

## Utilização de imagem CCD CBERS-2 para o mapeamento de habitats potenciais para o lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*) no nordeste do Estado de São Paulo

Andrés Luciano Bortoluzzi<sup>1</sup>  
José Eduardo Mantovani<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidade das Nações Unidas. CRECTEALC  
Caixa Postal 515 - 12201-970 - São José dos Campos - SP, Brasil  
andres@ltid.inpe.br

<sup>2</sup> Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE  
Caixa Postal 515 - 12201-970 - São José dos Campos - SP, Brasil  
manto@ltid.inpe.br

**Abstract.** With the aim of obtaining a landcover map of northeast São Paulo State a CCD CBERS-2 image was classified using a supervised classifier. The classification and legend categories were oriented to differentiate natural and man-made vegetation physiognomies and broad classes inside them. The study area involved several types of natural vegetation including different cerrado physiognomies and semi decidual forest, meanwhile the sugar cane and critics cultures were the main man-made vegetation coverages. The preliminary results showed an acceptable classification by the methodology and CCD images, allowing a good differentiation between natural and man-made vegetation physiognomies. Therefore some specific confusion occurred between natural and forests of exotic species. Future studies should be carried out to analyze the applicability of CCD CBERS-2 sensors to differentiate more specific cerrado classes. The final landcover map will be used as a base to modeling the potential distribution of maned wolf (*Chrysocyon brachyurus*) in that area.

**Palavras-chave:** Imagem de satélite; CBERS; lobo-guará; habitat potencial; cerrado. Satellite image, CBERS, maned-wolf, potential habitat.

### Introdução

Conhecer a área de ocorrência de uma espécie ameaçada é um dos primeiros passos para o estabelecimento de estratégias de conservação. Considerando que realizar estudos detalhados de ocorrência de determinada espécie em grandes áreas é uma tarefa cara e que leva muito tempo, os modelos que relacionam as distribuições das espécies com seus ambientes são uma opção muito interessante na biologia da conservação (Boone & Krohn, 2000; Cardillo et al, 1999; Stockwell & Townsend Peterson, 2000; Vaughan & Ormerod, 2003).

De acordo com Rushton et al (2004), todos os estudos de modelagem de fauna silvestre apresentam três componentes básicos: i) um grupo de dados que descrevem a incidência ou abundância da espécie de interesse e um grupo de dados das variáveis consideradas como explicativas, ii) um modelo que relaciona os dados de presença da espécie com as variáveis explicatórias e iii) uma avaliação da utilidade do modelo desenvolvido nos termos de validação ou de prova de robustez do modelo. Tendo em conta cada um destes passos, várias técnicas e metodologias foram utilizadas para a modelagem da distribuição de espécies animais.

Qualquer que seja o método de modelagem a ser utilizado e sua complexidade, é crucial contar com uma boa classificação da vegetação e uso da terra, porque é através destas que se identificam as unidades de habitat nas quais se considera a espécie associada.

Na literatura é mencionado o uso de mapas de cobertura e uso da terra, para modelagem de distribuição de animais, obtidos tanto de fotografias aéreas como de imagens de satélite, como imagens AVHRR NOAA (Osborne, et al, 2000) e TM Landsat (Cardillo, et al, 1999; Boone & Krohn, 2000; Edwards, et al, 1996).

Endêmico de América do sul, o lobo guará é internacionalmente considerado pela UICN (2001) como espécie vulnerável, isto é, com baixo risco de extinção. Ao nível nacional está classificada como espécie vulnerável devido principalmente à perda de hábitat (IBAMA, 2003). Habita a vegetação do Cerrado e áreas baixas abertas da região central e sudeste do Brasil, até o noroeste da Argentina e este do Paraguai e da Bolívia (UICN 2001).

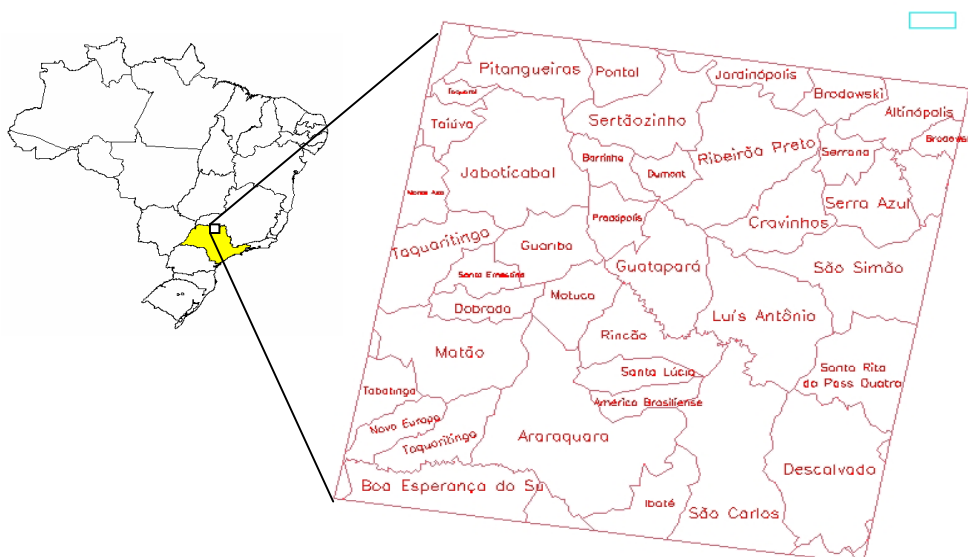
Neste trabalho são apresentados os resultados da classificação supervisionada de uma imagem CCD CBERS-2, realizada com o objetivo de avaliar a utilização dessas imagens para o mapeamento de habitats potenciais para o lobo-guará (*Chrisocyon brachyurus*) no nordeste do estado de São Paulo.

### Área de estudo

O trabalho foi desenvolvido na região nordeste do Estado de São Paulo (Fig1), cobrindo a superfície equivalente a uma cena CCD CBERS-2.

A vegetação nativa distribui-se entre formações de cerrado, cerradão, mata mesófila e mata-galeria; enquanto a paisagem antrópica está formada principalmente por cultivos de cana de açúcar seguida por silvicultura, citricultura e pastagem (Almeida, 2002, Mantovani, 2001).

A área de estudo inclui a Estação Ecológica de Jataí, a Estação Experimental de Luiz Antonio e os Parques Estaduais de Vassunguna e de Porto Ferreira. Fora destas Unidades de Conservação, os ecossistemas do cerrado e mata semidecídua estão comprometidos por um intenso processo de fragmentação e desmatamento (Paese, 2002).



**Figura 1.** Localização da área de estudo. Se detalham os municípios abarcados pela imagem CCD CBERS.

## Materiais e Método

De acordo com o trabalho desenvolvido por Mezquita Jr. (1998) com imagens TM Landsat dentro da área de estudo, a melhor época para discriminar as fisionomias do cerrado corresponde a época da pré-estiagem. Tendo em conta isto, foram analisadas imagens CCD CBERS-2 de julho e de agosto de 2004, órbita ponto 156/124, fornecidas pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

Para o processamento digital das imagens foi utilizado o sistema SPRING Versão 4.1 (Câmara et al, 1996).

Primeiramente as imagens foram registradas e corrigidas geometricamente a partir de pontos de controle obtidos de imagens ortoretificadas disponibilizadas pela NASA (<https://zulu.ssc.nasa.gov/mrsid/mrsid.pl>).

A imagem foi classificada mediante o algoritmo Max\_ICM disponível no SPRING. Antes da classificação foram aplicadas máscaras sobre as áreas urbanas devido a grande confusão com as classes.

Para a aquisição das amostras de treinamento, foi interpretada a composição 2R4G3B, sobre a qual foram aplicados distintos realces de contraste até conseguir uma boa identificação dos alvos de interesse.

As classes de cobertura vegetal (Tabela 1) foram definidas visando a diferenciação das fisionomias nativas e antrópicas que podem teoricamente ser utilizadas pelo lobo-guará.

**Tabela 1.** Classes de cobertura vegetal e uso da terra. Em parêntesis são indicadas as unidades nativas correspondentes de acordo com Mesquita Jr (1998).

LEGENDA	DESCRIÇÃO
Água	Rios e represas.
Solo exposto	Solo sem cobertura vegetal.
Fisionomias campestres nativas	Domínio de gramíneas, dentro da rede de drenagem. (Campo úmido).
	Domínio de gramíneas, próximas rede de drenagem. (Campo limpo).
	Domínio de gramíneas, nas encostas de íngremes. (Campo sujo).
Fisionomias campestres não nativas	Domínio de gramíneas, relacionadas a pastagens.
	Cana nova, com pouco desenvolvimento.
	Culturas de café com menos de 50 cm.
Fisionomias herbáceas / arbustivas nativa	Predomínio de indivíduos componente herbáceo e arbustivo. (Campo cerrado).
Fisionomias herbáceas / arbustivas não nativa	Cítricos com camada de herbáceas.
	Cafezais.
Fisionomias arbustivas / arbórea intermédias nativas	Predomínio de arbustos e arvoretas de até 5 metros. (Cerrado sensu stricto).
Fisionomias florestais nativas	Predominam árvores de mais de 10 metros. (Cerradão).
	Floresta sobre margens dos rios. (Mata galeria).
	Estrato arbóreo superior a 10 m. (Floresta estacional semidecidual).
Fisionomias florestais não nativas	Cultivos de <i>Eucalyptus</i> sp.
	Cultivos de <i>Pinus</i> sp.
	Cultivos de <i>Henea</i> sp.

Para o processo de definição das classes, foram empregados dados de campo coletados durante uma campanha realizada no mês de outubro de 2004, durante a qual foram percorridos 2100 km, e identificado a cobertura vegetal em 178 pontos com o uso do GPS.

## Resultados

Da comparação visual entre as composições RGB 243 de julho e agosto, notou-se uma importante vantagem para identificar as fisionomias próprias do cerrado na imagem de julho quando comparada com a de agosto. Na primeira, pode-se distinguir as claramente as áreas de campo, arbustivas e florestais, conferindo-se o mencionado em trabalhos anteriores (Mezquita Jr, 1998).

As classes de cobertura e uso do solo empregadas apresentaram importantes variações na resposta espectral, que estão ligadas a fatores locais, tais como topografia, diferentes graus de solo exposto, de umidade do solo, de sombra, etc. As classes correspondentes às culturas agrícolas também apresentaram importante heterogeneidade devido a diferentes graus de desenvolvimento das mesmas. Devido a esta grande variação espectral, no processo de toma de amostras para o classificador, as classes foram subdivididas em varias subclasses (ex. as florestais nativas foram divididas em floresta semi-decídua, cerradão, mata galeria, etc.).

Grande parte da superfície da área de estudo está dedicada á cultura da cana-de-açúcar e encontrava-se na data de estudo como solo exposto (Tabela 2). Por outra parte, as fisionomias nativas encontram-se principalmente agrupadas na Estação Ecológica Jataí (EEJ) e vizinhanças e numa área de floresta semi decídua no município de Matão.

CLASSE	SUPERFÍCIE (km <sup>2</sup> )
Água	28.95
Solo exposto	5352.74
Fisionomias campestres nativas	684.19
Fisionomias campestres não nativas	3055.26
Fisionomias herbáceas / arbustivas nativa	49.53
Fisionomias herbáceas / arbustivas não nativa	745.82
Fisionomias arbustivas / arbórea intermédias nativas	48.43
Fisionomias florestais nativas	758.74
Fisionomias florestais não nativas	496.02

**Tabela 2.** Superfícies estimadas das classes.

Na Fig. 2 é mostrada a imagem final classificada pelo MAXVER\_ICM com um limiar de aceitação de 99,9%. Nela se observa claramente duas faixas brancas que não foram classificadas. Estas faixas são provenientes de problemas na calibração dos detectores da banda 1, sobre as quais o classificador não conseguiu assinalar nenhuma classe. Decidiu-se aceitar esta classificação porque uma obtida com o limiar de aceitação de 100% estaria “forçando” ao classificador a assinalar os pixels a alguma classe, aumentando as possibilidades de erro.

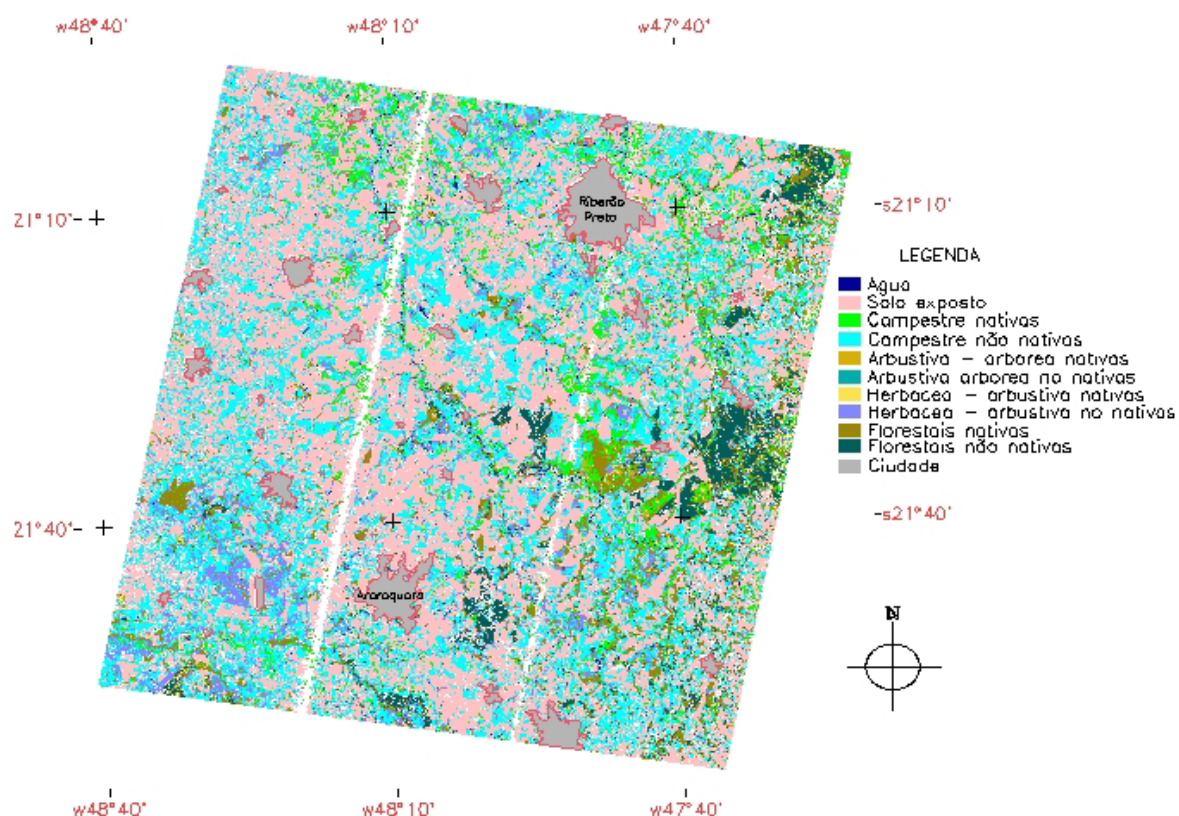
Com base nos dados de campo foram observados alguns erros de classificação, basicamente de confusão entre determinadas classes, descritas a seguir:

Confusão entre fisionomias campestres nativas e não nativas: Áreas de cultura de cana-de-açúcar foram classificadas como áreas campestres nativas. As confusões aconteceram entre áreas correspondentes a campo úmido, campo limpo e campo sujo, com áreas de cana de açúcar onde a mesma encontrava-se com pouco desenvolvimento. Em todos estes casos há uma importante participação do solo na resposta espectral, especialmente na data da imagem, quando a vegetação

campestre nativa encontra-se bastante seca. Esta confusão pode ser facilmente solucionada utilizando dados multitemporais, isto é, identificar através de distintas datas a evolução da cana de açúcar o qual permitirá diferenciar corretamente esta das fisionomias campestres nativas.

Confusão entre fisionomias herbáceas arbustivas nativas e não nativas: Neste caso as confusões aconteceram entre áreas correspondentes a cerrado *sensu stricto* e campo cerrado com cultivos de cítricos onde além dos pés dos frutais ocorre um estrato herbáceo.

Confusão entre fisionomias florestais nativas e não nativas: Estas confusões aconteceram em baixas proporções, basicamente entre mata galeria e cultivos de cítricos.



**Figura 2.** Imagem classificada com MAXVER\_ICM, com limiar de aceitação de 99,9%.

### Conclusões

Pode-se considerar que a composição de bandas CCD CBERS-2 utilizada apresentou características que permitiram a sua utilização com sucesso para o mapeamento de diferentes classes de cobertura vegetal e de uso da terra propostas e que atingiu os objetivos, já que de acordo com a avaliação preliminar, as unidades foram classificadas razoavelmente bem. Porém, isto precisa de uma avaliação com posteriores dados de campo.

Deve-se considerar que as unidades de cobertura e uso de solo estabelecidas são de caráter geral e que posteriores estudos deveram avaliar a potencialidade do uso de imagens CBERS para

classificar com maior detalhamento as distintas fisionomias do cerrado (ex. campo sujo, campo limpo, campo úmido, etc.).

## Agradecimentos

Programa CBERS pelo apoio financeiro para realização do trabalho de campo. A Silvio Pereira Coimbra, pela sua colaboração.

## Referências

- Almeida, M. E. 2003. 134 p. **Estrutura de comunidades de aves em áreas de cerrado da região nordeste do Estado de São Paulo**. Dissertação (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais). Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2003.
- Boone, R. & Khorn, W. Predicting broad-scale occurrences of vertebrates in patchy landscapes. **Landscape Ecology**, n 15, p 63-74, 2000.
- Camara G, Souza RCM, Freitas UM, Garrido J. SPRING: Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modeling. **Computers & Graphics**. n 20, v 3, p 395-403, 1996.
- Cardillo, M.; MacDonald, D. & Rushton, S. Predicting mammal species richness and distributions: testing the effectiveness of satellite-derived land cover data. **Landscape Ecology**, n 14, p 423-435, 1999.
- Edwards, T.; Deshler, E.; Foster, D. & Moisen, G. Adequacy of wildlife habitat relation models for estimating spatial distribution of terrestrial vertebrates. **Conservation Biology**, n 10, p 263-270, 1996.
- IBAMA. <http://www.mma.gov.br/port/sbf/fauna/index.cfm>. Acesso em 12 de agosto de 2004.
- IUCN. Categorias y Criterios de la Lista Roja de la UICN: Versión 3.1. Comisión de Supervivencia de Especies de la UICN. UICN, Gland, Suiza y Cambridge, Reino Unido. 2001. p 33.
- Mantovani, J. E. 2001. 118 p. **Telemetria convencional e via satélite na determinação das áreas de vida de três espécies de carnívoros da região nordeste do estado de São Paulo**. Dissertação (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais). Universidade Federal de São Carlos, São Carlos. 2001
- Mezquita Jr. 1998. 118 p. **Análise temporal com sensor orbital de unidades fisionômicas de cerrado na Gleba Pé-de-Gigante (Parque Estadual de Vassununga – SP)**. Dissertação (Mestrado em Ecologia dos Ecossistemas Terrestres e Aquáticos). Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Osborne, P.E., Alonso, J.C. & Bryant, R.G. Modelling landscape-scale habitat use using GIS and remote sensing: a case study with great bustards. **Journal of Applied Ecology**. v 38, p 458-47, 2001.
- Paese, A. 2002. 153 p. **A utilização de modelos para a análise da paisagem na região nordeste do estado de São Paulo**. Dissertação (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais). Universidade Federal de São Carlos, São Carlos. 2002.
- Rushton, S.P.; Ormerod, S.J. & Kerby, G. New paradigms for modeling species distributions?. **Journal of Applied Ecology**, n 41, p 193-200, 2004.
- Stockwell, D. & Townsend Peterson, T. Effects of sample size on accuracy of species distributions models. **Ecological Modeling**, n 148, p 1-13, 2000.
- Vaughan, I. P & S. J., Ormerod. Improving the quality of distribution models for conservation by addressing shortcomings in the field collection of training data. **Conservation Biology**, n 17, v 6, p 1601-1611, 2003.