

Uso de Sistema de Informação Geográfica para avaliar a representatividade de áreas protegidas do Estado do Amazonas na conservação de espécies de primatas

Carolina Jorge dos Santos¹
Simone Iwanaga¹
Marcelo Paustein Moreira¹
Sérgio Borges¹

¹Fundação Vitória Amazônica – FVA
Rua Estrela d'Alva no.7 – Cj. Morada do Sol - Aleixo CEP 69080-510 – Manaus AM
js_caro@yahoo.com.br
simone@fva.org.br
pinguela@fva.org.br
sergio@fva.org.br

Abstract. This work aimed to evaluate the representativeness of Protected Areas for conserving primate biodiversity in the Amazonas State through the use of GIS programs. The delimited area of the Amazonas State shows an extreme biological value inside of the Brazilian Amazonia. Sixty-two primate species occur in the State, among them 14 are restrict to it. The greatest primate species richness is found in the southwestern region, mainly in the rio Juruá region. At least three primate species should be considered in future studies to evaluate their conservation status (*Mico marcai*, *Callibella humilis* e *Saguinus bicolor*). These species are exclusive to the Amazonas State, they have restrict geographic distribution which are little or not incorporated in the limits of Protected Areas. Although indigenous lands are not formally recognized as conservation units, they may have an important role in the conservation of biodiversity. GIS tools show a great applicability in areas such as Conservation Biology and Geopolitics and can contribute to define strategies for the biodiversity conservation.

Palavras-chave: GIS, primates, protected areas, conservation, SIG, primatas, áreas protegidas, conservação.

1. Introdução

Na Amazônia, a criação de unidades de conservação gerenciadas pelo poder público como uma estratégia para a conservação da biodiversidade tem se intensificado ao longo dos anos. No Estado do Amazonas, por exemplo, o número destas áreas duplicou nos seis últimos anos desde as primeiras criações da década de 70. É fundamental que as unidades de conservação representem com um certo grau de complementaridade entre áreas a alta biodiversidade encontrada na Amazônia, em riqueza e endemismo de espécies (Silva et al., 2005a). Os critérios que estabelecem estas áreas de grande interesse biológico e prioritárias para a conservação requerem o conhecimento da distribuição e da singularidade dos táxons, dados que permitem acessar espécies raras, ameaçadas de extinção ou endêmicas (Peterson et al., 2002). No entanto, por conta da escassez de inventários biológicos, especialmente em áreas remotas, a biodiversidade nos trópicos ainda é considerada pouco conhecida (e.g. Anderson, 2003; Voss e Emmons, 1996). Desta forma, muito da biodiversidade das unidades de conservação já estabelecidas na Amazônia não são devidamente conhecidas.

Por outro lado, alguns grupos biológicos, como os primatas neotropicais, destacam-se pelo bom nível de conhecimento acumulado em termos de diversidade e distribuição geográfica e ecológica na Amazônia. Mesmo com algumas divergências taxonômicas, os primatas têm sido utilizados como um grupo de estudo representativo da biodiversidade amazônica, em vários estudos sobre padrões e processos evolutivos e ecológicos responsáveis pela alta diversidade biológica encontrada na Amazônia (e.g. Ayres e Clutton-Brock, 1992; Silva et al., 2005b). O bom nível de conhecimento taxonômico e a alta representatividade no Estado do Amazonas são fatores que tornam os primatas um bom grupo de estudo para avaliar

o atual cenário de áreas protegidas do Estado do Amazonas na representação da biodiversidade regional.

Sistemas de Informação Geográfica (SIG) têm sido crescentemente utilizados como ferramentas na área da conservação visando, por exemplo, estabelecer diretrizes para o manejo de espécies ameaçadas de primatas no Brasil (e.g. Hirsch e Rylands, 2005; Oliveira et al., 2005; Schmidlin et al., 2005). O presente estudo teve como objetivo aplicar ferramentas de SIG para avaliar a representatividade de áreas protegidas (unidades de conservação e terras indígenas) do Estado do Amazonas na conservação das espécies de primatas neotropicais, no intuito de que os resultados possam ajudar a traçar um quadro geral do sistema de áreas protegidas da região e subsidiar órgãos gestores nas decisões sobre estratégias eficientes para a conservação da biodiversidade.

2. Métodos

2.1. Área de Estudo

Localizado no centro-oeste da Amazônia Legal, o Estado do Amazonas engloba um território de 1.570.745 km², ou seja, pelo menos 31% da área total desta região (CPRM/MME, 2002). Em escala regional, as comunidades de primatas tendem a ser mais ricas do leste para o oeste da Amazônia (Voss e Emmons, 1996; Silva et al., 2005b). Desta forma, o Estado do Amazonas incorpora parcialmente as cinco áreas de endemismos da Amazônia mais ricas em espécies e gêneros de primatas, em espécies endêmicas de primatas e em outras medidas de diversidade (Silva et al., 2005b). Entre as espécies que ocorrem no Estado do Amazonas estão nove das 13 espécies da Amazônia Legal consideradas ameaçadas ou potencialmente ameaçadas pela International Union for Conservation of Nature (IUCN 2006) (*Saguinus bicolor*, *Saimiri vanzolini*, *Pithecia monachus*, *Cacajao calvus*, *Lagothrix poeppigii*, *Lagothrix cana*, *Cebus albifrons*, *Callimico goeldii*, *Ateles belzebuth*). Duas destas espécies são endêmicas do Estado (*S. bicolor*, *S. vanzolinii*). Ao final da década de 80, o Estado do Amazonas contava com 14 unidades de conservação, em sua maioria criadas pelo Governo Federal. Hoje, o Estado conta com 58 unidades de conservação de proteção integral ou de desenvolvimento sustentável, cobrindo uma área de 318.192,5 km² (sem considerar sobreposições), além de 109 terras indígenas.

2.2. Base de Dados

As áreas de distribuição de espécies de primatas da Amazônia Legal foram compiladas da base de dados de um banco digital desenvolvido pela Natureserve (antiga *Association for Biodiversity Information*), que disponibiliza mapas de distribuição e status de conservação de espécies de mamíferos, aves e anfíbios de todo hemisfério ocidental (Infonatura, 2004). Os dados de distribuição das espécies são constantemente atualizados com base em fontes primárias e disponibilizados no *website* da Infonatura (2004). As áreas de distribuição estão disponíveis como polígonos em formato *shape file* (veja exemplo na **Figura 1**), como pontos isolados de registros, ou ambos.

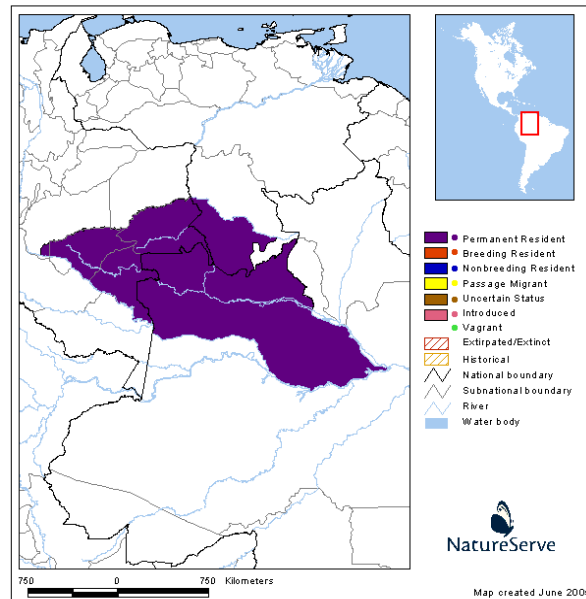


Figura 1 – Exemplo de um mapa de distribuição geográfica (*Cacajao melanocephalus*) disponibilizado pela Natureserve: polígonos em formato *shape file* (Infonatura, 2004).

A base de dados da Natureserve integra os mapas de distribuição mais atualizados e completos de primatas neotropicais. Todavia, pequenas atualizações e ajustes da área de ocorrência foram feitos, a maior parte em função de diferenças em arranjos taxonômicos seguidos. Para os gêneros *Mico*, *Cebus*, *Chiropotes* e *Ateles* foram adotados arranjos taxonômicos propostos por outras fontes de referência e assim os mapas de distribuição destas espécies foram ajustadas. Para quatro espécies (*Callimico goeldii*, *Saguinus inustus*, *Cacajao calvus*, *Callicebus hoffmannsi*) os polígonos de distribuição foram expandidos ou diminuídos com base em outras fontes de referência. Ao final, das 127 espécies de primatas neotropicais reconhecidas para fins desta análise, 76 tiveram ocorrência registrada para a Amazônia Legal.

Os limites das áreas protegidas (unidades de conservação e terras indígenas) do Estado do Amazonas foram compilados da base de dados do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) e Secretaria do Desenvolvimento Sustentável do Amazonas (SDS). As unidades de conservação foram classificadas nesta análise segundo o âmbito do órgão gestor, isto é, federal ou estadual. É importante considerar que para os dois níveis existem duas categorias que estabelecem em que grau os recursos naturais da área podem ser utilizados: unidades de desenvolvimento sustentável (permitem com manejo) e unidades de proteção integral (não permitem). Para fins de análise, todas as sobreposições entre as áreas protegidas foram retiradas, de forma que a base final resultou em um total de 165 áreas protegidas no Estado do Amazonas.

2.2. Identificando Espécies de Primatas e as Áreas Protegidas do Estado do Amazonas

Os arquivos *shape* das distribuições geográficas de espécies de primatas da Amazônia Legal da Natureserve (Infonatura, 2004) foram abertos no programa *ArcGis 9.1* para a identificação de quais ocorrem nos limites do Estado do Amazonas. Após esta identificação os arquivos *shape* foram recortados (função *clip*) com base nos limites do Estado do Amazonas. Posteriormente, estes arquivos *shape* recortados foram transformados para o formato *grid*. Este mesmo procedimento foi feito para identificar e recortar as áreas protegidas do Estado.

Para aquelas espécies de primatas as quais tiveram seus mapas de distribuição modificados em função de arranjos taxonômicos seguidos ou de área de distribuição

diferentes, os mapas adotados foram primeiramente *scaneados*, então georeferenciados em coordenadas geográficas de latitude e longitude no programa *Global Mapper 5*, e só então exportados para o programa *ArcGis 9.1*.

Através do módulo *map calculator* todos os arquivos *grid* foram somados e então produzido um mapa com a riqueza de espécies de primatas.

2.4. Riqueza de Espécies nas Áreas Protegidas do Estado do Amazonas

Para definir presença ou ausência de cada espécie de primata em cada área protegida do Estado do Amazonas foi utilizada a ferramenta *Intersecting* do *ArcMap 9.1*. Esta gerou uma grande planilha com a informação de quais espécies ocorrem em cada área protegida.

3. Resultados e Discussão

3.1. Mapas de Distribuição Geográfica de Espécies de Primatas e Área Protegidas do Estado do Amazonas

Foram identificadas 62 espécies de primatas que ocorrem no Estado do Amazonas, para as quais foram gerados mapas de distribuição (veja exemplo na **Figura 2**). Também foi gerado um banco de dados sobre primatas do Estado do Amazonas, com informações sobre área de distribuição em hectares e um quadro geral dos padrões de distribuição.

Um mapa com 165 áreas protegidas foi gerado para o Estado do Amazonas, cobrindo uma área 66.696.416 ha (**Figura 3**). Pouco mais da metade desta área total são pertencentes a 109 terras indígenas e o restante a 56 unidades de conservação. Há um equilíbrio em número e área de unidades de conservação gerenciadas pelos Governos Federal (26 e 15.305.613 ha) e Estadual (30 e 15.464.064 ha).

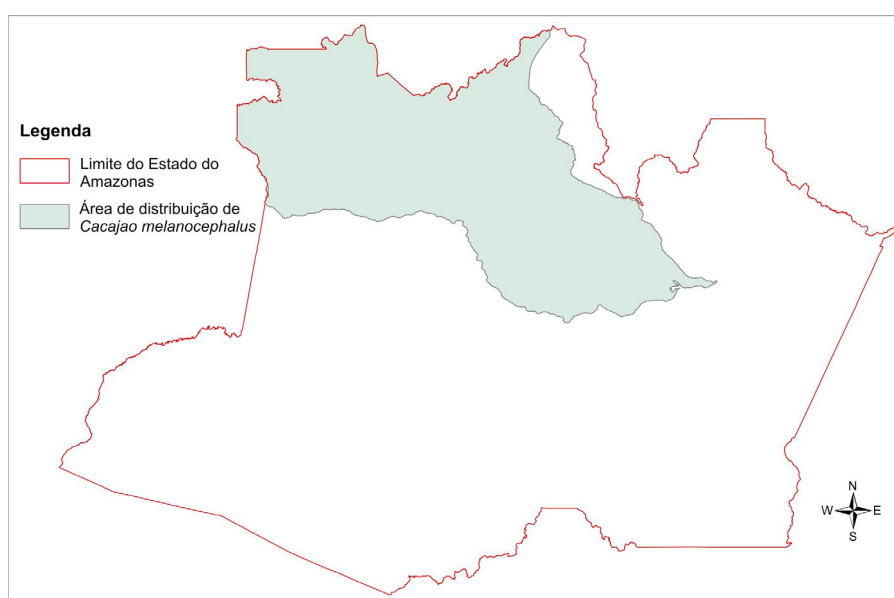


Figura 2 - Exemplo de um mapa de distribuição geográfica de uma espécie de primata no Estado do Amazonas gerado a partir desta análise (*Cacajao melanocephalus*).

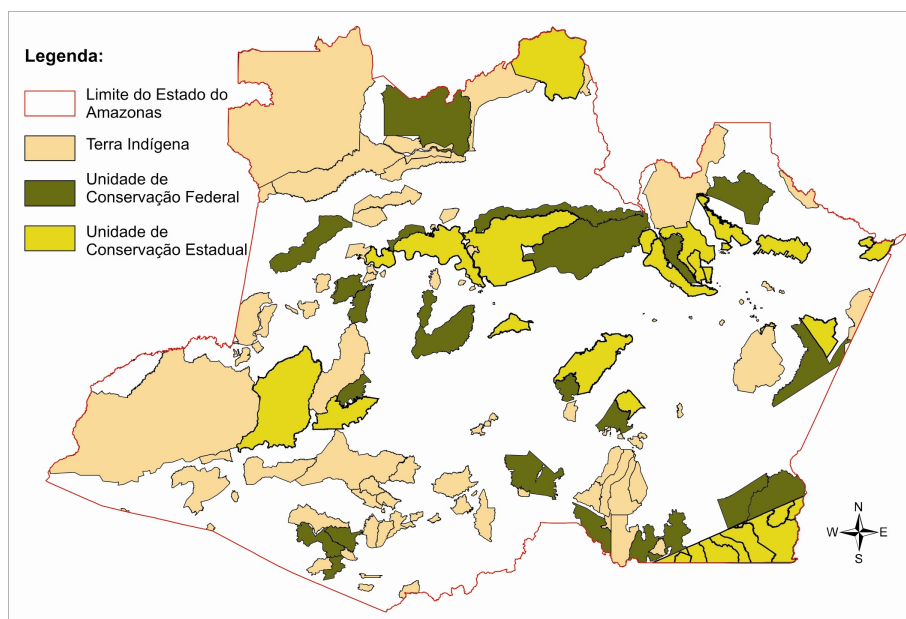


Figura 3 – O mapa de distribuição de áreas protegidas do Estado do Amazonas gerado a partir desta análise.

3.2. Riqueza de Espécies no Estado do Amazonas

Entre as 62 espécies que ocorrem no Estado do Amazonas, 14 são endêmicas. O mapa gerado com a soma dos mapas de distribuição de todas as espécies apresenta um quadro geral da riqueza de espécies neste Estado (**Figura 4**). No quadro geral observa-se uma maior riqueza na região sudoeste, principalmente na região do rio Juruá (**Figura 4**). Estes resultados reforçam que o território delimitado pelo Estado do Amazonas apresenta um valor de conservação extremo dentro da Amazônia brasileira. As espécies encontradas dentro dos limites do Estado representam 80% do total de espécies que ocorrem em toda a Amazônia Legal (76 espécies) e quase a metade de todas as espécies endêmicas desta região (35 espécies).

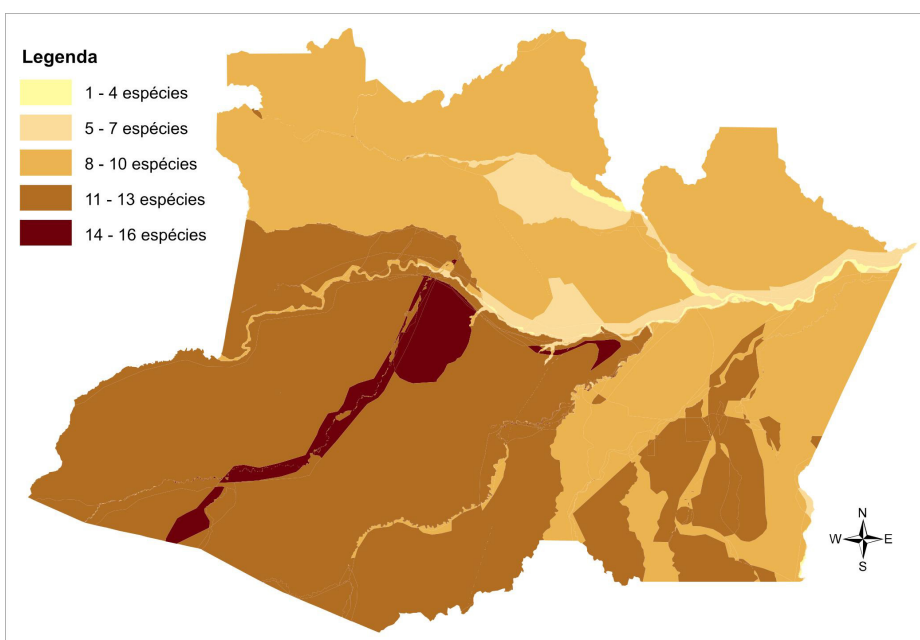


Figura 4 - Mapa mostrando o quadro geral da riqueza de espécies de primatas no Estado do Amazonas.

3.3. Representatividade de Áreas Protegidas do Estado do Amazonas na Conservação de Primatas

Todas as espécies que ocorrem no Estado do Amazonas exceto uma - *Mico marcai* - ocorrem alguma área protegida. Excluindo-se esta, seis espécies possuem até 20% da sua área de distribuição no Estado do Amazonas incorporada aos limites de áreas protegidas, 18 espécies entre >20% e 40%, 27 espécies entre >40% a 60% e 10 espécies possuem mais de 60%. Todavia, estes dados são de pouca relevância já que a área total de distribuição de mais de metade destes primatas (35 espécies) do Estado do Amazonas é compartilhada com outros Estados da Amazônia Legal.

Uma análise mais refinada com as 14 espécies endêmicas do Estado, isto é, com 100% de sua área de distribuição exclusivamente no Estado do Amazonas, indica que grande parte das espécies endêmicas possui até cerca de 3.000.000 ha de área total de distribuição no Estado e que não há um equilíbrio entre área total de distribuição de uma espécie e a proporção desta área destinada à conservação da espécie (**Figura 5**).

Por exemplo, entre as quatro espécies de distribuição mais restrita, *Mico marcai* distribui-se por uma área inferior a 130.000 ha que não é incorporada por áreas protegidas, *Callibella humilis* distribui-se por uma área de extensão inferior a 430.000 ha em que apenas 1,7% da área está dentro dos limites de áreas protegidas e *Saguinus bicolor*, um dos primatas neotropicais considerados mais ameaçados do Brasil, distribui-se por uma área inferior a 800.000 ha da qual cerca de 22% está incorporada dentro dos limites de áreas protegidas (**Figura 5**). Por outro lado, *Saimiri vanzolini*, a segunda espécie com distribuição mais restrita do Estado (menos de 280.000 ha), possui cerca de 85% de sua área de distribuição incorporada nos limites de áreas protegidas (**Figura 5**).

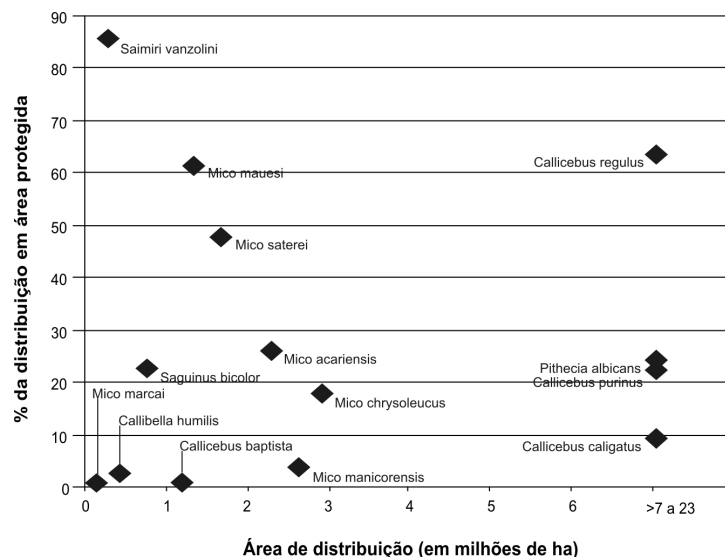


Figura 5. Distribuição das 14 espécies endêmicas do Estado do Amazonas por área total de distribuição em hectares e proporção de área incorporada dentro dos limites de áreas protegidas.

Em geral, as unidades de conservação federais, estaduais e terras indígenas do Estado do Amazonas juntas, parecem incorporar de forma ampla e complementar a diversidade de espécies de primatas. Respectivamente, estas categorias deixam de incorporar a distribuição de apenas sete, dez e seis espécies de primatas, sendo que apenas uma espécie não é contemplada em categoria alguma. Por serem mais numerosas e incorporar uma extensa

proporção entre as áreas protegidas (54,0%), as terras indígenas parecem ter um potencial importante na conservação da biodiversidade no Estado do Amazonas.

4. Conclusões

As ferramentas de SIG (*ArcView 3.2*, *ArcMap 9.1* e *Global Mapper*) permitiram de forma eficiente traçar um quadro geral das áreas protegidas do Estado do Amazonas e das espécies de primatas que ocorrem no Estado e sua área de distribuição, na forma de mapas e análises para cálculos de áreas e riqueza de espécies. Com a sobreposição de dados, análises mais refinadas também puderam ser feitas. É importante considerar que a eficiência das ferramentas não substitui a necessidade de bases consistentes e atualizadas de dados, neste caso, de áreas protegidas e primatas neotropicais.

Os resultados deste estudo mostraram que as ferramentas de SIG são de grande aplicabilidade em áreas como a Biologia e Geopolítica da Conservação. Como exemplo, são destacados abaixo os resultados mais relevantes gerados por esta análise que podem subsidiar tomadas de decisões sobre estratégias mais eficientes de conservação da biodiversidade no Estado do Amazonas.

1. O Estado do Amazonas delimita um território de extremo valor de conservação dentro da Amazônia brasileira. Sessenta e duas espécies de primatas ocorrem no Estado do Amazonas, representando 80% do total de espécies que ocorrem em toda a Amazônia Legal e quase a metade de todas as espécies endêmicas desta região;

2. A região sudoeste concentra a maior diversidade de primatas do Estado do Amazonas e possui extremo valor biológico, em particular a bacia do rio Juruá, onde podem ser encontradas até 16 espécies de primatas;

3. Não há um equilíbrio entre área total de distribuição de uma espécie e a proporção desta área destinada à conservação. Neste sentido, pelo menos três espécies de primatas podem ser consideradas prioritárias em estudos que avaliem seu status de conservação (*Mico marcai*, *Callibella humilis* e *Saguinus bicolor*). São espécies de ocorrência exclusiva no Estado do Amazonas com áreas de distribuição restritas que não estão ou que estão pouco incorporadas pelos limites de unidades de conservação;

4. Apesar de não serem formalmente reconhecidas como unidades de conservação, terras indígenas podem ter um papel importante na conservação da biodiversidade no Estado do Amazonas.

Além da presente análise outros estudos potenciais a serem explorados a partir das bases geradas seriam a identificação de regiões prioritárias para o estabelecimento de unidades de conservação no Estado do Amazonas, avaliação de complementaridade entre unidades, entre outras.

Referências

- Anderson, R. P. 2003. Real vs. artefactual absences in species distributions: tests for *Oryzomys albigularis* (Rodentia: Muridae) in Venezuela. *Journal of Biogeography* 30:591-605.
- Ayres, J. M. e Clutton-Brock, T. H. 1992. River boundaries and species range size in Amazonian primates. *The American Naturalist* 140(3):531-537.
- Hirsch, A. e Rylands, A. B. 2005. Análise da fragmentação do habitat de primatas com base no mapa de cobertura vegetal e uso do solo da Bacia do Rio Doce, Minas Gerais. In: X Congresso Brasileiro de Primatologia, Sociedade Brasileira de Primatologia, Porto Alegre. p.110.
- CPRM-Serviço geológico do Brasil/MME-Ministério de Minas e Energia. 2002. Geologia e recursos minerais da Amazônia brasileira: Sistema de Informações Geográficas-SIG e Mapa na Escala 1:1.750.000 (Bizzi et al.). CPRM, Brasília. 2 CD-ROMs.

InfoNatura: Birds, mammals, and amphibians of Latin America [web application]. 2004. Version 4.1 . Arlington, Virginia (USA): NatureServe. Available: <http://www.natureserve.org/infonatura>. (Accessed: October 9, 2006).

IUCN. 2006. 2006 IUCN Red list of threatened species. <www.redlist.org>.

Oliveira, M. M.; Ferreira, J. G.; Mota, G. L.S. e Soares, S. G. 2005. Mapeamento das áreas de ocorrência de *Alouatta belzebul ululata* Elliot, 1912 – Etapa Ceará. In: X Congresso Brasileiro de Primatologia, Sociedade Brasileira de Primatologia, Porto Alegre. p.144.

Peterson, A. T.; Ball, L. G. e Cohoon, K. 2002. Predicting distributions birds using ecological niche modeling methods. *British Ornithologist' Union* 144:E27-E32.

Schmidlin, L. A. J.; Amaral, A. T.; Prado, F. e Martins, C. S. 2005. Estudo do hábitat do mico-leão-da-cara-preta (*Leontopithecus caissara*) na sua área de distribuição e entorno utilizando geoprocessamento associado a estudos de campo. In: X Congresso Brasileiro de Primatologia, Sociedade Brasileira de Primatologia, Porto Alegre. p.162.

Silva, J. M.; Rylands, A. B. e Fonseca, G. A. B. 2005a. O destino das áreas de endemismo da Amazônia. *Megadiversidade* 1(1):124-131.

Silva, J. M. C.; Rylands, A. B.; Silva Jr., J. S.; Gascon, C. e Fonseca, G. A. B. 2005b. Primate diversity patterns and their conservation in Amazonia. In: A. Purvis; J. L. Gittleman e Thomas Brooks (orgs.) *Phylogeny and Conservation* v.10. Cambridge, Cambridge University Press. p.337-364.

Voss, R. S. e Emmons, L. H. 1996. Mammalian diversity in Neotropical lowland rainforests: a preliminary assessment. *Bulletin of the American Museum of Natural History* 230:1-115.