

Estudo e monitoramento de animais através do sensoriamento remoto e do geoprocessamento

José Eduardo Mantovani

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE
Av. dos Astronautas, 1758 - Caixa Postal 515
12201-970 - São José dos Campos, SP, Brasil
manto@dsr.inpe.br

Resumo. As modernas tecnologias que se originaram da corrida espacial estão sendo utilizadas e desenvolvidas simultaneamente nos mais diferentes campos do conhecimento. Neste artigo serão apresentadas algumas formas de se estudar e monitorar animais, desde as mais antigas até as mais modernas, mostrando o usos e as potencialidades do sensoriamento remoto e do geoprocessamento.

Palavras-chave: fauna, animais, sensoriamento remoto, satélites, Pantanal, radiotelemetria.

Abstract. Modern technologies which came from space race have been used and developed simultaneously at the most different knowledge areas. This article presents some ways to study and monitor animals, from the most ancient to the most modern ones, showing uses and potentialities of remote sensing and geoprocessing.

Key-words: remote sensing, fauna, animals, satellites, Pantanal, radio-telemetry.

1. Introdução

Nos trabalhos de conservação de recursos naturais o conhecimento da fauna é imprescindível, pois os animais participam ativamente da construção e manutenção dos ecossistemas. Quanto maior nosso conhecimento sobre a ecologia dos animais de vida livre, maior será nossa capacidade de utilizar recursos naturais com o menor impacto sobre o ecossistema, e consequentemente maior a sustentabilidade da exploração dos recursos. Uma das faces da vida animal que precisa ser entendida é a distribuição dos animais em uma dada região, em outras palavras, como os animais utilizam o espaço onde vivem.

Responder questões como: “Qual a área de ocorrência?”, “Onde se alimentam?”, “Onde se abrigam?” “Onde se reproduzem?”, “Quanto tempo permanecem em cada local?”, “Qual a densidade?”, “Como se dispersam?”, dentre outras, são importantes na busca pelo conhecimento, e fundamentais para o manejo de espécies ameaçadas de extinção ou para garantir o uso sustentável das mesmas. As geotecnologias vêm sendo ainda pouco utilizadas em estudos da fauna comparando-se com aplicações na agricultura, por exemplo. Entretanto, o uso vem crescendo continuamente. A seguir serão mostradas formas diferentes, porém complementares, de utilização de geotecnologias no estudo dos animais e que podem ser empregadas na região do Pantanal.

2. Formas de utilização das geotecnologias

2.1 Uso de imagens ou fotografias no planejamento de trabalhos de campo

Este é talvez o uso mais simples de geotecnologias no estudo dos animais. Em muitos projetos são utilizadas fotografias aéreas ou imagens de satélite para a seleção de locais mais apropriados para a coleta de dados ou amostras relativas à fauna. Como as imagens de satélite e as fotografias aéreas fornecem uma boa visão da cobertura vegetal e do uso do solo de grandes áreas, elas podem auxiliar grandemente o planejamento de trabalhos de campo.

Em linhas gerais, podem ser usadas para seleção de locais para colocação de armadilhas; seleção de locais para procura de vestígios; seleção de trechos de rios para armação de redes; seleção de fragmentos de floresta para colocação de redes de neblina para captura de aves; seleção de estradas para definição de trajetos de busca de vestígios, etc.

Este tipo de utilização é tão simples que na maioria das vezes não é citado na descrição da metodologia empregada no projeto.

2.2 Imagens ou fotografias para identificação de áreas disponíveis

Um outro uso bastante simples de fotografias aéreas e de imagens de satélite é feito na identificação e seleção de áreas. Em projetos de preservação de espécies animais é comum a busca por áreas mais propícias para a manutenção de populações viáveis, ou para a reintrodução de certo número de indivíduos provenientes de zoológicos ou de áreas inundadas de hidrelétricas, por exemplo.

Nestes casos a seleção de áreas considera principalmente fatores como tamanho, localização, tipo de habitat, entre outros. Estes fatores ligados à forma, tamanho e tipo da vegetação podem ser facilmente verificados nas imagens e fotografias aéreas, o que as torna muito úteis nestes trabalhos. Após a seleção de áreas potencialmente favoráveis, a verificação

in loco de outros fatores relevantes, como presença de caçadores ou poluentes, vai levar à escolha definitiva das áreas para a execução do projeto.

2.3 Mapeamento de perda ou fragmentação de habitat

A perda e a fragmentação de habitats têm sido reconhecidas como as principais causas da extinção de espécies na atualidade, e são originadas das atividades humanas ligadas à ocupação e ao uso do espaço nos continentes.

Podemos a grosso modo classificar as áreas ocupadas pelas atividades humanas em dois grandes grupos no que tange a forma. Podemos então ter áreas que tendem ao formato compacto, e áreas que tendem a formas alongadas.

As formas compactas podem ser originadas por queimadas freqüentes, desmatamentos, culturas agrícolas, pastagens e áreas urbanas, por exemplo. Estas atividades alteram drasticamente as condições naturais, de tal modo que o habitat, entendido como o conjunto de condições propícias para os animais, deixa de existir para muitas espécies, notadamente as mais exigentes ou sensíveis. A área ocupada pelas atividades humanas não deixa de existir, mas mesmo assim gera o que se chama “perda de habitat”, pois para a maioria das espécies animais ali pré-existentes as novas condições ambientais não são mais propícias. Nestas áreas modificadas muitos dos animais fogem ou morrem.

As áreas de formato alongado podem ser originadas de atividades de movimentação, seja de pessoas, de material, ou ainda de energia e informações. Exemplos característicos são rodovias, ferrovias, gasodutos e oleodutos, redes elétricas e de comunicações. Estas ocupações, juntamente com as áreas de formato compacto, promovem a fragmentação do habitat, isto é, a separação do habitat em partes menores, criando dificuldades de deslocamento e ocupação efetiva do habitat pelas espécies animais mais sensíveis.

As imagens de satélite e as fotografias aéreas vêm sendo muito utilizadas no mapeamento de desmatamentos, queimadas, culturas agrícolas, expansão urbana, rodovias, ferrovias e etc., gerando informações espacializadas que podem ser muito úteis nos estudos de perda e fragmentação de habitats. No Brasil existem mapas disponíveis na WEB sobre desmatamentos, algumas culturas agrícolas, e de queimadas que podem de certo modo ser utilizados nestes estudos (acessar www.obt.inpe.br).

2.4 Previsão de perda de habitat

Uma vez conhecidas a área de distribuição, a densidade e o habitat potencial de uma determinada espécie, podem ser feitas previsões baseadas em mudanças provocadas por atividades humanas ou naturais. Estimativas populacionais podem ser feitas para o tempo atual e para um tempo futuro, considerando-se a taxa de perda de habitat (desmatamento, queimadas, poluição de rios e lagos, aterro de mangues ou várzeas, modificação na vegetação e nas condições micro climáticas, por exemplo) no período de tempo considerado, através de programas de modelagem em ambiente computacional (Peterson et al., 2002).

Estudos mais recentes mostram que a perda de habitat em números absolutos não reflete exatamente o prejuízo causado aos animais, pois a distribuição espacial das áreas restantes, isto é, o arranjo dos fragmentos de habitats na paisagem influencia fortemente a capacidade dos animais de se ajustar e se manter nas novas condições previstas.

Nos estudos sobre o arranjo dos fragmentos de habitat na paisagem são freqüentemente empregadas imagens de satélite como fonte primordial de dados sobre a cobertura vegetal e o uso da terra. Após uma etapa de classificação o mapa de fragmentos de habitat resultante é manipulado em um sistema de informações geográficas (SIG). Neste ambiente podem ser aplicadas diversas medidas para quantificar o arranjo espacial da paisagem, como por exemplo a distância média entre os fragmentos, o número de fragmentos, a conectividade

entre os fragmentos, a dimensão fractal, a relação perímetro/área média, a dominância, e o contagio, entre outras (Périco, et al., 2005).

2.5 Mapeamento de Hábitat Potencial

O termo hábitat como empregado em ecologia designa um espaço e as condições ambientais nele existentes, caracterizando a área onde vive uma ou mais espécies. De modo simplificado, o hábitat de uma espécie pode ser entendido como o lugar onde ela vive, onde pode ser encontrada. Este lugar é caracterizado por um conjunto de fatores ambientais, os quais definem as condições mínimas exigidas por determinada espécie.

Geralmente o conhecimento da distribuição das espécies animais é bastante superficial, baseado em pontos isolados de observação, onde foram avistados ou capturados exemplares, ou onde foram encontrados vestígios da sua presença. O conhecimento do ambiente nos pontos conhecidos leva a caracterização geral do hábitat da espécie, que por sua vez pode ser usado para se estimar a distribuição potencial da mesma.

Imagens de satélite, fotografias aéreas e mapas temáticos podem ser utilizados em conjunto para mapear o hábitat potencial de uma determinada espécie, atual ou extinta, através das informações de cobertura vegetal, hidrografia, tipos de solos, dentre outras de natureza espacial. Estes trabalhos sempre envolvem o uso de modelos, sejam conceituais ou computacionais. A exatidão dos resultados dependerá fundamentalmente do conhecimento sobre a espécie considerada, do grau de especificidade da espécie em relação aos parâmetros ambientais, e do tipo e qualidade das informações de entrada no processo.

Quando se trabalha com modelagem de distribuição de hábitat potencial, ou mesmo de distribuição espacial de espécies, deve-se sempre considerar os efeitos de escala nos processos de ocupação do hábitat pelos animais, tanto temporal como espacial (Bissonete, 1977). Nesta questão as imagens de satélite devem ser escolhidas considerando um espaço de tempo e uma ou mais escalas espaciais, isto é, usar imagens de diferentes resoluções espaciais.

A identificação e o mapeamento de habitats potenciais são muito úteis em planos de reintrodução de espécies ameaçadas de extinção em áreas onde não ocorrem mais. Além disso, podem também ser usados para o planejamento da amostragem de fauna de vida livre (Mattos et al., 2005). Um programa computacional bastante utilizado atualmente para modelagem de distribuição espacial é o GARP (Genetic Algorithm for Rule-set Prediction), que aceita varias fontes de dados espaciais (Stockwell and Peters, 1999).

No meio aquático geralmente são consideradas a temperatura da água, a profundidade, a velocidade da corrente, o pH, a presença de plâncton ou de macrófitas aquáticas, dentre outras variáveis para a modelagem de hábitat (Arraut et al., 2005; Ferraz et al., 2005).

Uma aplicação bastante similar a do mapeamento de hábitat potencial é o mapeamento de massas de água por classes de potencial de captura de peixes marinhos, utilizando como entrada do modelo temperatura da superfície, ventos e concentração de clorofila, dentre outras variáveis (Zagaglia et al., 2004).

2.6 Identificação e mapeamento de animais através de vestígios na vegetação

Os insetos podem às vezes formar grupos muitos grandes e provocar alterações na reflectância espectral da vegetação, seja pela diminuição da biomassa foliar, ou seja, pela alteração do vigor das plantas. Insetos herbívoros como os gafanhotos (Orthoptera) alimentam-se, na fase de ninfa e na fase adulta, das folhas das plantas, principalmente daquelas de ciclo curto, pouco lenhosas, como muitas das culturas comerciais (milho, arroz, pastagens, etc.). As borboletas (Lepidóptera) adultas alimentam-se principalmente de néctar, mas durante a fase larval (lagarta) alimentam-se da biomassa foliar, exibindo uma especificidade alimentar maior que os gafanhotos. A diminuição da biomassa foliar provoca uma diminuição da reflectância no

infravermelho próximo e um aumento da reflectância na faixa do visível proveniente do solo, alterando consequentemente os níveis de cinza nas imagens multiespectrais.

Outros insetos, como muitos besouros (Coleóptera), durante a fase larval vivem nas partes lenhosas das árvores, onde cavam galerias e alimentam-se da madeira, causando uma alteração no metabolismo da planta. Como consequência, a planta passa a apresentar alterações no vigor de crescimento e no desenvolvimento das folhas, podendo morrer dependendo do dano causado. Estas alterações provocam alterações na reflectância do dossel da vegetação, e podem ser identificadas em imagens e fotografias aéreas, no visível e no infravermelho (**Figura 1**).



Figura 1- Fotografia aérea colorida de uma plantação de conífera. No centro pode ser observada a alteração na vegetação provocada por larvas do besouro *Dendroctonus frontalis*. (fonte: <http://kelab.tamu.edu/standard/spbcorridors/>)

Como o índice de vegetação da diferença normalizada (IVDN) considera as radiâncias medidas nas faixas espectrais do visível e do infravermelho próximo, ele pode ser usado na detecção e mapeamento das áreas de alta densidade destes insetos.

2.7 Identificação e senso de animais

Determinar a densidade de ocupação de uma área por uma espécie animal pode ser fundamental para planos de manejo ou planos de reintrodução. A densidade de ocupação é o número de indivíduos por unidade de área, e esta informação depende de levantamentos de campo ao nível do solo, ou através de levantamentos aéreos (senso aéreos) com ou sem fotografias aéreas (**Figura 2**).



Figura 2- Fotografia aérea de pequeno formato utilizada para o senso de pingüins na Antártida.
(Fonte: www.rekel.nl/zuidpool/zuidpool.htm)

Em uma fotografia aérea é possível contar o número de aves ou de cervos em uma planície de inundação, por exemplo. Este tipo de senso aéreo tem sido utilizado com sucesso para o levantamento de aves migradoras que se juntam em bandos em determinados locais onde se alimentam ou se reproduzem.

Com exceção das fotografias aéreas obtidas especificamente para trabalhos de recenseamento de espécies animais (principalmente de aves), esta aplicação ainda está muito pouco desenvolvida, pois as imagens de satélite de alta resolução espacial são muito recentes. As imagens dos satélites mais novos, como Ikonos e QuikBird, provavelmente permitiriam a identificação e mapeamento dos animais de grande porte, como gado bovino, elefantes, elefantes marinhos, mas ainda não foram estudadas com tal finalidade. Animais aquáticos de grande porte, como baleias e tubarão-baleia, possuem tamanho suficiente para englobar vários elementos de resolução (“pixels”), mas provavelmente não apresentam contraste (diferença de reflectância entre os alvos) suficiente com a água para serem reconhecidos nas imagens.

As imagens de maior resolução espacial na faixa do infravermelho termal, como a imagem da banda 6 do ETM/Landsat 7, com 60 metros de resolução, permitiriam o mapeamento de aglomerações de animais, como por exemplo os mamíferos marinhos da ordem Pinnipedia (focas, lobos marinhos, elefantes marinhos, por exemplo), que formam enormes bandos nas praias durante o período reprodutivo. Entretanto, estudos com imageamento de animais na faixa do infravermelho foram feitos, até o momento, apenas com câmaras aerotransportadas.

Uma ferramenta relativamente recente é a videografia, que consiste basicamente de uma câmara filmadora digital acoplada a um receptor GPS, instalada em um avião ou aeromodelo de grande porte. Com este equipamento é possível obter imagens coloridas de alta resolução espacial com localização geográfica bem definida. Esta ferramenta certamente pode ser muito eficiente para a localização e contagem de animais em áreas abertas como boa parte do Pantanal.

2.8 Rastreamento e monitoramento de animais

A alta mobilidade dos animais no seu ambiente natural é uma variável a mais para o entendimento do funcionamento das comunidades, aumentando a dificuldade de manejar os ecossistemas, seja com finalidade exploratória ou de conservação. Muitas vezes os animais apresentam hábitos noturnos, o que praticamente impede a observação visual, ou a locomoção pela área de estudo no ambiente terrestre é complicada pela falta de estradas, ou ainda a observação em ambiente aquático é dificultada pelas condições atmosféricas ou da própria água.

O avanço da tecnologia espacial trouxe a possibilidade de rastrear e monitorar alvos móveis em qualquer parte do globo e sem a presença do observador, através do sistema Argos ou do Sistema Brasileiro de Coleta de Dados Ambientais (SBCDA), por exemplo. Estes sistemas começaram a ser desenvolvidos na década de 70, e hoje em dia são utilizados para o rastreamento de alvos móveis em todos os continentes e mares.

Estes sistemas são constituídos de três segmentos: os transmissores que ficam presos aos animais, os satélites que captam os sinais dos transmissores e os retransmitem para a terra, e os centros de processamento e difusão dos dados coletados (**Figura 3**). Os transmissores, também denominados PTT (do inglês Platform Transmitter Terminal), são identificados através do código identificador (ID), que deve ser solicitado ao Centro gerenciador do sistema ou a seus representantes regionais, sendo no Brasil o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).



Figura 3- O sistema Argos e seus três segmentos. (Fonte: www.cls.fr)

O segmento espacial do sistema Argos é formado pelos satélites TIROS-N da NOAA, de órbita quase polar, a uma altitude nominal de 850 km. O SBCDA conta com os satélites SCD de órbita equatorial e também com os satélites CBERS de órbita polar. Um mesmo animal pode ser rastreado por apenas um ou pelos dois sistemas simultaneamente, possibilitando a coleta de um grande numero de dados sobre a movimentação e sobre o próprio animal.

O primeiro animal rastreado via satélite foi o alce (*Cervus elaphus*) nos EUA, logo no início da década de 70, com um colar (contendo uma PTT) de cerca de 11 Kg. Atualmente as menores PTTs pesam pouco mais de 10 gramas e podem durar algumas dezenas de dias, ao passo que as maiores PTTs pesam entre 1 e 3 kg podem durar de 1 a 3 anos, e PTTs com painéis solares podem pesar entre dezenas e centenas de gramas e durar alguns meses ou até mesmo 5 anos.

Com estes transmissores uma variada gama de animais vem sendo monitorada, como aves terrestres (falcões, águias, garças), marinhas (albatrozes) e aquáticas (pingüins); mamíferos terrestres (macacos, canídeos e felídeos, elefantes, antílopes); mamíferos marinhos (baleias,

golfinhos, peixes-boi, elefantes marinhos), e peixes (atum, tubarão-baleia) (Mantovani, 2003). Além do rastreamento (localização) estes animais também podem ter monitoradas algumas funções como batimento cardíaco, temperatura, e variáveis externas como a luminosidade, por exemplo, desde que sejam acoplados sensores adequados para tal finalidade (Mantovani e Lorenzzetti, 2004).

Todos estes dados podem ser coletados e transmitidos do animal para o pesquisador em tempo quase real, através da internet ou via FAX, por exemplo. Os dados recebidos podem ser sobrepostos a mapas de cobertura vegetal ou de hábitat potencial, para estudos sobre os deslocamentos ou sobre a área de vida dos animais (**Figura 4**).

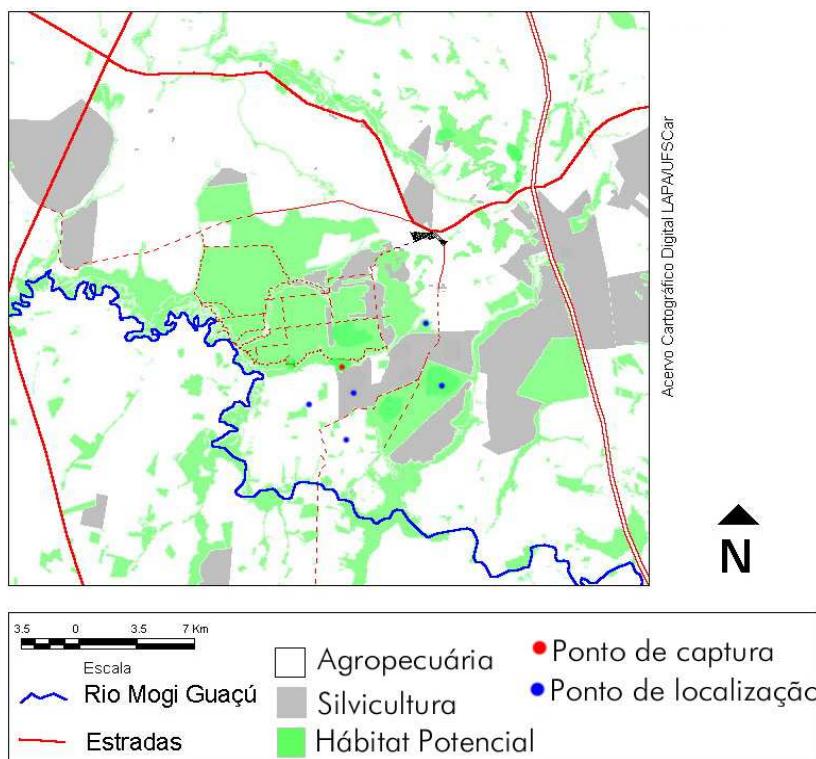


Figura 4- Localizações de lobo-guará na região nordeste do Estado de São Paulo.

No Brasil foram realizados estudos com tuiuiús (*Jabiru mycteria*) no Pantanal (Antas, 1997), com tartarugas de água doce da bacia amazônica (Vogt, 2006), com tartarugas marinhas (Godley et al., 2003), com lobos-guarás (Mantovani, 2001), dentre outros.

O cálculo da posição do animal pode ser feito de duas formas. Na primeira forma a posição é calculada através do desvio Doppler dos sinais emitidos pelo PTT, e os erros de localização variam tipicamente em torno de algumas centenas de metros. Na segunda um receptor GPS é acoplado ao PTT, de modo os sistemas Argos ou SBCDA já recebem as coordenadas calculadas pelo GPS e enviadas pelo transmissor.

Uma outra importante utilização dos sistemas de rastreamento e monitoramento via satélite é a fiscalização de embarcações de pesca no mar. O rastreamento via satélite vem sendo usado em vários países para averiguar se os barcos de pesca realmente pescam em áreas permitidas, o que é muito importante no caso do manejo de estoques pesqueiros. Este sistema está sendo implementado no Brasil com a utilização dos satélites brasileiros, e pode talvez ser utilizado em águas interiores também.

3 Conclusões

No início o sensoriamento remoto foi fortemente impulsionado pelos estudos geológicos, passando posteriormente pelos estudos agrícolas, urbanos e florestais principalmente. Ultimamente os estudos dos ciclos de energia e matéria vem exigindo o desenvolvimento de sensores com resoluções espectrais e espaciais cada vez melhores. Com certeza chegará o dia em que sensores de altíssimas resoluções temporal, espacial, espectral e radiométrica, permitirão fazer rotineiramente o monitoramento da fauna, ou parte dela, trazendo enormes benefícios para os estudos e também para a conservação deste importante elo da natureza.

Os sistemas de rastreamento via satélite estão cada vez mais sensíveis, de modo que os transmissores instalados nos animais não precisam ter elevada potência de transmissão, prolongando a vida útil. Em breve os transmissores instalados nos animais serão capazes de trocar informações com os satélites, o que poderá ser usado para modificar a programação de coleta de dados, prolongar a vida útil e coletar dados das mais diversas maneiras.

4 Referências bibliográficas

- Antas, P.T.Z. **Sob os céus do Pantanal: ecologia do tuiuiú.** Santiago: Monsanto, 1997.
- Arraut, E. M.; Rudorff, C. M.; Barbosa, C. C. F.; Mantovani, J. E.; Novo, E. M. L. M. Modelagem da distribuição espacial do Peixe-boi Amazônico (*Trichechus inunguis*) no Lago Grande de Curuai, PA, no período da cheia, através de técnicas de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 12., 2005, Goiânia. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2006. p. 2827-2834. Disponível na biblioteca digital URLib: <ltid.inpe.br/sbsr/2004/11.21.20.23>. Acesso em: 01 out. 2006.
- Bissonete, J.A. (ed) **Wildlife and landscape ecology: effects of pattern and scale.** New York, Springer-Verlag. 1977. 428 p.
- Ferraz, S. F. B.; Villaça, A. M.; Vettorazzi, C. A.; Gerhard, P.; Ferraz, K. M. P. M. B.; Verdade, L. M. Uso de imagens CBERS2 (sensor CCD) para identificação de habitats aquáticos de crocodilianos no reservatório da usina Luiz Eduardo Magalhães, Tocantins. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 12., 2005, Goiânia. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2006. p. 937-944. Disponível na biblioteca digital URLib: <ltid.inpe.br/sbsr/2004/11.21.20.23>. Acesso em: 01 out. 2006.
- Godley, B.J.; E Lima, E.H.S.M.; Åkesson, S.; Broderick, A.C.; Glen, F.; Godfrey, M.H.; Luschi, P.; Hays, G.C. Movement patterns of green turtles in Brazilian coastal waters described by satellite tracking and flipper tagging. **Marine Ecology Progress Series**, v. 253, p.279-288, 2003.
- Mantovani, J.E.; Lorenzetti, J. A. **Uso de dados NOAA no monitoramento de bóias e animais: o sistema Argos.** In: Nelson de Jesus Ferreira (ed) Aplicações ambientais brasileiras dos satélites NOAA e TIROS N. 1 ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2004, p. 165-187.
- Mantovani, J.E. Telemetria convencional e via satélite na determinação das áreas de vida de três espécies de carnívoros da região nordeste do estado de São Paulo. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos. 2001.
- Mantovani, J.E.; Santos, J. E.; Pires, J.S.R. Rastreamento via satélite de animais: performance do sistema Argos em diferentes situações.. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 12., 2003, Belo Horizonte. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2006. p. 589-594. Disponível na biblioteca digital URLib: <ltid.inpe.br/sbsr/2002/11.18.08.07>. Acesso em: 01 out. 2006.
- Mattos, J.C.F.; Carvalho Jr, O.A.; Guimarães, R.F.; Machado, R.B.; Barros, Y.M.; Gomes, R.A.T. Emprego da imagem Landsat 7 ETM+ e parâmetros morfométricos para determinação da distribuição geográfica de (*Cyanopsita spixii*) utilizando modelagem de nichos ecológicos. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 12., 2005, Goiânia. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2006. p. 2701-2707. Disponível na biblioteca digital URLib: <ltid.inpe.br/sbsr/2004/11.21.20.23>. Acesso em: 07 set. 2006.
- Périco, E.; Cemin, G.; Lima, D. F. B.; Rempel, C. Efeitos da fragmentação de habitats sobre comunidades animais: utilização de sistemas de informação geográfica e de métricas de paisagem para seleção de áreas adequadas a testes. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 12., 2005, Goiânia. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2006. p. 2339-2346. Disponível na biblioteca digital URLib: <ltid.inpe.br/sbsr/2004/11.21.20.23>. Acesso em: 04 out. 2006.

Peterson A. T.; Ortega-Huerta, M. A., Bartley, J., Sanchez-Cordero, V., Soberon, J., Buddemeier, R. H. & Stockwell, D. R. B. Future projections for Mexican faunas under global climate change scenarios. **Nature**, v. 416, p.626-629, 2002.

Stockwell, D.R.B.; Peters, D. The GARP modelling system: Problems and solutions to automated spatial prediction. **International Journal of Geographic Information Science**, v.13, p.143-158. 1999

Vogt, R. Rastreamento de tartarugas amazônicas através do sistema Argos. Comunicação pessoal. 2006

Zagaglia, C. R.; Lorenzzetti, J. A.; Stech, J. L. Remote sensing data and longline catches of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) in the equatorial Atlantic. **Remote Sensing of Environment**, vol. 93, n.1-2, p. 267-281, 2004