

Segmentação de trilhas com qualidades ambientais distintas para tatus, utilizando sensoriamento remoto e MCE.

Kitaro Suenaga Jardineiro
Carlos Felipe Perez da Silveira
Iris Amati Martins
Marisa Dantas Bitencourt¹

¹ Universidade de São Paulo - USP/IB
Rua do Matão, trav. 14 #321 - SP, Brasil
kitarosuenaga@gmail.com

Abstract. For a better understanding of armadillo spatial distribution, this study indicates a survey method using several biotic and abiotic factors which may be affecting habitat quality for this family in a cerrado patch in São Paulo State using GIS. Those factors were defined and were weighed according to their relative importance. For each one of these factors a map was constructed, and with these maps a four class habitat quality map was created. On the field, paths were set in the analysed cerrado patch, and these paths were searched for armadillo burrows, which coordinates were marked using a GPS. The paths were given four quality scores defined according to the habitat quality map classification, and the overall number of armadillo burrows, as well as path length were compared. Among the three path quality scores (good, average-good and average-bad) the one with greater burrows density per path length was average good, with an average 18.5 burrows per kilometre, followed by good quality paths (average 9.86 holes per kilometre), while in average-bad paths this average dropped to 7.5 burrows per kilometre. There was no sampling in bad quality paths. These results indicate that this may be a rather effective way of studying these animals, and have a better understanding of the biology of this family.

Palavras-chave: CBERS, Dasypodidae, distribuição geográfica, ecology, remote sensing

1. INTRODUÇÃO

No estado de São Paulo resta menos de 1% dos 13% que existiam naturalmente (Bitencourt & Mendonça, 2004). Esta degradação tem afetado sobremaneira a disponibilidade de ambientes adequados a muitas espécies animais. Além disso, o que ainda resta está sendo amplamente substituído por lavouras, e pastagens, e estudos nos mostram que no começo do século XX (Kronka et al, 1993). Sabe-se que o Cerrado é um bioma muito rico em espécies, muitas delas endêmicas (Durigan et al., 2004). Segundo esses autores, as fisionomias vegetais desse bioma podem ser classificadas em Cerradão, Cerrado denso, Cerrado típico, Campo cerrado, Campo sujo e Fisionomias associadas ao bioma Cerrado.

Um método de estudar a vegetação, que está ficando corriqueiro, é através de imagens Índices de Vegetação (IV) obtidas através de imagens de satélite das faixas do vermelho e do infravermelho próximo. O vermelho revela a forte absorção devida à clorofila e o infravermelho próximo revela a forte reflexão devida à estrutura do mesófilo das folhas verdes. Assim, os IVs têm sido grandemente utilizados para estimar fitomassa foliar verde. Com o Índice de Vegetação Diferença Normalizada (ou NDVI) é possível classificar as áreas de Cerrado (Bitencourt et al., 2007).

Com a rápida expansão da tecnologia, houve uma aceleração nas atividades humanas, e por isso, cada vez mais são necessárias ferramentas capazes de diagnosticar, analisar e fornecer informações sobre o ambiente para que sejam tomadas decisões mais precisas e capazes de gerar resultados mais eficientes. Para suprir essas necessidades, o uso de sensoriamento remoto orbital tem ganhado bastante espaço para demarcar a cobertura vegetal, permitindo estudos de grande abrangência espacial, em curtos períodos de tempo. Uma outra ferramenta muito útil é o MCE (do inglês, Multi Criteria Evaluation) que permite gerar um

mapa temático definindo regiões mais favoráveis a um objetivo previamente definido a partir de múltiplos critérios (Eastman *et al.*, 1995). Esses dados que compõem esse mapa temático, podem ser apresentados em classes abruptas (booleana) ou em gradiente (*fuzzy*).

Os tatus são da família Dasypodidae, ordem Xenarthra, e são representados por 21 espécies viventes, sendo que 10 delas são encontradas no Brasil. A distribuição geográfica deles está bastante relacionada com o clima, pois eles perdem muito calor para o meio, e não conseguem manter a temperatura muito bem regulada. Esse também é um dos motivos pelo qual o hábito fossorial nesta família é bastante freqüente, junto à proteção e alimentação (Eisenberg & Redford, 1999).

As espécies mais comumente encontradas no cerrado são *Cabassous unicinctus*, *C. tatouay*, *Dasypus novemcinctus*, *D. septemcinctus*, *Euphractus sexcinctus*, e *Priodontes maximus* (Bonato *et al.*, 2008). Ocupam diversos nichos, apresentam um hábito alimentar bastante diversificado e são descritos como sendo simpátricos entre eles; porém há poucos estudos relacionados ao estudo de história natural desta família e distribuição geográfica. O objetivo desse trabalho é uma tentativa de oferecer novos meios de se estudar esses animais, com perspectivas de aumentar as poucas informações existentes, e conferir se há uma distribuição com tendências em relação à qualidade do habitat, usando como base ferramentas de geoprocessamento, e sensoriamento remoto orbital.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O fragmento tem 2098 ha de extensão e abrange as fisionomias de Cerrado: cerrado, cerrado *sensu strictu* (Bitencourt *et al.*, 2007) (Css) que está dividido em duas categorias, Css menos denso, e Css mais denso; e minoritariamente, fitofisionomias associadas, como a mata ripária, e campo úmido. Ao redor do fragmento há um predomínio constante de pastagens, e em alguns locais, culturas agrícolas. Em dois locais foram encontrados lixões, da própria fazenda e algumas casas próximas. Há também em alguns locais, caminhos feitos para que o gado pudesse beber água, ou estradas pouco movimentadas ou redes elétricas cruzando este fragmento (Figuras 1 e 2).

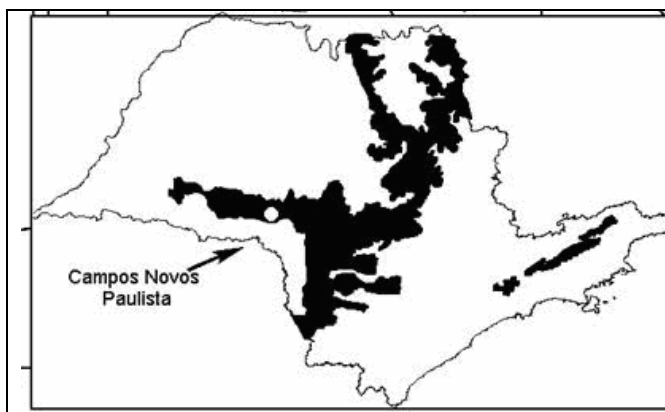


Figura 1 - Mapa de localização no estado de São Paulo e detalhe do fragmento em Campos Novos Paulista,

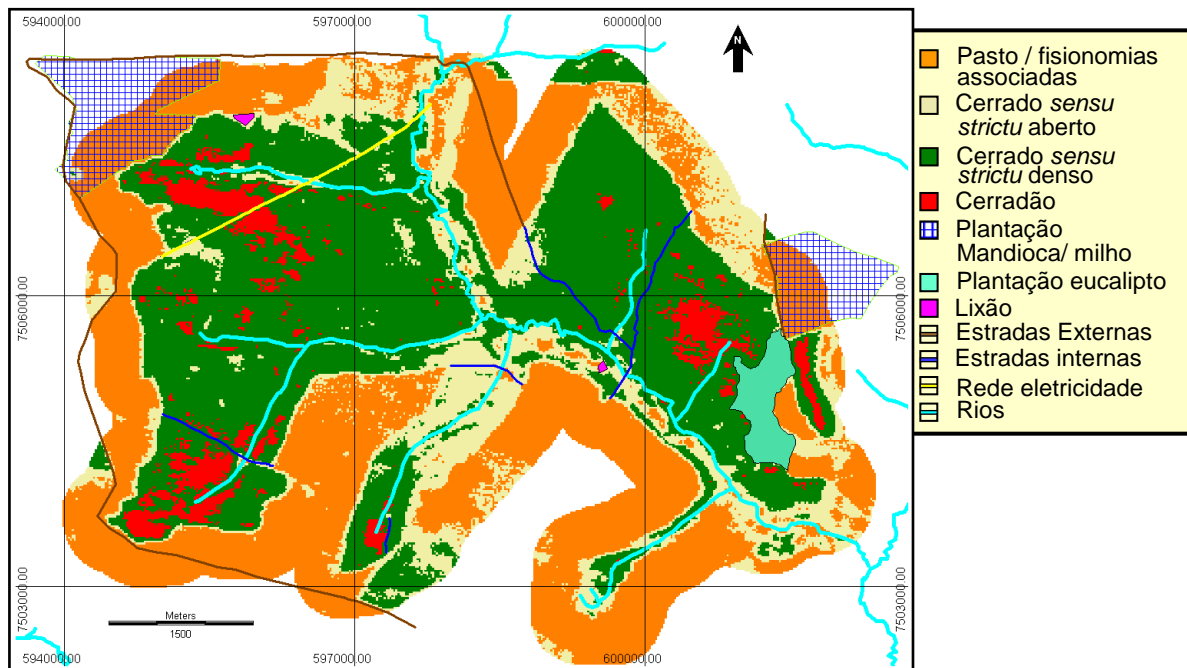


Figura 2.- Mapa do fragmento estudado, envolto por uma zona externa de 500 metros, indicando as fisionomias vegetais e os possíveis fatores de influência.

Para fazer a separação das fisionomias foi usado imagens de vermelho e infravermelho do CBERS-2 de 06/09/2006 (resolução espacial de 20 X 20 metros) na formação do IVDN e feita a reclassificação com valores para Cerrado estabelecidos por Mesquita Jr., 1998 e 2003. Os locais de plantação, lixão e trilhas foram determinados na campanha de campo usando GPS (do inglês Global Position System) *datum* Córrego Alegre. Foram percorridos alguns trechos desse fragmento, e foi anotado automaticamente no aparelho GPS os pontos percorridos a cada 20 metros de distância, e manualmente os pontos onde foram encontrados os buracos de tatu. A coleta de dados em campo foi feita uma única campanha, em alguns dias seguidos, percorrendo no total 26,2 km nos primeiros dias de abril de 2008 procurando por buracos de tatu.

O modelo de qualidade foi feita em ambiente computacional usando IdrisiTM desenvolvido pela Clark University (1987-2006). A primeira etapa foi a decisão dos principais fatores que poderiam estar modificando a qualidade do habitat para os tatu, presentes na tabela 1. Em seqüência foi determinado o tipo de influência de cada um dos fatores, podendo estes interferindo positivamente ou negativamente, e foi determinado também a distância desta interferência máxima.

Para calcular a influência relativa de cada fator, foi usado um método desenvolvido por Saaty (1977), que é um processo de hierarquização de cada fator, comparando-os de dois em dois, em uma matriz quadrada, definido como Processo Hierárquico Analítico (AHP). Um conjunto de 7 pesquisadores, ecólogos e zoólogos, não especializados em tatus, preencheram essas matrizes de acordo com o método proposto por Saaty (1977), e corroborado por Eastman et al. (1995), preenchendo com valores entre 1/9 a 9, indicando respectivamente muito baixa ou muito alta importância entre o fator presente na linha em relação ao fator na coluna, com valores intermediários e preenchendo com 1 caso ambos tenham a mesma importância.

Para a padronização dos dados, foi feito o mapa de distância para os fatores indicados na tabela 1 uma zona de abrangência, e a partir destes mapas de distância foram padronizados em

escala fuzzy usando o programa Idrisi, variando de 0 a 255, em que os valores de distâncias menores em relação ao fator, recebem os melhores valores, caso seja um fator de influência positiva; ou menores caso seja um de natureza negativa, e nas distâncias próximas ao valor máximo de abrangência, recebem os valores opostos. Para os outros fatores que não influenciam áreas além das de ocorrência desse fator, foram usados mapas com locais de presença ou ausência do fator, podendo este apresentar valor de 0 ou 255, dependendo do tipo de influência, e os locais de ausência apresentando valor oposto.

Com a ferramenta MCE do Idrisi, foi feito o mapa de qualidade, unindo os fatores e seus pesos. A partir deste mapa, foi feita uma reclassificação separando igualmente em 4 faixas os valores compreendidos entre o menor e o maior valor encontrado, indicando regiões de qualidade ruim, média ruim, média boa, e boa. Foi feita a separação de trechos do vetor de trilhas de acordo com as classes de qualidades encontradas e os pontos dos buracos de tatu foram contados para cada trecho das trilhas e comparados com o esperado.

Tabela1. Fatores definidos influenciando a qualidade do habitat para tatu, e suas variações.

Fator	Tipo de influência	Abrangência máxima (m)
Plantação Milho / Mandioca	positivo	200
Distância de estradas movimentadas	negativo	300
Estradas/ Caminhos internos	negativo	150
Distância da borda	negativo	100
Distância da rede de energia elétrica	positivo	100
Proximidade com corpos d'água	positivo	300
Distância de lixão	negativo	300
Declividade	negativo	apenas locais com declividade superior a 20°
Plantação eucalipto	negativo	apenas local do fator
Cerradão	positivo	apenas local do fator
Cerrado ss mais denso	positivo	apenas local do fator
Cerrado ss ralo	positivo	apenas local do fator
Fisionomias associadas/ pasto	negativo	apenas local do fator

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.

O mapa de qualidade de habitat para tatu, presente na figura 2, mostra todos os valores de qualidade encontrados, para mostrar a influência dos fatores nas áreas. A Figura 3 indica as classes de qualidade já definidas, sendo estas, ruim, média ruim, média boa e boa.

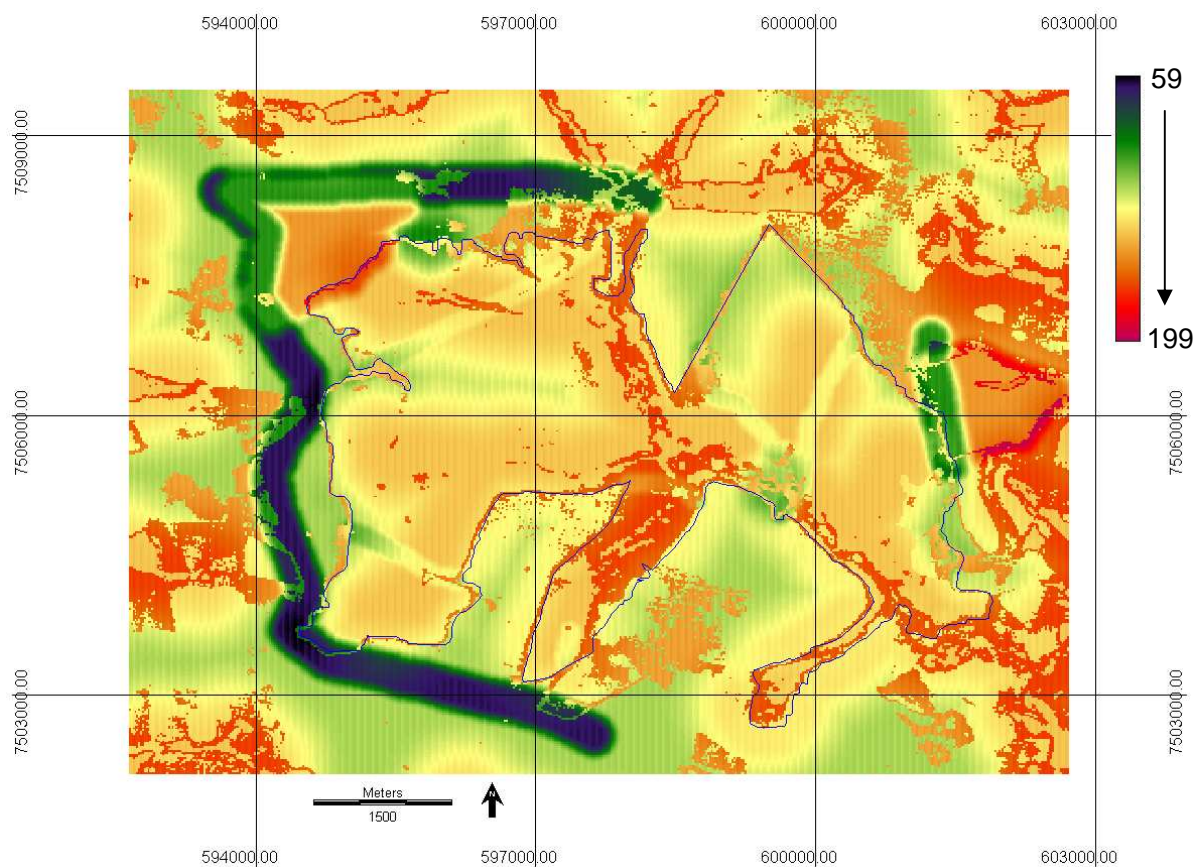


Figura 3. Mapa indicando a qualidade do habitat para tatus no fragmento e arredores, levando-se em conta que quanto maior o número do gradiente, maior a qualidade.

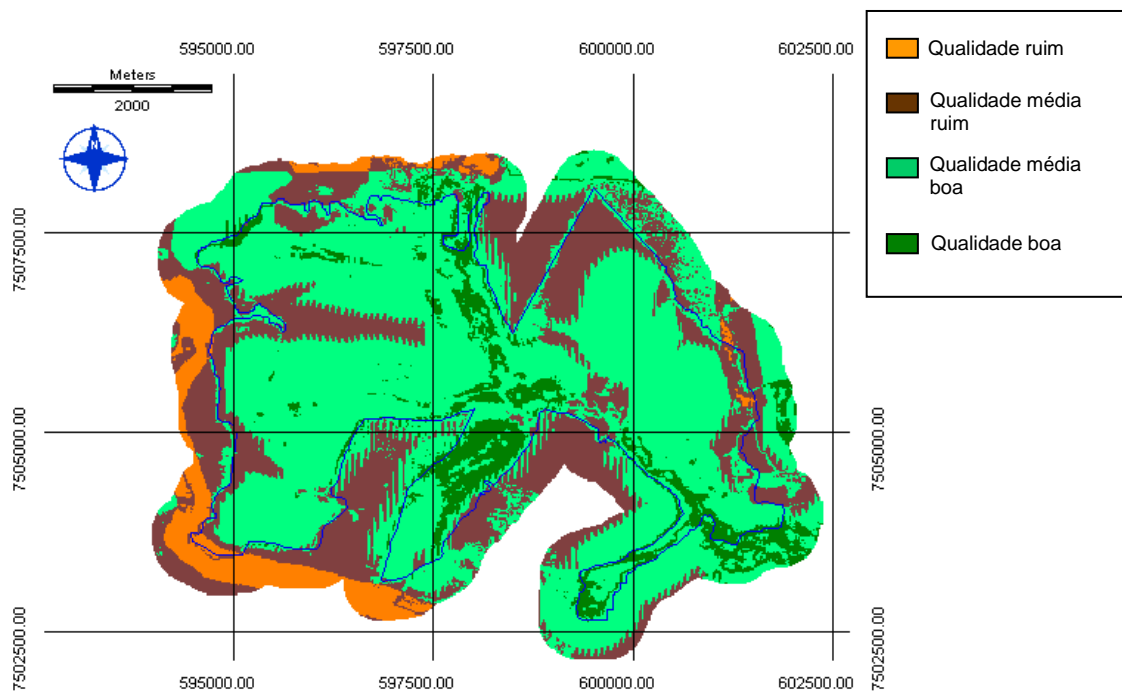


Figura 4. Mapa indicando as quatro classes de qualidades.

As trilhas abertas na campanha de campo foram transformadas em vetores e classificadas conforme a qualidade ambiental encontrada na Figura 5. Nesta mesma figura, pode-se observar que não há trilhas percorridas com a qualidade ruim, em função dos critérios de qualidade escolhidos a partir dos conhecimentos prévios. Foram encontrados 352 buracos de tatu nos 26,2 km de trilha percorridos: nos 12,87 km de trilhas de qualidade média boa estão dispostos 240 buracos, com média de 18,65 buracos por quilômetro percorrido; na trilha de qualidade média ruim, a média cai para 7,5 buracos por quilômetro percorrido, com 8,26 km percorridos e 62 buracos encontrados. A média de buracos por quilômetro percorrido para as trilhas de qualidade boa é 9,86, com 5,07 km percorridos, e 50 buracos encontrados.

Apesar de a densidade média de buracos nas trilhas com qualidade boa ser inferior às das trilhas de qualidade média boa, a soma dessas duas densidades continuam bem acima da encontrada nas trilhas de qualidade média ruim, o que faz com que esse método tenha mostrado bastante eficácia nessa análise, e mostra que os tatus parecem ser influenciados por esses fatores escolhidos.

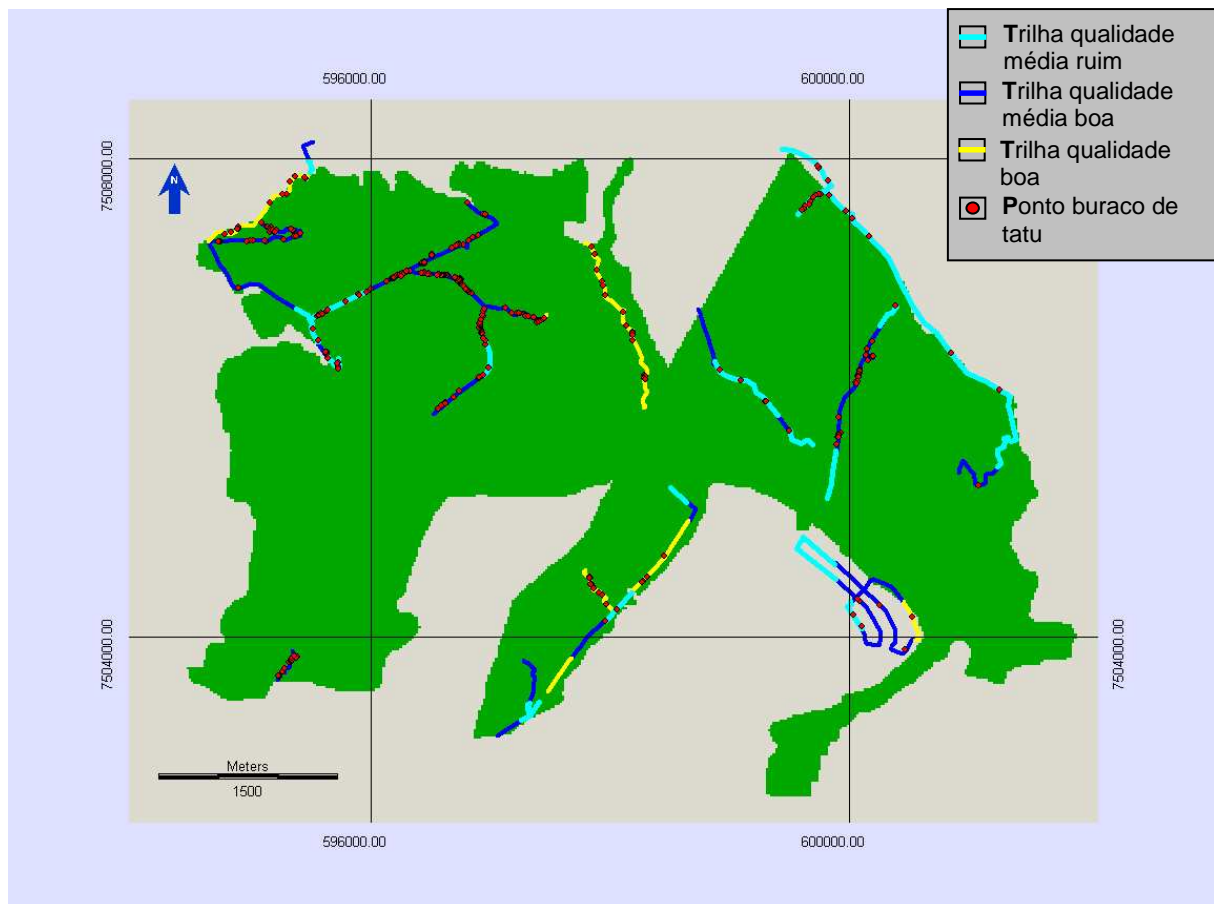


Figura 5. Trilhas percorridas procurando buracos de tatu já classificadas em relação à sua qualidade, e com os pontos dos buracos distribuídos.

Talvez, um refinamento possível de ser feito em estudos posteriores, é a separação dos tatus, em espécies, pois cada espécie pode ter um padrão de distribuição diferente, com requerimentos próprios e distintos. E a falta de informação disponível sobre essa família também dificulta esse tipo de estudo, pois, as tomadas de decisão requerem muito

conhecimento prévio, e que quanto mais dados se têm sobre o comportamento e distribuição, mais embasado fica o estudo, e conseqüentemente mais informativo.

4. CONCLUSÕES

Como há relativamente pouco estudo disponível sobre essa família, este trabalho vai fornecer pistas importantes sobre a distribuição dos tatus, e servirá como base para estudos mais aprofundados sobre esses animais e seus habitats.

As imagens CBERS apresentaram as mesmas classes de cobertura vegetal dentro do fragmento que outros estudos feitos com imagens LANDSAT.

O MCE apresentou resultados bastante satisfatórios embora um refinamento maior dos fatores escolhidos, possa melhorar ainda mais os mapas de qualidade ambiental não apenas para tatus em geral, mas também para outras as variedades de tatus que existem.

BIBLIOGRAFIA:

Bitencourt, M.D. & Mendonça, R. R.. Diagnóstico cartográfico dos remanescentes de cerrado em São Paulo. In: Bitencourt, M. D. & Mendonça, R. R. (Org.) **Viabilidade de conservação dos remanescentes de cerrado do Estado de São Paulo**. São Paulo: Editora Annablume, 2004. Cap. 1, p 17-28

Bitencourt, M.D.; Mesquita Jr., H. N.; kuntschik, g.; rocha, h. R.; furley, p. A. Cerrado vegetation study using optical and radar remote sensing: two Brazilian case studies. *Canadian Journal of Remote Sensing*, v. 33, p. 468-480. 2007.

Bonato V. et al. Ecology of the armadillos *cabassous unicinctus* and *euphractus sexcinctus* (cingulata: dasypodidae) in a brazilian cerrado, **Journal of Mammalogy**, v.89, n.1, p.168–174, 2008.

Durigan, G. et al. A vegetação dos remanescentes de cerrado do estado de São Paulo. In: Bitencourt, M. D. & Mendonça, R. R. (Org.) **Viabilidade de conservação dos remanescentes de cerrado do Estado de São Paulo**. São Paulo: Editora Annablume, 2004. Cap. 2, p. 29-56.

Eastman, J. R.; Jin, W.; Kyem, P. A. K.; Toledano J. Raster procedures for multi-criteria/multi-objective decisions. **Photogrammetric Engineering & Remote Sensing**. V. 61, n. 5, p. 539-547. 1995.

Eisenberg, J. F. & Redford, K.H. **Mammals of the Neotropics**. v.3 Chicago: The University of Chicago Press. 1999. p. 98-102.

Kronka, F. J. N. et al. **Áreas de domínio de cerrado no Estado de São Paulo**. São Paulo: Secretaria de Estado do Meio Ambiente, Instituto Florestal, 1998.

Mesquita jr, H. N. **Análise temporal com sensor orbital de unidades fisionômicas de cerrado na Gleba Pé-de-Gigante (Parque Estadual de Vassununga – SP)**. Dissertação (mestrado em ecologia) – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, Brasil. 1998.

Mesquita jr. H.N. **Modelagem das variações da resposta espectral das fisionomias de cerrado em relação às variações climáticas sazonais**. Tese (Tese de doutorado em ecologia) – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, Brasil. 2003.

Saaty, T.L. A scaling method for priorities in hierarchical structures. **Journal of Mathematical Psychology**, v.15, p. 234-281, 1977.