

Dados do monitoramento da cobertura vegetal por NDVI na modelagem da distribuição geográfica potencial do lobo-guará (*Chrysocyon bracyurus*).

Renata Sayuri Kawashima¹
Marinez Ferreira de Siqueira²
José Eduardo Mantovani³

¹ Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE.
12227-010. São José dos Campos- SP, Brasil.
resao_sayuri@hotmail.com

² Centro de Referência em Informação Ambiental/CRIA.
Av. Dr. Romeu Tórtima, 388 - Barão Geraldo 13084- 20. Campinas, SP.
marinez@cria.org.br

³ Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE.
Caixa-Postal: 515- 12227-010. São José dos Campos – SP, Brasil.
manto@dsr.inpe.br

Abstract

This study consisted in the application of GARP in modeling the potential habitat of the maned wolf. The main objective was to know the consequences of the actual habitat fragmentation for this species. To build the models, 39 surveys with occurrence of the maned wolf were compiled and the following digital maps were used: temperature, precipitation, elevation data and NDVI of 1995 and 2000. Current models from 1995 show an expansion of the potential distribution area and the were more concentrated in the central-western and south-eastern regions of Brazil. The resulting model for the year 2000 shows a potential expansion of wolf life area for the north of Brazil. Models using data from 2000 present a greater fragmentation and an overall reduction of the potential area. Southeast of Brazil becomes an important area for future conservation of the maned wolf and the São Paulo State with only 0.95% of the original Cerrado areas still remain. This fact can have serious impacts on the geographic distribution and on the genetic variability of maned wolf populations.

Palavras-chave: GARP, lobo guará, NDVI, modelagem do nicho ecológico, distribuição potencial, maned wolf, NDVI, ecological niche modeling, potential distribution.

1. Introdução

O lobo-guará (*Chrysocyon bracyurus*) é um grande canídeo amplamente distribuído na América do Sul e documentado preferencialmente em áreas de vegetação e campos abertos, como as regiões centro e sudeste do Brasil, nordeste da Argentina, noroeste do Uruguai, leste da Bolívia, extremo sudeste do Peru e Paraguai Langguth (1975), Dietz (1984), Mones e Olazarri (1990). Atualmente é considerado como uma espécie vulnerável IUCN (1994), IBAMA (2003) principalmente pela diminuição e fragmentação de seu habitat Carvalho e Vasconcellos (1995), Mantovani (2001), Mattos (2003).

Com a mecanização da agricultura, a rápida expansão da fronteira agrícola levou o Cerrado brasileiro a ser adicionado à lista de hotspots Mittermeier et al. (1999). Como consequência desse processo, a fauna encontra-se extremamente fragilizada Fonseca et al. (1994). Essa intensa mudança provocada pelo homem no meio ambiente têm ocasionado impactos de diferentes naturezas, inclusive para a biodiversidade.

A conscientização dessas mudanças cresceu e os estudos sobre mudanças globais e seus impactos têm sido destacados no campo das ciências da natureza. Recentemente, atenção considerável tem sido dada aos índices de vegetação calculados a partir do sensor da série Advanced Very High Resolution Radiometer (AVHRR), no qual os índices têm sido amplamente usados para o monitoramento regional ou global da cobertura vegetal Anyamba e Eastman (1996), Potter e Brooks (1998), Richard e Pocard (1998) e estudos no Brasil têm

demonstrado que o NDVI se correlaciona com algumas variáveis climáticas em amplas condições ambientais Gurgel et al. (2003).

A inclusão de dados temporais desse tipo pode fornecer informações para análise de áreas remotas e de grande extensão territorial, como na construção de modelos de distribuição de espécies. A modelagem da distribuição potencial de espécies é uma ferramenta útil na elaboração de estratégias de conservação e manejo da fauna silvestre Cardillo et al. (1999), Stockwell e Peterson (2002), Peterson e Holt (2003), Rushton et al. (2004) identificando áreas de importância para a biodiversidade na conservação dos recursos e no auxílio do monitoramento das mudanças temporais na sua distribuição Oberhauser e Peterson (2003) ou definidas como potenciais para a re-introdução de espécies Siqueira (2005).

O conceito de nicho ecológico fundamental (NF), condições em que a espécie pode existir sem atuação de fatores bióticos limitantes, pode ser investigado para estimar a extensão geográfica potencial das espécies. O NF indica respostas dos indivíduos aos parâmetros físicos, como temperatura, precipitação, elevação, geologia, vegetação, inferindo regiões geográficas da aptidão positiva, no qual combinações das variáveis ambientais associadas com a presença observada da espécie podem ser identificadas e projetadas em paisagens e regiões apropriadas Soberón e Peterson (2005). De acordo com Phillips et al. (2006), o modelo de nicho ecológico (MNE), baseia-se no conjunto de condições ecológicas onde a espécie pode manter a população sem imigração e descreve o espaço ecológico da predição da presença da espécie com suas respectivas áreas representando o potencial de sua distribuição. Neste caso, o modelo resultante determina possíveis locais de ocorrência aumentando a base de conhecimento a respeito do status de ameaça em que se encontram.

O uso de algoritmos genéticos, como *Genetic Algorithm for Rule-set Production* (GARP) comumente usado para inferir a distribuição potencial das espécies Peterson (2001), Stockwell e Noble (1992), Stockwell e Peterson (2002), Peterson e Cohoon (1999), é uma importante ferramenta de análise na biogeografia, evolução, ecologia, conservação e gerenciamento de espécies invasoras Peterson e Vieglais (2001), Anderson e Martinez-Meyer (2004), Ortega-Huerta e Peterson (2004), Gaubert et al. (2006).

Nesse estudo enfocamos o uso dos valores de NDVI e técnicas de modelagem de distribuição geográfica potencial com o objetivo de analisar o atual status da distribuição do lobo-guará em relação ao monitoramento da cobertura vegetal e implicações para a conservação desta espécie. A aplicação do MNE pode auxiliar o conhecimento atual da flutuação populacional e a dinâmica da sazonalidade e migração dessa espécie.

2. Material e Métodos

Foram compilados 39 inventários de registros de ocorrência do lobo-guará (*Chrysocyon bracyurus*) entre o período de 1996 a 2006, provenientes de estudos prévios relacionados principalmente com o comportamento alimentar, levantamento de fauna, matérias na mídia e relatos de pesquisadores.

Foi examinada a distribuição potencial do lobo-guará na região neotropical em associação com três relevantes categorias ambientais: aspectos climáticos, elevação e índice de vegetação por NDVI. Seguindo as recomendações de Chapman et al. (2005) e Siqueira (2005), todas as variáveis ambientais utilizadas foram previamente cortadas para a América do Sul e re-amostradas para um tamanho de célula com 9X9 km. As variáveis climáticas compreenderam mapas digitais de temperatura (máximas dos três meses mais quentes e mínimas dos três meses mais frios), precipitação referente aos três meses mais secos (junho, julho e agosto) e aos três meses mais chuvosos (novembro, dezembro e janeiro) em resolução espacial de 5 minutos (dados oriundos de médias anuais de 1950 a 2000 <<http://www.worldclim.org/>>). O dado de elevação foi obtido junto ao SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) com alta

resolução digital do banco de dados topográficos gerados para a Terra (<<http://www.jpl.nasa.gov/srtm/>>) Hijimans et al. (2005).

O potencial vegetacional medido pelo índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) foi incorporada na análise com a variação temporal dos meses de junho/julho e novembro/dezembro de 1995 (resolução espacial de 1Km) e 2000 (resolução de 8Km) derivado do sensor AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer) (<<http://www.edu.usgs.gov/products/satellite/avhrr.html>>).

O algoritmo empregado na modelagem foi o GARP (GARP-OM versão 0.3.4), pertencente ao ambiente computacional *OpenModeller*. O algoritmo GARP gera modelos através de um processo interativo baseado em inteligência artificial em uma associação entre as características ambientais e os registros de ocorrências da espécie na região, produzindo um conjunto de regras caracterizando o nicho ecológico da espécie Peterson et al. (1999).

Como o GARP é um algoritmo eurístico (não determinístico), ou seja, está sujeito a variações geradas ao acaso, ele produz um resultado diferente a cada vez que for rodado, mesmo com o mesmo conjunto de dados iniciais Anderson et al. (2002), Anderson et al. (2004). Para minimizar este problema intrínscico ao algoritmo, foram gerados 100 modelos resultantes da seleção das regras, usando a metodologia de escolha dos “best-subsets” para selecionar os dez melhores modelos que predizem a ocorrência da espécie Anderson et al. (2003). Foram excluídos os modelos com mais de 10% de erro de omissão externa. O resultado da combinação (sobreposição) dos dez melhores modelos na predição da distribuição (escolhidos com base na menor omissão e sobreprevisão), fornece uma medida da probabilidade de ocorrência da espécie, baseado em um gradiente de 0 a 10 modelos.

Para avaliar a influência de possíveis alterações da vegetação na distribuição potencial da espécie, foram utilizados mapas baseados em índices de vegetação (NDVI) do ano de 1995 e do ano de 2000.

Foram calculadas as áreas de distribuição, baseado nos 10 melhores modelos, para o ano de 1995 e de 2000, através do número de células (*pixels*) do modelo resultante. Posteriormente foram feitas comparações em termos de perda de área habitável potencial para o ano de 1995 e 2000, baseada na área total do modelo gerado e também para os modelos acima de 90% de probabilidade de ocorrência potencial da espécie.

A qualidade do modelo de predição da distribuição foi avaliada com a reamostragem aleatória dos 39 registros de ocorrência originais, e dividindo-os em dois grupos. 20 registros foram utilizados como treino na construção do modelo, e os 19 restantes foram usados para a validação do modelo resultante. Para avaliar a acurácia dos modelos gerados, os pontos de teste foram aplicados aos modelos resultantes e empregou-se a estatística de probabilidade binomial para determinar se capacidade do modelo em acertar os pontos de teste é esperada pelo acaso, dado a proporção das células previstas pelo modelo, ou seja, se o poder de acurácia é significativamente diferente do acaso.

3. Resultados

Os modelos usados para representar as áreas geográficas potenciais presente do lobo guará gerados pelo GARP foram significativamente diferentes do (teste binomial com probabilidade de poder $(0,05) < 0,0001$).

A área total potencial de ocorrência estimada para o lobo guará resultante da soma dos dez melhores modelos gerados em 1995 foi de aproximadamente 4.779.243 km² (**Tabela 1**). A comparação desta área com a área prevista para o ano de 2000 (5.548.176 km²) mostra expansão da região potencial de distribuição em 768.933 km². Essa variação entre os modelos provém, principalmente dos valores de NDVI obtidos para os respectivos anos e geralmente esses valores estão associados à biomassa vegetal Ponzonni (2001). O NDVI pode constituir-

se de um indicador das variações na densidade da vegetação, interpretado em termos de densidade e vigor da vegetação Freitas et al (2005).

As áreas previstas no modelo de 1995 concentram-se nas vegetações de cerrado das regiões centro-oeste e sudeste do país (**Figura 1a**), locais onde os dados de ocorrência da espécie foram mais consistentes. Já as áreas previstas no modelo de 2000 são mais espalhadas geograficamente (**Figura 1b**). Uma ocorrência recente da espécie no município de Boa Vista, RR não foi incorporada na construção do modelo por ser um registro único e isolado. Mas essa observação pode indicar uma expansão da espécie em áreas desmatadas e abertas da região amazônica, tendência essa verificada na área prevista da **Figura 1b**.

A área resultante da soma dos modelos com probabilidades acima de 90% para o ano de 1995 é de aproximadamente 1.145.502 km² (**Tabela 1 e Figura 1c**). Comparando-se essa área com a área do ano de 2000 com aproximadamente 1.093.986 Km² (**Tabela 1 e Figura 1d**), nota-se uma redução da área prevista para o ano de 2000 de 51.516 km². De acordo com estes dados, a fragmentação do habitat natural do lobo guará é uma consequência direta das alterações que o Cerrado vem sofrendo com a expansão agrícola na região Centro-Oeste do país.

Tabela 1: Resultado do cálculo da área potencial (em Km²), baseada no número de células, para os anos de 1995 e 2000.

Modelos	Nº pixel no modelo	Área em Km ²
Ano 1995 (área total do modelo)	59.003	4.779.243
Ano 1995 (região de maior probabilidade)	14.142	1.145.502
Ano 2000 (área total do modelo)	68.496	5.548.176
Ano 2000 (região de maior probabilidade)	13.506	1.093.986

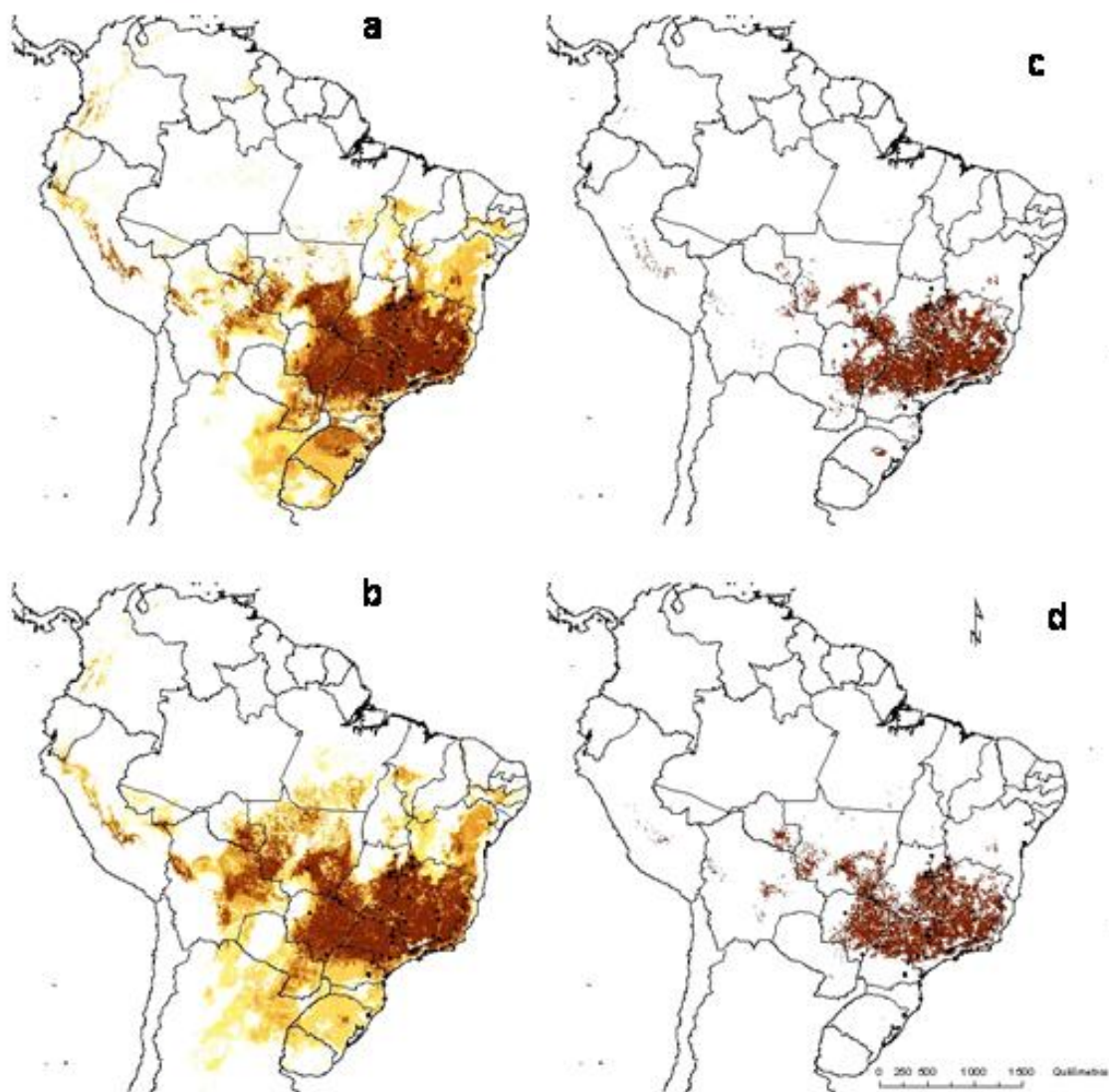


Figura 1. Modelos da distribuição geográfica potencial estimada para o lobo guará. Área predita pelos dez melhores modelos gerados para os anos de 1995 (acima) e 2000 (abaixo). Os mapas à direita representam as amostragens da sobreposição resultante dos modelos com probabilidades acima de 90%. Os pontos representam os dados de ocorrência da espécie.

Segundo Ab'Saber (1983), o domínio morfoclimático do cerrado brasileiro abrange uma área de 2.000.000 km², é o segundo em ordem de grandeza espacial do país. Desta área, apenas cerca de 20% permanecem intocados Mittermier et al. (1999) e um total de aproximadamente 2,06% estão protegidos em área de conservação IBAMA (2002). Além deste cenário de destruição, as áreas totais protegidas demonstram insuficiência para preservar e representar satisfatoriamente o Bioma devido às diferenças de habitats que compõem a diversidade e abundância das espécies que o compõem Ministério do Meio Ambiente (2005).

4. Discussão

Devido à sua capacidade de procurar ativamente por itens alimentares de sua dieta, principalmente pequenos mamíferos e lobeira Lombard e Motta-Junior (1993), esta espécie pode expandir sua distribuição aproveitando-se dos ambientes fragmentados e antropizados, como abertura de florestas da Zona da Mata Dietz (1984), e áreas de pastoreio Santos et al (2003). Este padrão pode ser observado quando analisamos os resultados da modelagem para

os anos de 1995 e 2000. A comparação entre esses dois modelos mostra um aumento da área potencial de distribuição para a região norte do Brasil, devido principalmente à abertura das áreas naturais do Mato Grosso e Pará Philip (2004). Talvez isso também ocorra no norte da Argentina, onde já são raras as ocorrências da espécie Queirolo (2003).

Apesar da sua área de distribuição expandir-se em regiões desmatadas Courtenay (1994), Motta Jr. e Martins (2002) documentaram em seus estudos proporções significantes de frutos do cerrado em sua dieta e de preferência por presas em habitat de cerrado, mesmo em áreas desmatadas, demonstrando a importância do cerrado na conservação dessa espécie. Contudo, ainda não há estudos sobre as consequências da expansão das áreas de vida para novas regiões em relação à viabilidade dessas populações no decorrer dos anos.

Em ambos, as áreas dos modelos resultantes abrangeram os estados de Mato Grosso, Distrito Federal, São Paulo, Minas Gerais, leste do Rio de Janeiro e Espírito Santo e esparsas áreas no Mato Grosso do Sul, e no sul do Brasil. No sul apenas o norte do Paraná e escassas áreas na região norte do Rio Grande do Sul.

A **Figura 1b** mostra que o modelo previu maiores áreas potenciais na região oeste da América do Sul, incluindo o leste da Bolívia, sul de Rondônia, oeste do Mato Grosso e região árida do Peru. Essas regiões, de acordo com a metodologia do algoritmo utilizado, demonstraram serem importantes na preservação da espécie pois poderiam funcionar como um grande corredor de dispersão na direção oeste da América do Sul. São possíveis rotas de fuga da espécie para o norte da América do Sul, onde os esforços conservacionistas devem atentar para o adequado manejo da espécie e sua população.

Os modelos gerados indicaram o sudeste do Brasil, maior porção do estado de São Paulo e Minas Gerais, com alta potencialidade para a distribuição do lobo guará. Contudo, apenas 0,95% de remanescente intacto de cerrado ainda permanecem no estado de São Paulo; Kronka et al. (1998) afirma que esses poucos remanescentes podem acarretar implicações sérias na variabilidade genética e demográfica de algumas populações.

5. Referências bibliográficas

- Ab'saber, A. O Domínio dos Cerrados: uma introdução ao conhecimento. **Revista do Serviço Público** (FUNSEP), ano 40, vol.111, nº 4, p. 41-55, 1983.
- Anyamba, A. e Eastman, J.R. Interannual variability of NDVI over Africa and its relation to El Niño/Southern Oscillation. **International Journal of Remote Sensing**, v.13, p.2533-2548, 1996.
- Anderson, R. P.; Gomez- Laverde, M; Peterson, A. T. Geographical distributions of spiny pocket mice in South America: insights from predictive models. **Global Ecology and Biogeographic**, vol. 11, p.131-141, 2002.
- Anderson, R. P.; Lew, D.; Peterson, A. T. Evaluating predictive models of species' distributions: criteria for selecting optimal models. **Ecological Modelling**, vol. 162, p. 211-232, 2003.
- Anderson, R. P.; Martinez-Meyer, E. Modeling species' geographic distribuitons for preliminary conservation assessments: an implementation with the spiny pocket mice (*Heteromys*) of Ecuador. **Biological conservation**, vol 116,p.167-179, 2004.
- 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.
- Carvalho, C. T.; Vasconcellos, L. E. M. Disease, food and reproduction of the Maned wolf- *Chrysocyon brachyurus*(Illiger) (Carnivora, Canidae) in southeast Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, vol. 12 (3), p.627-640, 1995.
- Chapman, A. D.; Muñoz, M. E. S.; Koch, I. Environmental information: placing biodiversity phenomena in an ecological and environmental context. **Biodiversity Informatics**, vol 2, p.24-41, 2005.
- Coutenay, O. Conservation of the maned wolf: fruitful relations in a changing environment. **Canid News**, vol. 2, p.41-43, 1994.
- Dietz, J.M. Ecology and social organization of the maned wolf (*Chrysocyon brachyurus*). **Smithsonian Contributions to Zoology**, vol. 392, p.1-24, 1984.

- Fonseca, G. A. B.; Rylands, A. B.; Costa R.; Machado R. B.; Leite, Y. L. R. **Livro Vermelho dos Mamíferos ameaçados de extinção**. Fundação BIODIVERSITAS, Belo Horizonte. 1994.
- Freitas, S. M.; De Mello, M. C. S.; Cruz, C. B. M. Relações entre maturidade estrutural da floresta e índices de vegetação na Mata Atlântica. **Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Goiânia, Brasil, 16-21 abril 2005, INPE, p. 1537-1544. 2005.
- Gaubert P.; Papes, M.; Peterson, A. T. Natural history collections and the conservation of poorly known taxa: Ecological niche modeling in central African rainforest genets (*Genetta* spp.). **Biological Conservation**, vol. 130, p.106–117, 2006.
- Govindasamy, B.; Duffy, P. B.; Coquard, J. High-resolution simulations of global climate, part 2: effects of increased greenhouse cases. **Climate Dynamics**, vol. 2, p. 391–404, 2003.
- Hijmans, R. J.; Cameron, S.; Eparra, J.L.; Jones, P.G; Jarvis, A. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. **International Journal of Climatology**, vol. 25, p. 1965-1978, 2005.
- Ibama. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis. **Lista Nacional das espécies da fauna ameaçadas de extinção**. 2003. Disponível em <<http://mma.gov.br/port/sbf/fauna/index.cfm>> Acesso em: 5 de ago. 2006.
- Ibama. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis. **Unidades de Conservação**. 2002. Disponível em <<http://www2.ibama.gov.br>> Acesso em:12 de set.2006.
- IUCN. **Red list of threatened animals**. Gland, Switzerland and Cambridge, p. 286, 1994.
- Kronka, F. J. N.; Nalon, M. A.; Matsukuma, C. K.; Pavão, M.; Guillaumon, J.R.; Cavalli, A.C.; Giannot, E.; Iwane, M. S. S.; Lima, L. L. M. P. R.; Montes, J.; Del Cali, I. H.; Haack, P. G. **Áreas de domínio de Cerrado no Estado de São Paulo**. Secretaria de Estado do Meio Ambiente, Instituto Florestal. 84p. 1998.
- Langguth, A. **Ecology and evolution in the South American canids**. In: Fox, M. W. (ed.) *The Wild Canids: Their Systematics, Behavioral Ecology and Evolution*. Van Nostrand Reinhold, New York. pp. 192-206. 1975.
- Lombardi, J. A.; Motta-Junior, J. C. Seed dispersal of *Solanum lycocarpum* St. Hil. (*Solanaceae*) by the maned wolf, *Chrysocyon brachyurus*, Illiger (Mammalia, Canidae). **Ciência e Cultura**, vol.45,p. 126-127, 1993.
- Mantovani, J. E. **Telemetria convencional e via satélite na determinação da área de vida de três espécies de carnívoros da região nordeste do Estado de São Paulo**. 2001. Universidade Federal de São Carlos (Ufscar), SP. Tese de Doutorado. 118 p. 2001.
- Mattos, P. S. R. **Epidemiologia e genética populacional do lobo guará, *Chrysocyon brachyurus*, (ILLIGER 1815) (CARNIVORA,CANIDAE) no nordeste do estado de São Paulo**. 2003.Universidade Federal de São Carlos (Ufscar). Tese de Doutorado. 85 p. 2003.
- Mittermeier, R. A.; Myers, N.; Mittermeier, C. G. **Hotspots Earth's biologically richest and most endangered terrestrial ecoregions**. New York: CEMEX, Conservation Internation. 430p. 1999.
- Ministério do Meio Ambiente. **Primeiro relatório Nacional para a Conservação sobre Diversidade Biológica. Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal**. Brasília, Brasil. 1998.
- Ministério do Meio Ambiente. **Cerrado: Ecologia, Biodiversidade e Conservação**. Brasília. 439p. 2005.
- Motta-Junior, J. C; Martins, K. The Frugivorous diet of the Maned Wolf, *Crysocyon brachurus* , in Brazil: Ecology and Conservation. **Seed Dispersal and Frugivory: Ecology, Evolution and Conservation**. p.291-303. 2002
- Mones A.; Olazarri, J. Confirmación de la existencia de *Crysocyon bracyurus* (Illiger) em el Uruguay (Mammalia: Carnívora: Canidae). **Comunicaciones Zoológicas Del Museo de Historia Natural de Montevideo**, vol. 174 (7), 1-6. 1990.
- Peterson, A. T; Cohoon, K. P. Sensitivity of distributional prediction algorithms to geographic data completeness. **Ecological Modelling**, vol. 117, p. 159–164, 1999.
- Peterson, A. T.; Holt, R.D. Niche differentiation in Mexican birds: using point occurrences to detect ecological innovation. **Ecology Letters**, vol. 6, p. 774–782, 2003.
- Peterson, A. T. ; Soberon, J.; Sanchez-cordero,V. Conservatism of ecological niches in evolutionary time. **Science**, vol. 285, p. 1265–1267, 1999.

- Peterson, A. T. Predicting species' geographic distributions based on ecological niche modeling. **The Condor**, vol. 103, p.599–605, 2001.
- 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**, vol. 416, p. 626-629, 2002.
- Peterson, A. T.; Sanchez-Cordero, V.; Soberon, J.; Bartley, J.; Buddemeier, R. H.; Navarro- Siguenza, A. G. Effects of global climate change on geographic distributions of Mexican Cracidae. **Ecological Modelling**, vol. 144, p.21-30, 2001.
- Peterson, A. T.; Vieglais, D. A. Predicting species invasions using ecological niche modeling: new approaches from bioinformatics attack a pressing problem. **Bioscience**, vol 51 , nº 5, p. 363- 371, 2001.
- Philip, M. F. de. Desmatamento da Amazônia. **3º Simpósio Brasileiro de Pós-Graduação em Engenharia Florestal /1º Encontro Amazônico de Ciências Florestais**, Manaus. 2004.
- Phillips, S. J.; Anderson, R. P.; Schapire, R. E. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. **Ecological Modelling**, vol. 190, p 231-259, 2006.
- Potter, C.S.; Brooks, V. Global analysis of empirical relations between annual climate and seasonality of NDVI. **International Journal of Remote Sensing**, v.19, n.15, p.2921-2948, 1998.
- Ponzoni, F. J. **Comportamento espectral da vegetação**. In: Meneses, P. R.; Netto, J. S. M. Sensoriamento remoto: reflectância dos alvos naturais. Brasília: Editora Universidade de Brasília/Embrapa Cerrados, p. 157-199, 2001.
- Queirolo, D. Mudanças na distribuição de *Chrysocyon brachyurus*. Comparação histórica e atual. Em: **Congresso Brasileiro de Mastozoologia**, 2. Belo Horizonte; PUC Minas. p 26, 2003.
- Richard, Y.; Pocard, I. A statistical study of NDVI sensitivity to seasonal and interannual rainfall variations in Southern Africa. **International Journal of Remote Sensing**, v.19, n.15, p.2907-2920, 1998.
- Rushton, S. P.; Ormerod, S. J.; Kerby, G. New paradigms for modelling species distributions? **Journal of Applied Ecology**, vol. 41, p. 193–200, 2004.
- Santos, E. F.; Setz, Z. E. F.; Gobbi, N. Diet of the maned wolf (*Chrysocyon brachyurus*) and its role in seed dispersal on a cattle ranch in Brazil. **Journal of Zoology**, vol 260, p. 203-208, 2003.
- Siqueira, M. F. **Uso de modelagem de nicho fundamental na avaliação do padrão de distribuição geográfica de espécies vegetais**. 2005. Universidade de São Paulo, São Carlos, SP. Tese de Doutorado, 2005.
- Siqueira, M. F.; Peterson, A. T. Consequences of global climate change for geographic distributions of cerrado tree species. **Biota Neotropica**, vol.3 nº 2, 2003. Disponível em: <<http://www.biotaneotropica.org.br/v3n2/pt/abstract?article+BN00803022003>> . Acesso em 27/07/2006.
- Soberón, J.; Peterson, A. T. Interpretation of Models of Fundamental Ecological Niches and Species' Distributional Areas. **Biodiversity Informatics**, vol. 2, p.1-10, 2005.
- Stockwell, D. R.B. ; Peterson, A.T. Effects of sample size on accuracy of species distribution models. **Ecological Modelling**, vol. 148, p. 1–13, 2002.
- Stockwell, D. B.; Noble, I. R. Introduction of sets of rules from animal distribution data: A robust and informative method of analysis. **Mathematics and Computers in Simulation**, vol. 33, p. 385-390, 1992.
- Oberhauser, K. ; Peterson, T. A. Modeling current and future potential wintering distributions of eastern North American monarch butterflies. **PNAS** vol. 100, nº 24. p.14063-14068, 2003. Disponível em : <www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.2331584100> Acesso em 25/07/2006.
- Ortega-Huerta, M. A.; Peterson A. T. Modelling spatial patterns of biodiversity for conservation prioritization in North-eastern Mexico. **Diversity and Distributions**, vol. 10, p. 39–54, 2004.
- Thomas, C.D.; Cameron, A.; Green, R.E.; Bakkenes, M.; Beaumont, L.J.; Collingham, Y.C.; Erasmus, B.F.N; Siqueira, M.F; Grainger, A.; Hannah, L.; Hughes, L.; Huntley, B.; Van Jaarsveld, A.S.; Midgley, G.F.; Miles, L.; Ortega-Huerta, M.A.; Peterson, A.T.; Phillips, O.L.; Williams, S.E. Extinction risk from climate change. **Nature**, vol. 427, p. 145- 148, 2004.
- Yahnke C. J.; Fox, I. G.; Colman F. Mammalian species richness in Paraguay: the effectiveness of National Parks in preserving biodiversity. **Biological Conservation**, Vol. 84, No. 3, pp. 263-68, 1998.