

## Estudo da Banda Red Edge do satélite Rapideye na discriminação da cobertura vegetal

Carlos Henrique Wachholz de Souza<sup>1</sup>  
Rubens Augusto Camargo Lamparelli<sup>2</sup>  
Diego Domingos Della Justina<sup>1</sup>  
Jansle Vieira Rocha<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Faculdade de Engenharia Agrícola – FEAGRI / UNICAMP  
Caixa Postal 6011- 13083-875 - Campinas-SP, Brasil  
{carlos.souza, diego.justina, jansle.rocha }@feagri.unicamp.br

<sup>2</sup> Núcleo Interdisciplinar de Planejamento Energético – NIPE / UNICAMP  
Cidade Universitária “Zeferino Vaz”-13083-860 - Campinas-SP, Brasil  
rubens@nipeunicamp.org.br

**Abstract.** Discriminating different vegetation types is essential in monitoring land use and cover from satellite images. Many times the existence of plants with similar spectral behavior hinders the correct identification through the digital classification procedure. Therefore, this study aimed to analyze the use of the Red Edge band from an RapidEye satellite image, in order to perform the discrimination of different vegetation cover. From the development of vegetation indices, was examined the spectral behavior of different types of vegetation present in the scene, the classes of interest were sub-divided into: Pasture, Sugarcane and Native forest. The Red Edge band was more sensitive to different plant species than the NIR band. And the different combinations bands through the vegetation indices helped to distinguish and map specific vegetation types.

**Palavras-chave:** Frequency histogram, Reflectance, Vegetation monitoring, Land use, Histograma de frequência, Reflectância, Monitoramento da vegetação, Uso do solo.

### 1. Introdução

A utilização de métodos de sensoriamento remoto, otimizam o monitoramento da cobertura vegetal como recursos naturais e culturas agrícolas. Contribuindo na rapidez, eficiência e confiabilidade na detecção de alterações do uso e ocupação do solo.

Essas alterações na cobertura vegetal do solo podem ser detectadas através da análise de imagens orbitais por meio de índices de vegetação (IVs). Os IVs são combinações matemáticas de diferentes bandas espectrais principalmente nas regiões visível e infravermelho próximo (NIR) do espectro eletromagnético (VIÑA et al., 2011). E são diretamente relacionados a parâmetros agrônômicos, como o índice de área foliar (IAF) (BREUNIG et al., 2011), biomassa e cobertura vegetal (HUETE et al., 2002).

Entretanto, um elemento fundamental no monitoramento da cobertura vegetal, a partir de imagens orbitais, consiste na discriminação dos diferentes tipos de vegetação. Porém a existência de plantas com comportamento espectral similar dificulta a correta identificação por meio do procedimento de classificação digital. A exemplo da pastagem e a cana-de-açúcar que geralmente apresentam padrões espectros-temporais semelhantes (XAVIER et al., 2006).

Porém, mudanças no teor de clorofila podem produzir grandes diferenças na reflectância e transmitância das folhas, o que por sua vez pode ajudar na discriminação dos tipos de vegetação. Entretanto, fatores como arquitetura de copa, estrutura celular, densidade de biomassa e solo exposto mascaram e afetam a reflectância emitida pela clorofila (GITELSON, 2005). Por outro lado, a utilização de comprimentos de onda do Verde e Red Edge, evitam a saturação e a perda concomitante da sensibilidade para valores de clorofila, e são geralmente

preferidos porque são mais sensíveis a moderados e altos teores de clorofila (HATFIELD et al., 2008).

Neste sentido os satélites RapidEye foram os primeiros satélites a fornecerem imagens na região do Red Edge (690-730nm), sensível a clorofila, por meio dos sensores REIS (RapidEye Earth Imaging System). Juntamente com as mais tradicionais, azul (440–510nm), verde (520-590nm), vermelho (630-685nm) e infravermelho próximo (760-850nm) (MULLA, 2012). Os satélites RapidEye fornecem uma cobertura diária para qualquer local do globo, com uma resolução espacial de 6,5 m e 5 metros nas ortoimagens.

Exposto isto, este estudo teve por objetivo analisar a utilização da banda Red Edge do sensor REIS na confecção de IVs, com o intuito de realizar a discriminação de diferentes tipos de cobertura vegetal.

## 2. Material e Métodos

A imagem utilizada neste estudo provém da constelação de satélites Rapideye, da data de 03 de março de 2013 e esta localizada entre os municípios Paulistas de Teodoro Sampaio e Euclides da Cunha Paulista (Figura 1). Onde se encontram algumas unidades de conservação ambiental do Pontal do Paranapanema e predominam o cultivo da Cana-De-Açúcar e a produção pecuária.

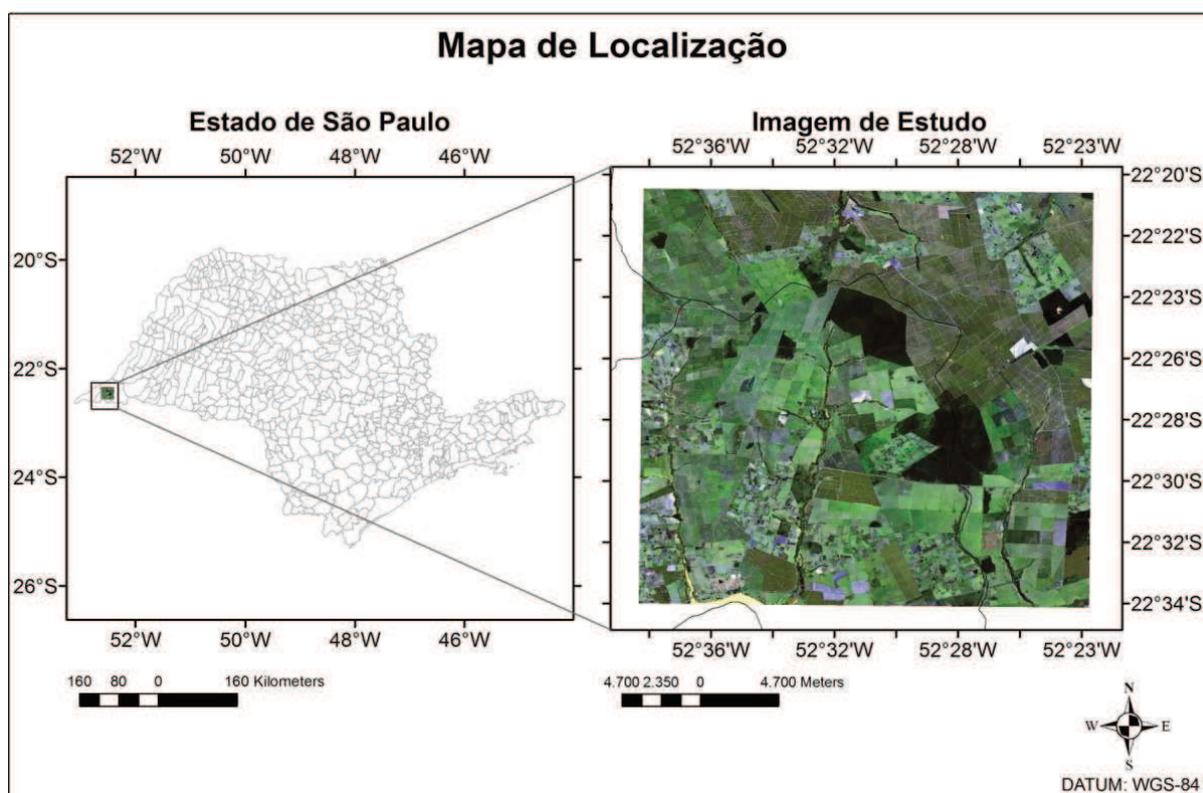


Figura 1. Localização da imagem de estudo Rapideye, composição RGB 321.

Primeiramente, a fim de permitir a caracterização espectral dos alvos, bem como permitir a elaboração dos IVs, foi realizada a conversão dos números digitais (ND) da imagem para valores físicos radiância através da ferramenta *Radiometric Calibration* do software ENVI. Que utilizada da Equação 1 para o cálculo da radiância em cada banda ( $\lambda$ ), onde o “ganho e Offset” são parâmetros do sensor em watts/(m<sup>2</sup> sr  $\mu$ m), obtidos no *metadata* das imagens.

$$Radiância_{\lambda} = Ganho * ND + Offset \quad \text{Equação (1)}$$

E para compensar os efeitos atmosféricos, o modelo de correção atmosférica baseado em MODTRAN o *Fast Line-of-sight Atmospheric Analysis of Hypercubes* (FLAASH) (MATTHEW et al., 2000) foi aplicado por meio do software ENVI, convertendo os valores de radiância para reflectância bidirecional de superfície.

Em seguida, a imagem foi retificada geometricamente e associado ao sistema de referência WGS-84. Para isto, utilizamos pontos de controle e por meio de um modelo matemático, neste caso um polinômio de 1º grau com reamostragem pelo vizinho mais próximo, buscou-se sempre o menor erro médio quadrático (RMS) possível.

Então, com o conhecimento prévio da área imageada, foram selecionados para estudo três principais tipos de vegetação que constituíam a imagem, sendo eles pastagem (Pasto), cana-de-açúcar (Cana) e mata nativa (Mata).

Posteriormente, afim explorar o comportamento espectral da vegetação por meio da combinação de diferentes faixas do espectro eletromagnético, em especial na faixa do Red Edge (690-730nm), foram confeccionados alguns índices de vegetação presentes na Tabela 1, utilizando as bandas do sensor REIS.

Tabela 1. Resumos dos índices de vegetação utilizados

Índices	Bandas	Referência
NDVI - Normalized Difference Vegetation Index	$NDVI = (NIR - RED) / (NIR + RED)$	Rouse et al. (1974)
NDVI_Red Edge	$NDVI = (NIR - Red\ Edge) / (NIR + Red\ Edge)$	Gitelson & Merzlyak (1994)
VARI <sub>Red Edge</sub> - Visible Atmospherically Resistant Indices	$VARI_{Red\ Edge} = (Red\ edge - RED) / (Red\ edge + RED)$	Gitelson et al. (2002)
CI - Chlorophyll Indices	$CI_{green} = (NIR / GREEN) - 1$	Gitelson et al. (2003)
	$CI_{red\ edge} = (NIR / Red\ Edge) - 1$	Gitelson et al. (2003)
MTCI - MERIS terrestrial chlorophyll index	$MTCI = (NIR - Red\ Edge) / (Red\ Edge - RED)$	Dash & Curran (2004)

Por fim, por meio do software ENVI foram extraídos para cada classe (Pasto, Cana e Mata) os histogramas de frequência dos valores de reflectância e dos índices de vegetação. Para assim, realizar a análise do comportamento dos dados obtidos.

### 3. Resultados e Discussão

Na Figura 2 temos a resposta do alvo referentes às bandas estudadas, dos diferentes tipos de vegetação, ao longo das bandas do sensor Rapideye. Nota-se que na banda do NIR (0,76 – 0,8) houve uma aproximação dos valores de reflectância, principalmente das classes “Cana” e “Pasto”.

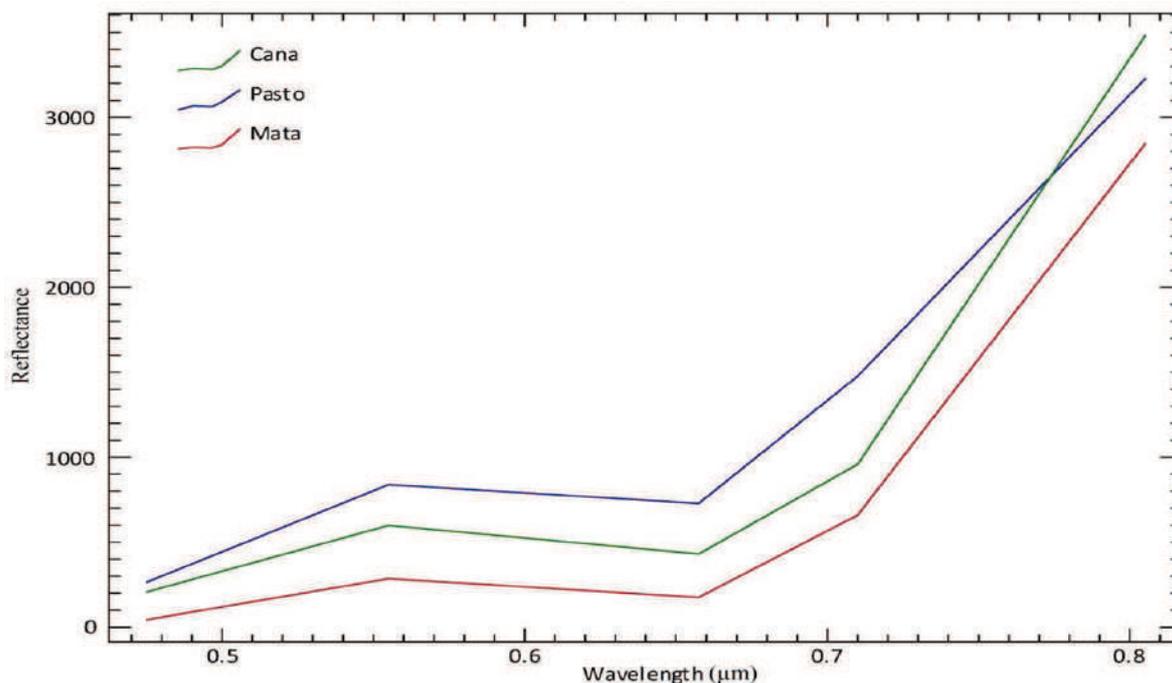


Figura 2. Resposta espectral de Cana-de-açúcar, Pastagem e Mata nativa ao longo das bandas do sensor Rapideye.

Do mesmo modo, quando observamos os histogramas de frequência de amostras de cada tipo de vegetação para as bandas Red Edge e NIR (Figura 3), verificamos que realmente temos um grande intervalo com os mesmos valores de reflectância para os diferentes tipos de vegetação na banda do infravermelho (NIR 0,76 – 0,8 µm) (Figura 3a).

Por outro lado, na banda do Red Edge (0,69 – 0,73 µm) (Figura 3b) temos valores distintos de reflectância para cada alvo. Esta diferença nas reflectâncias se deve a região do Red Edge ser mais sensível a diferentes níveis de clorofila presentes nas folhas Gitelson (2005 e Hatfield et al. (2008). Assim, mudanças no conteúdo de clorofila podem produzir grandes diferenças de reflectância e transmitância das folhas (GITELSON, 2005). Por sua vez, essas diferenças podem ajudar a separar diferentes tipos de vegetação no processo de mapeamento de uso e ocupação do solo.

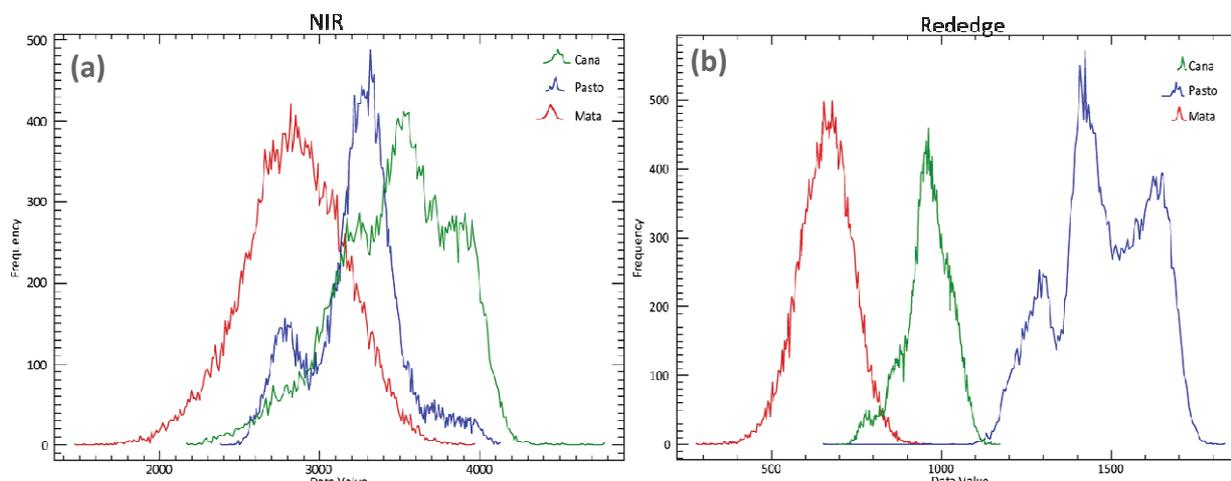


Figura 3. Histogramas de frequência dos valores de reflectância de Cana-de-açúcar, Pastagem e Mata nativa nas bandas do infravermelho próximo (NIR) (a) e Red Edge (b).

Em seguida, analisamos o comportamento dos diferentes tipos de vegetação, ao produzirmos diferentes IVs (Figura 4) utilizando ou não a banda Red Edge. Com isso, constatamos que ao comparar o NDVI (Figura 4a) com o NDVI\_Red Edge (Figura 4b), temos uma separação dos valores da classe “Pasto” das demais classes, por outro lado a uma aproximação dos valores das classes “Cana” e “Mata”. O mesmo ocorre para os índices CI\_Red Edge (Figura 4c) e MTCI (Figura 4d). Ao passo que para os índices VARI\_Red Edge (Figura 4e) e CI\_Green (Figura 4f), houve uma maior distinção dos valores da classe “Mata”.

Dessa forma, percebemos que as diferentes combinações de bandas podem nos ajudar a distinguir tipos de vegetações específicos, devido as diferentes características obtidas dos alvos por cada banda.

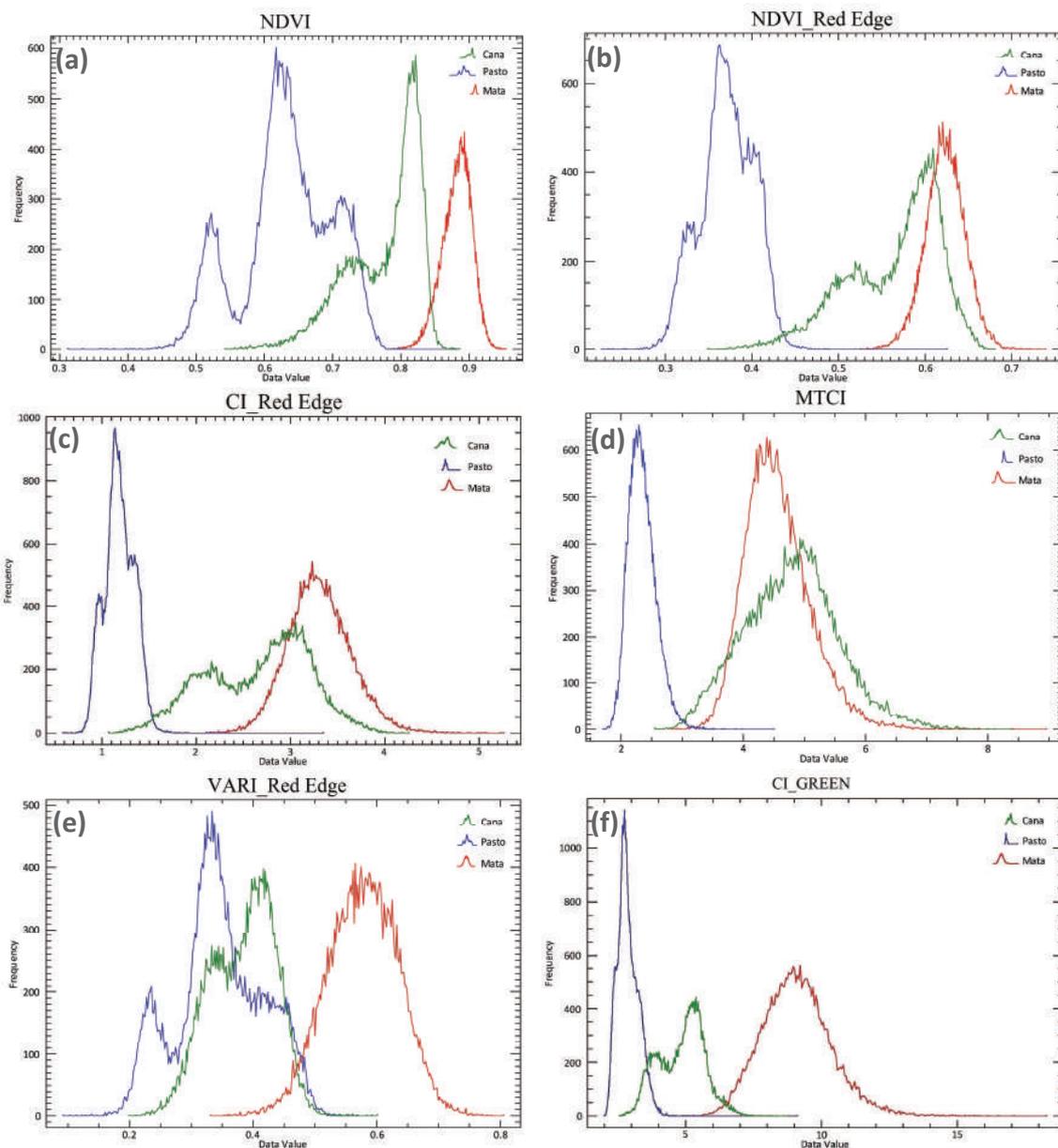


Figura 4. Histogramas de frequência dos valores dos índices de vegetação NDVI (a), NDVI\_Red Edge (b), CI\_Red Edge (c), MTCI (d), VARI\_Red Edge (e) e CI\_Green (f), para as classes Cana-de-açúcar, Pastagem e Mata nativa.

Como na Figura 5, que ilustra a classificação da classe “Pasto” por meio dos valores obtidos pelo índice MTCI. Para isto, definiu-se um limiar para a classe (1.7 – 2.9) com base

nos histogramas obtidos. Como resultado, verificamos que os valores selecionados realmente pertenciam somente a classe “Pasto”, não selecionando áreas de “Cana” ou “Mata”.

Entretanto, não foram selecionadas pequenas áreas em que a pastagem não cobria totalmente o solo. Dessa forma, atenta-se que para uma melhor identificação dos diferentes tipos de vegetação, a data da imagem tem que coincidir em um período em que ocorra o máximo vigor vegetativo da vegetação local.

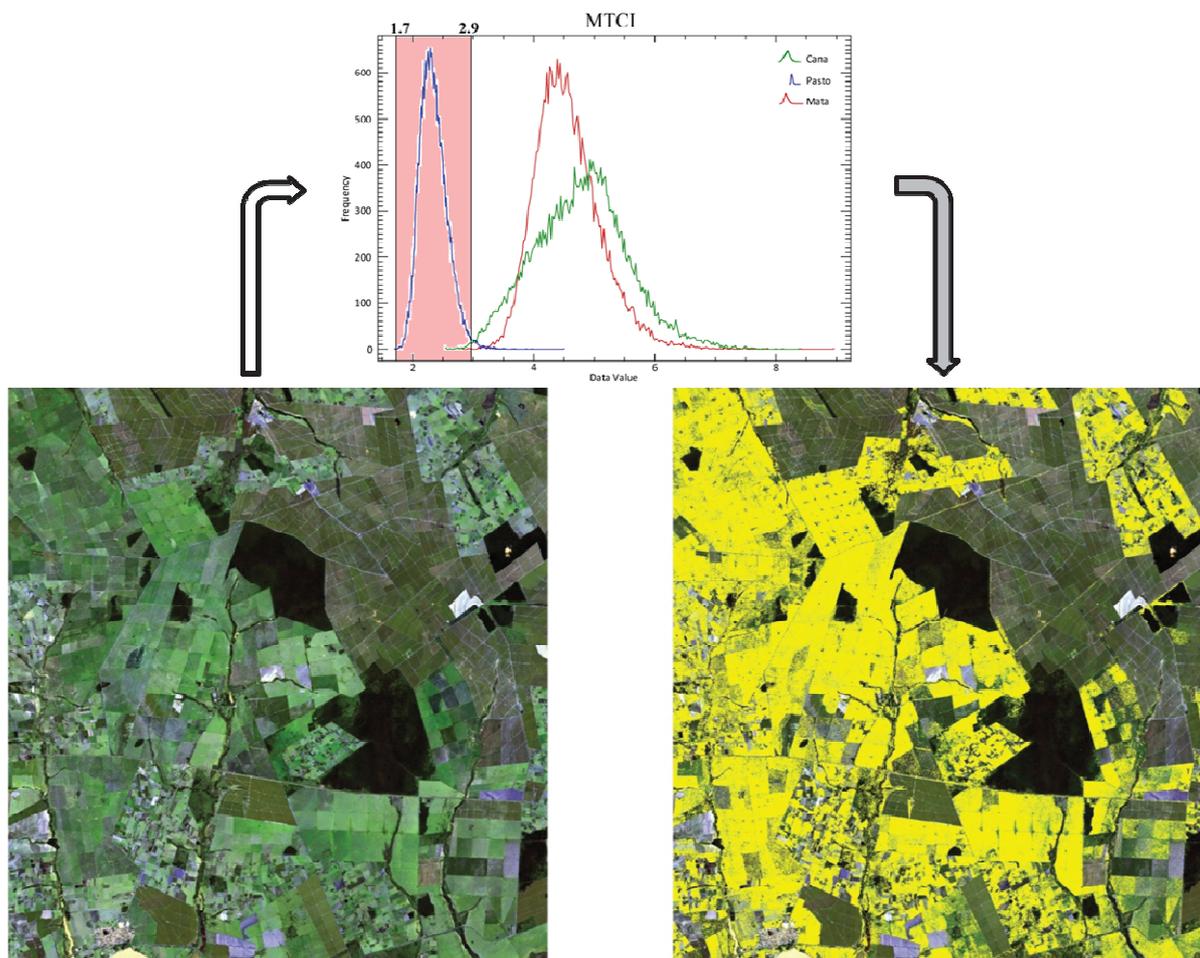


Figura 5. Classificação da classe pasto, por meio dos valores extraídos do histograma de frequência do IV MTCI.

Do mesmo modo, se pretendêssemos selecionar as áreas de “Mata” por exemplo, utilizaríamos os valores obtidos pelos índices VARI\_Red Edge (Figura 4e) ou CI\_Green (Figura 4f), que melhor separaram esta classe das demais. Desta forma, dependendo do alvo a ser identificado a abordagem tem que ser diferente considerando os diferentes aspectos dos alvos. Neste caso, claramente mostrado pelos resultados, a quantidade de clorofila.

#### 4. Conclusão

A banda Red Edge mostrou-se mais sensível a diferentes espécies vegetais do que a banda do NIR. E a sua utilização em índices de vegetação permitiu uma melhor distinção entre valores de pastagem dos demais tipos de vegetação. Porém essa identificação tem de ser realizada em um período em que ocorra um alto vigor vegetativo dos tipos de vegetação.

## 5. Referências Bibliográficas

- BREUNIG, F. M.; GALVÃO, L. S.; FORMAGGIO, A. R.; EIPHANIO, J. C. N. Directional effects on NDVI and LAI retrievals from MODIS: A case study in Brazil with soybean. **International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation**, v. 13, n. 1, p. 34–42, 2011.
- DASH, J. AND CURRAN, P.J. The MERIS terrestrial chlorophyll index. **Int. J. Remote Sens.** 25, 5003–5013, 2004.
- GITELSON, A.A., AND M.N. MERZLYAK. Quantitative estimation of chlorophyll-a using reflectance spectra: Experiments with autumn chestnut and maple leaves. **J. Photochem. Photobiol.** 22:247–252, 1994.
- GITELSON, A. A.; KAUFMAN, Y. J.; STARK, R.; RUNDQUIST, D. Novel algorithms for remote estimation of vegetation fraction. **Remote Sensing of Environment**, v. 80, n. 1, p. 76–87, 2002.
- GITELSON, A.A., A. VIÑA, T.J. ARKEBAUER, D.C. RUNDQUIST, G. KEYDAN, AND B. LEAVITT. Remote estimation of leaf area index and green leaf biomass in maize canopies. **Geophys. Res. Lett.** 30(5):1248, 2003.
- GITELSON, A. A. Remote estimation of canopy chlorophyll content in crops. **Geophysical Research Letters**, v. 32, n. 8, p. L08403, 2005.
- HATFIELD, J. L.; GITELSON, A. A.; SCHEPERS, J. S.; WALTHALL, C. L. Application of Spectral Remote Sensing for Agronomic Decisions. **Agronomy Journal**, v. 100, n. Supplement\_3, p. S–117, 2008.
- HUETE, A; DIDAN, K.; MIURA, T.; et al. Overview of the radiometric and biophysical performance of the MODIS vegetation indices. **Remote Sensing of Environment**, v. 83, n. 1-2, p. 195–213, 2002.
- MATTHEW, M. W.; ADLER-GOLDEN, S. M.; BERK, A.; et al. STATUS OF ATMOSPHERIC CORRECTION USING A MODTRAN4-BASED ALGORITHM. SPIE Proceedings, Algorithms for Multispectral, Hyperspectral, and Ultraspectral Imagery VI. **Anais...** v. 01803, p.199–207, 2000.
- MULLA, D. J. Twenty five years of remote sensing in precision agriculture: Key advances and remaining knowledge gaps. **Biosystems Engineering**, v. 114, n. 4, p. 358–371, 2012. IAgRE.
- ROUSE, J.W.; HAAS, R.H.; SCHELL, J.A.; DEERING, D.W. **Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS**. Third Symposium of ERTS, Greenbelt, Maryland NASA, p. 309–317, Washington DC, 1974.
- VIÑA, A.; GITELSON, A. A.; NGUY-ROBERTSON, A. L.; PENG, Y. Comparison of different vegetation indices for the remote assessment of green leaf area index of crops. **Remote Sensing of Environment**, v. 115, n. 12, p. 3468–3478, 2011. Elsevier Inc.
- XAVIER, A. C.; RUDORFF, B. F. T.; SHIMABUKURO, Y. E.; BERKA, L. M. S.; MOREIRA, M. A. Multi-temporal analysis of MODIS data to classify sugarcane crop. **International Journal of Remote Sensing**, v. 27, n. 4, p. 755–768, 2006. Disponível em: