

## ANÁLISE DE MISTURA ESPECTRAL EM IMAGENS ASTER NO CAMPO DE INSTRUÇÃO MILITAR DE FORMOSA (GO)

PAULO LOURENÇO CURVELLO BLOISE<sup>1</sup>

RENATO FONTES GUIMARÃES<sup>1</sup>

ÉDER DE SOUZA MARTINS<sup>2</sup>

ANA PAULA FERREIRA DE CARVALHO<sup>1</sup>

OSMAR ABÍLIO DE CARVALHO JÚNIOR<sup>3</sup>

<sup>1</sup>UnB - Universidade de Brasília

Campus Universitário Darcy Ribeiro, Asa Norte - 70910-900, Brasília, DF, Brasil

{anapaula@unb.br, renatofg@unb.br}

<sup>2</sup>INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

12201-970 - São José dos Campos - SP, Brasil

osmar@ltid.inpe.br

<sup>3</sup>Embrapa/CPAC-Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados

Caixa Postal 08223, 73301-970, Planaltina, DF, Brasil

eder@cpac.embrapa.br

**Abstract.** The present work aim to evaluate the potentiality of ASTER sensor for the distinction of Cerrado vegetation types from spectral mixture analyzes techniques. The study area is the Military Instruction Field in Formosa (GO) that it has an extensive native Cerrado. The methodology used can be divided in three stages: (a) pre-processing, (b) detention of the final members and (c) linear mixture analysis. The methodology applied allowed separating to the main types of vegetation inside the study area.

**Keywords:** remote sensing, image processing, ASTER, spectral mixture analysis.

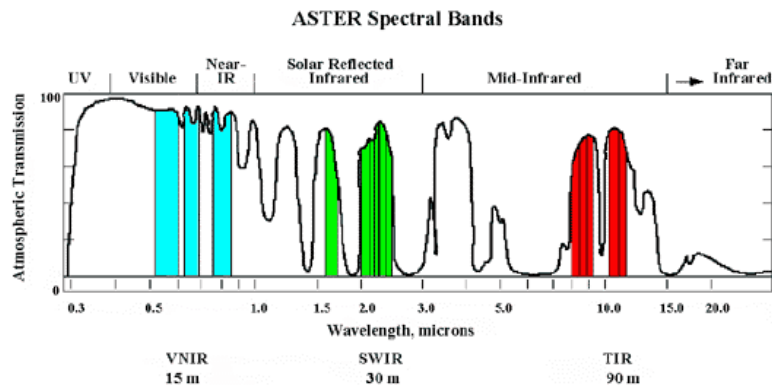
### 1. Introdução

A vegetação do bioma Cerrado é composta por fisionomias que incluem formações florestais, savânicas e campestres, cada qual com diferentes tipos fitofisionômicos. As formações florestais representam áreas com a predominância de espécies arbóreas, com a formação de um dossel contínuo ou descontínuo. As formações savânicas, a áreas com árvores e arbustos espalhados sobre um estrato gramíneo, sem a formação de dossel contínuo e as campestres, a áreas com predomínio de espécies herbáceas e arbustivas (Ribeiro & Walter, 2001). As formas de Cerrado (*latu sensu*) reúnem formações savânicas e campestres do bioma, incluindo também o Cerradão (formação florestal). Essas formas apresentam uma gama de características fisionômicas e estruturas gradativas, com um gradiente de biomassa intimamente relacionado com as características de solo e água. A forma de menor biomassa é o Campo Limpo e, num gradiente crescente, estão o Campo Sujo, o Campo Cerrado, o Cerrado sentido restrito e o Cerradão (Coutinho, 1990).

O Cerrado é caracterizado pela presença de invernos secos e verões chuvosos, um clima Aw segundo a classificação de Köppen. A média anual da precipitação é da ordem de 1500 mm, variando de 750 a 2000 mm, praticamente concentrada na estação chuvosa (outubro a março) (Adámoli *et al.*, 1987).

O sensor ASTER (*Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer*) é proveniente de um esforço cooperativo entre a NASA - [Earth Observing System \(EOS\)](#), o *Japan's Ministry of Economy, Trade and Industry (METI)* e o [Earth Remote Sensing Data Analysis Center \(ERSDAC\)](#). Os dados desse sensor vêm sendo utilizados em análises de temperatura, emissividade, reflectância e elevação da superfície do terreno. Este sensor consiste de três subsistemas: (a) visível e infravermelho próximo (VNIR - 5µm-0.9µm),

constituído por 3 bandas espectrais com resolução de 15 metros, (b) infravermelho ondas curtas (SWIR - 1.6µm-2.5 µm), com 9 bandas espectrais de resolução espacial de 30 metros e (c) infravermelho termal (TIR), com 5 bandas espectrais de resolução espacial de 90 metros (**Figura 1**). As imagens utilizadas no presente trabalho são referentes à época seca onde o contraste da vegetação torna-se realçado devido à presença de vegetação não fotossinteticamente ativa (VNFA).



**Figura 1** – Distribuição das faixas espectrais das bandas do sensor ASTER (JPL, 2002)

O presente trabalho possui como objetivo avaliar o potencial do sensor ASTER para a distinção de tipos de vegetação de Cerrado por meio de técnicas de análise de mistura espectral. A área escolhida foi o Campo de Instrução Militar de Formosa, que conta com uma extensa área de Cerrado preservado. Situado no município de Formosa (GO), o Campo e faz fronteira com o estado de Minas Gerais, ao sul e com o Distrito Federal, a oeste, contando com uma área aproximada de 115.014 ha. No contexto hidrográfico a área é limitada pelo rio Preto, a oeste e pelo rio Bezerra, a leste.

## 2. Pré-Processamento das Imagens ASTER

A fase de pré – processamento constou de três etapas:

- **Aquisição de imagens corrigidas do efeito atmosférico** - As nove imagens utilizadas (VNIR e SWIR) foram adquiridas já corrigidas do efeito atmosférico, correspondendo aos produtos de alto nível do sensor ASTER referente à especificação AST07 (JPL, 2001). A correção atmosférica remove os efeitos devido às mudanças de geometria satélite – sol e das condições atmosféricas. O algoritmo é aplicado para os pixels sobre céu claro e os resultados são registrados com valores entre 0 e 1.
- **Compatibilização das resoluções espaciais** - A compatibilização das resoluções espaciais entre as imagens VNIR e SWIR foi obtida pela duplicação dos pixels das imagens do SWIR. Desta forma, os pixels relativos às imagens SWIR adquirem uma dimensão de 15m compatível à resolução espacial das imagens VNIR. As nove bandas foram integradas em uma única imagem (**Figura 2**).
- **Confeção de um mosaico de Imagens** - Como a área estudo abrangeu duas imagens ASTER foi feito um mosaico para concatená-las em uma única imagem (**Figura 3**).

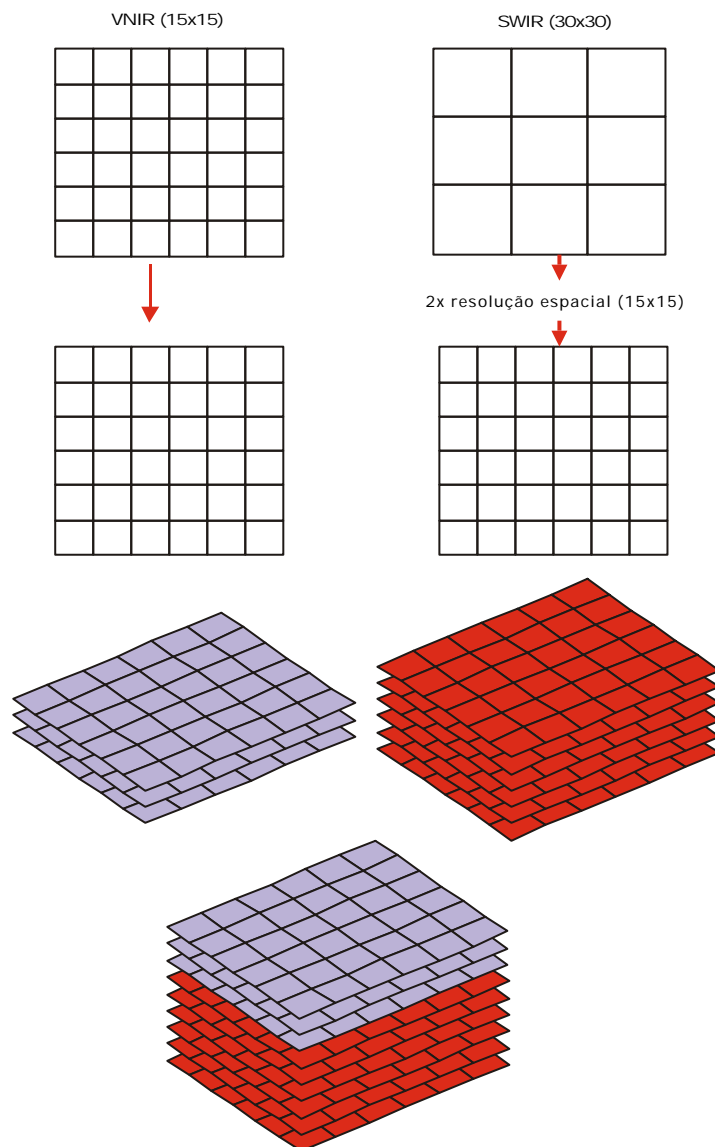
## 3. Detecção dos Membros Finais

Esse procedimento consiste em uma etapa exploratória, ou seja, de uma primeira avaliação dos materiais existentes na área como também permite identificar os efeitos relativos aos

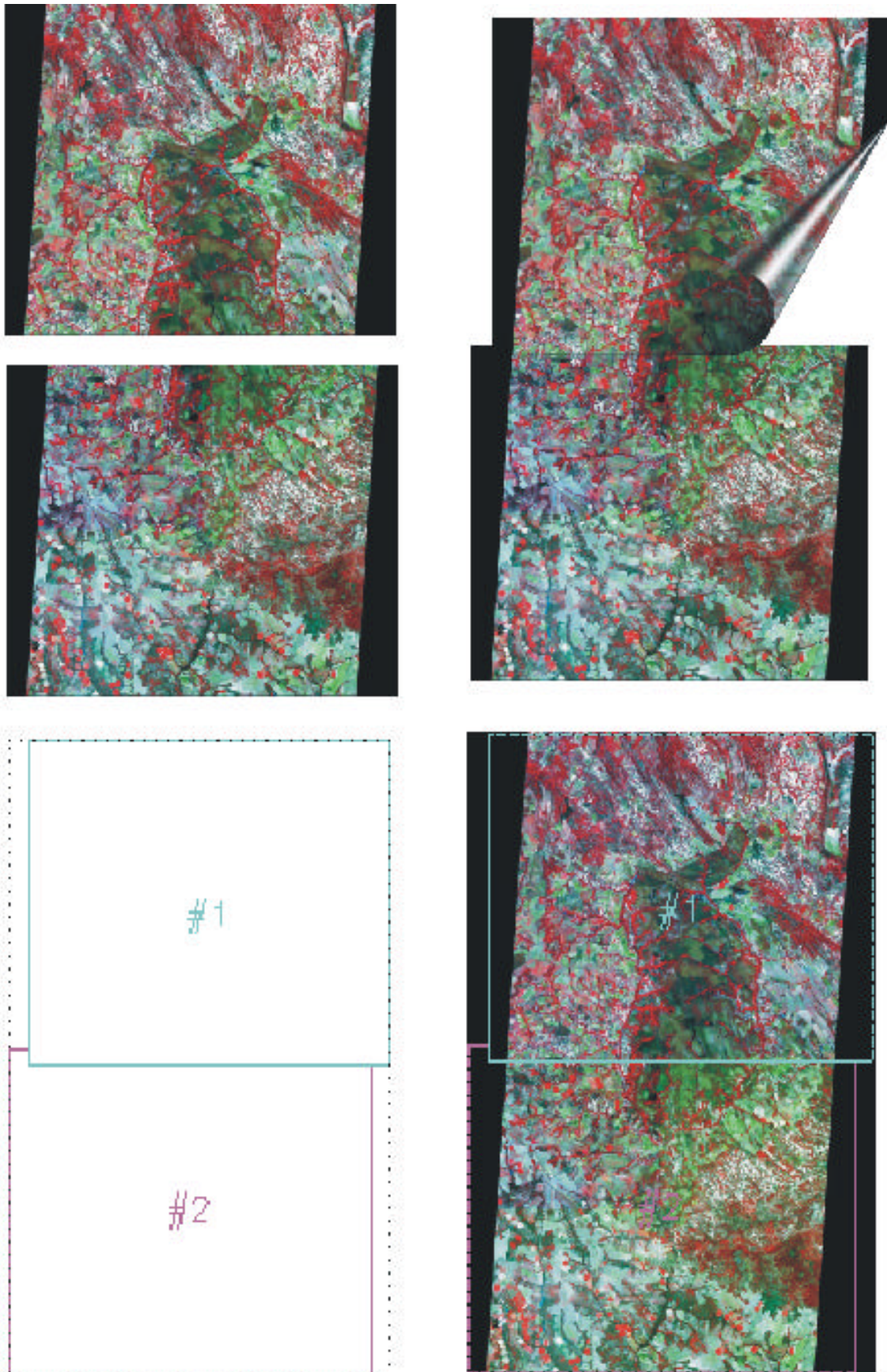
fatores físicos ambientais presentes na cena como, por exemplo, a sombra. Uma metodologia para a detecção dos membros finais foi estabelecida por Boardman & Kruse (1994) a partir da geometria do *simplex* em três etapas: redução da dimensão espectral utilizando a técnica de *Minimization Noise Fraction* (MNF), redução da dimensão espacial utilizando o método *Pixel Purity Index* (PPI) e identificação utilizando um visualizador n-dimensional. Essa metodologia é amplamente utilizada em trabalhos com imagens hiperespectrais (Richardson *et al.*, 1994; Richardson, 1996; Kruse, 1996; Kruse *et al.*, 1996; Carvalho *et al.*, 1999; Kruse & Boardman, 1999; Kruse, 1999), como também para imagens multiespectrais (Carvalho, 2001).

### **Redução Espectral (MNF)**

Para reduzir a dimensão espectral foi empregada a transformação MNF (Green *et al.*, 1988). Este método além de possibilitar a eliminação do ruído, permite a diminuição da dimensionalidade da imagem em eixos descritos pelos materiais ou feições físicas ambientais que constituem a cena. No entanto, é sempre requerida uma interpretação cautelosa na ligação entre um determinado eixo com uma componente da imagem.



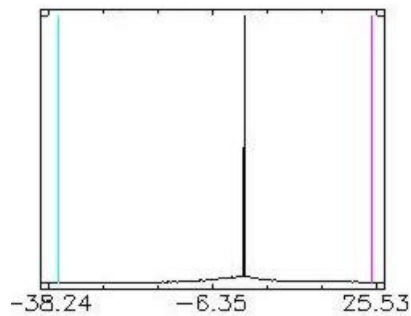
**Figura 2** – Compatibilização das resoluções espaciais entre as imagens VNIR e SWIR.



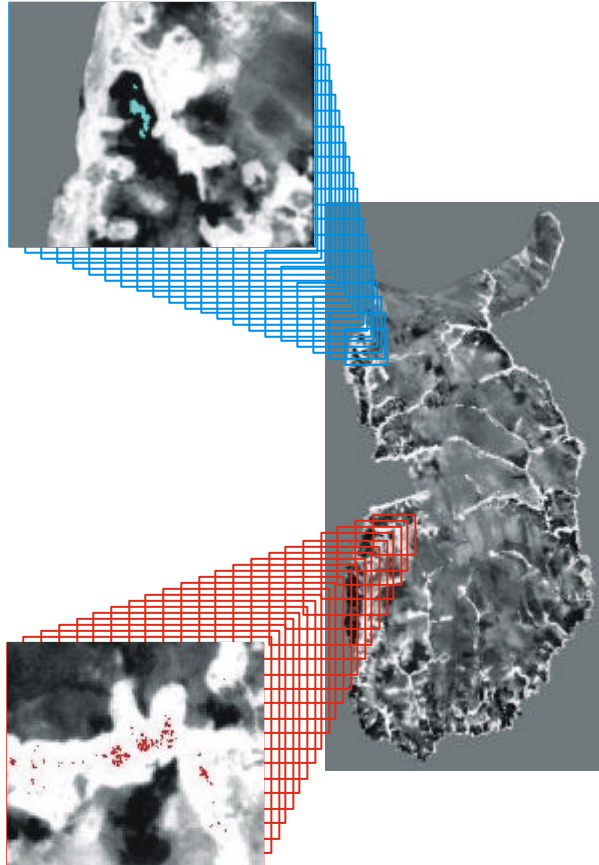
**Figura 3** – Confeção do mosaico

### **Redução Espacial**

O Índice de Pureza do *Pixel* (PPI) é geralmente utilizado para realizar a redução da dimensão espacial. Esse método busca estipular o quanto o *pixel* é extremo dentro do simplex (Boardman & Kruse, 1994; Boardman *et al.*, 1995). No entanto, devido ao tamanho da imagem, este procedimento tornou-se muito lento. Para otimizar este processo foram selecionados os *pixels* de valores mais altos e baixos das primeiras componentes MNFs relativas ao sinal. Desta forma, foram segmentados apenas 0,02% dos *pixels* posicionados nos extremos dos histogramas de frequência (**Figura 4**). A **Figura 5** evidencia os *pixels* segmentados na imagem correspondentes aos membros finais. A partir dessa pré-seleção realizou-se o tratamento manual utilizando a técnica n-dimensional.



**Figura 4** – Histograma de frequência relativo à 1ª componente MNF, apresentando o segmento correspondente a 0,01% dos dados posicionados nos valores mais altos (magenta) e 0,01% nos valores mais baixos (ciano).

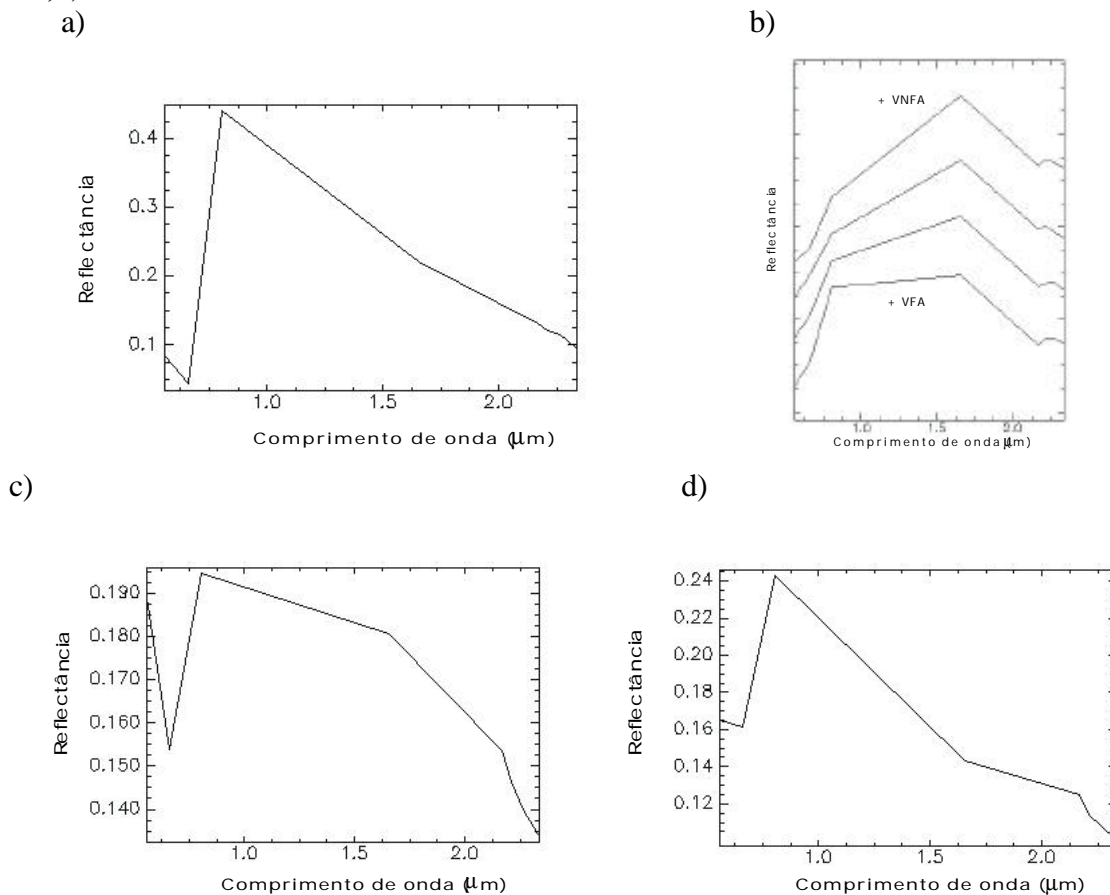


**Figura 5** – Redução espacial com o propósito de identificar os membros finais.

**Identificação dos Membros finais utilizando o visualizador n-Dimensional (n-D)**

A identificação manual foi feita com o visualizador n-dimensional que gera uma nuvem de pontos referente aos *pixels* em um espaço de atributos n-dimensional, definido pelas componentes MNF em análise. Esse módulo permite a manipulação da nuvem de pontos de forma que se obtenha um posicionamento que melhor discrimine os diferentes grupos de espectros (Boardman & Kruse, 1994). As principais classes identificadas foram relativas aos tipos de vegetação (fitofisionomias) do Cerrado e de corpos d'água com presença de vegetação.

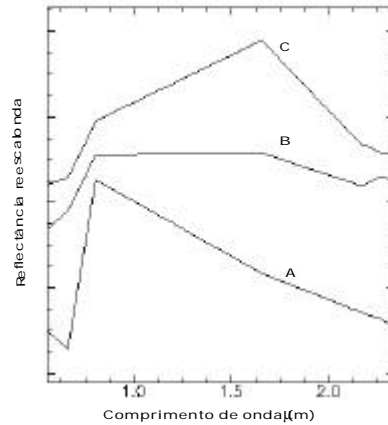
A mata galeria caracteriza-se por um espectro típico de vegetação fotossinteticamente ativa (VFA) (**Figura 6a**). A quantidade de vegetação não fotossinteticamente ativa (VNFA) e e fotossinteticamente ativa (VFA) é preponderante na distinção entre o cerrado, campo sujo e campo limpo (**Figura 6b**). Como a imagem é do período de seca, o estrato herbáceo está completamente seco contrastando com o estrato arbóreo que ainda mantém VFA. As localidades com presença de lagos recobertos por vegetação herbácea apresentam um comportamento espectral típico de mistura entre a água e a vegetação. Nestas localidades os espectros apresentam albedo baixo, principalmente, nas bandas do SWIR (5, 6, 7 e 8) (**Figura 6 c,d**).



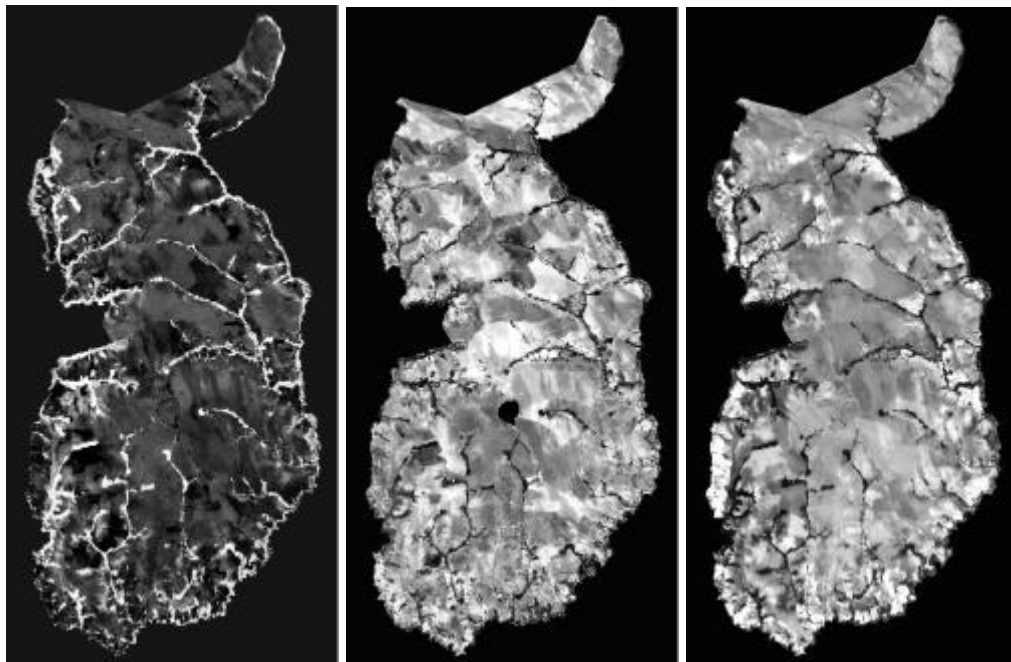
**Figura 6** – Comportamento espectral, (a) da vegetação fotossinteticamente ativa presente nas áreas de mata galeria, (b) sucessão de espectros relativos a vegetações variando com a quantidade de VFA e VNFA, (c) e (d) lagoa parcialmente seca com presença de vegetação.

#### 4. Análise Linear de Mistura

A análise linear de mistura (ALM) baseia-se no emprego da regressão múltipla para quantificar a proporção dos minerais presentes na imagem (Smith & Adams, 1985b). Foram utilizados para a ALM os espectros de vegetação considerando: (a) VFA, (b) comportamento intermediário, e (c) VNFA (**Figura 7**). As três imagens relativas aos membros finais estão na **Figura 8**, que se caracterizam por representar as áreas de mata de galeria, cerrado e de campo limpo ou áreas degradadas.



**Figura 7**– Comportamento espectral utilizado na análise linear de mistura.



**Figura 8** – Imagens referentes à análise linear de mistura (a) VFA, (b) comportamento intermediário, e (c) VNFA.

#### 5. Conclusão

A presente metodologia permitiu a realização de uma análise mais precisa sobre as respostas espectrais de cada alvo analisado. As principais diferenças espectrais dos tipos fitofisionômicos na imagem correspondem ao contraste entre VFA e VNFA. Nas áreas de

lagoas observou-se uma mistura espectral dos corpos d'água com a vegetação. A presença de variações abruptas e geométricas na vegetação corresponde aos limites de antigas fazendas que foram desapropriadas para a construção do Campo de Instrução.

## Referências

- Adámoli, J.; Macedo, J.; Azevedo, L. G.; Netto, J. M. Caracterização da região dos Cerrados. In: W. J. Goedert (ed). Solos dos Cerrados: tecnologias e estratégias de manejo. Planaltina: EMBRAPA-CPAC; São Paulo: NOBEL, pp. 33-98, 1987.
- Boardman, J. W. & Kruse, F. A. Automated spectral analysis: A geologic example using AVIRIS data, north Grapevine Mountains, Nevada. In: *Proceedings, ERIM Tenth Thematic Conference on Geologic Remote Sensing, Environmental Research Institute of Michigan*, 1994, Ann Arbor, MI, I: 407-418.
- Boardman, J. W.; Kruse, F. A. & Green, R. O. Mapping target signatures via partial unmixing of AVIRIS data: In: *Summaries of the 5<sup>th</sup> Annual JPL Airborne Geoscience Workshop*, JPL Publication 95-1 Vol.1, pp. 23-26, 1995
- Carvalho Jr, O. A.; Martins, E. S.; Baptista, G. M. M.; Carvalho, A. P. F.; Madeira Netto, J. S.; Meneses, P. R. Mineralogical Differentiation in Weathering Profiles of Lateritic Ni Using AVIRIS Data, in Niquelandia - Go, Brazil. In: *Summaries of the Eighth JPL Airborne Earth Science Workshop*, JPL Publication 99-17 Vol.1, pp. 3-11, 1999.
- Carvalho, A. P. F.; Guimarães, R. F.; Carvalho Júnior, O. A & Bustamante, M. M. C. Metodologia para Análise de Mistura Espectral em Imagens TM-Landsat. In: CD-ROOM do X Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Foz do Iguaçu (PR), 2001.
- Coutinho, L. M. Fire in the ecology of the Brazilian Cerrado. In: J. G. Goldammer, Fire in the tropical biota: ecosystem processes and global challenges. Berlin, Springer-Verlag, pp.82-103. 1990.
- Green, A. A.; Berman, M.; Switzer, P. & Craig, M. D. A. Transformation for ordering multispectral data in terms of images quality with implications for noise removal: *IEEE Trans. Geosci. Remote Sensing*, Vol. 26, No.1, pp. 65-74, 1988.
- Jet Propulsion Laboratory, ASTER Higher-Level Product User Guide, JPL D-20062, 2001, 80p.
- Jet Propulsion Laboratory, <http://asterweb.jpl.nasa.gov/instrument/band.htm>. Acesso em: 10 out. 2002
- Kruse, F. A. & Boardman, J. W. Fifteen years of hyperspectral data: Northern Grapevine Mountains, Nevada. In: *Summaries of the Eighth JPL Airborne Earth Science Workshop*, JPL Publication 99-17 v.1, pp. 247-258, 1999.
- Kruse, F. A. Geologic mapping using combined optical remote sensing and SIR-C/X-SAR data. In: *Eleventh Thematic Conference and Workshops on Applied Geologic Remote Sensing*, Las Vegas, Nevada. Vol. II, pp. 142-150, 1996.
- Kruse, F. A. Mapping hot spring deposits with AVIRIS at Steamboat Springs, Nevada. *Summaries of the Eighth JPL Airborne Earth Science Workshop*, JPL Publication 99-17 v.1, pp. 239-245, 1999
- Kruse, F. A. Huntington, J. H. & Green, R. O., Results from the 1995 AVIRIS Geology Group *Shoot. Proceedings 2<sup>nd</sup> International Airborne Remote Sensing Conference and Exhibition*, I: pp. 211-220, 1996
- Ribeiro, J. F. & Walter, B. M. T. As matas de galeria no contexto do bioma Cerrado. In: *Cerrado: Caracterização e recuperação de matas de galeria*. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, pp. 29-47, 2001.
- Richardson, L. L. Remote Sensing of Algal Bloom Dynamics: *Bio Science*, Vol. 46, No. 7, pp. 492-501, 1996
- Richardson, L. L.; Buison, D.; Lui, C. J. & Ambrosia, V. The detection of algal photosynthetic accessory pigments using Airborne Visible-Infrared imaging Spectrometer (AVIRIS) Spectral Data: *Marine. Technology Society Journal*, Vol. 28, pp. 10-21, 1994.