

Estudo preliminar da vegetação da parte do médio curso do Rio Indaiá (MG) utilizando imagem ASTER

Pascoal Luiz Dias Rodrigues da Costa Filho^{1,2}
Roberto Arnaldo Trancoso Gomes¹
Osmar Abílio de Carvalho Júnior¹
Sandro Nunes de Oliveira^{1,2}
Robson Veloso Ribeiro Sodré^{1,2}
Wátilla Portela Machado^{1,2}
Thiago Avelar Chaves^{1,2}
Éder de Souza Martins³

¹Universidade de Brasília - UnB/GEA/LSIE
Campus Universitário Darcy Ribeiro, Asa Norte - 70910-900, Brasília, DF, Brasil
{p0435392, r0493066, w0495913, t0494623}@aluno.unb.br
{robertogomes, osmarjr, renatofg, sandronunes}@unb.br

²Alunos de iniciação científica – PIBIC

³Embrapa/CPAC - Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados
Planaltina, DF, Brasil - 73301-970
{eder, ton}@cpac.embrapa.br

Abstract.

Savannas are the main vegetation type in Central Brazil, covering approximately 23% of the national territory. Locally known as Cerrado, Brazilian savannas are formed by a mosaic of land cover types such as grassland, shrubland and woodland. This work aims at developing a study about the central Brazil, by applying ASTER image processing. The methodology consisted of the following steps: (a) natural forest fragments mapping using ASTER image, and (b) fragments metrics calculation. The ASTER images were acquired with atmosphere correction from AST07 product. The image processing methodology adopted presents the following steps: (a) pre-processing, (b) endmembers identification (c) spectral classification, and (d) decision tree classification. The methodology allowed supplying subsidies for vegetation classification.

Palavras-Chave: remote sensing, ASTER, spectral classification, sensoriamento remoto, ASTER, classificação espectral.

1. Introdução

O bioma Cerrado encontra-se inserido na região do Brasil central, caracterizada por possuir uma topografia plana, distribuindo-se pelos Estados de Mato Grosso, Goiás, Tocantins, Mato Grosso do Sul, oeste da Bahia e de Minas Gerais, Distrito Federal e, até mesmo, fora do Brasil Central, no Maranhão, Piauí, Rondônia e São Paulo. As características da vegetação do Cerrado aproximam esse bioma da Savana africana devido ao fato de ambos os ambientes apresentarem o mesmo clima: Clima Tropical de Savana, segundo a classificação internacional de Köppen. Assim, tanto o Cerrado como a Savana possuem árvores de médio porte, retorcidas, de folhas ásperas e com casca grossa e rugosa. Normalmente não formam grupos compactos, e sim entremeados de vegetação baixa como grama e arbustos (Novaes Pinto, 1994).

O espaço deste bioma tem sido constantemente transformado: a vegetação original é substituída por monoculturas, principalmente soja, que colocam o Cerrado entre os ecossistemas mais ameaçados do país, protegido apenas nas áreas destinadas à conservação

(Ab'Sáber, 2003). Neste contexto o sensoriamento remoto surge como uma ferramenta para auxiliar no monitoramento e preservação das áreas de vegetação natural que cada vez são mais ameaçadas.

Segundo Antunes & Tavares Júnior (2005) e Teillet et al. (2001), o sensoriamento remoto tem sido utilizado para a caracterização de mudanças na superfície, para a comparação do estado de alvos em diferentes épocas e em diferentes localizações e para a determinação de parâmetros da superfície com base em modelos que usam as medidas de radiação refletida pela superfície.

Dessa forma, o presente trabalho tem como objetivo identificar as principais fisionomias em um trecho da Bacia do Rio Indaiá (Cedro do Abaeté, Minas Gerais) por meio da análise espectral em imagem ASTER.

2. Caracterização Geral da Bacia do Indaiá

A área de estudo está inserida na Bacia Hidrográfica do Rio Indaiá, que corta os municípios de Cedro do Abaeté e Tiros, região centro-oeste de Minas Gerais. O Rio Indaiá é um afluente da margem esquerda do Rio São Francisco (sentido jusante).

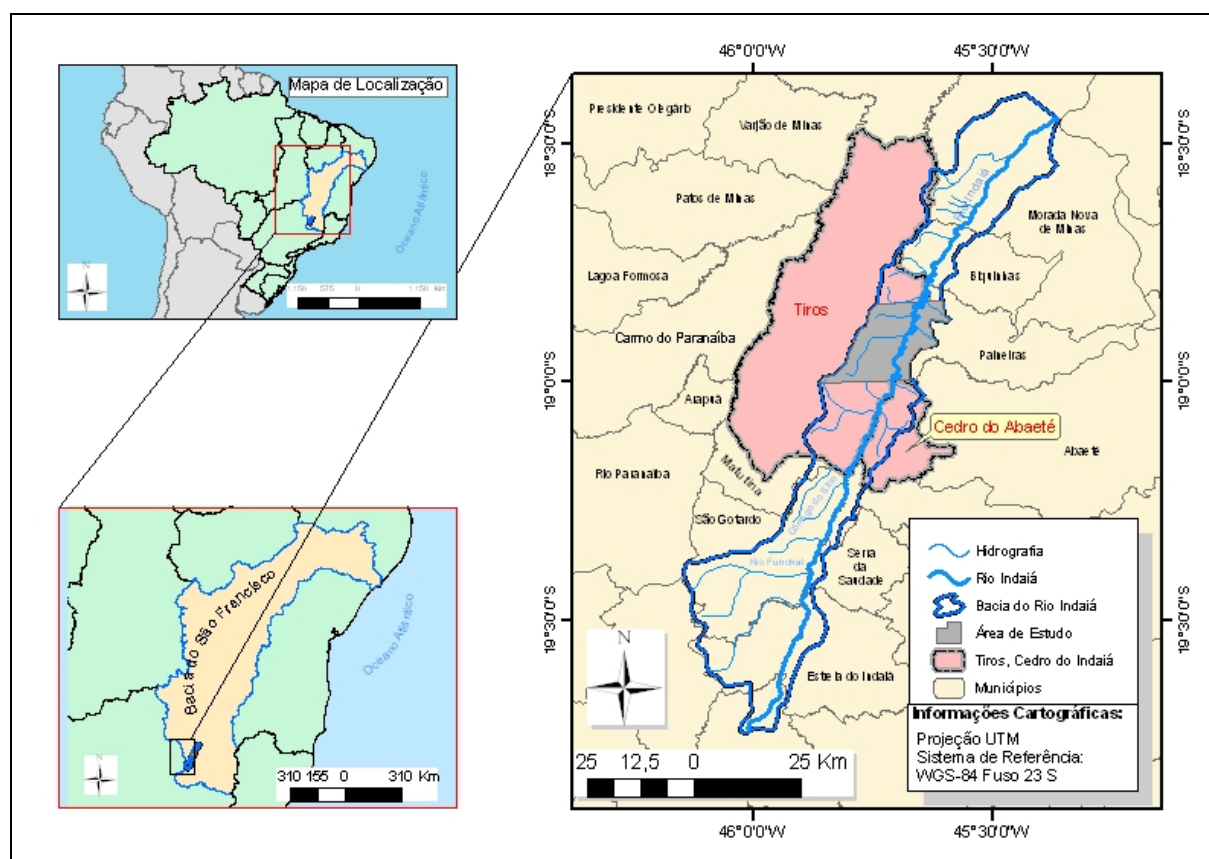


Figura 1: Mapa de localização da área de estudo.

Geologicamente a área está inserida no Subgrupo Paraopeba Indiviso, pertencente ao Grupo Bambuí, composto por calcarenito, dolomito, ritimito, margas, siltito, argilito e arcóseo do Neoproterozóico. Os solos predominantes são os Cambissolos. Segundo a SECTES - Secretária do Estado de Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – (1938), a Bacia do Rio Indaiá está inserida na Unidade Geomorfológica do Planalto do São Francisco, onde as superfícies de aplainamento, os topos das colinas e das cristas apresentam caimento na direção nordeste, com elevado grau de controle estrutural. O clima da região é Tropical

Úmido com duas estações bem definidas: verão chuvoso (dezembro a fevereiro) e inverno seco (junho a agosto). As precipitações médias anuais variam entre 1.000 e 1.500 mm e a temperatura média situa-se em torno de 23°C (CODEVASF, 2002).

O Cerrado é a principal vegetação encontrada na região da Bacia do Indaiá. Esse termo é uma designação regional para um complexo vegetacional tipicamente associado ao Brasil Central incluindo desde formações florestais (Cerradão), passando por fitofisionomias típicas de Savana (Cerrado *strictu sensu* e Campo Cerrado), até formações campestres (Campo Limpo e Campo Sujo). Normalmente apresenta-se em dois estratos: um estrato herbáceo contínuo e um estrato arbustivo-arbóreo descontínuo. Na área de estudo, encontram-se todos os tipos fisionômicos do Cerrado, além das Matas Galeria, que acompanham os rios da região (CODEVASF, 2002).

3. Metodologia

O presente trabalho utiliza imagens do sensor ASTER (Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer), 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 – 0,5µm-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 (Abrams, 2000; Fujisada, 1998; Yamaguchi et al., 1998).

A metodologia adotada no presente trabalho pode ser resumida nas seguintes etapas:

- (a) Pré-Processamento das Imagens ASTER
- (b) Detecção dos Membros Finais
- (c) Classificação espectral da imagem

3.1 Pré-Processamento

Na etapa de pré-processamento foi realizada a junção entre as bandas dos sensores VNIR e SWIR. A resolução espacial das bandas deste último sensor foi redimensionada de 30 (SWIR) para 15 metros (VNIR), permitindo assim uma análise mais aprimorada da área de estudo.

Esta etapa foi concluída com a integração das nove bandas em uma única imagem. As imagens utilizadas na análise de reflectância (VNIR e SWIR), referentes à especificação AST07, são do dia 17-05-2006 (começo da estação seca) e foram adquiridas já corrigidas do efeito atmosférico. A correção atmosférica remove os efeitos devido às mudanças de geometria satélite-sol e das condições atmosféricas. Em seguida, a imagem foi recortada de modo a escolher uma região com menor concentração de nuvens e que não apresentasse muito uso agrícola, pois o objetivo principal do trabalho é destacar as áreas de vegetação natural.

3.2 Detecção dos Membros Finais

Este processo foi realizado em ambiente *ENVI* por meio da análise de mistura espectral utilizada para sensores hiperespectrais, adaptada para imagens de menor resolução como o ASTER (multiespectral). Foram realizadas três etapas:

- Transformação MNF – *Minimum Noise Fraction* (Boardman, 1993). Nela, a imagem é decorrelacionada e re-escalada em seguida, concentrando as informações relevantes nas primeiras bandas, tornando as últimas descartáveis.

- Índice PPI – *Pixel Purity Index* (Boardman et al., 1995) identifica os *pixels* mais puros da imagem realizando desta forma a redução da dimensionalidade espacial dos dados.

- Identificação – este processo consiste em identificar os membros finais utilizando um visualizador *n-dimensional*, em que *n* corresponde ao número de bandas da imagem utilizada como dado de entrada. Os *pixels* com maior semelhança, são agrupados em nuvens, que representam um tipo de membro final. Após separar as classes de espectros, montamos uma *biblioteca espectral*, e a partir dela foi realizada a classificação espectral pelo método SAM. Este procedimento permitiu a identificação de três classes espectrais, salvas em uma biblioteca espectral, sendo elas: VFA + VNFA, VFA, VNFA (**Figura 2**).

3.3 Classificação espectral da imagem

Após a extração dos membros finais da imagem os espectros identificados foram utilizados na classificação espectral a partir do método SAM (*Spectral Angle Mapper*). Esta técnica mede a similaridade entre os espectros da imagem de entrada com espectros de referência, tratando ambos como vetores de *n* dimensões, em que *n* é o número de bandas da imagem (Kruse et al., 1993). O ângulo existente entre os vetores indica a similaridade dos espectros, que será maior à medida que o ângulo for menor. O SAM produz dois produtos: um que divide a imagem em classes de acordo com os espectros selecionados, que é a classificação SAM e o outro produto são os arquivos de regra, gerados para cada classe do SAM. Os arquivos de regra aparecem em tons de cinza, onde essas tonalidades destacam a informação referente à classe do espectro utilizada na classificação.

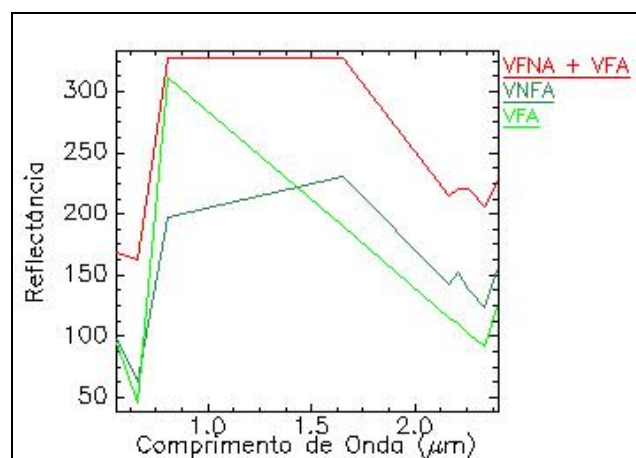


Figura 2: Espectros utilizados na classificação final.

Complementarmente, aos arquivos de regra SAM também foi utilizado o índice de vegetação NDVI (Rouse et al., 1973), que realça a distribuição da vegetação fotossinteticamente ativa (Ponzoni, 2001). A radiância no vermelho exibe uma relação inversa não-linear com a biomassa verde, enquanto a radiância no infravermelho próximo exibe uma relação também não-linear, mas direta. Essa radiância refletida é inversamente proporcional à quantidade de clorofila (principalmente) presente no dossel, sendo, portanto, sensível à atividade fotossintética. Esse índice minimiza as interferências relativas às variações provenientes do ângulo solar e dos efeitos atmosféricos, observados para dados multitemporais. Os valores obtidos com o NDVI são contidos em uma mesma escala de valores, entre -1 e 1.

3.4 Árvore de Decisão

As imagens dos arquivos de regra obtidos pelo método SAM e o índice NDVI foram submetidas a uma classificação utilizando a técnica de árvore de decisão. A árvore de decisão é uma ferramenta que maximiza os ganhos de informação ao particionar sucessivamente um dado de entrada em subconjuntos cada vez mais homogêneos, para assim produzir regras ou decisões ideais, os *nós*, que minimizam os índices de erro da árvore como um todo (Safavian e Landgrebe, 1991; Weiss e Kulikowski, 1991; Brown de Colstoun et al, 2003).

4. Resultado

Como resultado da aplicação da metodologia, a imagem foi classificada em três classes: VFA, VNFA e VFA + VNFA. Essas classes podem ser observadas, respectivamente, através das **figuras 3A, 3B e 3C**, onde são mostradas as gradações de espectro encontradas dentro da mesma classe. Essas gradações de espectro podem ser ocasionadas por diversos fatores, tais como: sombreamento do relevo, o comportamento da folha, estrutura do dossel.

Na **figura 4**, podemos ver a área de estudo e a área após a sua classificação final, com as três classes fisionômicas encontradas.

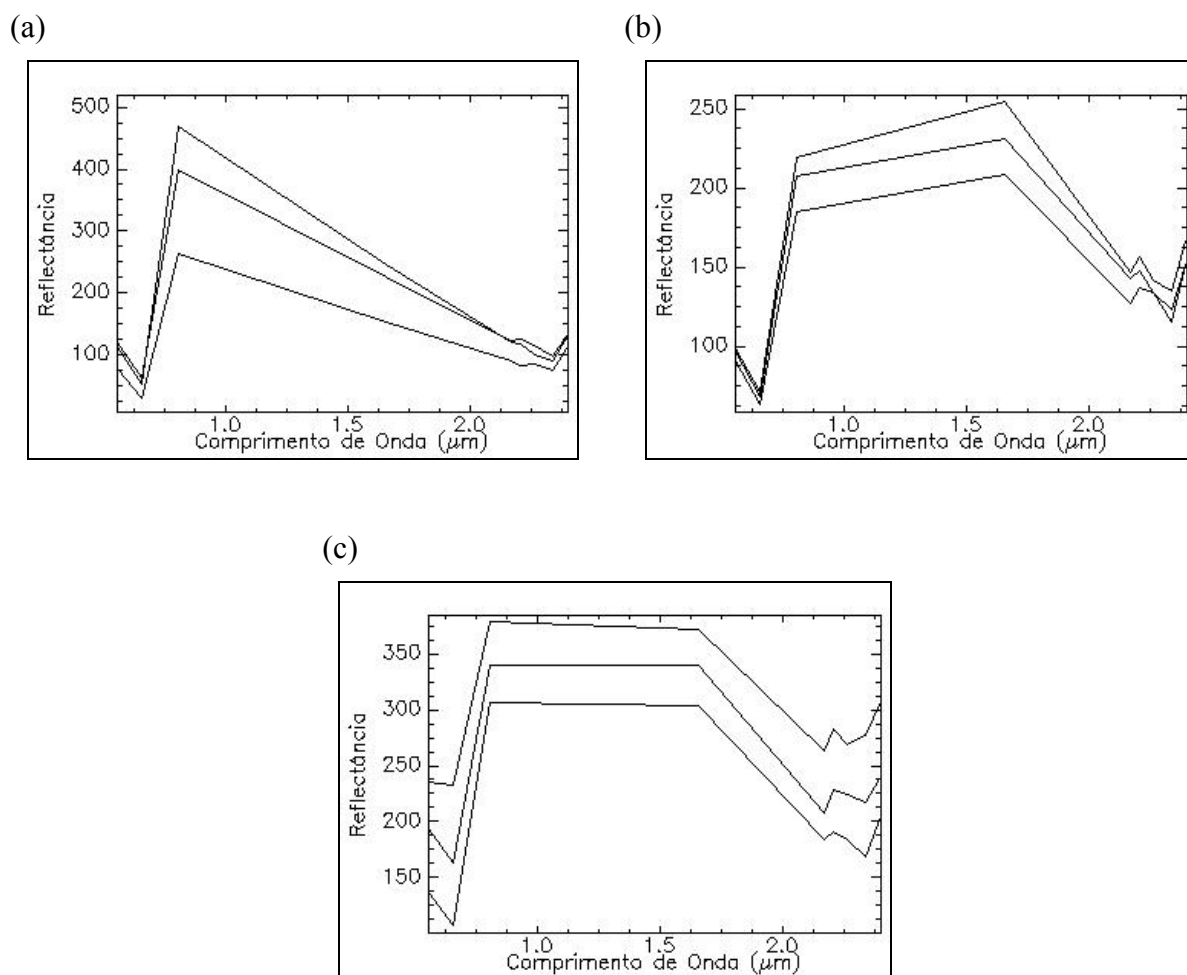


Figura 3. (a) VFA, (b) VNFA e (c) VFA + VNFA.

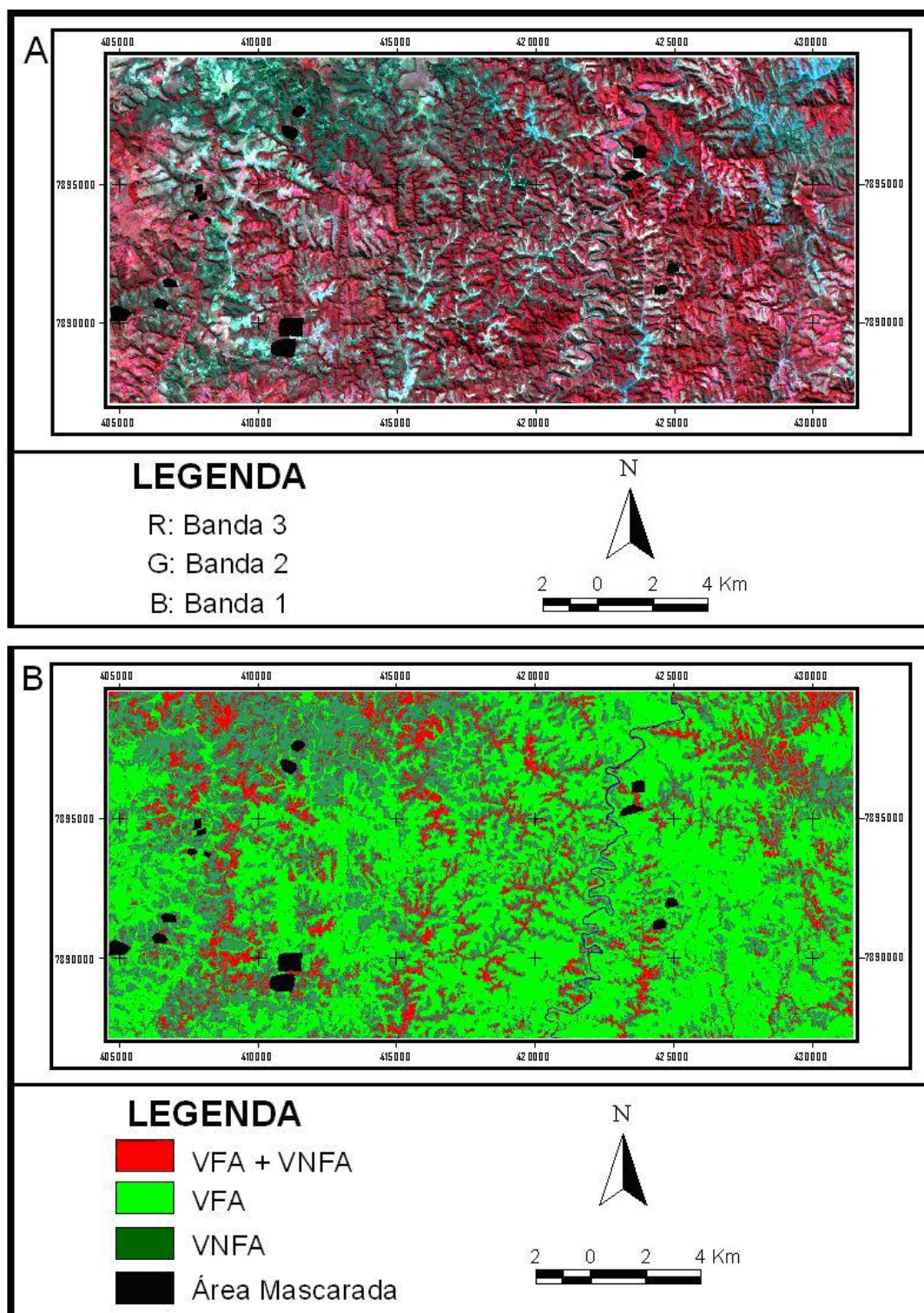


Figura 4: Comparação da composição colorida RGB com imagem após classificação.

5. Conclusão

A utilização dessa metodologia nas imagens ASTER possibilitou uma caracterização espectral satisfatória para as fisionomias, conseguindo delimitar bem as áreas onde tais formações aparecem. Destaca-se, entretanto, a necessidade de realização de trabalhos de campo para averiguar a precisão dos resultados obtidos.

6. Referências

- Abrams M. The Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer (ASTER): data products for the high spatial resolution imager on NASA's Terra platform. **International Journal of Remote Sensing**, 21(5): 847 – 859. 2000.
- Antunes, M. A. H. Tavares Júnior J. B. Calibração do sensor CCD-CBERS II com dados do ASTER In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 12., 2005 Goiânia **Anais ...**, São José dos Campos: INPE, 2005. p. 775-781
- Boardman, J. W. Automating spectral unmixing of AVIRIS data using convex geometry. *Proceedings of The 4th. JPL Airborne Earth Science Workshop*. Pasadena: Jet Propulsion Laboratory. 1993.
- Boardman, J. W.; Kruse, F. A.; Green, R. O. (1995) Mapping target signatures via partial unmixing of AVIRIS data. In: *Proceedings of The 5th. JPL Airborne Earth Science Workshop*. Pasadena: Jet Propulsion Laboratory.
- Brown de Colstoun, E. C.; Story, M. H.; Thompson, C.; Commisso, K.; Smith, T. G.; Irons, J. S. (2003) National Park vegetation mapping using multitemporal Landsat 7 data and a decision tree classifier. **Remote Sensing of Environment**, 85, p. 316-327.
- Carvalho Júnior, O.A., Carvalho A.P.F., Guimarães, R.F., Meneses, P.R., Shimabukuro, Y.E., Mistura espectral: (II) Classificadores espectrais para identificação. In: **Espaço & Geografia**, Vol.6, Nº1 (2003), pp. 177-197.
- CODEVASF; ANA/GEF/PNUMA/OEA. **Projeto de gerenciamento integrado das atividades desenvolvidas em terra nas bacias do São Francisco. 2002. Relatório Final, Mapeamento temático de Uso da Terra no Alto São Francisco**. Brasília: CODEVASF, 2002. p.19-40.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412 p.
- Fujisada, H.; Sakuma, F.; Ono, A.; Kudoh, M. Design and pre-flight performance of ASTER instrument protoflight model. **IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing**, v. 36, n. 4, p. 1152–1160. 1998.
- Kruse, F. A.; Lefkoff, A. B.; Boardman, J. B.; Heidebreicht, K. B.; Shapiro, A. T.; Barloon, P. J.; Goetz, A. F. H. The Spectral Image Processing System (SIPS) - interactive visualization and analysis of imaging spectrometer data. **Remote Sensing of Environment**, v. 44, n. Xx, p. 145–163. 1993.
- Novaes Pinto, M. “Paisagem do cerrado do Distrito Federal”. In Novais Pinto, M. (org.), **Cerrado: Caracterização, Ocupação e Perspectivas**. Editora da Universidade de Brasília, Brasília, 1994 b cap. . 9. P. 285-344.
- Ponzoni, F. J. Comportamento espectral da vegetação. In: MENESES, P. R., NETTO, J. S. M. (orgs.), **Sensoriamento remoto – reflectância dos alvos naturais**. Brasília, DF; Editora UnB; Planaltina: Embrapa Cerrados, pp. 157-199. 2001.
- Ribeiro, J. F.; Walter, B. M. T. **Fitofisionomias do bioma Cerrado**. In: *Cerrado: ambiente e flora*. Planaltina: Embrapa Cerrados, p. 89-166, 1998.
- Rouse, J.W., Haas, R.H., Schell, J.A. & Deering, D.W. Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS. Proceedings of the Third Earth Resources Technology Satellite-1 Symposium, Greenbelt: NASA SP-351, 301–317. 1974.
- Safavian, S. R.; Landgrebe, D. (1991) A survey of decision tree classifier methodology. **IEEE Transaction on Systems, Man, and Cybernetics**, 21, p. 660-674.

Secretária de Estado de Ciência e Tecnologia, Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais. **Estudos integrados de recursos naturais: Bacia do alto São Francisco e parte central da área mineira da Sudene. Geomorfologia. Relatório Final.** Belo Horizonte 1938. p. 50-56. SECT, 1938.

Teillet, P. M., Fedosejevs, G., Gauthier, R. P., O'neill, N. T., Thome, K. J., Biggar, S. F., Ripley, H., Meygret, A. A generalized approach to the vicarious calibration of multiple Earth observation sensors using hyperspectral data. **Remote Sensing of Environment**, v. 77, p. 304–327, 2001.

Weiss, S. M. Kulikowski, C. A. (1991) **Computer Systems that learn.** San Mateo: Morgan Kaufman Publishers.

Yamaguchi Y.; Kahle A. B.; Tsu H.; Kawakami T.; Pniel M. Overview of Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer (ASTER). **IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing**, v. 36, n. 4: 1062–1071. 1998.