka-Fiori, C.; Canalli, N.E.; Fiori, A.P.; Silveira, C.T.; Silva, J.M.F. Mapeamento da vulnerabilidade geoambiental do estado do Paraná. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 37, n. 4, p. 812-820, 2007.

Silva, G.J.F.; Marcola, M.B. Avaliação espaço-temporal da cobertura vegetal na bacia hidrográfica do Rio Miriri-PB. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 15., 2011, Curitiba. Anais... 30 de abril a 05 de maio de 2011, INPE. Artigos, p. 1803. Disponível em: <<http://marte.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/marte/2011/07.04.13.38/doc/p0887.pdf>>. Acesso em: 27 out. 2016.