

Análise da ocorrência do babaçu na Bacia do Rio Cocal em Natividade – TO pela identificação de padrões de paisagens em imagens ASTER

Miriam Rodrigues da Silva¹
Sandro Nunes de Oliveira¹
Eder de Souza Martins²
Osmar Abílio de Carvalho Júnior¹
Danielle Mitja³
Thierry Becquer³
Marcus Fábio Ribeiro Farias¹
Wellington dos Santos Cardoso²
Roberto Arnaldo Trancoso Gomes¹

¹Universidade de Brasília - UnB/GEA/LSIE
Campus Universitário Darcy Ribeiro, Asa Norte - 70910-900, Brasília, DF, Brasil.
mirosi@ibestvip.com.br
{sandronunes, osmarjr, mfrf, robertogomes}@unb.br

²Embrapa/CPAC - Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados
Planaltina, DF, Brasil - 73301-970
{eder, ton}@cpac.embrapa.br

³IRD – Institut de Recherche pour le Développement,
Planaltina, DF, Brasil - 73301-970
{mitja, thierry}@cpac.embrapa.br

Abstract: The present paper aims to evaluate the advantages of the ASTER sensor to detect landscape pattern of the palm tree (babaçu) from spectral analysis. The study area is located in the Cocal river basin, Natividade - TO. The methodology can be divided in three stages: (a) pre-processing, (b) detection of the endmembers and (c) spectral classification. The images were acquired with atmosphere correction from AST07 product. The Level 2 surface reflectance data set (AST07) contains surface reflectance for all of the nine VNIR and SWIR bands at 15-m and 30-m resolutions, respectively. Endmembers were detected from three steps: (a) spectral reduction by the Minimum Noise Fraction (MNF) transformation, (b) spatial reduction by the Pixel Purity Index (PPI) and (c) manual identification of the endmembers using the N-dimensional visualizer. The methodology allowed to separate the main types of physiognomy in the study area and determined the landscape pattern occurrences of the palm tree (babaçu).

Palavras-chave: physiognomy, savannas, ASTER, spectral mixture, fisionomias, cerrado, ASTER, mistura espectral.

1. Introdução

O Bioma Cerrado possui uma área de 2.000.000 Km² correspondendo a 23% do território brasileiro, sendo o segundo maior em extensão e biodiversidade do país. Este bioma estende-se desde as proximidades do paralelo 4º de Latitude Sul até a linha do Trópico de Capricórnio, e desde os “tabuleiros” do litoral ao extremo ocidente do país, nos limites com a Bolívia (Azevedo, 1981).

O Cerrado tem uma amplitude altimétrica que varia de 50 a 2.000m (IBGE, 2004). O clima é caracterizado por verões chuvosos e invernos secos. A temperatura média anual é de 22°C. Segundo Silva & Miranda (1996), o clima do Cerrado é tropical com precipitação anual média de 1.100mm a 1.600mm e cerca de 90% ocorre na estação chuvosa (outubro a abril). A estação seca é bem definida e ocorre de maio a setembro. As principais classes de solos

presentes no Cerrado são: Latossolo, representando aproximadamente 46%; Neossolo Quartzarênico com 15%; Argissolo com 8% e Neossolo com 7% (Reatto *et al.*, 1998).

Para a região do Cerrado, Ribeiro & Walter (1998) identificaram onze fitofisionomias, que são agrupadas em três tipos de formações vegetais: florestais, savânicas e campestres. As formações florestais representam áreas com a predominância de espécies arbóreas, com a formação de um dossel contínuo ou descontínuo, englobam Mata Ciliar, Mata de Galeria, Mata Seca e Cerradão. As formações savânicas são áreas com árvores e arbustos espalhados sobre um estrato gramíneo, sem a formação de dossel contínuo, reúnem Cerrado sentido restrito, Parque Cerrado, Palmeiral e Vereda. Enquanto que as formações campestres são áreas com predomínio de espécies herbáceas e arbustivas, compreendendo Campo Sujo, Campo Rupestre e Campo Limpo.

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).

Na Bacia do Rio Cocal a Mata de Galeria é uma fitofisionomia que possui estrato arbóreo, dossel contínuo e altura média das árvores variando de 15 a 25 metros. Uma das espécies primárias presentes nesta fitofisionomia é a *Attalea speciosa* Mart. Ex Spreng (babaçu). Esta espécie possui uma importância econômica muito grande na região, sendo utilizada pelas comunidades para a extração do óleo para subsistência.

O mapeamento dessas áreas é importante por apresentar uma distribuição das fisionomias e destacar áreas com ocorrência de babaçu. O processamento de imagens ASTER a partir de técnicas de sensoriamento remoto permite a identificação e a espacialização desse tipo de dado sendo uma importante ferramenta a ser utilizada.

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 de elevação do terreno. Este sensor consiste de três subsistemas: (a) visível e infravermelho próximo (VNIR - 5 μ m-0.9 μ m), constituído por 3 bandas espectrais com resolução de 15 metros, (b) infravermelho ondas curtas (SWIR - 1.6 μ m-2.5 μ m), com 6 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).

O presente trabalho possui como objetivos identificar e espacializar a distribuição das fisionomias da Bacia do Rio Cocal e avaliar a potencialidade do sensor ASTER para a identificação das áreas de ocorrência do babaçu para essa região.

2. Área de Estudo

A área de estudo localiza-se na Bacia do Rio Cocal, situado no município de Natividade – TO (**Figura 1**) e possui cerca de 222 km². O Rio Cocal é um afluente da margem direita do Rio Manuel Alves (sentido jusante), que por sua vez, faz parte do Rio Tocantins.

A geologia da área é formada pelo Grupo Natividade (Proterozóico Médio e Superior), pelo Complexo Goiano (Arqueano e Proterozóico Inferior) e pelo Supergrupo da Sequência Vulcano-sedimentar de Natividade (Proterozóico Inferior) (Atlas do Tocantins, 2005).

Os solos são representados pela presença do Latossolo Vermelho-Amarelo, Argissolo Vermelho-Amarelo, Neossolos Litólicos e Plintossolos Pétricos (Atlas do Tocantins, 2005).

O clima da área é quente e úmido/subúmido com índice pluviométrico anual de 1.600 mm, temperatura média anual de 27° e duas estações climáticas bem definidas. As chuvas

concentram-se nos meses de outubro a março, quando os índices pluviométricos mensais podem atingir 410 mm, enquanto que os meses de abril a setembro são caracterizados pela ocorrência de um período de estiagem (Atlas do Tocantins, 2005).

A geomorfologia é caracterizada pela presença dos modelados de dissecação e de aplanamento. O modelado de dissecação engloba áreas de interflúvios com declividades médias a altas e em topos convexos e aguçados. O modelado de aplanamento compreende as áreas de pediplanos (Atlas do Tocantins, 2005).

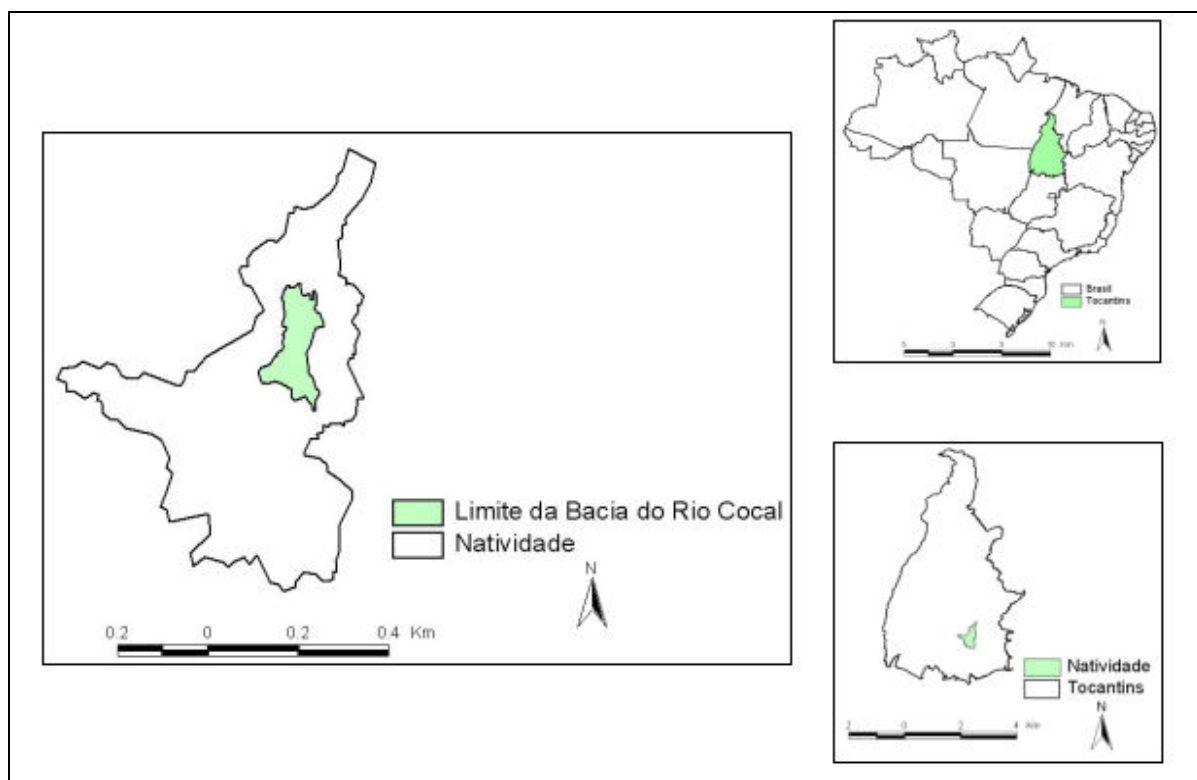


Figura 1- Localização da área de estudo.

3. Metodologia

A identificação das classes fisionômicas do Cerrado da Bacia do Rio Cocal foi realizada a partir do processamento das imagens ASTER. A metodologia utilizada no processamento das imagens ASTER teve as etapas de pré-processamento, identificação dos membros finais e classificação espectral. Além disso, realizou-se um trabalho de campo.

As imagens VNIR e SWIR utilizadas neste trabalho são do dia 28 de junho de 2002 e corresponde ao período seco.

O pré-processamento consistiu na compatibilização da resolução espacial entre as imagens VNIR (15m) e as imagens do SWIR (30m). Este procedimento permitiu a integração das nove bandas em uma única imagem. Como a área de estudo é coberta por duas cenas, realizou-se um mosaico para uni-las em uma única imagem. Em seguida, a imagem mosaicada foi recortada tendo em vista a área de interesse do estudo.

A metodologia utilizada para a detecção dos membros finais foi estabelecida por Boardman & Kruse (1994), a partir da geometria do simplex e é composta por três etapas: (a) redução da dimensão espectral utilizando a técnica de *Minimization Noise Fraction* (MNF) (Green *et al.*, 1988), (b) redução da dimensão espacial utilizando o método *Pixel Purity Index* (PPI) (Boardman & Kruse, 1994; Boardman *et al.*, 1995) e (c) identificação dos membros finais utilizando um visualizador n-dimensional.

A classificação espectral foi realizada a partir da aplicação do método *Spectral Angle Mapper* (SAM) sobre a imagem, utilizando a média espectral das classes encontradas. Esta técnica compreende a comparação dos espectros coletados das amostras com os espectros dos *pixels* da imagem (Kruse *et al.*, 1993).

No trabalho de campo foram identificadas as áreas com a presença de babaçu, caracterizadas as áreas em que eles ocorrem, além da caracterização do solo (**Figura 2**).

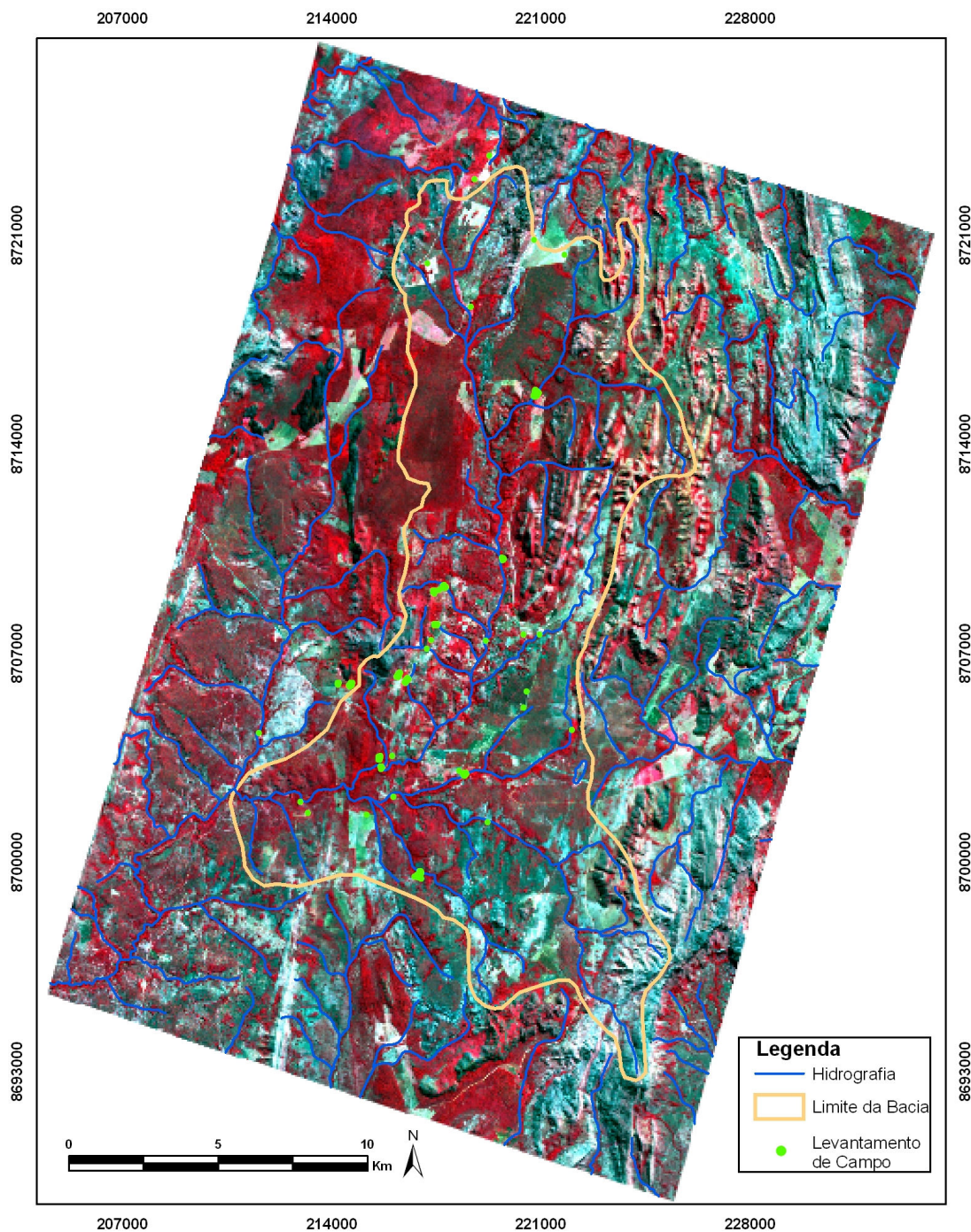


Figura 2- Locais onde foram realizados os levantamentos do babaçu em campo.

4. Resultados e discussões

A identificação dos membros finais permitiu a distinção espectral das três fisionomias do Cerrado, das formações calcárias e das áreas de uso da Bacia do Rio Cocal.

Um dos membros finais possui espectro característico de vegetação fotossinteticamente ativa (VFA), com um albedo característico na banda 3 (infravermelho próximo), correspondendo a uma vegetação densa e de dossel contínuo, sendo que este espectro representa às características das formações florestais (**Figura 3**). As áreas classificadas ao longo das drenagens representam a fotofisionomia de Mata de Galeria, enquanto que as manchas arredondadas localizadas nos interflúvios correspondem ao Cerradão.

O segundo espectro é característico de mistura de vegetação fotossinteticamente ativa (VFA) com vegetação não fotossinteticamente ativa (VNFA). Esse espectro corresponde a uma vegetação menos densa e de dossel pouco contínuo, com presença de árvores, arbustos grandes e um estrato graminoso. Estas características são condizentes com as formações savânicas (**Figura 4**).

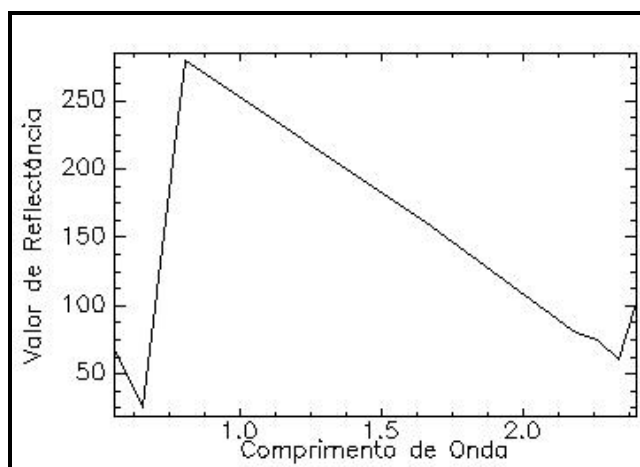


Figura 3- Espectro da VFA.

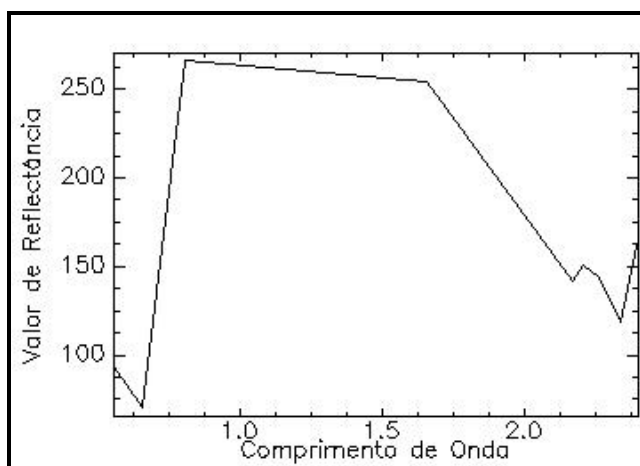


Figura 4- Espectro da VFA + VNFA.

O terceiro espectro é característico de vegetação não fotossinteticamente ativa (VNFA), com albedo característico na banda 4. Corresponde a uma vegetação de espécies graminosas que apresentam sazonalmente as partes aéreas completamente secas e a existência de solo exposto no período da seca, correspondendo com as formações campestres (**Figura 5**).

O quarto espectro possui o mesmo padrão do espectro da VNFA, distinguindo-se desse, pela existência de albedo com valores inferiores na banda 3 e 4, além de uma declividade maior entre essas bandas. Esse espectro é de uma área calcária com vegetação rarefeita, sendo identificado a partir da realização do trabalho de campo (**Figura 6**).

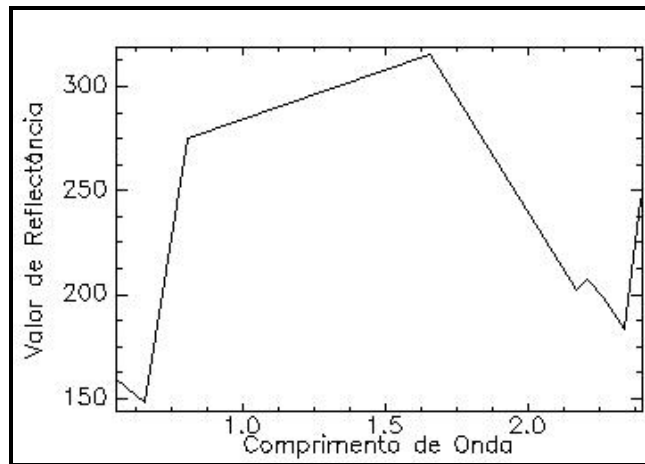


Figura 5- Espectro da VNFA.

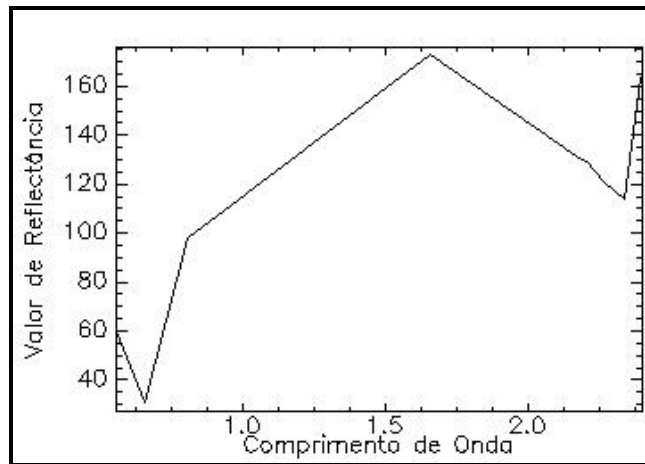


Figura 6- Espectro das áreas de calcário.

O quinto espectro é característico de solo exposto, com existência de um grande albedo na banda 4. É característico de áreas preparadas para plantio, áreas de pastagens e palhada. Corresponde a áreas de uso agrícola (**Figura 7**).

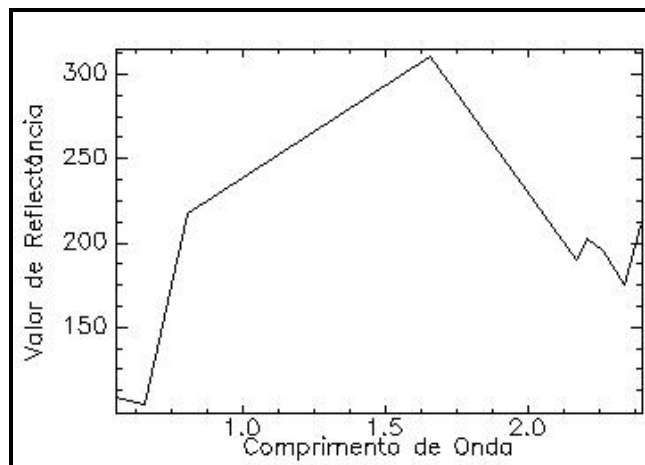


Figura 7- Espectro das áreas de uso.

A classificação pelo método SAM permitiu a elaboração do mapa das fisionomias da área de estudo, onde se pode observar que as áreas de Matas de galeria convertidas em uso agrícola estão correlacionadas com as ocorrências de babaçu observada no campo (**Figura 7**).

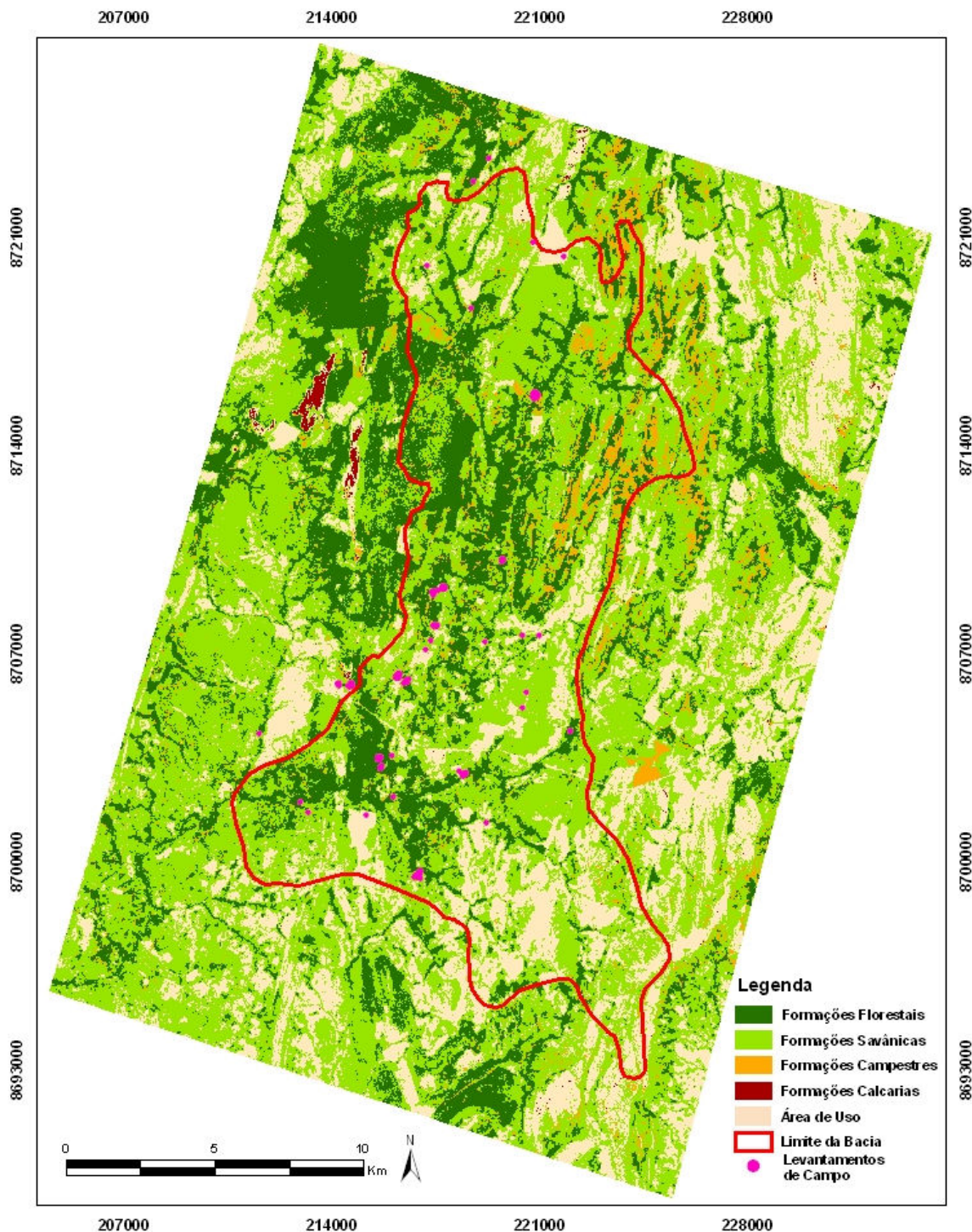


Figura 7- Classificação das fisionomias da Bacia do Rio Cocal.

5. Conclusão

A metodologia adotada neste trabalho permitiu a identificação e a espacialização das fisionomias presentes na área. Entretanto, não foi possível identificar espectralmente as áreas de babaçu. Isso pode ser explicado pela constatação do trabalho de campo, onde os babaçus

ocorrem de forma dispersa, não chegando a formar um dossel contínuo. O trabalho de campo permitiu identificar padrões da paisagem com prováveis ocorrências de babaçu, que estão associadas às Matas de Galeria e áreas de uso na forma de pastagens e cultivos.

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.

Atlas do Tocantins: subsídios ao planejamento da gestão territorial. Secretaria do Planejamento e do Meio Ambiente – SEPLAN. Diretoria do Zoneamento Ecológico-Econômico – DZE. 4 ed. rev. atu. Palmas: SEPLAN, 2005. 54 p.

Azevedo, L.G. DE. *A área dos cerrados e seu dimensionamento*. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1981. 4p. (EMBRAPA-CPAC. Pesquisa em Andamento, 6).

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 5th Annual JPL Airborne Geoscience Workshop*, JPL Publication 95-1 Vol.1, pp. 23-26, 1995.

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.

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, 36(4): 1152-1160. 1998.

Green, A. A.; Berman, M.; Switzer, P. & Craig, M. D, A. *Transformation for ordering multispectral data in terms of image quality with implications for noise removal*: IEEE Trans. Geosci. Remote Sensing, Vol. 26, No.1, pp. 65-74, 1988.

IBGE. *Mapa de biomas do Brasil: primeira aproximação*. IBGE, 2004.

Kruse, F. A.; Lefkoff, A. B.; Boardman, J. W.; Heidedbrecht, 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, 84: 437-456. 1993.

Reatto, A.; Correia, J. R.; Spera, S.T. *Solos do Bioma Cerrado* In: Eds. Sano, S. M. e Almeida S. P. de Cerrado: ambiente e flora, Planaltina: EMBRAPA - CPAC, Planaltina, DF. 1998. p.47-86.

Ribeiro, J.F.; Walter, R. M. T. *Fitofisionomia do bioma Cerrado*. In: Sano, S. M.; Almeida, S. P. de (Eds.). *Cerrado: ambiente e flora*. Planaltina: EMBRAPA- CPAC, Planaltina, DF. 1998. P. 89-166.

Silva, E. P.R.; Miranda, H. S. *Temperatura do cambio de espécies lenhosas do Cerrado durante queimadas prescritas*. In: Simpósio Sobre o Cerrado, 8; International Symposium on Tropical Savannas, 1., Brasília, DF. Biodiversidade e produção sustentável de alimentos e fibras nos cerrados. Anais/Biodiversity and sustainable production of food and fibers in the savannas – Proceedings. Planaltina: Embrapa – CPAC, 1996. p. 253 – 257.

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