

**INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA – INPA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS – UFAM**

**DISTRIBUIÇÃO POTENCIAL, USO DE HÁBITAT E ESTIMATIVAS
POPULACIONAIS DO GALO-DA-SERRA (*Rupicola rupicola*, AVES:
COTINGIDAE) NA APA MAROAGA E ENTORNO, PRESIDENTE FIGUEIREDO-
AM, COM RECOMENDAÇÕES PARA SUA CONSERVAÇÃO**

NATACHA SOHN

**MANAUS
2009**

NATACHA SOHN

**DISTRIBUIÇÃO POTENCIAL, USO DE HÁBITAT E ESTIMATIVAS
POPULACIONAIS DO GALO-DA-SERRA (*Rupicola rupicola*, AVES:
COTINGIDAE) NA APA MAROAGA E ENTORNO, PRESIDENTE FIGUEIREDO-
AM, COM RECOMENDAÇÕES PARA SUA CONSERVAÇÃO**

Orientadora: Marina Anciães

Fontes Financiadoras:

- MCT/CNPq
- PCE
- AMPA

Dissertação apresentada ao Programa Integrado de Pós-Graduação em Biologia Tropical e Recursos Naturais do convênio INPA/UFAM, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em CIÊNCIAS BIOLÓGICAS, área de concentração em ECOLOGIA.

**MANAUS
2009**

S682d Sohn, Natacha

Distribuição potencial, uso de hábitat e estimativas populacionais do Galo-da-Serra (*Rupicola rupicola*, aves: Cotingidae) na Apa Maroaga e entorno, Presidente Figueiredo-AM, com recomendações para sua conservação / Natacha Sohn – Manaus : [s.n.], 2009.

vi, 97 f. : il. (algumas color.)

Dissertação (mestrado)--INPA/UFAM, Manaus, 2009.

Orientadora: Marina Anciães
Área de concentração: Ecologia

1. *Rupicola rupicola* – Distribuição Geográfica – Amazônia 2. Galo-da-Serra. 3. Ecologia 4. Preservação e conservação I. Título

CDD 19ª ed. 598.811045

AGRADECIMENTOS

Agradeço à

Marina Anciães, pela orientação, pela grande amizade, pelo exemplo de capacidade e perseverança e a oportunidade de trabalhar com aves.

Mario Henrique Fernandez, pelo amor e companheirismo em tempo integral, e ajuda em todas as etapas do trabalho e na minha vida.

CNPq, por conceder a bolsa de estudo durante o período do mestrado.

Associação amigos do Peixe-boi (AMPA) e Projeto Corredores Ecológicos (PCE) Através da Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SDS) e Ministério do Meio Ambiente (MMA), e seus representantes Vera M. F. da Silva e Jone César Fernandes (AMPA), e Márcio Maia (PCE), pelo financiamento, fundamental para a realização das atividades de campo.

CEUC pela autorização de pesquisa científica em Unidade de Conservação Estadual de Uso Sustentável (autorização nº. 013/08 de 09 de junho de 2008).

Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SEMMA) e Secretaria Municipal de Turismo (SEMTUR) do município de Presidente Figueiredo-AM e seus representantes Ronne Flávio Vieira de Oliveira, Milvânia Oliveira e Jessineide Pereira Lamongi, pelas autorizações de pesquisa nos Parques Municipais Cachoeira das Orquídeas, Galo-da-Serra e Complexo Cavernícola Maroaga (autorização 13 de março de 2008)

Ana Cláudia Silveiras, Haury da S. Barros, Raimundo Rodrigues, Lia Melo Pessoa, Francilene Sousa de Carvalho, Sheila, Aline, pelas autorizações de pesquisa em área particular.

Reserva Biológica Uatumã (ReBio Uatumã) e Centro de Pesquisas de Mamíferos Aquáticos (CPMAQ) pelo apoio logístico, parceria nas intervenções de Educação Ambiental e grande amizade, principalmente aos representantes Caio Pamplona, Bruno Cascardo Pereira, Paulo Bonassa e Stella Maris Lazzarini.

Thiago Orsi Laranjeiras, Marcelo Barreiros e Mariana Tolentino pela ajuda em campo.

Ao Marcelo pelas belas fotos.

Mônica Papes, pela ajuda e sugestões sobre a utilização de dados e programas de modelagem (GARP e Maxent) e na obtenção de base de dados.

Curso de Pós-graduação em Ecologia (CPEC) e também ao Programa de Coleções do INPA por proporcionar o desenvolvimento profissional durante o mestrado.

A minha família, principalmente aos meus pais, irmãos, cunhada e sobrinhos pelo amor incondicional, sacrifícios pessoais, apoio, muita paciência e compreensão, por serem meus exemplos de vida, meus amores, meus tudo.

A minha família manauara, pelo companheirismo e alegria que me proporcionaram, Mônica Sberze Ribas (também pela ajuda e discussões sobre o programa Presence), Davi Telles (também pelas discussões a respeito do programa Distance) Shanna Bittencourt, Luis Henrique Condratti, Murilo, Geângelo.

Marconi Campos Cerqueira pela discussões e ajuda com as análises do Presence, pela amizade e carinho, e pelas aulas de Yoga.

Maíra Bechimol de Souza pela amizade e carinho, também pela ajuda e discussões a respeito do programa Distance

Marcelo Augusto dos Santos Junior pelas discussões a respeito do programa Maxent e na ajuda na obtenção de camadas para modelagens.

Renato Cintra, pelas conversas e sugestões, correção do plano e também pela participação na banca de qualificação.

Eduardo Venticinque, pela correção do plano e conversas.

George Rebelo e José Luis, pela participação na banca de qualificação.

A Beverly e Rose da secretaria da ecologia por todo trabalho e boa vontade em ajudar.

Todos os amigos que de alguma forma contribuíram com o trabalho do mestrado e aqueles dos quais posso ter me esquecido de citar, desculpem-me!

ÍNDICE

LISTA DE FIGURAS	VII
LISTA DE TABELAS	VIII
INTRODUÇÃO GERAL	1
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	4
CAPÍTULO 1 – Distribuição potencial de Galo-da-serra (<i>Rupicola rupicola</i>) na APA Maroaga, Amazonas	6
RESUMO	6
ABSTRACT	7
INTRODUÇÃO	8
MÉTODOS	12
ÁREA DE ESTUDO	12
COLETA DE DADOS	13
PONTOS DE OCORRÊNCIA	13
VARIÁVEIS AMBIENTAIS	15
MODELAGEM DA DISTRIBUIÇÃO POTENCIAL	19
SELEÇÃO DE ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA CONSERVAÇÃO DO GALO-DA-SERRA	21
RESULTADOS	21
PONTOS DE PRESENÇA	21
VARIÁVEIS AMBIENTAIS	22
DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA REGIONAL POTENCIAL	24
DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA LOCAL POTENCIAL	27
ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA CONSERVAÇÃO	28
DISCUSSÃO	30
AGRADECIMENTOS	38
REFERÊNCIAS BIBLIGRÁFICAS	38
CAPÍTULO 2 – Padrão de ocorrência e estimativa populacional de <i>Rupicola rupicola</i> (Aves: Cotingidae): status de conservação na APA Maroaga, AM	44
RESUMO	44
ABSTRACT	45
INTRODUÇÃO	46
MÉTODOS	49
ÁREA DE ESTUDO	49
COLETA DE DADOS	50
ANÁLISES	52
PROBABILIDADES DE OCUPAÇÃO E DETECÇÃO	52
TAMANHO POPULACIONAL E DENSIDADE	54
RESULTADOS	55
PROBABILIDADES DE OCUPAÇÃO E DETECÇÃO	59
TAMANHO POPULACIONAL E DENSIDADE	63
DISCUSSÃO	66
AGRADECIMENTOS	71
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	72
CONCLUSÕES FINAIS	76
ANEXOS	78

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1

FIGURA 1 – MAPA DA ÁREA DE ESTUDO COM DELIMITAÇÃO DA APA MAROAGA - AM E DOS TRANSECTOS CONTÍNUO E POR PONTOS DE ESCUTA UTILIZADOS NAS COLETAS DE DADOS DURANTE O ANO DE 2008.	15
FIGURA 2 – AVALIAÇÃO DA IMPORTÂNCIA E PERCENTUAL DE CONTRIBUIÇÃO DAS VARIÁVEIS PREVISORAS OBTIDOS PELO TESTE <i>JACKKNIFE</i> PARA A ESCOLHA DAS CAMADAS A SEREM UTILIZADAS NO MODELOS DE DISTRIBUIÇÃO POTENCIAL DE <i>R. RUPICOLA</i> . a) CONTRIBUIÇÃO DE CADA VARIÁVEL CLIMÁTICAS PARA O MODELO DA AMÉRICA DO SUL. b) CONTRIBUIÇÃO DE CADA VARIÁVEL TOPOGRÁFICAS E ÍNDICES DE VEGETAÇÃO PARA O MODELO DA APA MAROAGA-AM.	23
FIGURA 3 – IMPORTÂNCIA E PERCENTUAL DE CONTRIBUIÇÃO DAS VARIÁVEIS PREVISORAS SELECIONADAS PARA A CONSTRUÇÃO DOS MODELOS DE DISTRIBUIÇÃO POTENCIAL DE <i>R. RUPICOLA</i> BASEADO NO RESULTADO DO TESTE <i>JACKKNIFE</i> . A) CONTRIBUIÇÃO DE CADA VARIÁVEL CLIMÁTICA NO MODELO DA AMÉRICA DO SUL. B) CONTRIBUIÇÃO DE CADA VARIÁVEL TOPOGRÁFICAS E ÍNDICES DE VEGETAÇÃO NO MODELO DA APA MAROAGA-AM.	25
FIGURA 4 – MODELO DE DISTRIBUIÇÃO POTENCIAL DE <i>RUPICOLA RUPICOLA</i> PARA A AMÉRICA DO SUL CONTENDO A LOCALIZAÇÃO DA APA MAROAGA, PONTOS CONHECIDOS DE PRESENÇA E DISTRIBUIÇÃO CONHECIDA PARA A FAMÍLIA (RIDGELY & TUDOR 1994; NATURESERVE 2007).....	25
FIGURA 4 – MODELO DE DISTRIBUIÇÃO POTENCIAL DE <i>RUPICOLA RUPICOLA</i> PARA A AMÉRICA DO SUL CONTENDO A LOCALIZAÇÃO DA APA MAROAGA, PONTOS CONHECIDOS DE PRESENÇA E DISTRIBUIÇÃO CONHECIDA PARA A FAMÍLIA (RIDGELY & TUDOR 1994; NATURESERVE 2007).....	26
FIGURA 5 – MAPA DE DISTRIBUIÇÃO POTENCIAL DAS ÁREAS DE VIDA E REPRODUTIVAS DE <i>R. RUPICOLA</i> NA APA MAROAGA-AM, CONTENDO OS PONTOS DE OBSERVAÇÃO PARA AS DIFERENTES ATIVIDADES COMPORTAMENTAIS DA ESPÉCIE.	28
FIGURA 6 – MAPA DAS ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA A CONSERVAÇÃO DO GALO-DA-SERRA NA APA MAROAGA-AM. AS 6 ÁREAS PRIORITÁRIAS, EM AZUL, FORAM DELIMITADAS A PARTIR DA DISTÂNCIA DE 5 KM DAS ÁREAS URBANAS E RODOVIAS, CONSIDERADAS COMO ÁREAS DE MAIOR IMPACTO ANTRÓPICO.	29

CAPÍTULO 2

FIGURA 1 – ÁREA DE ESTUDO COM DELIMITAÇÃO DA APA MAROAGA E DOS TRANSECTOS CONTÍNUO E POR PONTOS DE ESCUTA.....	52
FIGURA 2 – NÚMERO DE REGISTROS DE GALOS-DA-SERRA OBTIDOS NOS CENSOS POR PONTOS DE ESCUTA, ENTRE MARÇO E DEZEMBRO DE 2008, NA APA MAROAGA, AM.....	56
FIGURA 3 - PROPORÇÃO DE NINHOS DE GALOS-DA-SERRA OCUPADOS, ENTRE MARÇO E DEZEMBRO DE 2008, NA APA MAROAGA, AM.	58
FIGURA 4 - PROPORÇÃO DE ENTRE O NÚMERO TOTAL DE MACHOS DE GALOS-DA-SERRA E O NÚMERO DE LEKS VISITADOS, ENTRE MARÇO E DEZEMBRO DE 2008, NA APA MAROAGA, AM.....	58
FIGURA 5– PROBABILIDADE DE OCUPAÇÃO (PSI) E INTERVALOS DE CONFIANÇA PARA VARIÁVEL VEGETAÇÃO.	61
FIGURA 6 – PROBABILIDADES DE DETECÇÃO (P) E INTERVALOS DE CONFIANÇA PARA AS VARIÁVEIS A) VEGETAÇÃO, B) CONDIÇÕES DO TEMPO, C) ESTAÇÃO REPRODUTIVA E D) FASE DA LUA.....	62
FIGURA 7 – PROBABILIDADE DE OCUPAÇÃO (PSI) E DE DETECÇÃO (P) CALCULADOS PELO PROGRAMA PRESENCE PARA A ESPÉCIE <i>RUPICOLA RUPICOLA</i> NA APA MAROAGA-AM PARA O ANO DE 2008.	63
FIGURA 8 – PROBABILIDADE DE DETECÇÃO DE <i>R. RUPICOLA</i> EM RELAÇÃO À DISTÂNCIA PERPENDICULAR DA LINHA DE TRANSECÇÃO.....	65

ANEXOS

FIGURA 1 – GALO-DA-SERRA MACHO. FOTO: MARCELO BARREIROS.	78
FIGURA 2 – GALO-DA-SERRA FÊMEA. FOTO: NATACHA SOHN.....	78
FIGURA 3 – NINHO DE GALO-DA-SERRA COM OVOS. FOTO: MARIO FERNANDEZ.	79
FIGURA 4 – JOVEM DE GALO-DA-SERRA NO NINHO. FOTO: MARIO FERNANDEZ.	79

FIGURA 5 – PALCOS DE EXIBIÇÃO USADOS POR MACHOS DE GALO-DA-SERRA. FOTO: MARIO FERNANDEZ.	80
FIGURA 6 – CAVERNA UTILIZADA PARA NIDIFICAÇÃO DE GALO-DA-SERRA. FOTO: MARIO FERNANDEZ.	80
FIGURA 7 – ESCOLHA DAS CAMADAS CLIMÁTICAS. (a) QUALIDADE DO AJUSTE DO MODELO; (b) DESEMPENHO DO CLASSIFICADOR; (c) CONTRIBUIÇÃO DE CADA VARIÁVEL; (d) TESTES <i>JACKKNIFE</i> , MODELOS DE AVALIAÇÃO DA IMPORTÂNCIA E PERCENTUAL DE CONTRIBUIÇÃO DAS VARIÁVEIS PREVISORAS.....	81
FIGURA 8 – CAMADAS CLIMÁTICAS SELECIONADAS. (a) QUALIDADE DO AJUSTE DO MODELO E (b) DESEMPENHO DO CLASSIFICADOR.(c) CONTRIBUIÇÃO DE CADA VARIÁVEL; (d) TESTES <i>JACKKNIFE</i> , MODELOS DE AVALIAÇÃO DA IMPORTÂNCIA E PERCENTUAL DE CONTRIBUIÇÃO DAS VARIÁVEIS PREVISORAS.	83
FIGURA 9 – ESCOLHA DAS CAMADAS TOPOGRÁFICAS E ÍNDICES DE VEGETAÇÃO. (a) QUALIDADE DO AJUSTE DO MODELO; (b) DESEMPENHO DO CLASSIFICADOR; (c) CONTRIBUIÇÃO DE CADA VARIÁVEL; (d) TESTES <i>JACKKNIFE</i> , MODELOS DE AVALIAÇÃO DA IMPORTÂNCIA E PERCENTUAL DE CONTRIBUIÇÃO DAS VARIÁVEIS PREVISORAS	85
FIGURA 10 – CAMADAS TOPOGRÁFICAS E ÍNDICES DE VEGETAÇÃO SELECIONADAS. (a) QUALIDADE DO AJUSTE DO MODELO; (b) DESEMPENHO DO CLASSIFICADOR; (c) CONTRIBUIÇÃO DE CADA VARIÁVEL; (d) TESTES <i>JACKKNIFE</i> , MODELOS DE AVALIAÇÃO DA IMPORTÂNCIA E PERCENTUAL DE CONTRIBUIÇÃO DAS VARIÁVEIS PREVISORAS	87
FIGURA 11 – MODELO DE DISTRIBUIÇÃO POTENCIAL DAS ÁREAS DE VIDA E REPRODUTIVAS DE <i>R. RUPICOLA</i> NA APA MAROAGA-AM, ELABORADO SEM SELEÇÃO PRÉVIA DE VARIÁVEIS CLIMÁTICAS, TOPOGRÁFICAS E ÍNDICES DE VEGETAÇÃO.	89
FIGURA 12 – MAPA DO DESMATAMENTO NA ÁREA DA APA CAVERNA DO MAROAGA ATÉ 2007, DADOS FORNECIDOS PELA CEUC-SDS	89

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1

TABELA 1 – RELAÇÃO DAS VARIÁVEIS CLIMÁTICAS, TOPOGRÁFICAS E ÍNDICES DE VEGETAÇÃO UTILIZADAS COMO BASE DE DADOS NA SELEÇÃO DE VARIÁVEIS PELO TESTE <i>JACKKNIFE</i>	17
TABELA 2 – NÚMERO DE REGISTROS DE OCORRÊNCIA PARA <i>RUPICOLA RUPICOLA</i> , ORIGEM DOS REGISTROS E MODELO DE DISTRIBUIÇÃO POTENCIAL NO QUAL FOI UTILIZADO.....	22
TABELA 3 – TABELA DE RESULTADOS DOS MODELOS DE DISTRIBUIÇÃO POTENCIAL GERADOS PELO GARP, INCLUINDO AS VARIÁVEIS UTILIZADAS (COM E SEM SELEÇÃO PELO TESTE <i>JACKKNIFE</i>), OS VALORES DE ACURÁCIA (PONTOS DE TREINO E TESTE), MÉDIA DO TESTE QUI-QUADRADO (P), PORCENTAGEM DE ERRO DE COMISSÃO E OMISSÃO DOS PONTOS DE TREINO (INTERNA) E TESTE (EXTERNA)	27
TABELA 4 – RANKING DE IMPORTÂNCIA DAS ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA A CONSERVAÇÃO DO GALO-DA-SERRA NA APA MAROAGA-AM.	30

CAPÍTULO 2

TABELA 1 – RESULTADOS OBTIDOS NOS CENSOS POR PONTOS DE ESCUTA NA APA MAROAGA, AM, EM 2008	56
TABELA 2 – RESULTADOS OBTIDOS NOS CENSOS CONTÍNUOS NA APA MAROAGA, AM, EM 2008.....	57
TABELA 3 – PORCENTAGEM ENTRE O NÚMERO DE PONTOS UTILIZADOS NOS CENSOS POR PONTOS DE ESCUTA E O TIPO VEGETACIONAL, MOSTRANDO O NÚMERO DE DETECÇÕES OBTIDAS, DURANTE O ANO DE 2008, NA APA MAROAGA, AM.	59
TABELA 4 – SELEÇÃO DOS MODELOS QUE MELHOR EXPLICAM A PROBABILIDADE DE OCUPAÇÃO (PSI) E DE DETECÇÃO (P) PARA A ESPÉCIE <i>RUPICOLA RUPICOLA</i> NA APA MAROAGA, AM	60
TABELA 5 – RESULTADOS DAS ESTIMATIVAS DE DENSIDADE (D), DENSIDADE DE BANDOS (DS), TAMANHO DO BANDO (E(S)) E PROBABILIDADE DE DETECÇÃO PARA A ESPÉCIE <i>RUPICOLA RUPICOLA</i> , NA APA MAROAGA-AM, EM 2008.	64
TABELA 6 – TAMANHO POPULACIONAL ESTIMADO DE GALOS-DA-SERRA, NA APA MAROAGA-AM, EM 2008.....	65

INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil possui, aproximadamente, 40% da cobertura de floresta tropical remanescente do mundo localizada principalmente na região Amazônica (BARRETO *et al.* 2005; BRANDON *et al.* 2005). A floresta Amazônica representa uma grande fonte de recursos para a população brasileira e um bem incalculável para a população mundial por ser, reconhecidamente, um dos mais importantes repositórios da diversidade biológica do planeta com altos índices de endemismos (MYERS 2000; BARRETO *et al.* 2005). Compilações recentes indicam que a Amazônia abriga pelo menos 40.000 espécies de plantas, 427 de mamíferos, 1.294 de aves, 378 de répteis, 427 de anfíbios e cerca de 3.000 espécies de peixes (SILVA *et al.* 2005).

Apesar de possuir ainda grandes extensões de áreas intactas, estas têm sido rapidamente convertidas para outros usos. Números oficiais indicam que o desmatamento já afetou cerca de 17% da Amazônia (FERREIRA *et al.* 2005). O impacto total sobre este ecossistema é, provavelmente, ainda maior do que estes números indicam, dado o efeito cumulativo do corte seletivo, da poluição, da pesca e da caça, todos largamente distribuídos na região. As estratégias tradicionais para conservação da biodiversidade no Brasil, assim como nos demais países do mundo, devem enfatizar não somente a criação e implementação de áreas protegidas, mas, sobretudo o manejo de seus recursos naturais (AYRES *et al.* 2005).

O conhecimento científico acumulado através dos anos no campo da biologia da conservação tem indicado que são necessárias áreas protegidas bastante extensas, para que se possam manter os processos ecológicos e evolutivos viáveis em longo prazo. Trabalhos sobre o efeito da fragmentação de habitats mostram que muitas aves sofrem declínio e possíveis extinções locais e regionais (e.g. GASCON *et al.* 1999; STRATFORD & STOUFFER 1999; LAURENCE *et al.* 2002; FERRAZ *et al.* 2003). O isolamento dessas áreas também leva à diminuição da variabilidade genética (COLLI *et al.* 2003) e altera a estabilidade do desenvolvimento ontogenético (ANCIÃES & MARINI 2000). Assim, populações isoladas são mais vulneráveis a eventos demográficos e

ambientais aleatórios, tornando-as mais susceptíveis à extinção local, regional ou mesmo à extinção completa (AYRES *et al.* 2005). Uma maneira de se combater esse problema é a criação de corredores ecológicos que permite a conectividade entre áreas fazendo com que haja fluxo de indivíduos e genes entre populações e subpopulações, aumentando assim a probabilidade de sua sobrevivência em longo prazo e assegurando a manutenção de processos ecológicos e evolutivos em larga escala (BEIER & NOSS; 1998; AYRES *et al.* 2005; PERES 2005).

É fundamental, também, que estejam representadas nas unidades de conservação, as áreas de alta biodiversidade encontrada na Amazônia, em endemismo e riqueza de espécies (SILVA *et al.* 2005; SILVA & PAGLIA 2007). Áreas de endemismo são importantes por abrigarem conjuntos de espécies únicas e insubstituíveis (SILVA *et al.* 2005). Além disso, representam as menores unidades geográficas para análise de biogeografia histórica e são, portanto, a base para a formulação de hipóteses sobre os processos responsáveis pela formação da biota regional (CRACRAFT 1985, 1994; MORRONE 1994; MORRONE & CRISCI 1995). A riqueza continua sendo o principal norteador para se estabelecer áreas destinadas à conservação, mas, no entanto, é necessário aliar certos conceitos para se obter sucesso na representação da biodiversidade. O conceito de complementaridade de áreas é extremamente importante de se incorporar nesse processo, uma vez que lida com uma eficiente representação da biodiversidade através de combinações adequadas de áreas protegidas (JENNINGS 2000; MARGULES *et al.* 2002). A área apontada como mais rica não necessariamente contém todos os elementos da biodiversidade a serem preservados. Além disso, áreas prioritárias devem complementar umas às outras não só em termos de taxa, mas também considerando características ambientais e de habitats. A identificação dessas áreas é, antes de tudo, resultado de um processo de comparação sistemático de áreas por toda uma região (MARGULES *et al.* 2002). Tais áreas devem representar uma amostra da diversidade da região em que se situa e também deve separá-la de processos que ameacem sua persistência, ou pelo menos amenizar sua ação.

Portanto, o conhecimento detalhado da biologia e da história natural das espécies, incluindo aspectos ecológicos e comportamentais, como tamanho populacional, reprodução, das particularidades dos ambientes em que são encontradas e da compreensão de suas distribuições geográficas, permitem reconhecer as espécies raras, ameaçadas de extinção ou endêmicas (PETERSON *et al.* 2002), bem como aquelas que virão a ser cada vez mais vulneráveis, por exemplo, devido ao tráfico de animais silvestres (GIOVANINI 2001) e auxiliam os critérios que estabelecem áreas como de grande interesse biológico e prioritárias para a conservação (PAPES & GAUBERT 2007).

Neste contexto, o presente estudo visa fornecer informações para futuros planos de conservação da Amazônia, estando dividido em dois capítulos. O primeiro capítulo propõe modelar a distribuição potencial de *Rupicola rupicola* na APA Maroaga, analisar a sua distribuição em relação a diferentes atividades comportamentais e indicar possíveis áreas de conservação da espécie. Esses dados poderão ser utilizados, por exemplo, para o monitoramento e manejo da espécie no município de Presidente Figueiredo, AM, orientar trabalhos de educação ambiental e delimitar áreas complementares para conservação contribuindo para a efetividade das unidades de conservação existentes na região. O segundo capítulo visa estimar as probabilidades de ocupação e detecção, uso de habitat, tamanho populacional e densidade da espécie *Rupicola rupicola* na APA Maroaga para fazer inferências sobre o status da espécie, suas preferências e associações com o habitat nesta área focal. A partir dos resultados obtidos será possível monitorar suas populações e estabelecer critérios de conservação da espécie.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANCIÃES, M. & M.Â. MARINI. 2000. The effects of fragmentation on fluctuating asymmetry in passerine birds of Brazilian tropical forests. *Journal of Applied Ecology* 37, 1013-1028.
- AYRES, J.M., G.A.B.D. FONSECA, A.B. RYLANDS, H.L. QUEIROZ, L.P. PINTO, D. MASTERSON & R.B. CAVALCANTI. 2005. Os Corredores Ecológicos das Florestas Tropicais do Brasil. Sociedade Civil Mamirauá, Belém, 256.
- BARRETO, P., C.S. JR., R. NOGUERÓN, A. ANDERSON & R. SALOMÃO. 2005. Pressão humana na floresta amazônica brasileira. World Resources Institute, Imazon, Belém, 84.
- BEIER, P., & R. F. Noss. 1998. Do habitat corridors provide connectivity? *Conservation Biology* 12: 1241-1252.
- BRANDON, K., G.A.B.D. FONSECA, A.B. RYLANDS & J.M.C.D. SILVA. 2005. Conservação brasileira: desafios e oportunidades. *Megadiversidade* 1, 1: 7-13.
- COLLI, G.R., G.D.M. ACCACIO, Y. ANTONINI, R. CONSTANTINO, E.V. FRANCESCHINELLI, R.R. LAPS, A. SCARIOT, M.V. VIEIRA & H.C. WIEDERHECKER. 2003. A Fragmentação dos Ecossistemas e a Biodiversidade Brasileira: uma Síntese, 317-324 in D. Rambaldi & D. A. S. d. Oliveira *Fragmentação de Ecossistemas: causas e efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas*. C.I.D., Brasília. 317-324.
- CRACRAFT, J. 1985. Historical biogeography and patterns of differentiation within the South American avifauna: areas of endemism. *Ornithological Monographs* 36, 49-84.
- CRACRAFT, J. 1994. Species diversity, biogeography, and the evolution of biotas. *American Zoologist* 34, 33-47.
- FERRAZ, G., G.J. RUSSEL, P.C. STOUFFER, R.O. BIERREGAARD, S.L. PIMM & T.E. LOVEJOY. 2003. Rates of species loss from Amazonian forest fragments. *PNAS* 100, 24: 14069-14073.
- GASCON, C., T.E. LOVEJOY, R.O. BIERREGAARD, J.R. MALCOLM, P.C. STOUFFER, H.L. VASCONCELOS, W.F. LAURENCE, B. ZIMMERMAN, M. TOCHER & S. BORGES. 1999. Matrix habitat and species richness in tropical forest remnants. *Biological Conservation* 91, 223-229.
- LAURENCE, W.F., T.E. LOVEJOY, H.L. VASCONCELOS, E. BRUNA, R.K. DIDHAM, P.C. STOUFFER, C. GASCON, R.O. BIERREGAARD, S.G. LAURENCE & E. SAMPAIO. 2002. Ecosystem delay of Amazonian Forest fragments a 22-year investigation. *Conservation Biology* 16, 3: 605-618.
- MYERS, N.; MITTERMEIER, R.A.; MITTERMEIER, C.G.; FONSECA, G.A.B.; KENT, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403: 853-845.
- MORRONE, J.J. & J.V. CRISCI. 1995. Historical biogeography: introduction to methods. *Annual Review of Ecology and Systematics* 26, 373-401.
- MORRONE, J.J. 1994. On the identification of areas of endemism. *Systematic Biology* 43, 438-441.

PAPES, M. & P. GAUBERT. 2007. Modelling ecological niches from low numbers of occurrences: assessment of the conservation status of poorly known viverrids (Mammalia, Carnivora) across two continents. *Diversity and Distributions* 890–902.

PERES, C.A. 2005. Porque precisamos de megareservas na Amazônia. *Megadiversidade* 1, 1: 174-180.

PETERSON, A.T., M.A. ORTEGA-HUERTA, J. BARTLEY, V. SANCHEZ-CORDERO, J. SOBERON, R.H. BUDDEMEIER & D.R.B. STOCKWELL. 2002. Future projections for Mexican faunas under global climate change scenarios. *Nature* 416, 626-629.

SILVA, J.M.C., A.B. RYLANDS & G.A.B.D. FONSECA. 2005. O destino das áreas de endemismo da Amazônia. *Megadiversidade* 1, 1: 124-131.

SILVA, J.M.C.D. & A. PAGLIA. (2007). "A Biodiversidade Ameaçada No Brasil: Como Garantir a sua Proteção?" Retrieved 12/2007, 2007.

STRATFORD, J.A. & P.C. STOUFFER. 1999. Local extinctions of terrestrial insectivorous birds in a fragmented landscape near Manaus, Brazil. *Conservation Biology* 13, 6: 1416-1423.

CAPÍTULO 1

Formatado de acordo com as instruções do periódico Journal of Tropical Ecology

Distribuição potencial de Galo-da-serra (*Rupicola rupicola*) na APA Maroaga, Amazonas

Natacha Sohn¹, Marina Anciães²

¹Pós-graduação em ecologia, Instituto Nacional de Pesquisas na Amazônia, natachasohn@gmail.com

²Laboratório de Biologia Evolutiva e Comportamental de Aves, CPEC, Instituto Nacional de Pesquisa na Amazônia

RESUMO

O galo-da-serra (*Rupicola rupicola*, Linnaeus 1766) é uma ave endêmica das áreas montanhosas mais antigas ao leste dos Andes e ao norte do rio Amazonas. Encontrada somente nas florestas com terreno escarpado, a espécie se distribui desde o estado do Amazonas, nas serras de fronteira com o Pará, Amapá e Roraima, até as Guianas, Venezuela, Colômbia e Suriname. No Amazonas ele ocorre no município de Presidente Figueiredo, onde é considerado ave símbolo. Este estudo modelou a distribuição geográfica potencial e caracterizou os padrões de uso de habitat do galo-da-serra ao longo de um ano na APA Maroaga e entorno, para definição de áreas prioritárias para a conservação da espécie. Foram gerados dois modelos de distribuição potencial a partir do programa DesktopGARP, um em escala geográfica regional, compreendendo o norte da América do sul, e outro em escala local, na área de estudo (APA Maroaga-AM). Foram utilizadas 4 variáveis climáticas, 3 topográficas e 2 índices de vegetação todas selecionadas a partir do teste jackknife, incorporado no programa Maxent. O primeiro modelo em escala regional foi construído a partir de pontos georreferenciados de ocorrência da espécie, obtidos da literatura e museus, e das variáveis climáticas, selecionadas no Maxent. Este modelo confirmou a distribuição conhecida para a espécie e serviu como máscara para a construção de cartas climáticas, topográficas e índices de vegetação com intuito de excluir deste banco de dados áreas com baixa probabilidade de ocorrência regional o que permitiu um refinamento na construção do modelo em escala local. A modelagem local utilizou pontos de ocorrência da espécie na área de estudo, e as variáveis ambientais recortadas da máscara do modelo em escala regional e indicou as áreas de uso para forrageamento e reprodução da espécie. A partir da modelagem local foram identificadas e delimitadas 6 áreas prioritárias para a conservação do galo-da-serra. Essas áreas foram selecionadas a partir das áreas de alta probabilidade de ocorrência da espécie e com distância de 5 km das áreas urbanas e rodovias, consideradas como as de menor pressão antrópica.

Palavras-chave: Amazônia, área de proteção ambiental, conservação, modelagem de nicho ecológico, espécie endêmica, GARP, Maxent, tráfico de animais silvestres.

ABSTRACT

The Cock-of-the-rock (*Rupicola rupicola*, Linnaeus 1766) is endemic to rock outcrops. In Brazilian state of Amazonas, it occurs in the vicinity of the town of Presidente Figueiredo, where its considered a local symbol. This study modeled the probable geographic distribution of the species and characterized patterns of habitat use throughout one year in the Maroaga Environmental Protection Area and areas nearby, aiming the definition of priority areas for its conservation. Two models of probable distribution were generated using DesktopGARP software, one in regional geographic scale, the other one in a local geographic scale. The variables used in the modeling process were selected using the Jackknife test, embedded in Maxent software. The first model was built using georeferenced presence points of the species obtained from zoological collections databases, using only climatic variables, and it confirmed the known distribution for the Cook-of-the-rock. This model confirmed the known distribution of the species and served as a mask for building climatic, topographic and vegetation indexes charts, willing to exclude from the database all those areas with low occurrence probabilities and allowed the building of the local scale model. The local scale model used the specie`s occurrence points in the study area, and the environmental variables overlaid with the mask of the regional scale and indicated habitat used for both foraging and breeding. We identified 6 priority areas for conservation of the Cook-of-the-rock based on the specie`s highest occurrence probabilities and 5 km away from any urban area and highways, considered as the less anthropic pressure area.

Keyword: Amazon, conservation, endemic species, environmental protection area, GARP, Maxent, ecological niche modelling, wild fauna trade.

INTRODUÇÃO

As aves, assim como outros animais, podem apresentar associações com habitats de características particulares podendo escolher determinados locais de acordo com seus aspectos bióticos e abióticos. Locais considerados importantes são escolhidos ativamente pelas espécies e são correlacionadas com sucesso reprodutivo, eficiência de alimentação ou sobrevivência em épocas desfavoráveis (ALCOCK 2001). Portanto, em uma determinada área geográfica, a distribuição de cada espécie é irregular, devido à variação espacial de características físicas, disponibilidade de recursos e interação com espécies competidoras, predadoras e parasitas (GASTON 1996). Além disso, pode haver variação espacial ou sazonal na ocorrência e distribuição de espécies, que pode ser explicada por determinadas características da paisagem como a estrutura e distância entre as árvores, diferentes tipos de vegetação e disposição espacial dos elementos florestais que acabam por determinar os padrões de ocupação das aves, como por exemplo, a diminuição na área de ocupação durante a época reprodutiva, devido à busca de alimento e cuidado com a prole para a espécie *Charadrius collaris* (BARBIERI & PINNA 2005).

Estudos sobre as relações entre as populações de aves e o seu habitat têm sido feitos por vários pesquisadores e se baseiam principalmente em definições do modelo de nicho ecológico de GRINNELL (1917), descrito como um conjunto de condições ecológicas em que a espécie é capaz de manter populações sem imigração, e nas definições de HUTCHINSON (1959) de nicho fundamental (escala de possibilidade teórica) e nicho realizado (área realmente ocupada pela espécie considerando as interações com outras espécies, como por exemplo, competição). Esses estudos têm como objetivos reconhecer condições que determinam as distribuições geográficas (MACARTHUR 1964; PETERSON 2001; PETERSON *et al.* 1999; MATTOS *et al.* 2005) e diversos trabalhos objetivaram compreender a relação dos animais com seus habitats (RYDER *et al.* 2006; BROWN *et al.* 2000; ÖZESMI & MITSCH 1997; MACARTHUR 1972; ANCIÃES & PETERSON *et al.* aceito). Estudos com

esta abordagem são importantes, pois a maioria das espécies sofre influências diretas ou indiretas quando há alterações em suas áreas de ocupação (ANCIÃES & PETERSON 2006; ANCIÃES & MARINI 2000; FERRAZ *et al.* 2003; LAURANCE *et al.* 2002; STRATFORD & STOUFFER 1999; GASCON *et al.* 1999).

O galo-da-serra (*Rupicola rupicola*, Linnaeus 1766) é uma ave endêmica das áreas montanhosas mais antigas ao leste dos Andes e ao norte do rio Amazonas. Encontrada somente nas florestas com terreno escarpado, a espécie se distribui desde o estado do Amazonas, nas serras de fronteira com o Pará, Amapá e Roraima, até as Guianas, Venezuela, Colômbia e Suriname (TRAIL 1987; ERARD *et al.* 1989; THERY & LARPIN 1993; ENDLER & THERY 1996; SICK 2001; SARRIASALAS 2005). No Amazonas ele ocorre próximo a capital Manaus, no município de Presidente Figueiredo, que considera essa ave como um símbolo da cidade e é um dos seus principais ícones turísticos (OMENA & MARTINS 2007).

O galo-da-serra alimenta-se de insetos, frutos e de pequenos vertebrados e chega a medir cerca de 28 cm de comprimento. Os machos possuem uma crista semicircular que cobre o bico e uma plumagem que, dependendo da incidência da luz solar, varia sua coloração entre amarelo a laranja intenso. Têm coloração preta na cauda e nas asas, sendo as extremidades das rêmiges branca. As rêmiges secundárias e coberteiras superiores da cauda possuem penas alongadas e que, quando movimentadas durante as exibições, apresentam efeito visual marcante (ERARD. *et al.* 1989; THERY & LARPIN 1993; SICK 2001).

Os machos permanecem a maior parte de seu tempo em locais de exibição de corte, os quais são agregados espacialmente entre machos, em um sistema conhecido por "lek". Neste sistema, os machos contribuem apenas com esperma para a reprodução, cabendo às fêmeas as tarefas de construção do ninho e do cuidado com a prole. Nestes locais eles atraem, cortejam e copulam com as fêmeas e defendem de outros machos os poleiros e territórios que utilizam (SICK 2001).

As fêmeas têm coloração pardo-escura e uma crista menos evidente, o que provavelmente garante uma melhor proteção contra predadores, principalmente

quando está nos ninhos, os quais são construídos em locais sombreados e úmidos como fendas em paredes rochosas e cavernas (ERARD. *et al.* 1989; SICK 2001; SARRIA-SALAS 2005). Para a confecção dos ninhos, as fêmeas utilizam principalmente lama misturada com saliva, fibras vegetais e resinas de árvores (OMENA & MARTINS 2007).

Devido a essa combinação morfológica e comportamental o galo-da-serra é comparado às aves-do-paráíso da Nova Guiné (SICK 2001). Por isso, esta ave também é vítima da captura por traficantes de animais silvestres (GIOVANINI 2001; BRASIL 2006; OMENA & MARTINS 2007). Em 2007 dois exemplares capturados em Presidente Figueiredo foram recuperados do tráfico pelo IBAMA. Mas devido à falta de conhecimento sobre sua população, principalmente a falta de dados sobre a sua distribuição, esses indivíduos não puderam ser reintroduzidos na área e acabaram morrendo em cativeiro (Stella Maris Lazzarini /CPPMA-Eletronorte com. Pess.). Em geral os Galos-da-serra não suportam a vida em cativeiro e acabam falecendo devido ao estresse (OMENA 2005). Assim, é importante desenvolver estudos que visem investigar os requisitos necessários, biológicos e espaciais, para que futuramente possam ser praticadas reintroduções bem-sucedidas da espécie.

No município de Presidente Figueiredo-AM, a captura de galos-da-serra (*Rupicola rupicola*) por traficantes de animais, junto à crescente urbanização e visitação contínua de turistas em áreas de nidificação, constitui o principal fator que põem em risco a manutenção e preservação dessa espécie (GIOVANINI 2001; BRASIL 2006; OMENA & MARTINS 2007). Apesar de serem considerados um dos símbolos da cidade e de serem um grande atrativo para os turistas, existe pouco conhecimento sobre a distribuição da(s) população(ões) de galos-da-serra no município. Portanto, responder questões sobre quais os locais com as maiores chances de encontrar galos-da-serra no município de Presidente Figueiredo; quais os fatores ambientais são responsáveis pela sua distribuição espacial; e quais regiões são mais adequadas para sua conservação, podem ser de grande importância para planos de conservação e manejo dessa espécie, e para o turismo

ordenado na região.

Para responder questões desse tipo, foram desenvolvidos, na última década, aplicativos baseados nas teorias de nicho ecológico que permitem fazer inferências sobre a diversidade e abundância de espécies em biomas e regiões distintas a partir de bases de dados, como bases climáticas, topográficas e de vegetação e, dados referentes a localidades de ocorrência de uma determinada espécie, disponíveis online. Estes aplicativos estão auxiliando na análise e solução de problemas distintos que vão desde estratégias de contenção e erradicação de espécies invasoras (PETERSON & VIEGLAIS 2001; PETERSON & NAKAZAWA 2007) até a previsão de distribuição de espécies e impacto de mudanças climáticas (PETERSON *et al.* 2002; ANCIÃES & PETERSON 2006). Dentre estes aplicativos destacam-se os de modelagem de distribuição potencial de espécies (PETERSON *et al.* 2007; TSOAR *et al.* 2007)

A modelagem de distribuição potencial pode ser de grande utilidade para estudos e planos de conservação. Pode-se, por exemplo, prever a distribuição espacial de um determinado animal em um habitat, para garantir que a reintrodução dessa espécie seja feita em áreas que sejam seu nicho ecológico potencial ou que aumentem suas chances de sobrevivência (MEYER *et al.* 2006); prever a distribuição de espécies que estão sob risco de extinção (GODOWN & PETERSON 1999; SANTOS 2008); para priorizar áreas a serem protegidas e para a criação de corredores ecológicos (PAPES & GAUBERT 2007). Além disso, o estudo da relação entre pontos de ocorrência e as variáveis abióticas de um local pode auxiliar a compreensão da distribuição de espécies como, por exemplo, o deslocamento entre áreas (BROWN *et al.* 2000) e a escolha de locais para as atividades reprodutivas (ÖZESMI & MITSCH 1997).

Essa compreensão possibilita um melhor planejamento e direcionamento na execução de novos inventários, no estudo de espécies raras e nos programas de controle e monitoramento biológico. Portanto é crucial para a conservação e a gerência da biodiversidade e poderá ser de extrema utilidade no estudo e

redirecionamento das atividades, áreas de preservação permanente, entre outros (SILVA 2004; MANTOVANI 2006).

Os objetivos desse estudo foram modelar a distribuição potencial de *Rupicola rupicola* na APA Maroaga, caracterizar sua distribuição em habitat utilizados em diferentes atividades comportamentais e indicar possíveis áreas de conservação da espécie. Os dados obtidos neste estudo poderão ser utilizados, por exemplo, para o monitoramento e manejo da espécie no município, orientar trabalhos de educação ambiental e delimitar áreas complementares para conservação contribuindo para a efetividade do sistema de unidades de conservação existentes na região.

MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi realizado na Área de Proteção Ambiental Caverna do Maroaga (APA Maroaga - Decreto nº. 12.836/1990) e seu entorno (Figura 1). A APA Maroaga possui cerca de 374.700ha e está localizada no município de Presidente Figueiredo (01°59'S/60°01'O), estado do Amazonas, distante 107 km ao norte da capital Manaus. A vegetação é formada por floresta ombrófila densa de terra firme e floresta de igapó encontrada nas margens de rios, lagos e igarapés, além de campinas e campinaranas (A.C.CID FERREIRA com. pess.; MONTEIRO *et al.* 1998; SILVA & SILVA 2006). O clima da região é uniforme ao longo do ano, segundo a classificação de (KÖPPEN 1948), é do tipo Amw, caracterizado por apresentar-se chuvoso, úmido e quente. A precipitação média anual é superior a 2000 mm e distribuída em duas estações bem distintas: uma com alta precipitação pluviométrica, que vai de novembro a maio e outra, de menor precipitação pluviométrica, de junho a outubro. A umidade relativa do ar apresenta-se alta e uniforme durante o ano, sendo de 86% o valor médio, e a temperatura varia entre as médias máxima de 38 °C e a mínima

de 20 °C (SUDAM 1984; EMBRAPA 1998b; 1998a). Na área de estudo são reconhecidos dois grandes conjuntos geomorfológicos: na porção sul da APA tem-se terrenos sedimentares paleozóicos de baixa altitude, associados com uma superfície de aplainamento plio-pleistocênica, que sofreram profundos entalhos nas drenagens na sua zona de borda e no contato com o embasamento; e os terrenos mais acidentados topograficamente, que se estendem ao longo dos rios e platôs com níveis altimétricos intermediários, com altitude de até 200m, instalados sobre as rochas graníticas e vulcânicas do embasamento (MÜLLER & CARVALHO 2005).

Apesar da proximidade de Manaus, somente o asfaltamento da rodovia BR-174, em 1996, trouxe pressões mais intensas sobre os recursos naturais no Município de Presidente Figueiredo, incluindo a exploração imobiliária, projetos de assentamento rural, exploração de belezas cênicas das cachoeiras e quedas d'água, implantação de hotéis e clubes campestres, entre outros. Esta ocupação, muitas vezes desordenada e de alta velocidade, promove pressões intensas sobre a flora, fauna, água, e outros recursos naturais. As maiores pressões antrópicas na área da APA Caverna do Maroaga acontecem principalmente às margens da BR-174 e ao longo da rodovia AM-240, que liga o centro do município de Presidente Figueiredo à Vila de Balbina. O que se observa nestas áreas são atividades relacionadas à instalação de famílias, loteamentos, desmatamentos para pastagens, agricultura de pequeno porte e para acesso aos recursos hídricos superficiais, exploração turística, além de pequenas queimadas, abertura de ramais e o tráfico de animais silvestres (GIOVANINI 2001; MÜLLER & CARVALHO 2005).

COLETA DE DADOS

PONTOS DE OCORRÊNCIA

Com o intuito de refinar as bases de dados climáticos, topográficos e índices vegetacionais a serem usados em escala local, foram gerados modelos em

escala regional. Para isso foram utilizados os registros de ocorrência georreferenciados obtidos a partir de bancos de dados das coleções de museus (Gbif, Ornis e SpeciesLink). Para o estudo em escala local, foram coletados pontos de registro em campo, classificados como pontos em áreas de forrageamento e pontos de ocorrência em áreas reprodutivas (ninhos e leques).

Para as coletas de dados de presença da espécie na localidade de estudo, incluindo área de uso para qualquer atividade da espécie (forrageamento, reprodução) foram realizados censos com dois observadores simultaneamente, em 140 pontos de escuta (SUTHERLAND 2000; SUTHERLAND *et al.* 2004) distribuídos em 8 transectos de 5km cada. Os transectos foram localizados considerando-se amostrar a região entre PF e Balbina (cerca de 100 km de distância entre esses dois locais) de forma mais homogênea possível e viável em escala local. Em cada ponto de escuta foi realizada uma parada de 3 minutos para a verificação visual, com o auxílio de um binóculo (Nikon 8x42), ou auditiva, da presença da espécie no ponto. Passado esse tempo, e não havendo indicativo de presença da espécie, foi reproduzida, por 3 vezes consecutivas, a vocalização da espécie com ajuda de um gravador (mp3 Foston) e mini-amplificador (RadioShack) e, durante 3 minutos adicionais, se aguardou a resposta, auditiva ou visual, de indivíduos na área. Dessa forma, com o uso de play-back, pretendeu-se diminuir as falsas ausências encontradas a priori (BOSCOLO 2002).

Com o intuito de modelar o uso de habitat para atividades reprodutivas, em particular, ou seja, sítios de nidificação e locais de ajuntamento de machos para atração de fêmeas, exibição e cópula (Lek), foram realizadas buscas, também com o uso de *play-back* e binóculos, através de censos contínuos em trilhas existentes na região, em locais indicados por pesquisadores, observadores de aves e moradores locais, e em áreas com presença de cavernas e paredes rochosas que são ambientes preferidos pelas fêmeas para a construção de ninhos (SARRIA-SALAS 2005; OMENA & MARTINS 2007) e onde há maior probabilidade de encontro de leks (OMENA com. Pess). Foram anotadas as coordenadas com GPS de todos os pontos

onde foi detectada a presença da espécie para o georreferenciamento dessas áreas.

Os censos por pontos de escuta e contínuo foram realizados ao longo de 15 dias consecutivos por mês, entre março e dezembro de 2008. A figura 1 apresenta os pontos de censo distribuídos na área focal do estudo (APA Maroaga). Os censos eram iniciados às 6:00 horas e se estendiam até às 18:00 horas.

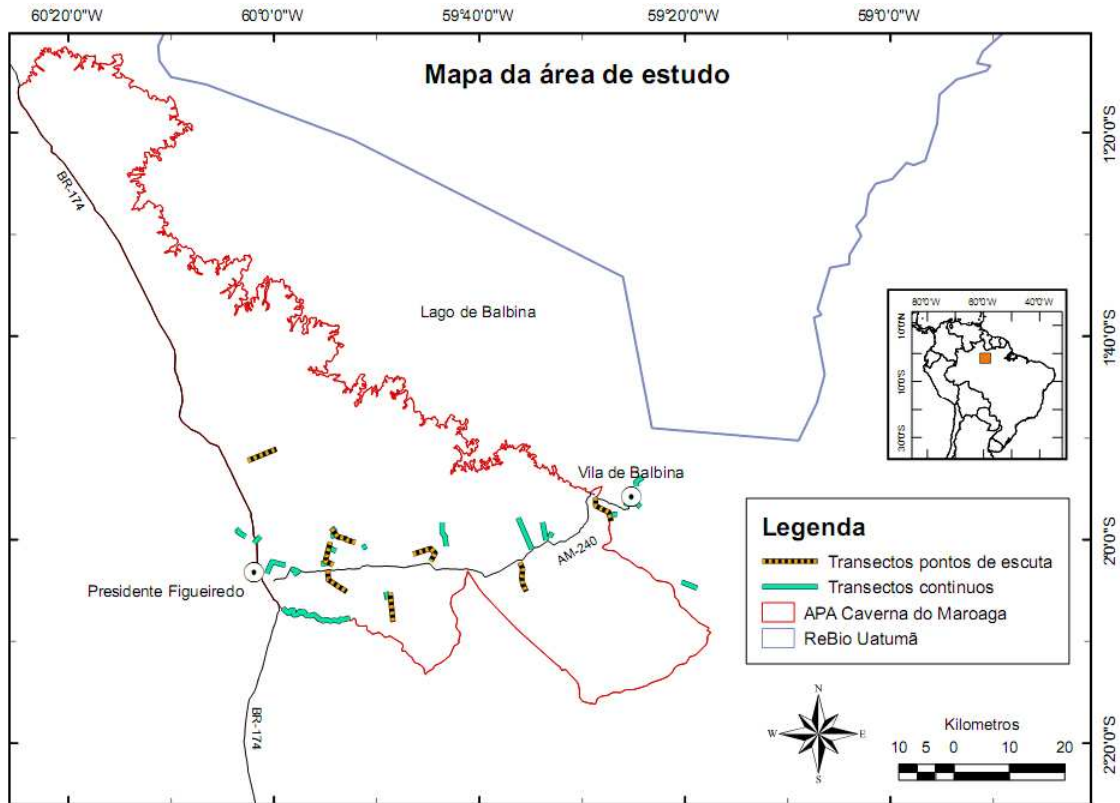


FIGURA 1 – MAPA DA ÁREA DE ESTUDO COM DELIMITAÇÃO DA APA MAROAGA - AM E DOS TRANSECTOS CONTÍNUO E POR PONTOS DE ESCUTA UTILIZADOS NAS COLETAS DE DADOS DURANTE O ANO DE 2008.

VARIÁVEIS AMBIENTAIS

Utilizamos variáveis ambientais, climáticas, topográficas e índices de vegetação, em resolução apropriada a duas escalas espaciais incluídas no estudo (ver abaixo). Assim, foram utilizadas variáveis climáticas com resolução espacial de 5 km, abrangendo o norte da América do sul, destinadas à geração de modelos em escala regional; e variáveis topográficas (SRTM) e índices de vegetação (NDVI e

EVI), com resolução de 250 m, destinadas à modelagem em escala local.

As variáveis climáticas foram obtidas da base de dados do WorldClim, derivadas dos valores mensais de temperatura e precipitação, com finalidade de gerar variáveis de relevância biológica. Essas variáveis representam tendências anuais, bem como os valores extremos por trimestres (<http://www.worldclim.org>). Os dados topográficos de elevação, orientação, inclinação, curvatura e sombreamento do terreno foram obtidos, diretamente ou derivados a partir da base de dados produzidos pelo SRTM (Shuttle Radar Topography Mission, <http://www.jpl.nasa.gov/srtm/>). Os índices de vegetação, medidos pelo índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) e índice realçado da vegetação (EVI), foram estimados a partir da reflectância da vegetação (https://lpdaac.usgs.gov/lpdaac/products/modis_product_table/vegetation_indices/16_day_l3_global_250m/v5/terra). O primeiro mostra a saturação dos dosséis densos da vegetação e o segundo mede o nível de fotossíntese em regiões de biomassa elevadas. Para o estudo foram utilizados os valores de NDVI e EVI dos meses de julho a novembro de 2008 e as médias entre esses meses. Não foram utilizados os valores de NDVI e EVI para os outros meses do ano, pois muitas regiões da área de estudo estavam cobertas por nuvens, portanto sem dados disponíveis. As variáveis incluídas na base de dados ambientais estão listadas na tabela 1.

TABELA 1 – RELAÇÃO DAS VARIÁVEIS CLIMÁTICAS, TOPOGRÁFICAS E ÍNDICES DE VEGETAÇÃO UTILIZADAS COMO BASE DE DADOS NA SELEÇÃO DE VARIÁVEIS PELO TESTE JACKKNIFE.

SÍMBOLO	VARIÁVEL	ORIGEM
bio_1	Temperatura média anual	WorldClim
bio_2	Variação (amplitude) média diurna (média da temperatura mensal (máx - mín)	WorldClim
bio_3	Isotermalidade	WorldClim
bio_4	Sazonalidade da temperatura (desvio padrão * 100)	WorldClim
bio_5	Temperatura máxima no mês mais quente	WorldClim
bio_6	Temperatura mínima no mês mais frio	WorldClim
bio_7	Variação (amplitude) da temperatura média anual	WorldClim
bio_8	Temperatura média do trimestre mais úmido	WorldClim
bio_9	Temperatura média do trimestre mais seco	WorldClim
bio_10	Temperatura média do trimestre mais quente	WorldClim
bio_11	Temperatura média do trimestre mais frio	WorldClim
bio_12	Precipitação média anual	WorldClim
bio_13	Precipitação média do mês mais úmido	WorldClim
bio_14	Precipitação média do mês mais seco	WorldClim
bio_15	Sazonalidade da precipitação (coeficiente de variação)	WorldClim
bio_16	Precipitação média do trimestre mais úmido	WorldClim
bio_17	Precipitação média do trimestre mais seco	WorldClim
bio_18	Precipitação média do trimestre mais quente	WorldClim
bio_19	Precipitação média do trimestre mais frio	WorldClim
elevation	Elevação acima do nível do mar (m)	SRTM
aspect_eleva1	Aspecto do terreno derivado da elevação	SRTM
slope_elevat1	Inclinação do terreno derivado da elevação	SRTM
curvatu_elev1	Curvatura do terreno derivado da elevação	SRTM
hillsha_elev1	Sombreamento do terreno derivado da elevação	SRTM
july08ndvi	Saturação dos dosséis densos da vegetação, julho de 2008	NDVI
aug08ndvi	Saturação dos dosséis densos da vegetação, agosto de 2008	NDVI
sept08ndvi	Saturação dos dosséis densos da vegetação, setembro de 2008	NDVI
oct08ndvi	Saturação dos dosséis densos da vegetação, outubro de 2008	NDVI
nov08ndvi	Saturação dos dosséis densos da vegetação, novembro de 2008	NDVI
calcmmediandvi	Saturação dos dosséis densos da vegetação (média jul. a nov. de 2008)	NDVI
july08evi	Nível de fotossíntese em regiões de alta biomassa, julho de 2008	EVI
aug08evi	Nível de fotossíntese em regiões de alta biomassa, agosto de 2008	EVI
sept08evi	Nível de fotossíntese em regiões de alta biomassa, setembro de 2008	EVI
oct08evi	Nível de fotossíntese em regiões de alta biomassa, outubro de 2008	EVI
nov08evi	Nível de fotossíntese em regiões de alta biomassa, novembro de 2008	EVI
calcmmediaevi	Nível de fotossíntese em regiões de alta biomassa (média jul. a nov de 2008)	EVI

As variáveis utilizadas nas modelagens de distribuição em ambas as escalas foram escolhidas através de testes de reamostragem aleatória, conduzidos sucessivamente e sem repetição (“*jackknife*”). Essa escolha de variáveis pré-modelagem está sendo recomendada (PETERSON com. Pess.) e atualmente está em construção para a implementação no programa openModeller (FAGNER com. Pess.). Usamos o teste *jackknife* incorporado no programa Maxent 3.2.1 (PHILLIPS *et al.* 2004; PHILLIPS *et al.* 2006) como ferramenta de avaliação de variáveis com bom poder explicativo para modelos de distribuições. Aqui, utilizamos os resultados desta avaliação para selecionar as variáveis a serem incluídas no desenvolvimento

do modelo final. Esta avaliação envolve três testes e reamostragem: o primeiro utiliza somente pontos reservados do total de pontos para o treinamento do modelo, isto é, utilizados para geração da distribuição geográfica prevista; o segundo utiliza apenas os pontos reservados para teste, ou validação, dos modelos; e o terceiro utiliza todos os pontos de presença obtidos para a espécie. Além disso, para cada teste *jackknife* realizado, o programa cria três tipos diferentes de modelo: no primeiro cada variável é excluída por vez e as restantes utilizadas na criação de um modelo; no segundo cada variável é usada isoladamente na criação de um modelo; e no terceiro todas as variáveis são utilizadas na criação do modelo.

Os resultados das análises descritas acima são apresentados em um único gráfico onde é possível visualizar a contribuição isolada de cada variável no modelo, comparar o desempenho deste na ausência da mesma variável e confrontar ambos com o modelo contendo todas as variáveis. Dessa forma, foram utilizados para a construção dos modelos apenas as variáveis que apresentaram maior contribuição dentre todas nos melhores modelos em escala regional gerados no Maxent com seus padrões normais e selecionados a partir do maior valor no índice de AUC (do inglês “area under the curve”), que é a área sob a curva de ROC (do inglês “receiver operating characteristic curve” ou curva característica de funcionamento de receptor). A curva de ROC é gerada pra cada modelo e mostra a probabilidade de se ter presença quando se compara com valores esperados ao acaso, e mostra a qualidade do modelo gerado, ou seja, seu poder de previsão (PHILLIPS *et al.* 2006). As variáveis ambientais selecionadas para a construção do modelo final foram escolhidas dos modelos gerados para o norte da América do Sul (variáveis climáticas) e área da APA Maroaga (variáveis topográficas e índices de vegetação) com valores de AUC acima de 90% de previsão.

Uma vez que as bases de dados meteorológicos para a Amazônia são escassos (ver mais <http://www.worldclim.org/methods.htm>), e as camadas que contém os dados climáticos do Bioclim são dados interpolados e, portanto, não adequados (“ruins”) para serem utilizados nas modelagens em escala local, optou-se

por fazer a modelagem da distribuição potencial de *Rupicola rupicola* em duas etapas. Primeiramente foi feita uma modelagem em escala geográfica, abrangendo o norte da América do sul, utilizando-se as variáveis climáticas com resolução espacial de 5 km. O modelo resultante da modelagem em escala regional foi utilizado como uma máscara, para retirar da região de estudo usada para a modelagem em escala local, aquelas áreas climaticamente improváveis para ocorrência do galo-da-serra. Essa operação foi realizada no programa ArcGIS 9.2, utilizando as ferramentas disponíveis para análise espacial (*Raster Calculator* do *Spatial Analyst Toolbox*) (ESRI 2006).

MODELAGEM DA DISTRIBUIÇÃO POTENCIAL

Os modelos de distribuição potencial em escala regional e local foram gerados a partir do programa DesktopGARP (PEREIRA 2002). DesktopGARP é um programa que gera previsões sobre a distribuição de espécies, derivado do GARP (Genetic Algorithm for Rule-set Production) (STOCKWELL & PETERS 1999) que é um método de produção de modelos de distribuição espacial baseado em inteligência artificial que busca correlações não aleatórias entre os pontos de presença do organismo e as variáveis ambientais, produzindo um conjunto de regras que caracterizam a utilização de habitat da espécie. É um processo iterativo de seleção, avaliação, teste e incorporação ou rejeição, onde se aplicam distintos algoritmos de modelagem (atômicas, regressão logística, de escala negadas e bioclimáticas) a partir de regras, as quais evoluem de forma análoga ao DNA, ou seja, podem sofrer mutações, inserções e deleções, que servem para maximizar a exatidão do modelo. Por ser um sistema heurístico, está sujeito a variações geradas ao acaso, o programa produz um resultado diferente cada vez que for rodado, ainda que com o mesmo conjunto de dados iniciais. Portanto estes modelos estão sujeitos a dois tipos de erros: omissão (áreas conhecidas de presença previstas como de ausência) e comissão (área de pseudo-ausência sendo previstas como de presença)

(STOCKWELL & NOBLE 1992; STOCKWELL & PETERS 1999; PANDO & GILES 2007; KAWASHIMA *et al.* 2007; PAPES & GAUBERT 2007; PETERSON & NAKAZAWA 2007; TSOAR *et al.*, 2007). Para minimizar estes erros, foram gerados 100 modelos (ou até a convergência de poder de previsão entre modelos de regras distintas) resultantes da seleção das regras. A qualidade de cada modelo é avaliada a partir da divisão inicial do conjunto de dados de ocorrência em dois grupos – localidades de treino e desenvolvimento dos modelos, e localidades de teste dos modelos. Foi utilizada uma reamostragem aleatória de 20% dos registros de ocorrência originais reservados para um teste independente. Os outros 80% foram usados para o treino e desenvolvimento dos modelos. Para avaliar a acuracidade dos modelos gerados, os pontos de teste são sobrepostos aos modelos resultantes, e testes de qui-quadrado são utilizados para determinar se a proporção dos pontos corretamente previstos pelo modelo é maior do que a esperada ao acaso. Dentre os modelos gerados com sucesso, foi selecionado o conjunto dos dez melhores modelos que previssem a ocorrência da espécie. Para tal, foram mantidos os modelos com menos de 10% de erro de omissão e aqueles com 50% de erro de comissão.

A representação geográfica dos modelos gerados foi visualizada no programa ArcGis 9.2. O resultado da sobreposição dos dez melhores modelos na previsão da distribuição forneceu uma medida da probabilidade de ocorrência baseada em um gradiente de 0 a 10 modelos que prevêm a presença da espécie em determinado local. A área de distribuição espacial da espécie na região de estudo foi estimada como a área resultante da sobreposição de células (pixels) com distribuição prevista em 6 dos 10 melhores modelos gerados pelo algoritmo. Foi utilizada uma linha de corte (“threshold”) de 60% de previsão, pois acima desse valor verificou-se visualmente, nos modelos gerados, que grande parte dos pontos usados para treino ficou fora da área de previsão.

Neste estudo, optamos por utilizar o programa GARP, para modelagem da distribuição potencial de *Rupicola rupicola*, pois este algoritmo produz resultados

considerados mais conservadores, isto é, não retira áreas potenciais de distribuição do nicho ecológico da espécie (PANDO & GILES 2007; PAPES & GAUBERT 2007). Quando comparada a acurácia entre os modelos gerados pelos programas GARP e Maxent pode-se observar que o primeiro evita erros de omissão, mas produz uma razoável comissão enquanto que o segundo evita erros de comissão (PETERSON *et al.* 2007). Entretanto, esses dois métodos possuem resultados similares quando são observados os padrões gerais de distribuição produzidos (PEARSON *et al.* 2007).

SELEÇÃO DE ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA CONSERVAÇÃO DO GALO-DA-SERRA

As áreas potenciais para conservação foram identificadas e delimitadas dando-se prioridade aos locais que apresentaram alta probabilidade de presença do galo-da-serra e baixa influência antrópica. Para isso utilizou-se o mapa de distribuição potencial da espécie na área focal da APA Maroaga e polígonos das áreas urbanas e rodovias. A partir desses polígonos foram geradas áreas de entorno (buffers) de 5 km para simular a potencial área de influência antrópica, ou seja, foi considerada esta faixa de distância de ambientes com maior probabilidade de alteração humana baseada em observações de campo, e este resultado foi sobreposto ao mapa de distribuição potencial. As análises espaciais e produção de mapas foram feitas no programa ArcGis 9.2. Para gerar áreas de entorno para análise de proximidade dos fatores, ou seja, na análise de áreas de conservação prioritárias foi utilizada a ferramenta *Buffer* do *Spatial Analyst Toolbox*.

RESULTADOS

PONTOS DE PRESENÇA

Foram reunidos 23 pontos de presença de galos-da-serra na América do Sul obtidos nas bases de dados de coleções zoológicas, os quais foram utilizados

para a modelagem regional. Para a construção do modelo preditivo em escala local, foram utilizados 81 pontos de presença georreferenciados obtidos a partir dos censos contínuos (59 pontos) e por pontos de escuta (12 pontos) realizados na área de estudo e por informantes locais (10 pontos). Sendo que, 31 pontos (8 pontos de leks e 23 pontos de ninhos) foram utilizados para definir a área reprodutiva e 81 pontos para definir a área de vida. A tabela 2 apresenta esses dados resumidamente.

TABELA 2 – NÚMERO DE REGISTROS DE OCORRÊNCIA PARA *RUPICOLA RUPICOLA*, ORIGEM DOS REGISTROS E MODELO DE DISTRIBUIÇÃO POTENCIAL NO QUAL FOI UTILIZADO.

MODELO DE DISTRIBUIÇÃO	Nº DE PONTOS	ORIGEM
América do Sul	23	coleções: GBIF, ORNIS e SpeciesLink
Área reprodutiva - APA Maroaga	31	censos contínuos
Área de vida - APA Maroaga	81	censos contínuos e por pontos de escuta

VARIÁVEIS AMBIENTAIS

De acordo com os critérios de seleção (teste *jackknife*), as variáveis climáticas, para o modelo em escala regional (Figura 2 A), topográficas e índices de vegetação, para o modelo em escala local (Figura 2 B) selecionadas foram sazonalidade de temperatura (BIO4), temperatura média do trimestre mais quente (BIO10), precipitação média do mês mais seco (BIO14), precipitação do trimestre mais seco (BIO17), precipitação média do trimestre mais frio (BIO19), elevação e suas derivações de superfície, aspecto e inclinação do terreno (SRTM) e a média dos meses de julho a novembro de 2008 dos índices NDVI e EVI (MODIS).

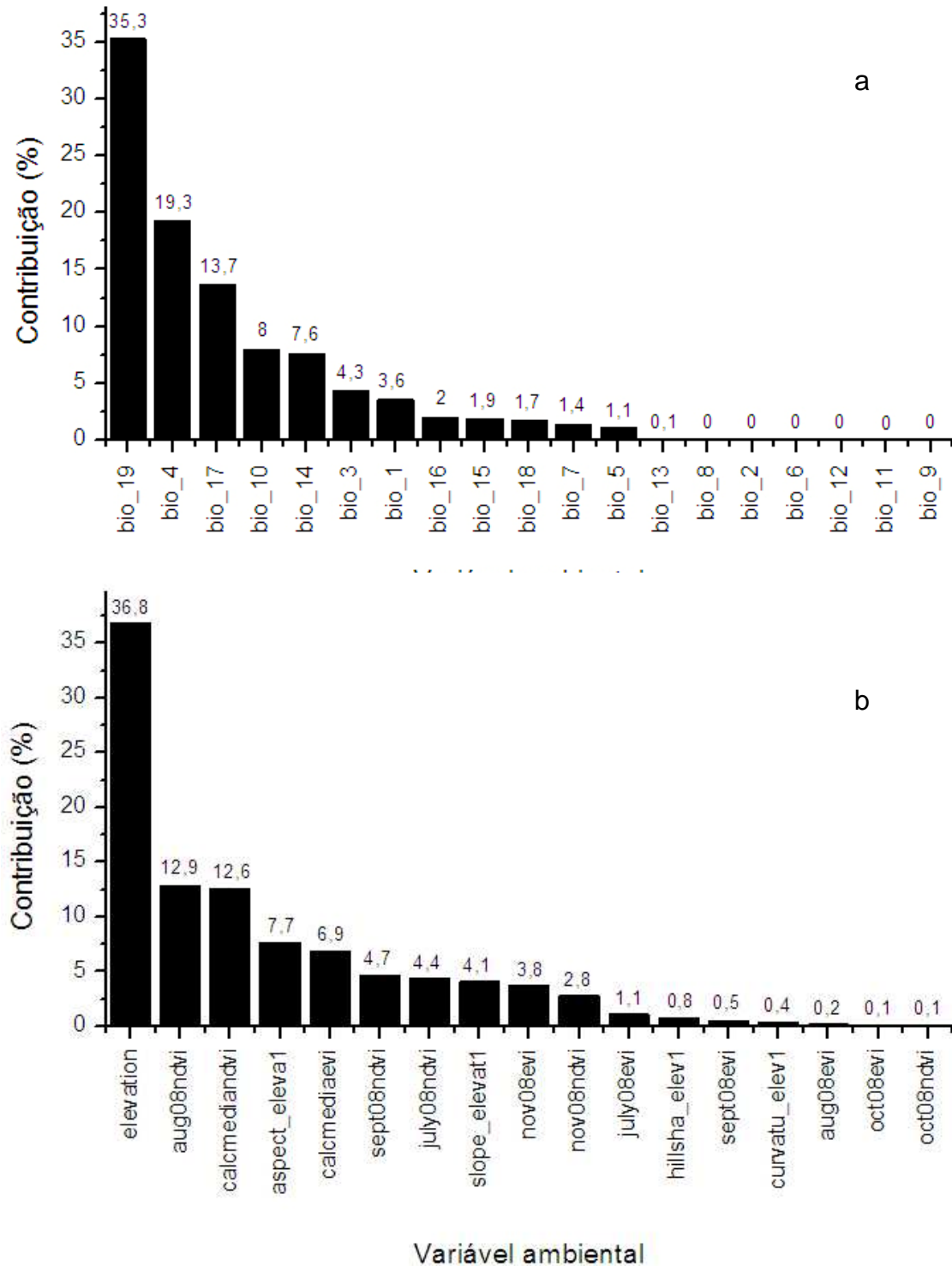


FIGURA 2 – AVALIAÇÃO DA IMPORTÂNCIA E PERCENTUAL DE CONTRIBUIÇÃO DAS VARIÁVEIS PREVISORAS OBTIDOS PELO TESTE *JACKKNIFE* PARA A ESCOLHA DAS CAMADAS A SEREM UTILIZADAS NO MODELOS DE DISTRIBUIÇÃO POTENCIAL DE *R. RUPICOLA*. a) CONTRIBUIÇÃO DE CADA VARIÁVEL CLIMÁTICAS PARA O MODELO DA AMÉRICA DO SUL. b) CONTRIBUIÇÃO DE CADA VARIÁVEL TOPOGRÁFICAS E ÍNDICES DE VEGETAÇÃO PARA O MODELO DA APA MAROAGA-AM.

Precipitação média do trimestre mais frio - BIO 19 (37.9%) e elevação (51.4%) apresentaram, respectivamente, maior contribuição para a construção dos modelos de distribuição em escala regional (pontos de presença para a América do Sul) e escala local (pontos de presença para APA Maroaga) (Figura 3).

As variáveis climáticas, quando analisadas em separado e comparadas ao mapa final de distribuição para o norte da América do sul, mostraram que a distribuição geográfica potencial compreende as áreas com menor sazonalidade de temperatura, maior temperatura média do trimestre mais quente, média a alta precipitação média do trimestre mais seco e áreas com alta precipitação média do trimestre mais frio, sendo esta última a variável que mais coincide com os limites da distribuição geográfica.

As áreas de distribuição local estão correlacionadas com locais onde há encontro entre áreas de alta e baixa elevação, ambientes com maior inclinação do terreno, e nas áreas de menor índice NDVI e EVI. O índice de NDVI coincide bem com o modelo resultante da APA e o índice EVI parece não ter muita relação visual com a delimitação da distribuição.

DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA REGIONAL POTENCIAL

A área do modelo resultante de distribuição potencial da espécie *Rupicola rupicola* (Fig. 4) foi de 3.467.500 km², correspondendo a 138.700 pixels de 5x5 km. Essa área de previsão apresenta-se dividida em duas grandes manchas, uma que se estende do sul do estado do Pará divisa com o Amazonas, no Brasil, até o litoral das Guianas e Suriname, passando pelo centro-leste do estado de Roraima (Brasil) e a outra grande mancha que vai do norte do Peru ao centro-sul da Venezuela passando pela região leste do Equador e Colômbia, e pelo extremo noroeste do Brasil. A área prevista por este modelo foi utilizado como máscara de variáveis ambientais na modelagem da distribuição potencial do galo-da-serra para a área focal (APA Maroaga), com a finalidade de refinar o modelo local.

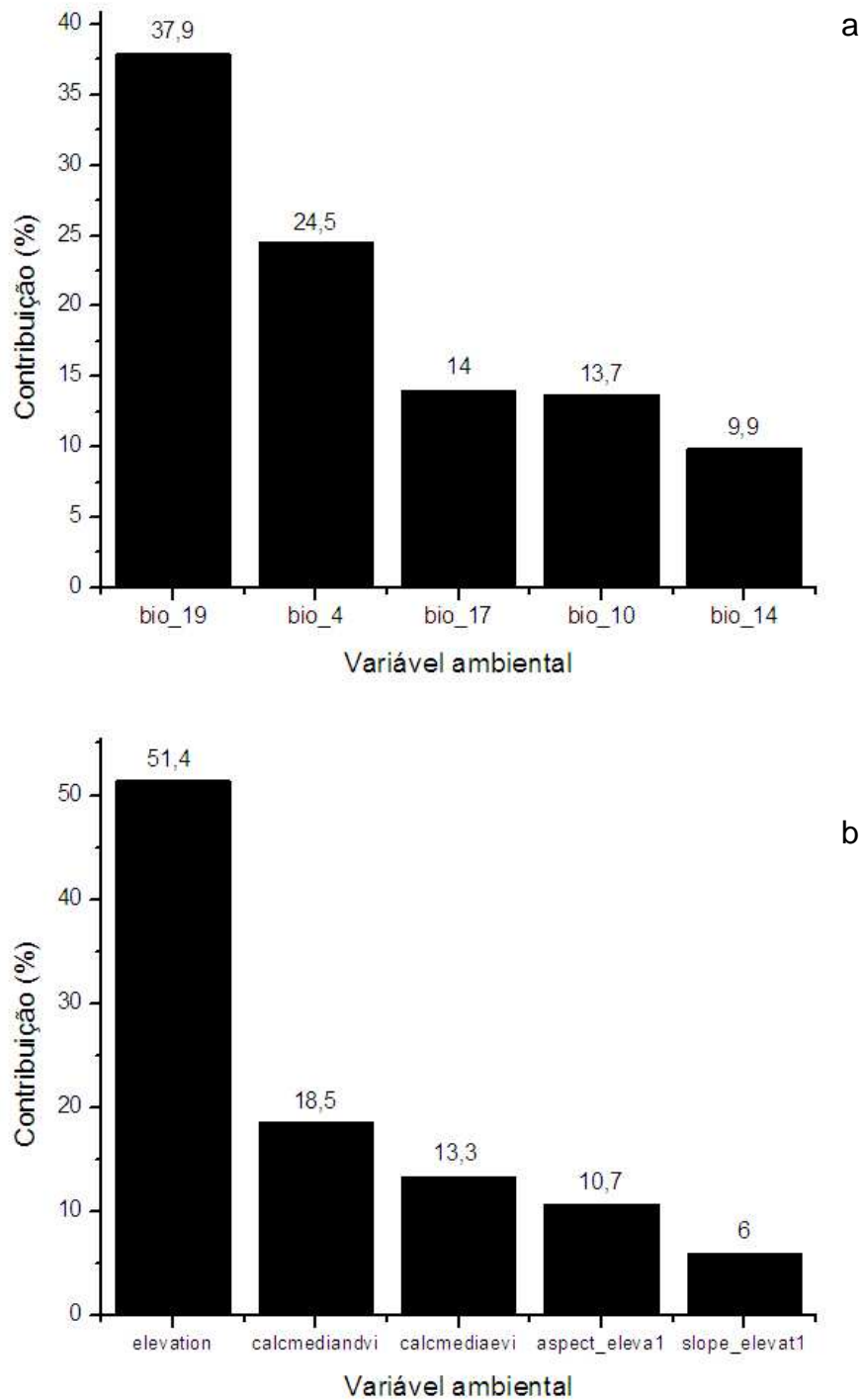


FIGURA 3 – IMPORTÂNCIA E PERCENTUAL DE CONTRIBUIÇÃO DAS VARIÁVEIS PREVISORAS SELECIONADAS PARA A CONSTRUÇÃO DOS MODELOS DE DISTRIBUIÇÃO POTENCIAL DE *R. RUPICOLA* BASEADO NO RESULTADO DO TESTE *JACKKNIFE*. a) CONTRIBUIÇÃO DE CADA VARIÁVEL CLIMÁTICA NO MODELO DA AMÉRICA DO SUL. b) CONTRIBUIÇÃO DE CADA VARIÁVEL TOPOGRÁFICAS E ÍNDICES DE VEGETAÇÃO NO MODELO DA APA MAROAGA-AM.

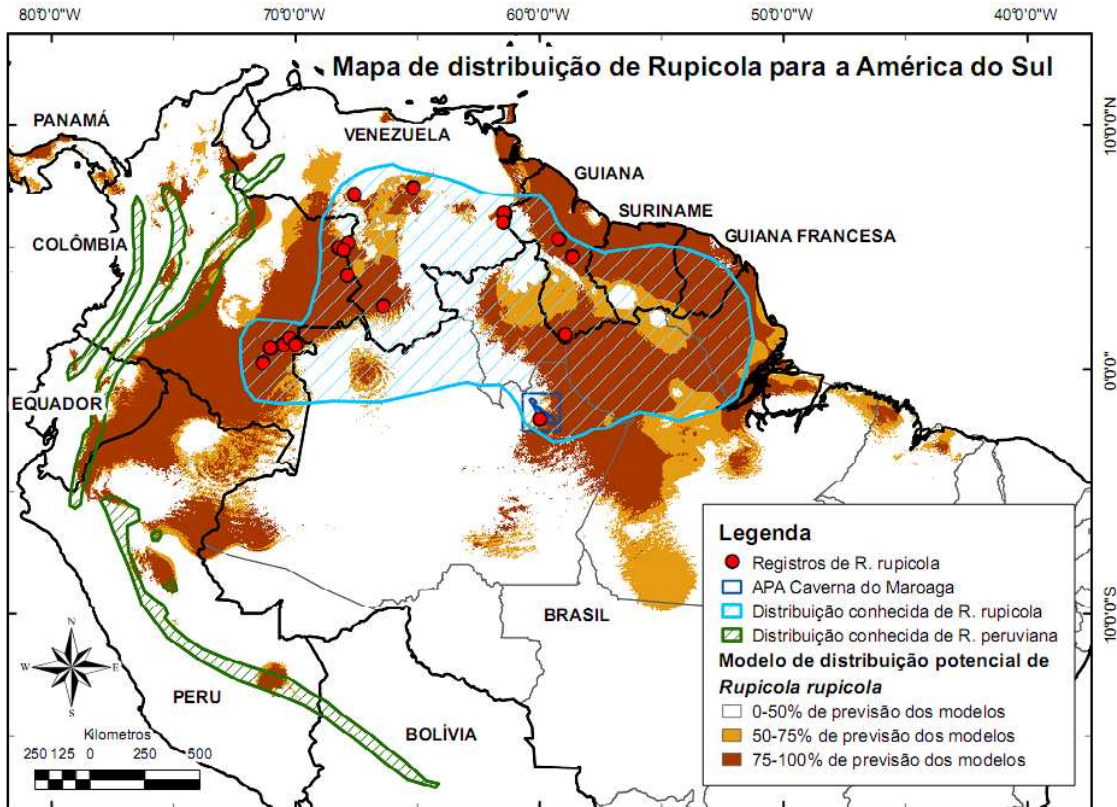


FIGURA 4 – MODELO DE DISTRIBUIÇÃO POTENCIAL DE *RUPICOLA RUPICOLA* PARA A AMÉRICA DO SUL CONTENDO A LOCALIZAÇÃO DA APA MAROAGA, PONTOS CONHECIDOS DE PRESENÇA E DISTRIBUIÇÃO CONHECIDA PARA A FAMÍLIA (RIDGELY & TUDOR 1994; NATURESERVE 2007).

A acurácia do modelo calculada usando os pontos de treino foi de 80-88%, para os pontos de teste a acurácia foi de 51-91%. A tabela 3 apresenta os valores de acurácia para os pontos de treino (usados para construir os modelos), pontos de teste (para testar capacidade preditiva do modelo), o valor médio de qui-quadrados, a probabilidade de predições aleatórias serem similares aos pontos previstos corretamente pelo GARP (teste qui-quadrado, representado por p), a porcentagem da área prevista que excede os dados de ocorrência (comissão), a porcentagem de pontos de treino omitidos na predição, ou seja os pontos preditos ausentes em pontos com dados de presença (Omissão interna) e a porcentagem de pontos de teste omitidos na predição (omissão externa), para todos os modelos gerados no GARP com e sem seleção do teste jackknife.

DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA LOCAL POTENCIAL

De acordo com a previsão dos modelos em escala local, a área potencial de uso da espécie foi de 1.466 km² (23.456 pixels de 250x250m) e a área com habitat apropriado para atividades reprodutivas foi de 1.405,44 km² (22.487 pixels de 250x250m). A acurácia do modelo para a área de vida foi de 62-65% (treino) e 60-68% (teste); para o modelo de distribuição das áreas reprodutivas a acurácia foi de 70-82% (treino) e 73-83% (teste) (Tabela 3).

Esses dois modelos foram sobrepostos em um mapa final de distribuição potencial (Fig. 5). A área prevista pelo modelo nos limites da APA Maroaga mostra três regiões com potencial distribuição de *Rupicola rupicola*. A primeira é uma grande área ao sul da APA que se estende ao longo da AM-240, que liga a cidade de Presidente Figueiredo com a Vila de Balbina, a segunda região de previsão está situada no centro da APA e a terceira área, menor, se encontra ao norte da APA.

TABELA 3 – TABELA DE RESULTADOS DOS MODELOS DE DISTRIBUIÇÃO POTENCIAL GERADOS PELO GARP, INCLUINDO AS VARIÁVEIS UTILIZADAS (COM E SEM SELEÇÃO PELO TESTE *JACKKNIFE*), OS VALORES DE ACURÁCIA (PONTOS DE TREINO E TESTE), MÉDIA DO TESTE QUI-QUADRADO (P), PORCENTAGEM DE ERRO DE COMISSÃO E OMISSÃO DOS PONTOS DE TREINO (INTERNA) E TESTE (EXTERNA)

MODELO	VARIÁVEIS UTILIZADAS	TREINO	TESTE	QUI-QUADRADO	P	COMISSÃO	OMISSÃO (INT)	OMISSÃO (EXT)
AMÉRICA SUL (sem seleção)	todas WorldClim (tabela 1)	0,50 - 0,76	0,50 - 0,76	16,43 - 19,54	9,87 E-06 - 5,05 E-05	20,38 - 23,34	0 - 0	0 - 0
AMÉRICA SUL (com seleção <i>jackknife</i>)	bio_4 bio_10 bio_14 bio_17 bio_19	0,80 - 0,88	0,51 - 0,91	0,08 - 21,53	3,48 E-06 - 0,777632	15,44 - 40,32	0 - 15,12	0 - 80
ÁREA DE VIDA (sem seleção)	todas SRTM todas NDVI todas EVI (tabela 1)	0,50 - 0,82	0,50 - 0,81	12,83 - 28,78	0,000340 - 8,12 E-08	31,47 - 53-89	0 - 0	0 - 6,25
ÁREA DE VIDA (com seleção <i>jackknife</i>)	elevation, calcmediandvi calcmediaevi aspect_elevat1 slope_elevat1	0,62 - 0,65	0,60 - 0,68	2,04 - 6,36	0,011702 - 0,153337	70,78 - 79,28	0 - 6,25	0 - 10,16
ÁREA REPRODUTIVA (sem seleção)	todas SRTM todas NDVI todas EVI (tabela 1)	0,50 - 0,54	0,50 - 0,54	4,62 - 14,49	0,000141 - 0,031631	26,87 - 36,05	0 - 0	0 - 0
ÁREA REPRODUTIVA (com seleção <i>jackknife</i>)	elevation, calcmediandvi calcmediaevi aspect_elevat1 slope_elevat1	0,70 - 0,82	0,73 - 0,83	5,89 - 12,02	0,000528 - 0,015209	33,31 - 50,45	0 - 11,76	0 - 0

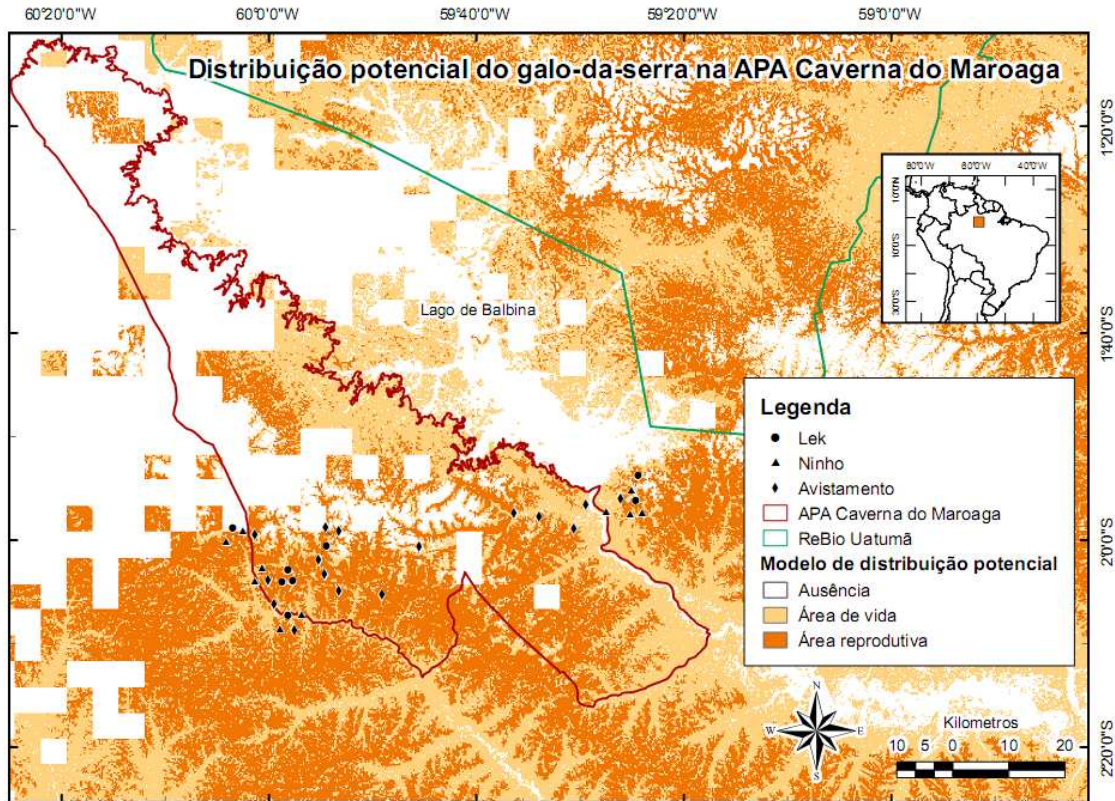


FIGURA 5 – MAPA DE DISTRIBUIÇÃO POTENCIAL DAS ÁREAS DE VIDA E REPRODUTIVAS DE *R. RUPICOLA* NA APA MAROAGA-AM, CONTENDO OS PONTOS DE OBSERVAÇÃO PARA AS DIFERENTES ATIVIDADES COMPORTAMENTAIS DA ESPÉCIE

ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA CONSERVAÇÃO

Foram delimitadas 6 áreas potenciais para conservação do galo-da-serra na APA Maroaga e seu entorno (Fig. 6). A área número 1 foi a maior área selecionada para a conservação, possuindo 978,69 km² e engloba a porção sul da APA, abaixo da rodovia AM 240 e inclui uma área de entorno ao sudoeste fora das delimitações da APA. A área número 2 possui 498,39 km² e está localizada na porção centro sul, acima da AM 240 e delimitada a leste pelo lago da represa da hidroelétrica de Balbina se estendendo até o km18 da AM 240, acima da comunidade Nova União e a leste das comunidades Jardim Floresta e Boa Esperança. A área número 3 está localizada na região central da APA, ao norte da área 2, próxima as comunidades Nova União II e São Sebastião, possui 137,40 km²

de extensão. A área número 4 é a menor área selecionada com 83,88 km², está localizada no extremo norte da APA. A área número 5 possui 420,82 km² e fica fora dos limites da APA na direção oeste, esta área é a mais próxima da sede municipal de Presidente Figueiredo. A área número 6 também está situada na área de entorno da APA na direção leste, próxima a Hidroelétrica de Balbina e entre o rio Uatumã e a Reserva Biológica do Uatumã, possui 746,70 km². As 6 áreas delimitadas e indicadas como prioritárias para conservação do galo-da-serra totalizam 2.865,88 km² e cobriram as regiões de maior probabilidade de encontro de áreas reprodutivas da espécie na APA e seu entorno excluindo-se as áreas urbanas e rodovias e zona tampão consideradas como de influência antrópica.

Usamos um Ranking para qualificar as áreas sugeridas. Foi considerado como área mais importante aquela que possui como fatores maior tamanho de área

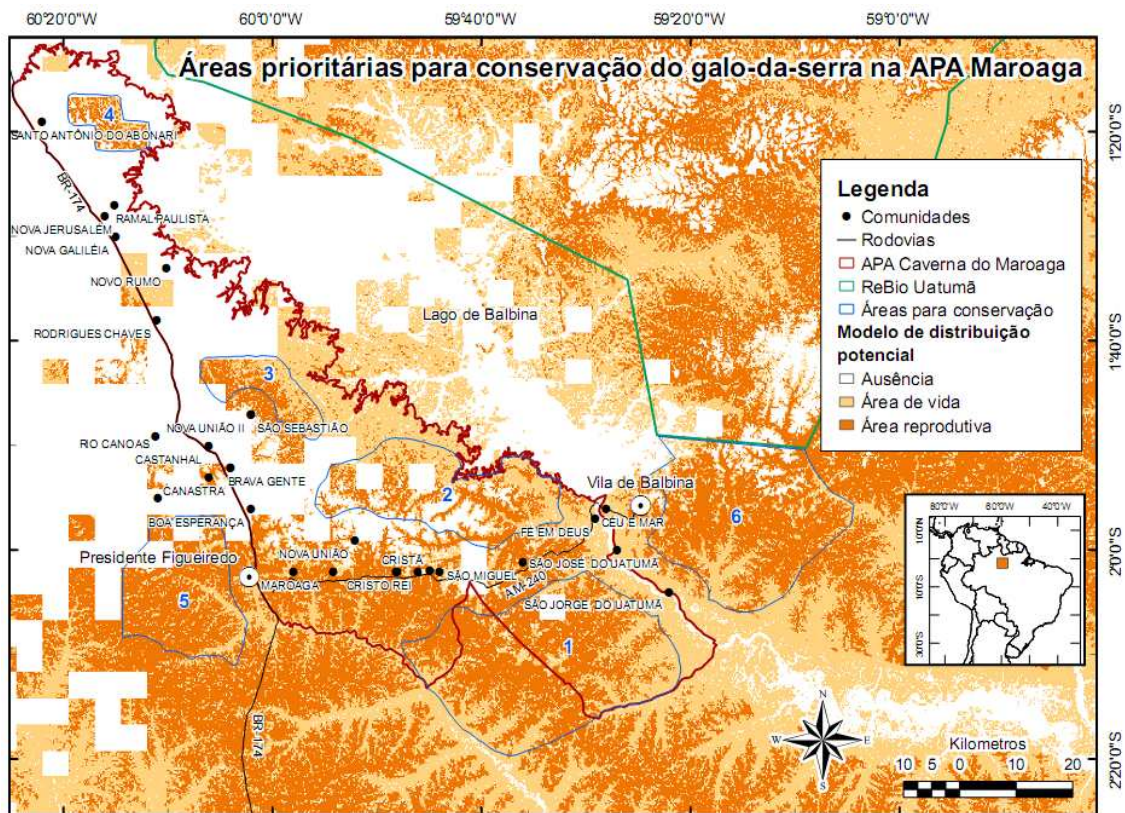


FIGURA 6 – MAPA DAS ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA A CONSERVAÇÃO DO GALO-DA-SERRA NA APA MAROAGA-AM. AS 6 ÁREAS PRIORITÁRIAS, EM AZUL, FORAM DELIMITADAS A PARTIR DA DISTÂNCIA DE 5 KM DAS ÁREAS URBANAS E RODOVIAS, CONSIDERADAS COMO ÁREAS DE MAIOR IMPACTO ANTRÓPICO.

total, reprodutiva e de vida, e menor área com ausência de dados (pixels no data) e distância de um ponto confirmado de ocorrência da espécie. Para cada fator foi feito um grau de importância de 1 a 6, onde o número 1 representa melhor colocação e 6 a pior colocação, ao final somou-se o resultado de todos os fatores obtendo-se o ranking de prioridade das áreas sugeridas (melhor área é aquela com menor resultado da soma dos fatores). A tabela 4 mostra resumidamente esses resultados. A área 1 foi qualificada como a mais importante, seguido da área 6, as áreas 2 e 5 ficaram empatadas no ranking em terceiro e as áreas 3 e 4 foram qualificadas em quarto e quinto no ranking.

TABELA 4 – RANKING DE IMPORTÂNCIA DAS ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA A CONSERVAÇÃO DO GALO-DA-SERRA NA APA MAROAGA-AM.

ÁREA SUGERIDA	TAMANHO (km ²)	Nº PIXEL PREDITO (resolução 250m)			DISTÂNCIA À PTO. DE PRESENÇA sp. (km)	RANKING DE IMPORTÂNCIA
		área reprodutiva	área de vida	sem dados		
ÁREA 1	978,69	10.911	6.379	879	5	1
ÁREA 2	498,39	2.836	3.703	2.918	0	3
ÁREA 3	137,40	1.261	1.268	325	19	4
ÁREA 4	83,88	877	460	488	71	5
ÁREA 5	420,82	5.331	1.355	1.255	1,5	3
ÁREA 6	746,70	8.848	3.916	1.308	2,5	2

DISCUSSÃO

Modelos de distribuição potencial de espécies estão sendo amplamente utilizados nos últimos anos. Eles vêm sendo considerados uma importante ferramenta para a biologia da conservação (PETERSON *et al.* 2001; ENGLER *et al.* 2004), e uma grande variedade de técnicas foram desenvolvidos com esta finalidade (GUISAN & THUILLER 2005). Esses modelos utilizam a associação entre os registros conhecidos de ocorrência da espécie e a distribuição espacial de preditores ambientais para identificar as circunstâncias ambientais dentro das quais as

populações podem ser mantidas (PEARSON 2007). A distribuição espacial dos ambientes que são apropriados para a espécie pode então ser estimada e representada através de uma região focal (PEARSON 2007; SANTOS 2008). A análise e identificação dos recursos necessários à sobrevivência de espécies, incluindo suas exigências e interações, são importantes, também, nos estudos de ecologia, biogeografia (HIRZEL & GUIBAN 2002; RUSHTON *et al.* 2004) e evolução (BROWN 1996),

Entretanto, a natureza é muito complexa e heterogênea para se prever a distribuição real de uma espécie com extrema acurácia em todos os aspectos de tempo e espaço, a partir de um único, embora complexo, modelo (GUIBAN & ZIMMERMAN 2000). Mesmo assim, a modelagem estática acaba sendo o tipo de abordagem mais adequado para o estudo dessas relações, uma vez que as espécies são pouco estudadas com relação a suas respostas dinâmicas às mudanças ambientais. Esses modelos assumem que a distribuição de espécies está, pelo menos em um curto espaço de tempo, em equilíbrio com o ambiente e não tem sofrido nenhuma maior perturbação (GUIBAN & ZIMMERMAN 2000, HIRZEL & GUIBAN, 2002; KASECKER 2006). Uma outra pré-condição é que, para se construir modelos preditivos, a espécie tem que ser comum e/ou habitat-específica o suficiente para exibir uma relação significativa com um ou mais tipos de habitats espacialmente explícitos. Espécies raras ou difíceis de detectar necessitam de levantamentos de dados realizados de forma mais intensiva para se construir modelos de maior acurácia preditiva, isso deve ser considerado quando se tem por objetivo a conservação e o manejo da biodiversidade (DEBINSKI *et al.*, 1999; KASECKER 2006).

A precisão do resultado final da construção de modelos preditivos está relacionada a três principais fatores: qualidade dos dados de localização da espécie, variáveis preditoras selecionadas e algoritmo ou método estatístico adotado (ARAÚJO & GUIBAN 2006; PANDO & GILES 2007; PEARSON 2007). O primeiro fator, dados de presença e/ou ausência, pode ser influenciado pelo caráter

oportunista no registro de espécies dinâmicas, ou seja, indivíduos podem estar se deslocando por áreas ou ambientes não ocupados realmente pela espécie, por esta não fornecer as circunstâncias ambientais necessárias para suportar uma população viável (nicho fundamental), contudo pode frequentemente ser visitada pelos indivíduos que se dispersam de uma área propícia próxima no momento do registro (PULLIAM 2000). Entretanto, supõe-se que é mais freqüente obter registros em áreas que correspondam o nicho fundamental do que em áreas que não, assim este erro potencial é geralmente negligenciado. Há casos onde o número de registros de ocorrência é baixo, devido a esforço amostral insuficiente (ANDERSON & MARTINEZ-MEYER 2004) ou quando se tem espécies de difícil detecção (PEARSON *et al.* 2007), ou ainda, a extensão amostrada do espaço ambiental ocupado pela espécie é pequena (PEARSON 2007). Em geral, quando o número de registros disponíveis não é suficiente não é possível ter as informações necessárias que permitam obter, de forma completa, as circunstâncias ambientais ocupadas pela espécie. Outro problema a ser considerado são os erros na identificação da espécie ou dados geográficos imprecisos como, por exemplo, dados de registros antigos (GRAHAM *et al.* 2004; PEARSON *et al.* 2007).

Idealmente as variáveis selecionadas, segundo fator que pode afetar os resultados dos modelos, deveriam ser aquelas que se consideram as causas diretas da distribuição da espécie. Mas habitualmente se utilizam as disponíveis, geralmente derivadas de modelos digitais de elevação ou interpolação espacial a partir de dados de estações climáticas. A colinearidade entre variáveis é um fator que deve ser levado em conta, pois se forem adicionadas informações redundantes ao algoritmo de modelização pode-se gerar resultados de difícil interpretação por sobre ajuste do modelo (PANDO & GILES 2007). Também é preferível que sejam utilizadas um número não muito baixo de variáveis (Elith e outros 2006). Alguns algoritmos mostram explicitamente a contribuição de cada variável ambiental na construção no modelo como, por exemplo, o Maxent (PHILLIPS *et al.* 2004; PHILLIPS *et al.* 2006), porém alguns outros algoritmos omitem ou não apresentam

de maneira clara e direta esta contribuição (PEARSON *et al.* 2002; SEGURADO & ARAÚJO 2004; THUILLER 2003), por exemplo, o GARP (),

O terceiro fator que afeta a qualidade dos modelos é a escolha do algoritmo e as estatísticas utilizadas por estes. Identificar qual algoritmo é melhor é problemático, pois depende do objetivo da modelagem (PEARSON 2007). Vários estudos comparam o poder preditivo entre diversos algoritmos (ELITH *et al.* 2006; PAPES & GAUBERT 2007; MAYNARD 2007; PETERSON *et al.* 2007; PETERSON & NAKAZAWA 2007; PEARSON *et al.* 2007; TSOAR 2007). Um modo subjetivo normalmente usado para decidir se o modelo teve um bom desempenho é o teste de área sob a curva (AUC) na qual a chance de um ponto escolhido aleatoriamente (ponto de teste) coincide com a área de presença conhecida da espécie (ponto de treino), no qual valores de AUC >0.9 são considerados excelentes modelos (PHILLIPS *et al.* 2004; PEARSON 2007). Outra maneira de se avaliar a eficiência do modelo é pelo valor direto do número de pontos de teste que coincidem com a predição de pontos de presença do modelo. Quanto maior o valor de acerto melhor é o modelo. Entretanto, o único teste verdadeiro para avaliar o desempenho do modelo é verificar se ele é útil para uma aplicação dada, conseqüentemente não é possível recomendar um algoritmo ou uso de um método em detrimento de outro (PEARSON 2007).

Com relação a esses três fatores e suas implicações para o resultado de modelos, este trabalho utilizou pontos obtidos em coleções que podem ter algum erro de georreferenciamento por serem dados mais antigos e, portanto podem não ser tão precisos. Essa informação freqüentemente não se encontra informatizada, e é considerada propriedade de instituições individuais. O acesso a cada coleção deve ser feito individualmente, tornando o acesso à totalidade de informação existente uma tarefa árdua (PEREIRA & PETERSON 2008). Mas como utilizamos cartas climáticas com resolução de 5km, acreditamos que esse erro foi minimizado para essa escala. Os pontos coletados na área de estudo possuem erro de precisão de máximo 30m e foram obtidos em sua maioria em locais reprodutivos ou próximo a

eles. O número de registros foi suficiente para a análise da distribuição e confirmou a boa predição do GARP para números não muito grande de pontos de presença e que o resultado da distribuição é similar com o do Maxent, sendo que o GARP apresentou uma área maior de previsão e o Maxent apresentou um maior espectro de previsão (PEARSON *et al.* 2007). A vantagem de se usar o GARP é justamente o poder de generalizar ou extrapolar, uma qualidade necessária quando se pretende reconstruir nichos ecológicos de espécies, com dados incompletos e dados ambientais (PAPES & GAUBERT 2007). Outra vantagem desse algoritmo é o seu formato de saída, onde é possível escolher o threshold apropriado e a sua posterior visualização em programas SIG como o ArcGIS que possibilita o geoprocessamento e a montagem de mapas com informações mais completas.

Com relação às variáveis optamos pela construção de uma máscara para as variáveis ambientais devido a sua pouca variação dentro do bioma amazônico devido, principalmente, a falta de dados ambientais mais refinados para esta região. A utilização dessa máscara parece a princípio útil, mas mais estudos devem ser feitos com essa finalidade para que possamos ter uma maior clareza de sua eficácia. Modelos comparativos utilizando máscara e não estão disponíveis no anexo desse trabalho.

Para obter um valor mais direto sobre a contribuição de cada variável e minimizar o tempo de execução na construção de modelos utilizamos o teste jackknife incorporado no algoritmo Maxent para selecionar as variáveis consideradas mais importantes para obtenção de modelos confiáveis ($AUC > 0.9$, ver gráficos resultantes do Maxent nos anexos) e somente após foi rodado modelos no GARP com essas variáveis escolhidas. Foi possível obter em um menor tempo de execução do GARP modelos com maior precisão (ver comparação de modelos tabela 3) o que parece muito útil. A utilização da seleção de variáveis pré-modelagem está sendo indicada (PETERSON *com. Pess.*) e pesquisada (FAGNER *com. Pess.*).

Neste estudo, o modelo gerado para a escala geográfica regional e utilizado na área de estudo como máscara de áreas climaticamente propícias para a

distribuição do galo-da-serra foi considerado bom, pois sua previsão se sobrepôs às áreas conhecidas de distribuição da espécie (TRAIL 1987; ERARD *et al.* 1989; THERY & LARPIN 1993; ENDLER & THERY 1996; SICK 2001; SARRIA-SALAS 2005), inclusive indicou uma pequena área no município de São Gabriel da Cachoeira, AM, na região da “cabeça do cachorro”, onde recentemente se obteve confirmação de ocorrência da espécie (CHARLES ZARTMANN com. pess). Não se tem conhecimento de que haja distribuição da espécie abaixo do rio Amazonas, região sul da Amazônia-central, é possível que o rio atue como uma barreira física para a dispersão da espécie, já que potencialmente existem condições ambientais favoráveis para sua ocorrência. Na região andina, entre os países da Colômbia e do Peru, o modelo previu também parte da área de ocorrência da espécie irmã, *Rupicola peruviana* Latham 1970, que possui necessidades ecológicas muito parecidas com *Rupicola rupicola* (SARRIA-SALAS 2005). *Rupicola rupicola* é encontrada em montanhas mais desgastadas do escudo das Guianas e nas partes baixas das montanhas da Colômbia, abaixo de 1200 metros de altitude, e *Rupicola peruviana* se distribui em áreas montanhosas de altitude mais elevadas entre 500 a 2400 metros, sendo que as duas espécies não apresentam sobreposição de distribuição, isto é não co-ocorrem (RIDGELY & TUDOR 1994). Provavelmente populações da espécie ancestral a essas duas espécies podem ter se separado por motivos históricos, por exemplo, mudança de temperatura ou umidade isolando suas áreas de ocorrência e tenha ocorrido a especiação em áreas de refúgio (BEGON *et al.* 2007), e atualmente possam estar se excluindo por competição (PINTO-COELHO 2000) na região Andina já que a modelagem sugere a sobreposição parcial de seus nichos ecológicos. A boa previsão dos modelos, também se deve ao fato de que espécies especializadas ecologicamente, como o galo-da-serra, são mais fáceis de modelar do que espécies com amplas distribuições (HERNANDEZ 2006).

De acordo com os resultados deste estudo, a espécie se distribui em ambientes com temperatura uniforme, em uma faixa relativamente quente, com alta precipitação durante todo o ano, principalmente na época reprodutiva. Há previsão

em locais onde há o encontro de áreas de alta e baixa altitude e menor reflectância dos índices de vegetação, significando que há preferência por locais onde a vegetação é menos densa e de menor porte, como as campinas e campinaranas. Essas variáveis representam as necessidades de hábitat da espécie, pois, como foi observado durante as coletas, as fêmeas de galos-da-serra escolhem cavernas e paredões rochosos para nidificar (SARRIA-SALAS 2005, OMENA 2007), ou seja, áreas onde apresentam diferenças abruptas na elevação com presença de afloramentos rochosos. Além disso, as fêmeas selecionam as áreas de nidificação baseado em condições do microhabitat, utilizando somente cavernas e paredões que possuam alta umidade, entre outras características (OMENA 2007).

No modelo em escala local, na área da APA Maroaga, pode-se notar que grande parte da distribuição potencial da espécie ocorre ao longo da AM-240, que liga a cidade de Presidente Figueiredo a vila de Balbina. Nessa área está situada a maioria das comunidades que existem na APA e, portanto é uma região que possui grande pressão antrópica para a espécie. Durante as coletas de dados para o estudo pode-se verificar que houve um aumento progressivo de áreas desmatadas e queimadas para agricultura de subsistência, novas residências e a abertura e alargamento de ramais neste trecho. Esta também é a principal área de exploração turística por causa das cachoeiras e cavernas, incluindo locais de observação do galo-da-serra, como a Caverna do Maroaga. Assim, é importante que se concentre esforços na realização de ações educativas para o conhecimento da espécie pelos moradores locais e na criação de áreas protegidas nestas localidades especificamente.

Neste estudo apresentamos 6 áreas consideradas prioritárias para proteção da espécie. Elas representam os locais de maior previsão no modelo para sítios reprodutivos e, ao mesmo tempo, distantes das zonas de influência antrópica, indicando, portanto ambientes provavelmente menos perturbados. A importância da preservação dessas áreas reside no fato de apresentarem o nicho ecológico potencial do galo-da-serra, onde a ave teria maiores chances de sobrevivência em

seu estado natural, embora ainda precise ser confirmada a presença de indivíduos *in situ*.

Na região próxima a Balbina, na cachoeira do Batismo, foram encontrados 3 ninhos, sendo que 1 estava ocupado por fêmea, e um lek com 4 machos. Este mesmo local foi estudado em 2003 por Omena, mas nenhum indivíduo da espécie foi localizado na ocasião. Este dado pode indicar duas hipóteses: ou o local não foi amostrado suficientemente, ou o local foi ocupado apenas em um período mais recente, o que indica que a espécie pode estar colonizando novas áreas, mas as causas dessa dinâmica não podem ser avaliadas com os objetivos da presente pesquisa.

O objetivo central deste estudo foi de prever a ocorrência de *Rupicola rupicola*, analisar a distribuição potencial enfatizando a área da APA Maroaga e também indicar possíveis áreas para a conservação da espécie nesta área. Entretanto, quando se analisa os polígonos de conservação projetados nesse estudo, é também importante considerar a efetividade prática dessas unidades dentro do objetivo proposto. Simplesmente indicar áreas não garante sua efetividade. O planejamento de conservação das espécies ainda necessita de certos investimentos e procedimentos para alcançar sua plenitude. No caso de uma Área de Preservação Ambiental, em particular, é de suma importância trabalhar, através da educação ambiental, com os moradores locais e também com os turistas.

Além disso, é muito importante a elaboração participativa do plano de manejo, juntamente com as comunidades locais que fazem uso direto dos recursos. Áreas prioritárias para a conservação são necessárias, porém por si só não são suficientes para a manutenção em longo prazo da diversidade local. É desejável que as áreas apontadas por esse estudo sejam mantidas se não distantes, pelo menos com pouca possibilidade de ameaças antrópicas, como caça e extração seletiva. A conservação dessas áreas não só protege o galo-da-serra, como todo o mosaico de habitats, garantindo que os processos ecológicos sejam mantidos. Assim, é necessário otimizar a participação comunitária na elaboração do plano de manejo da

APA Maroaga e também estabelecer acordos entre dirigentes com metas de conservação que sigam um manejo integrado dos recursos da região.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pela bolsa de estudo concedida a Natacha Sohn durante o mestrado, ao Projeto Corredores Ecológicos – convênio entre MMA (Ministério do Meio Ambiente) e SDS (Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável) – fomentado pelo IPAAM (Instituto de Proteção Ambiental do Amazonas) e a AMPA (Associação dos Amigos para a Proteção ao Peixe-boi da Amazônia) pelo financiamento para as atividades de campo e auxílio logístico; aos proprietários de áreas particulares e ao CEUC (Centro Estadual de Unidades de Conservação do Amazonas) pela autorização de pesquisa científica em áreas particulares e Unidade de Conservação Estadual de Uso Sustentável (autorização nº. 013/08 de 9 de junho de 2008); ao T. O. Laranjeiras e M. Barreiros pela ajuda na coleta de dados, a APA Maroaga e seus comunitários pelo acesso a informação.

REFERÊNCIAS BIBLIGRÁFICAS

ALCOCK, J. 2001. *Animal Behavior: an evolutionary approach*. Sinauer Associates, INC., Massachusetts, 625.

ANCIÃES, M. & A.T. PETERSON. 2006. Climate Change Effects on Neotropical Manakin Diversity Based on Ecological Niche Modeling. *The Condor* 108, 778–791.

ANDERSON, R. P. AND E. MARTÍNEZ-MEYER. 2004. Modeling species' geographic distributions for conservation assessments: an implementation with the spiny pocket mice (*Heteromys*) of Ecuador. *Biological Conservation* 116, 167-179.

ARAÚJO, M. B. & A. GUISAN. 2006. Five (or so) challenges for species distribution modelling. *Journal of Biogeography* 33, 1677-1688.

- BARBIERI, E. & F.V. PINNA. 2005. Distribuição da Batuira-de-coleira (*Charadrius collaris*) durante o período de 1999 a 2001 na praia da Ilha Comprida. *Revista Brasileira de ornitologia* 13, 2: 161-167.
- BEGON, M., C.R. TOWNSEND & J.L. HARPER. 2007. Ecologia: de indivíduos a ecossistemas Artmed Editora, Porto Alegre, 752.
- BENITO DE PANDO, B. & J. PEÑAS DE GILES. 2007. Aplicación de modelos de distribución de especies a la conservación de la biodiversidad en el sureste de la Península Ibérica. *GeoFocus* 7, 100-119.
- BOSCOLO, D. 2002. O uso de técnicas de play-back no desenvolvimento de um método capaz de atestar a presença ou ausência de aves no interior de fragmentos florestais. Instituto de Biociências. São Paulo, Universidade de São Paulo. 67p.
- BRASIL (2006). CPI da Biopirataria: relatório final. C. Nacional., Câmara dos Deputados, Coordenação de Publicações. 488p.
- BROWN, D.R., P.C. STOUFFER & C.M. STRONG. 2000. Movement and Territoriality of Wintering Hermit Thrushes in Southeastern Louisiana. *Wilson Bull.* 112, 3: 347–353.
- DEBINSKI, D. M., KINDSHER, K. & JAKUBAUSKAS, M. E. 1999. A remote sensing and GIS- based model of habitats and biodiversity in the Greater Yellowstone Ecosystem. *International Journal of Remote Sensing* 20 (17): 3281- 3291.
- ELITH, J., C. GRAHAM, & THE NCEAS SPECIES DISTRIBUTION MODELING GROUP 2006. Novel methods improve prediction of species' distributions from occurrence data. *Ecography* 29, 129-151.
- EMBRAPA. 1998. Boletim Agrometeorológico. EMBRAPA/CPAA: 19.
- EMBRAPA. 1998. Boletim Agrometeorológico. EMBRAPA/CPAA: 23.
- ENDLER, J.A. & M. THERY. 1996. Interacting Effects of Lek Placement, Display Behavior, Ambient Light, and Color Patterns in Three Neotropical Forest-Dwelling Birds. *The American Naturalist* 148, 3: 421-452.
- ENGLER, R., A. GUISAN, & L. RECHSTEINER. 2004. An improved approach for predicting the distribution of rare and endangered species from occurrence and pseudo-absence data. *Journal of Applied Ecology* 41, 263-274.
- ERARD, C., M. THÉRY & D. SABATIER. 1989. Régime Alimentaire de *Rupicola rupicola* (Cotingidae) en Guyane Française Relations avec la Frugivorie et la Zoochorie. *Rev. Ecol. (Terre Vie)* 44, 47-74.
- ERARD, C., M. THERY & D. SABATIER. 1989. The Diet of the Guianan Cock-of-the-Rock *Rupicola rupicola* - the Relationships between Frugivory and Zoochory. *Revue D Ecologie-La Terre Et La Vie* 44, 1: 47-74.
- ESRI. 2006. ArcMap 9.2 Software. ESRI, Redlands,
- GASTON, K.J. 1996. Specie-range-size distributions: patterns, mechanisms and implications. *Trends in Ecology & Evolution* 11, 197-201.
- GIOVANINI, D. 2001. 1º Relatório Nacional sobre o Tráfico de Fauna Silvestre. Brasília, RENCITAS - Rede Nacional de Combate ao Tráfico de Animais Silvestres: 107.

GODOWN, M.E. & A.T. PETERSON. 2000. Preliminary distributional analysis of US endangered bird species. *Biodiversity and Conservation* 9, 1313-1322.

GRAHAM, C.H., S. FERRIER, F. HUETTMAN, C. MORITZ, AND A.T. PETERSON. 2004. New developments in museum-based informatics and applications in biodiversity analysis. *Trends in Ecology and Evolution* 19, 497-503.

GRINNELL, J. 1917. Field tests of theories concerning distributional control. *American Naturalist* 51: 115-128.

GUISAN, A. & ZIMERMANN, N. E. 2000. Predictive habitat distribution models in ecology. *Ecological Modeling* 135: 147-186.

GUISAN, A., & W. THUILLER. 2005. Predicting species distribution: Offering more than simple habitat models. *Ecology Letters* 8, 993-1009.

HERNANDEZ, P.A., C.H. GRAHAM, L.L. MASTER & D.L. ALBERT. 2006. The effect of sample size and species characteristics on performance of different species distribution modeling methods. *ECOGRAPHY* 29, 773-785.

HIRZEL, A. & GUISAN, A. 2002. Which is the optimal sampling strategy for habitat suitability modeling. *Ecological Modeling*, 157: 331-341.

HUTCHINSON, G.E. 1957. Concluding remarks. Cold Spring Harbor Symposium. *Quantitative Biology* 22: 415-427.

KASECKER, T. P. 2006. Efeito da estrutura do habitat sobre a riqueza e composição de comunidades de primatas da RDS Piagaçu-Purus, Amazônia Central, Brasil. Dissertação de Mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA)/ Universidade Federal do Amazonas (UFAM), Manaus, Amazonas. 94pp.

KAWASHIMA, R.S., M.F.D. SIQUEIRA & J.E. MANTOVANI (2007). Dados do monitoramento da cobertura vegetal por NDVI na modelagem da distribuição geográfica potencial do lobo-guará (*Chrysocyon bracyurus*). Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil, INPE.

MACARTHUR, R. 1972. *Geographical Ecology*. Princeton Univ. Press, Princeton,

MACARTHUR, R.H. 1964. Environmental factors affecting bird species diversity. *American Naturalist* 98, 903: 387-397.

MANTOVANI, J.E. 2006. Estudo e monitoramento de animais através do sensoriamento remoto e do geoprocessamento. Anais 1º Simpósio de Geotecnologias no Pantanal, Campo Grande, Embrapa Informática Agropecuária/INPE.

MARTÍNEZ-MEYER, E., A.T. PETERSON, J.I. SERVÍN & L.F. KIFF. 2006. Ecological niche modelling and prioritizing areas for species reintroductions. *Oryx* 40, 4: 411-418.

MATTOS, J.C.F., O.A. CARVALHO, R.F. GUIMARÃES, R.B. MACHADO, Y.M. BARROS & R.A.T. GOMES. 2006. Emprego da imagem Landsat 7 ETM+ e parâmetros morfométricos para determinação da distribuição geográfica de (*Cyanopsita pixii*) utilizando modelagem de nichos ecológicos. Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia, INPE.

MONTEIRO, E.A., D.B. NAVA & M.C. CORREIA (1998). Potencial turístico do município de Presidente Figueiredo. S. G. d. Brasil, Primaz de Presidente.

- MÜLLER, A.J. & A.D.S. CARVALHO. 2005. Uso de Produtos CBERS para o Zoneamento Geoambiental de Presidente Figueiredo no Amazonas. Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia, INPE.
- OMENA, R. & C.S. MARTINS. 2007. Comportamento reprodutivo e caracterização de sítios de reprodução de galos-da-serra (*Rupicola rupicola*) no Amazonas. *Revista Brasileira de Ornitologia* 15, 1: 81-84.
- OMENA, R. 2005. Relatório geral de todo o projeto de estudo do galo-da-serra. Instituto de Proteção Ambiental do Amazonas - IPAAM, Manaus, 8.
- ÖZESMI, U. & W.J. MITSCH. 1997. A spatial habitat model for the marsh-breeding red-winged blackbird (*Agelaius phoeniceus* L.) in: coastal Lake Erie wetlands. *Ecological Modelling* 101: 139-152.
- PANDO, B. B. & J. P. GILES. 2007. Aplicación de modelos de distribución de especies a la conservación de la biodiversidad en el sureste de la Península Ibérica. *GeoFocus* 7, 100-119.
- PAPES, M. & P. GAUBERT. 2007. Modelling ecological niches from low numbers of occurrences: assessment of the conservation status of poorly known viverrids (Mammalia, Carnivora) across two continents. *Diversity and Distributions* 890–902.
- PEARSON, R.G. 2007. Species' Distribution Modeling for Conservation Educators and Practitioners. Synthesis. American Museum of Natural History. <http://ncep.amnh.org>. (acesso em 10/12/2008).
- PEARSON, R.G., T.P. DAWSON, P.M. BERRY, & P.A. HARRISON. 2002. Species: A spatial evaluation of climate impact on the envelope of species. *Ecological Modelling* 154, 289-300.
- PEARSON, R.G., C. J. RAXWORTHY, M. NAKAMURA, A. T. PETERSON. 2007. Predicting species distributions from small numbers of occurrence records: a test case using cryptic geckos in Madagascar. *Journal of Biogeography* 34, 102-117.
- PEREIRA, R.S. 2002. Desktop GARP. <http://www.lifemapper.org/desktopgarp/> (acesso em 14/12/2008).
- PEREIRA, R. S. & A. T. PETERSON. O uso de modelagem na definição de estratégias para a conservação da biodiversidade. Biodiversidade – Valor econômico e valor social. <http://www.comciencia.br/reportagens/biodiversidade/bio18.htm> (acesso em 2/19/2008).
- PETERSON, A.T. & D.A. VIEGLAIS. 2001. Predicting species invasions using ecological niche modeling. *BioScience* 51, 363-371.
- PETERSON, A.T. & Y. NAKAZAWA. 2007. Environmental data sets matter in ecological niche modelling: an example with *Solenopsis invicta* and *Solenopsis richteri*. *Global Ecology and Biogeography* 1-10.
- PETERSON, A.T., J. SOBERÓN & V. SÁNCHEZ-CORDERO. 1999. Conservatism of ecological niches in evolutionary time. *Science* 285: 1265-1267.
- PETERSON, A.T., M. PAPES & M. EATON. 2007. Transferability and model evaluation in ecological niche modeling: a comparison of GARP and Maxent. *Ecography* 30, 550-560.

- PETERSON, A.T., M.A. ORTEGA-HUERTA, J. BARTLEY, V. SANCHEZ-CORDERO, J. SOBERON, R.H. BUDDEMEIER & D.R.B. STOCKWELL. 2002. Future projections for Mexican faunas under global climate change scenarios. *Nature* 416, 626-629.
- PHILLIPS, S. J.; DUDÍK, M. & SCHAPIRE, R.E. 2004. A Maximum Entropy approach to species distribution modeling. *Proceedings of the 21st International Conference on machine Learning*, pp. 43-48. ACM Press, NY.
- PHILLIPS, S.J., R.P. ANDERSON & R.E. SCHAPIRE. 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling* 190, 231-259.
- PINTO-COELHO, R.M. 2000. Fundamentos em Ecologia. Artmed Editora, Porto Alegre, 252.
- PULLIAM, H. R. 2000. On the relationship between niche and distribution. *Ecology Letters*, 3:349-361.
- RIDGELY, R.S. & G. TUDOR. 1994. The birds of South America. University of Texas Press, Austin, 814.
- RUSHTON, S. P., ORMEROD, S. J. & KERBY, G. 2004. New paradigms for modeling species distributions? *Journal of Applied Ecology*, 41: 193-200.
- RYDER, T.B., J.G. BLAKE & B.A. LOISELLE. 2006. A test of the Environmental Hotspot Hypothesis for lek placement in three species of Manakins (Pipridae) in Ecuador. *The Auk* 123, 1: 247-258.
- SANTOS Jr., M. A. 2008. História natural e conservação do cançãozinho-da-campina (*Cyanocorax* sp.), recém descoberta e ameaçada ave endêmica da Amazônia Central. Dissertação de Mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA)/ Universidade Federal do Amazonas (UFAM), Manaus, Amazonas. 77pp.
- SARRIA-SALAS, S. (2005). Caracterización del Hábitat Reproductivo, Sitios de Anidamiento y Leks, en una Población de Gallo de Roca Andino (*Rupicola peruviana*), Parque Nacional Natural Farallones de Cali, Valle del Cauca. M. d. Ambiente. CALI, Fundacion Natura: 74.
- SEGURADO, P. & M.B. ARAÚJO. 2004. An evaluation of methods for modelling species distributions. *Journal of Biogeography in press*.
- SICK, H. 2001. Ornitologia Brasileira. Nova Fronteira, Rio de Janeiro, 912.
- SILVA, J.A.C.D. & M.F.D. SILVA. 2006. Estudos florísticos no município de Presidente Figueiredo, Amazonas. Brasil – I. Famílias Annonaceae e Gnetaceae. *Acta Amazonica* 36, 1: 53-58.
- SILVA, V.P.D. 2004. Modelagem do banco de dados geográficos e visualização do Inventário de Terras da Sub-bacia do Rio Ariranha. Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário, Florianópolis.
- STOCKWELL, D. & D. PETERS. 1999. The GARP modelling system: Problems and solutions to automated spatial prediction. *International Journal of Geographic Information Systems* 13, 143-158.
- STOCKWELL, D.B. & I.R. NOBLE. 1992. Introduction of sets of rules from animal distribution data: A robust and informative method of analysis. *Mathematics and Computers in Simulation* 33, 385-390.

SUDAM (1984). Atlas Climatológico da Amazônia Brasileira. Projeto de Hidrologia e Climatologia da Amazônia. S. d. D. d. Amazônia: 125.

SUTHERLAND, W.J. 2000. The Conservation Handbook: Research, Management and Policy. Blackwell, Malden, 278.

SUTHERLAND, W.J., I. NEWTON & R.E. GREEN. 2004. Bird Ecology and Conservation A Handbook of Techniques. Oxford University Press, New York, 386.

THERY, M. & D. LARPIN. 1993. Seed Dispersal and Vegetation Dynamics at a Cock-of-the-Rock's Lek in the Tropical Forest of French Guiana. *Journal of Tropical Ecology* 9, 1: 109-116.

THUILLER, W. 2003. Biomod - optimizing predictions of species distributions and projecting potential future shifts under global change. *Global Change Biology* 9, 1353-1362.

TRAIL, P.W. 1987. Predation and Antipredator Behavior at Guianan Cock-of-the-Rock Leks. *The Auk* 104, 496-507.

TSOAR, A., O. ALLOUCHE, O. STEINITZ, D. ROTEM & R. KADMON. 2007. A comparative evaluation of presence-only methods for modelling species distribution. *Diversity and Distributions* 13, 397-405.

CAPÍTULO 2

Formatado de acordo com as instruções do Journal of Tropical Ecology

PADRÃO DE OCORRÊNCIA E ESTIMATIVA POPULACIONAL DE *RUPICOLA RUPICOLA* (AVES: COTINGIDAE): STATUS DE CONSERVAÇÃO NA APA MAROAGA, AM

Natacha Sohn¹, Marina Anciães²

¹Pós-graduação em ecologia, Instituto Nacional de Pesquisas na Amazônia,
natachasohn@gmail.com.

²Instituto Nacional de Pesquisa na Amazônia, Curadoria de Aves

RESUMO

O Galo-da-serra (*Rupicola rupicola*, Linnaeus 1766) é uma espécie endêmica de florestas com terrenos escarpados. No Amazonas ele ocorre próximo a capital Manaus, no município de Presidente Figueiredo, onde é considerado ave símbolo. Devido à combinação morfológica e comportamental, o galo-da-serra é muito capturado por traficantes de animais silvestres e sofre com a crescente urbanização e a visitação contínua em áreas de nidificação. Este estudo teve como objetivos estimar a probabilidade de ocupação, detecção, tamanho populacional e densidade da espécie *Rupicola rupicola* na APA Maroaga para fazer inferências sobre o status de conservação da espécie na área focal. Os resultados das variáveis que estão associadas com probabilidades de ocupação e de detecção não foram significativas para explicar o melhor modelo, mas de acordo com as observações em campo os galos-da-serra ocupam principalmente áreas de Campinarana, possuem baixa detecção (0 - 20%) mesmo quando se tem as variáveis favoráveis para sua detecção como condições de tempo e tipo de vegetação ou quando se está em áreas propícias para reprodução (detecção = 5,5%). A estimativa de tamanho populacional mínimo foi de 77.915 indivíduos com densidade de 354 ind./km² não podendo ser a espécie incluída em nenhuma categoria de ameaça reconhecida, porém é ressaltada a necessidade de monitoramento e manejo de áreas protegidas para que a mesma não se torne vulnerável devido à forte pressão de tráfico. Com os resultados obtidos será possível monitorar suas populações e estabelecer critérios para a conservação da espécie.

Palavras-chave: Amazônia, conservação, densidade, detecção, Distance, espécie endêmica, ocupação, Presence, tamanho populacional, tráfico de animais silvestres.

ABSTRACT

The Cook-of-the-rock (*Rupicola rupicola*, Linnaeus 1766) is an endemic species from forests presenting rock outcrops. In the Amazonas state it occurs near the capital Manaus, in the municipality of Presidente Figueiredo, where it is considered a symbol. Due to a unique morphological and behavioral combination, the Cook-of-the-rock became a focus from wild life traders, and therefore suffers with the city development and the continuous visitation of nesting areas. This study aimed to estimate the occupancy and detection probabilities, population size and density of cook-of-the-rocks in the APA Maroaga and vicinity, in order to to infer about the specie's conservation status in the focal area. Results indicate that the Cook-of-the-rock occupy mainly Campinarana forests, present a low detection rate (up to 20%) even under conditions favoring it's detection, such as sunny days and crescent moon phase, or if within breeding areas (5.5%). Estimates of population size indicated that 77.915 individuals are present in the region, with a density of 354 indiv/km², so it can't be included in any cathegory of IUCN's list of threatened species, but it stands out the need of monitoring and correct handling of protected area for the species not become vulnerable as a consequence of wildlife trade. With these results it should be possible to establish criteria for the conservation of the species.

Keywords: Amazon, conservation, density, detection, Distance, endemic species, occupation, population size, Presence, wild fauna trade

INTRODUÇÃO

O galo-da-serra (*Rupicola rupicola*, Linnaeus 1766) é uma ave de colorido vibrante, endêmica das áreas montanhosas mais antigas ao leste dos Andes e ao norte do rio Amazonas. Encontrada somente nas florestas com terreno escarpado, a espécie se distribui desde o estado do Amazonas, nas serras de fronteira com o Pará, Amapá e Roraima, até as Guianas, Venezuela, Colômbia e Suriname (TRAIL, 1987; ERARD et al. 1989; THERY & LARPIN 1993; ENDLER & THERY 1996; SICK 2001; SARRIA-SALAS 2005). No Amazonas, ele ocorre próximo a capital Manaus, no município de Presidente Figueiredo, que considera essa ave como um símbolo da cidade e é um dos seus principais ícones turísticos (OMENA & MARTINS 2007).

O galo-da-serra alimenta-se de insetos, frutos e de pequenos vertebrados e chega a medir cerca de 28 cm de comprimento. Os machos possuem uma crista semicircular que cobre o bico e uma plumagem que, dependendo da incidência da luz solar, varia sua coloração entre amarelo a laranja intenso. Têm coloração preta na cauda e nas asas, sendo a extremidade das rêmiges branca. As rêmiges secundárias e coberteiras superiores da cauda possuem penas alongadas e que, quando movimentadas durante as exhibições, apresentam efeito visual marcante (ERARD et al. 1989; THERY & LARPIN 1993; SICK 2001).

Os machos permanecem a maior parte de seu tempo em locais de exibição de corte, os quais são agregados espacialmente entre machos, em um sistema conhecido por "lek". Neste sistema, os machos contribuem apenas com esperma para a reprodução, cabendo às fêmeas as tarefas de construção do ninho e do cuidado com a prole. Nestes locais eles atraem, cortejam e copulam com as fêmeas e defendem de outros machos os poleiros e territórios que utilizam (SICK, 2001).

As fêmeas têm coloração pardo-escura e uma crista menos evidente, o que provavelmente garante uma melhor proteção contra predadores, principalmente quando está nos ninhos, os quais são construídos em locais sombreados e úmidos como fendas em paredes rochosas e cavernas (ERARD et al. 1989; SICK 2001).

SARRIA-SALAS 2005). Para a confecção dos ninhos, as fêmeas utilizam principalmente lama misturada com saliva, fibras vegetais (SARRIA-SALAS 2005) e resinas de árvores (OMENA & MARTINS 2007).

Devido a essa combinação morfológica e comportamental o galo-da-serra é comparado às aves-do-paraíso da Nova Guiné (SICK 2001). Por isso, esta ave também é vítima da captura por traficantes de animais silvestres, e chega a ser vendido no Japão por 120 mil dólares (GIOVANINI 2001; BRASIL 2006; OMENA & MARTINS 2007). Mundialmente o comércio de aves é uma indústria muito variada e chega a movimentar a cada ano cerca de 44 milhões de dólares (FITZGERALD 1989).

No Brasil, a caça e o comércio predatório e indiscriminado da fauna silvestre são práticas antigas, que passaram a ser ilegais no ano de 1967 (Lei Federal nº. 5.197). E, depois da perda do habitat, são considerados as maiores ameaça à fauna silvestre brasileira (REDFORD 1992). Mas continuam ocorrendo por ser uma atividade lucrativa e não haver uma fiscalização eficiente do governo. Em geral, os animais capturados para o tráfico acabam morrendo devido às condições precárias a que são submetidos, principalmente durante a captura ou transporte (GIOVANINI 2001).

Quando a captura para o comércio excede a capacidade natural de reposição das populações selvagens, estas tendem a desaparecer ao longo do tempo. Essa é considerada a principal causa para que a ararinha-azul (*Cyanopsitta spixii*), espécie de psitacídeo mais ameaçada do mundo, e o mutum-do-nordeste (*Mitu mitu*) não sejam encontrados em estado selvagem, restando apenas exemplares em cativeiro esperando para que se implementem medidas para instalação de novas populações na natureza (SCHERER 2006). Quando se reduz ou elimina populações de espécies, além da perda genética que a espécie em contingentes populacionais normais representa, muitas interações ecológicas são prejudicadas, como a redução ou aumento de populações de espécies relacionadas por predação e alterações no padrão de dispersão de sementes, sendo difícil prever

quais serão as reações e conseqüências nos ecossistemas (FITZGERALD 1989; REDFORD 1992).

No município de Presidente Figueiredo-AM, a captura de galos-da-serra (*Rupicola rupicola*), junto à crescente urbanização e visitação contínua de turistas em áreas de nidificação, constitui o principal fator que põem em risco a manutenção e preservação dessa espécie (GIOVANINI 2001; BRASIL 2006; OMENA & MARTINS 2007). Apesar de serem considerados um dos símbolos da cidade e de serem um grande atrativo para os turistas, existe pouco conhecimento sobre a ocorrência e tamanho da(s) população(ões) de galos-da-serra no município. Esses dados podem ser de grande importância para planos de conservação e manejo dessa espécie, e para o turismo ordenado na região.

Apesar do galo-da-serra (*Rupicola rupicola*) ser uma ave muito apreciada por sua morfologia, existem poucos estudos sobre a espécie, principalmente no Brasil. A população de galo-da-serra que ocorre no município de Presidente Figueiredo-AM representa, provavelmente, o limite sul de distribuição da espécie (RIDGELY & TUDOR 1994, CAPÍTULO 1).

O galo-da-serra sofre grande pressão do tráfico de animais silvestres (GIOVANINI 2001; BRASIL 2006; OMENA & MARTINS 2007). Em 2006 dois exemplares capturados em Presidente Figueiredo foram recuperados do tráfico pelo IBAMA. Porém, devido a falta de conhecimento sobre sua população, principalmente a falta de dados sobre a sua distribuição, esses indivíduos não puderam ser reintroduzidos na área e acabaram morrendo em cativeiro (STELLA MARIS LAZZARINI /CPPMA-Eletronorte com. Pess.). Assim, é importante desenvolver estudos que visem investigar os requisitos necessários, biológicos e espaciais, para no futuro podermos assegurar a reintrodução bem-sucedida do galo-da-serra.

O presente estudo teve como objetivos estimar a probabilidade de ocupação e de detecção, o tamanho populacional e a densidade de indivíduos da espécie *Rupicola rupicola* na APA Maroaga, para fazer inferências sobre o status da espécie na área focal e subsidiar futuros planos de monitoramento e manejo na

região. Este estudo está inserido na área do Projeto de Corredores Ecológicos (AYRES *et al.* 2005). Assim, os resultados aqui apresentados poderão ser utilizados para delimitar áreas complementares para o fortalecimento das unidades de conservação existentes na região, auxiliando na preservação da diversidade biológica e garantindo a viabilidade das populações de animais e plantas através de conexões entre essas unidades.

MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi realizado na Área de Proteção Ambiental Caverna do Maroaga (APA Maroaga - Decreto nº. 12.836/1990) e seu entorno (Figura 1). A APA Maroaga possui cerca de 374.700ha e está localizada no município de Presidente Figueiredo (01°59'S/60°01'O), estado do Amazonas, distante 107 km ao norte da capital Manaus. A vegetação é formada pela floresta ombrófila densa de terra firme e floresta de igapó encontrada nas margens de rios, lagos e igarapés, além de campinas e campinaranas (A.C.CID FERREIRA *com. pess.*; MONTEIRO *et al.* 1998; SILVA & SILVA 2006). O clima da região é uniforme ao longo do ano, segundo a classificação de (KÖPPEN 1948), é do tipo Amw, caracterizado por apresentar-se chuvoso, úmido e quente. A precipitação média anual é superior a 2000 mm e distribuída em duas estações bem distintas: uma com alta precipitação pluviométrica, que vai de novembro a maio e a outra, de menor precipitação pluviométrica, de junho a outubro. A umidade relativa do ar apresenta-se alta e uniforme durante o ano, sendo de 86% o valor médio, e a temperatura varia entre as médias máxima de 38 °C e a mínima de 20 °C (SUDAM 1984; EMBRAPA 1998b; 1998a). Na área de estudo são reconhecidos dois grandes conjuntos geomorfológicos: na porção sul da APA tem-se terrenos sedimentares paleozóicos de baixa altitude, associados com uma superfície de aplainamento plio-pleistocênica,

que sofreram profundos entalhos nas drenagens na sua zona de borda e no contato com o embasamento; e os terrenos mais acidentados topograficamente, que se estendem ao longo dos rios e platôs com níveis altimétricos intermediários, com altitude de até 200m, instalados sobre as rochas graníticas e vulcânicas do embasamento (MÜLLER & CARVALHO 2005). Apesar da proximidade de Manaus, somente o asfaltamento da rodovia BR-174, em 1996, trouxe pressões mais intensas sobre os recursos naturais no Município de Presidente Figueiredo, incluindo a exploração imobiliária, projetos de assentamento rural, exploração da beleza cênica de cachoeiras e quedas d'água, implantação de hotéis e clubes campestres, entre outros. Esta ocupação, muitas vezes desordenada e de alta velocidade, promove pressões intensas sobre a flora, fauna, água, e outros recursos naturais. As maiores pressões antrópicas na área da APA Caverna do Maroaga acontecem principalmente às margens da BR-174 e ao longo da rodovia AM-240, que liga o centro do município de Presidente Figueiredo à Vila de Balbina. O que se observa nestas áreas são atividades relacionadas à instalação de famílias, loteamentos, desmatamentos para pastagens, agricultura de pequeno porte e para acesso aos recursos hídricos superficiais, exploração turística, além de pequenas queimadas, abertura de ramais e o tráfico de animais silvestres (GIOVANINI 2001; MÜLLER & CARVALHO 2005).

COLETA DE DADOS

Para amostrar a ocupação e detecção da espécie foram obtidos dados de presença e ausência através de censos com dois observadores simultaneamente em 140 pontos de escuta (SUTHERLAND 2000; SUTHERLAND *et al.* 2004), os quais foram distribuídos em 8 transectos de 5km cada. Em cada ponto de escuta foi realizada uma parada de 3 minutos para a verificação visual, com o auxílio de um binóculo (Nikon 8x42), ou auditiva da presença da espécie. Passado esse tempo e não havendo indicativo de presença da espécie, foi reproduzido, por 3 vezes

consecutivas, a vocalização da espécie com ajuda de gravador (mp3 Foston) e mini amplificador (RadioShack) e, durante mais 3 minutos, se aguardou a resposta, auditiva ou visual, de possíveis indivíduos na área. Dessa forma, com o uso de playback, pretendeu-se diminuir as falsas ausências encontradas a priori (BOSCOLO 2002). A procura de áreas reprodutivas, sítios de nidificação e locais de ajuntamento de machos para atração de fêmeas, exibição e cópula (Lek), foi realizada através de censos contínuos em trilhas existentes na região, em locais indicados por informantes (com. Pess.) e em áreas com presença de cavernas e paredes rochosas, que são ambientes preferidos pelas fêmeas para a construção de ninhos (SARRIA-SALAS 2005; OMENA & MARTINS 2007) e onde há maior probabilidade de encontro de leks (Omena, com. pess.). Realizamos censos contínuos em 19 transectos com extensões variadas entre 0,125 a 10 km (total de 70 km); com repetições que variaram entre 1 a 10 visitas. Foram anotadas as coordenadas com GPS de todos os pontos onde foi detectada a presença da espécie para o georreferenciamento dessas áreas. Foram anotados dados referentes à hora, atividade observada, número de indivíduos, número de ninhos e distância perpendicular estimada.

Os censos por pontos de escuta e contínuo foram realizados durante 15 dias consecutivos a cada mês entre março e dezembro de 2008. A figura 1 apresenta os pontos de censo distribuídos na área focal do estudo (APA Maroaga). Os censos eram iniciados às 6:00 horas e se estendiam até às 18:00 horas.

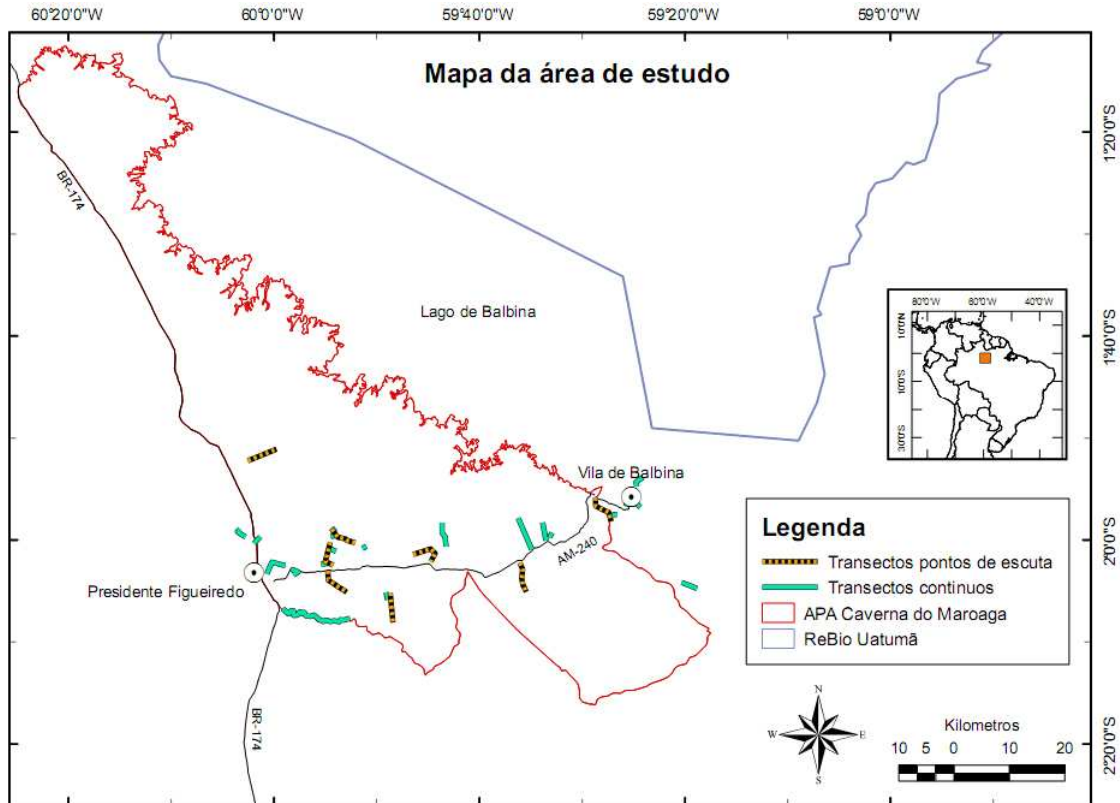


FIGURA 1 – ÁREA DE ESTUDO COM DELIMITAÇÃO DA APA MAROAGA E DOS TRANSECTOS CONTÍNUO E POR PONTOS DE ESCUTA.

ANÁLISES

PROBABILIDADES DE OCUPAÇÃO E DETECÇÃO

Para os cálculos das probabilidades de ocupação (ψ) e de detecção (p) foi utilizado o método para estimar a taxa de ocupação quando a detecção é menor do que 1 (MACKENZIE *et al.* 2002), incorporado no programa Presence 2.2 (HINES 2006). O método é baseado na modelagem da probabilidade de detecção. Essa modelagem usa padrões de detecção (1) e não detecção (0), provenientes de repetidas amostragens em uma série de localidades, ou seja, utiliza o histórico dos dados de presença e pseudo-ausências de cada ponto de observação, e com base na máxima verossimilhança estima os valores de probabilidade de a espécie ser

detectada e a proporção de sítios ocupados por ela que melhor se ajustam a esses padrões. A utilização desse método exige que a espécie não seja falsamente detectada, que os locais de amostragens sejam independentes entre si e não sejam abandonados nem ocupados após o início da amostragem (mais detalhes em MACKENZIE *et al.* 2002).

No estudo, foi utilizado o histórico de presença/ausência obtido do censo por pontos de escuta, em cada ponto foram anotadas os dados sobre os parâmetros do local como horário de chegada no ponto de escuta (hora); condição do tempo - sol, nublado e chuva, fase da lua - crescente, cheia, minguante e nova; tipo de vocalização utilizada no play-back - “éoi”, “aáo” e “ao”; data de coleta na época reprodutiva ou não - considerada de novembro a maio como época reprodutiva e junho a outubro como não-reprodutiva (OMENA & MARTINS 2007); e tipo de vegetação predominante no ponto de escuta - vegetação de platô, de vertente, de baixio, campinarana, campina e capoeira, classificadas de acordo com RIBEIRO *et al.* (1999). O tipo de vegetação foi utilizado como variável na análise da probabilidade de ocorrência e as variáveis: hora, condição do tempo, fase da lua, tipo de vocalização utilizada no play-back, estação reprodutiva e tipo de vegetação foram consideradas para calcular a probabilidade de detecção.

Para a seleção de modelos foi utilizado o critério de informação de Akaike (AIC 1974; BURNHAM & ANDERSON 2002), que representa uma otimização entre o ajuste de máxima verossimilhança e o número de parâmetros, ou seja, quanto pior o ajuste ou maior o número de parâmetros, maior o valor de AIC. Foram utilizadas duas métricas derivadas do AIC dos modelos. A primeira, o ΔAIC , expressa a diferença de AIC entre um modelo e o modelo de AIC mais baixo. A segunda, peso de AIC (AIC wgt), indica o quanto um determinado modelo é útil para explicar os dados em relação ao conjunto de modelos. Dos modelos gerados para explicar a ocupação e detecção da espécie, foram considerados como melhores modelos aqueles com menores valores de AIC e foram considerados virtualmente idênticos os modelos com valores de ΔAIC inferior a 2.0, ou seja, todos esses modelos

oferecem uma descrição similar dos dados. Para inferir sobre quais características das variáveis indicadas para explicar os parâmetros avaliados plotaram-se as estimativas de seus intervalos de confiança.

TAMANHO POPULACIONAL E DENSIDADE

O tamanho populacional e densidade foram estimados utilizando-se o programa Distance 5.0 (THOMAS *et al.* 2006). O programa Distance utiliza o método de distâncias perpendiculares dos animais observados em relação ao transecto e gera uma função de detecção em relação à distância do transectos ($p = f(\text{distância})$). Esta detecção é máxima na linha do transecto e diminui à medida que os animais são encontrados a distâncias maiores. Quatro tipos de funções (“hazard-rate”, “half-normal”, “negative exponential” e “uniform”) são ajustadas aos dados, sendo selecionada aquela com melhor ajuste. A seleção do melhor modelo foi baseada no menor valor de AIC (critério de informação de Akaike) (CULLEN & RUDRAN 2004), de acordo com o ajuste padrão do programa Distance. Detalhes desse método são descritos por BUCKLAND *et al.* (2001). Para o uso desse método quatro premissas são exigidas: todos os animais na trilha devem ser detectados; todos os animais são detectados na sua posição inicial, antes de qualquer movimento em resposta ao observador; as distâncias perpendiculares são medidas corretamente e as detecções devem ser eventos independentes, ou seja, o mesmo animal, ou grupo de animais, não podem ser observados durante o mesmo esforço amostral (CULLEN & RUDRAN 2004). Neste estudo, a segunda e a terceira premissa foram as mais difíceis de controlar, pois as aves podem se distanciar rapidamente quando se sentem ameaçadas antes mesmo de serem notadas pelo observador e as distâncias corretas das presenças detectadas apenas por vocalização, em geral, são mais difíceis de obter. Porém, a maioria dos transectos utilizados neste estudo são áreas onde há visitação de turistas, e os galos-da-serra, aparentemente, estão acostumados com a presença humana. Além disso, os machos possuem

comportamento territorialista e não se afastam com frequência de seus territórios, e as fêmeas possuem comportamento críptico, principalmente quando estão nos ninhos. Neste estudo optou-se pela estimativa das distâncias, ao invés de medidas exatas, das observações diretas (avistamento) e indiretas (vocalização) devido à dificuldade de deslocamento no terreno e como forma de uniformizar os dados de distância das observações diretas e indiretas. A calibração das distâncias estimadas nas medições indiretas se baseou a partir das estimativas de distância dos avistamentos com vocalização da espécie obtendo-se, assim, a variação entre volume da vocalização e distância da observação nas áreas onde foram realizados os censos.

Para o cálculo de densidade e tamanho populacional foram utilizados os dados das observações dos censos contínuos e as áreas reprodutivas prováveis utilizadas pelos galo-da-serra, resultante das modelagens de distribuição geográfica na APA Maroaga (cap. 1). Os parâmetros utilizados para os cálculos no programa Distance foram transectos lineares, distâncias perpendiculares e tamanhos de grupos reprodutivos, e as análises foram geradas com todas as combinações de funções possíveis.

RESULTADOS

Nos censos por pontos de escuta foi possível detectar visualmente ou auditivamente 12 pontos de presença num total de 1400 amostras (140 pontos x 10 repetições) em 340 km percorridos (8 transectos de 5 km cada x 10 repetições). Nestes 12 pontos de presença foram detectados visualmente 4 machos, 8 fêmeas e 9 vocalizações (Tabela 1). O histórico dessas detecções está resumido na figura 2 e foi utilizado nas análises das probabilidades de ocupação e detecção.

Através dos censos contínuos, realizados em 23 transectos, foram georreferenciados 23 locais com presença de ninhos (em 9 transectos) e 8 áreas de

TABELA 1 – RESULTADOS OBTIDOS NOS CENSOS POR PONTOS DE ESCUTA NA APA MAROAGA, AM, EM 2008

CENSO POR PONTO DE ESCUTA		
ESFORÇO AMOSTRAL	8 transectos (340 km)	
N ^o DE LOCAIS DETECTADOS	12 pontos	4 transectos
N ^o OCASIÕES DE REGISTROS	n ^o macho	4
	n ^o fêmea/jovem	8
	n ^o vocalização	9
	<i>total de indiv. obs.</i>	21

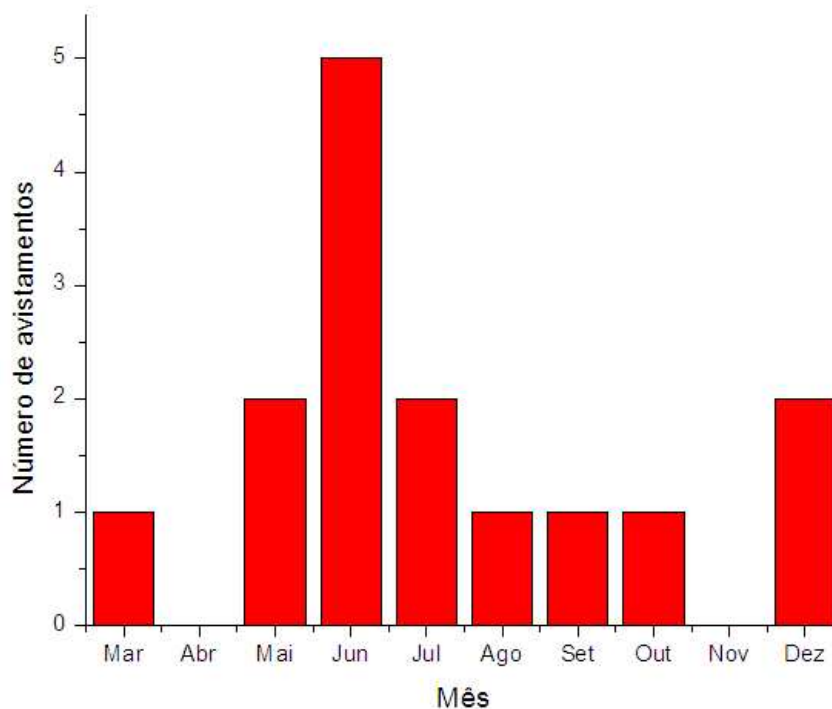


FIGURA 2 – NÚMERO DE REGISTROS DE GALOS-DA-SERRA OBTIDOS NOS CENSOS POR PONTOS DE ESCUTA, ENTRE MARÇO E DEZEMBRO DE 2008, NA APA MAROAGA, AM.

leks (em 6 transectos), das quais 2 não estavam sendo utilizadas para comportamentos de exibição, mas possuíam indivíduos próximos a estas áreas. Nestas áreas reprodutivas foram feitos 128 registros, totalizando 228 galos-da-serra observados ao longo de todo o período amostral, incluindo indivíduos repetidos devido à reamostragens (1 a 10 visitas por transecto). Desse total de indivíduos, foram identificados 95 fêmeas e/ou jovens, 95 machos e 38 vocalizações, num esforço amostral de 206 km percorridos (Tabela 2).

Nos paredões rochosos e cavernas utilizadas pelas fêmeas para nidificação foi possível localizar um total de 54 ninhos, dos quais 13 estavam quebrados e 22 foram utilizados pelas fêmeas durante a época da pesquisa. A proporção de ninhos ocupados é apresentada na Figura 3. A quantidade de ninhos por paredão rochoso ou caverna variou de 1 a 8 em um mesmo local. O tamanho de agrupamentos de galos-da-serra nas áreas utilizadas para exibição e cópula variou de 1 a 9 indivíduos. A figura 4 mostra a proporção entre o número total de machos de galo-da-serra e o número de leks visitados.

Os resultados dos censos contínuos foram utilizados na análise das estimativas de densidade e tamanho de população.

TABELA 2 – RESULTADOS OBTIDOS NOS CENSOS CONTÍNUOS NA APA MAROAGA, AM, EM 2008.

CENSO CONTÍNUO			
ESFORÇO AMOSTRAL	23	transectos (203 km)	
Nº DE LOCAIS DETECTADOS	8	lek (2 sem uso)	6 transectos
	23	nidificação (54 ninhos)	9 transectos
Nº OCASIÕES DE REGISTROS	128	nº macho	95
		nº fêmea/jovem	95
		nº vocalização	38
		<i>total de indiv. obs.</i>	228

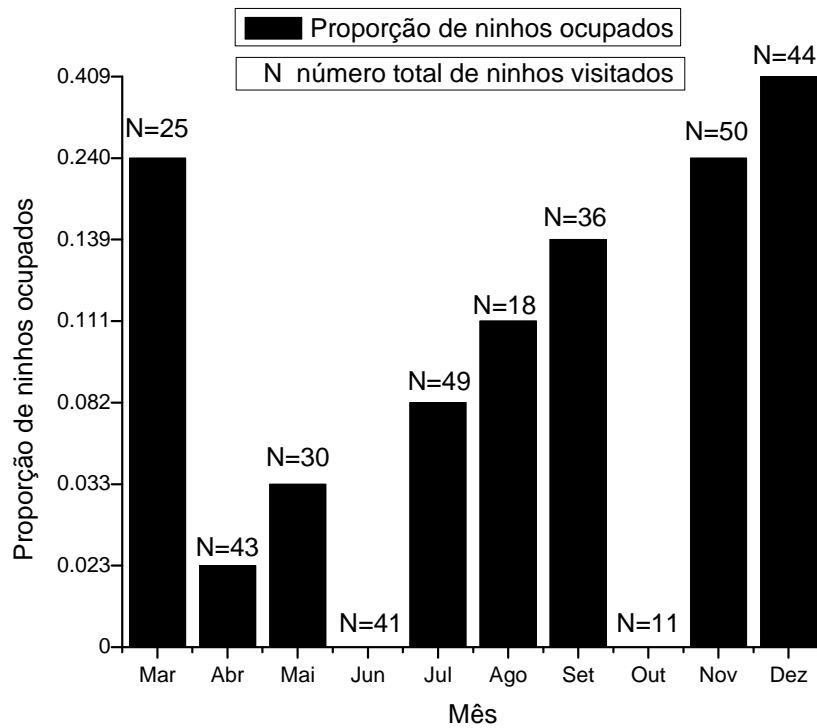


FIGURA 3 - PROPORÇÃO DE NINHOS DE GALOS-DA-SERRA OCUPADOS, ENTRE MARÇO E DEZEMBRO DE 2008, NA APA MAROAGA, AM.

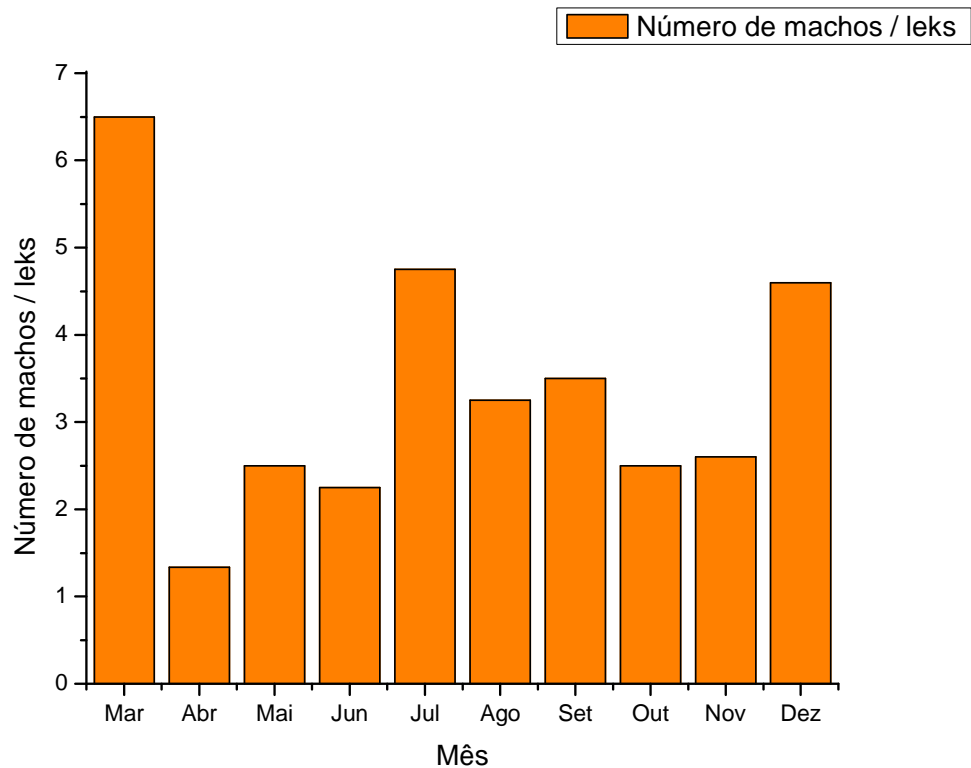


FIGURA 4 - PROPORÇÃO DE ENTRE O NÚMERO TOTAL DE MACHOS DE GALOS-DA-SERRA E O NÚMERO DE LEKS VISITADOS, ENTRE MARÇO E DEZEMBRO DE 2008, NA APA MAROAGA, AM.

PROBABILIDADES DE OCUPAÇÃO E DETECÇÃO

As probabilidades de ocupação (ψ) e detecção (p) foram obtidas a partir do histórico de presença e pseudo-ausência nos 140 pontos de escuta. Cada ponto foi visitado no mínimo 6 vezes e no máximo 10 vezes, num total de 1155 observações válidas, foram “perdidas” 245 observações (17,5%) devido à perturbação humana (como, por exemplo, o corte de árvores com moto-serra a menos de 100 metros de distância) e por condições climáticas de muita chuva. Foram detectados 21 galos-da-serra (8 fêmeas e/ou jovem, 4 machos e 9 vocalizações) em 12 pontos de avistamentos (1,04% do total de pontos observados), distribuídos em 4 transectos de pontos de escuta (Tabela 3).

O melhor modelo de ocupação e detecção indicou a vegetação como variável que está correlacionada à ocupação (Tabela 4). Comparando-se os modelos com poder de explicação similar, até $\Delta AIC = 2.0$, e os intervalos de confiança para cada tipo de vegetação (Figura 5) verifica-se que os tipos vegetacionais não são significativamente diferentes, ou seja, a espécie pode ocupar todos os tipos vegetacionais observados. As variáveis vegetação e condição do tempo foram as que apresentaram, no melhor modelo, relação com a detecção.

TABELA 3 – PORCENTAGEM ENTRE O NÚMERO DE PONTOS UTILIZADOS NOS CENSOS POR PONTOS DE ESCUTA E O TIPO VEGETACIONAL, MOSTRANDO O NÚMERO DE DETECÇÕES OBTIDAS, DURANTE O ANO DE 2008, NA APA MAROAGA, AM.

TIPO VEGETAÇÃO	Nº PTO.	% TOTAL	Nº PTO C/ DETECÇÃO	Nº DETECÇÃO		
				VISUAL	AUDITIVA	TOTAL
PLATÔ	25	17,86	2	4 (f/j)	2	6
VERTENTE	14	10	3	1 (m) 1 (f/j)	2	4
CAMPINARANA	10	7,14	3	2 (m) 1 (f/j)	3	6
CAMPINA	6	4,29	0	0	0	0
BAIXIO	8	5,72	1	0	1	1
CAPOEIRA	77	55	3	1 (m) 2 (f/j)	1	4

TABELA 4 – SELEÇÃO DOS MODELOS QUE MELHOR EXPLICAM A PROBABILIDADE DE OCUPAÇÃO (PSI) E DE DETECÇÃO (P) PARA A ESPÉCIE *RUPICOLA RUPICOLA* NA APA MAROAGA, AM

Model	AIC	delta AIC	AIC wgt
psi(vegetacao),p(vegetacao,tempo)	159.14	0	0.0913
psi(vegetacao),p(vegetacao)	159.68	0.54	0.0697
psi(.),p(vegetacao,tempo)	160	0.86	0.0594
psi(vegetacao),p(vegetacao,estacao)	160.33	1.19	0.0503
psi(vegetacao),p(vegetacao,lua,tempo)	160.47	1.33	0.0469
psi(.),p(vegetacao)	160.73	1.59	0.0412
psi(vegetacao),p(vegetacao,lua)	160.99	1.85	0.0362
psi(.),p(vegetacao,lua,tempo)	161.19	2.05	0.0327
psi(.),p(vegetacao,estacao)	161.25	2.11	0.0318
psi(vegetacao),p(tempo)	161.57	2.43	0.0271
psi(vegetacao),p(vegetacao,vocalizacao)	161.66	2.52	0.0259
psi(vegetacao),p(vegetacao,hora)	161.68	2.54	0.0256
psi(vegetacao),p(vegetacao,lua,estacao)	161.75	2.61	0.0247
psi(.),p(vegetacao,lua)	161.94	2.8	0.0225
psi(vegetacao),p(vegetacao,lua,tempo,estacao)	162.28	3.14	0.019
psi(vegetacao),p(vegetacao,lua,tempo,vocalizacao)	162.47	3.33	0.0173
psi(vegetacao),p(vegetacao,lua,tempo,hora)	162.47	3.33	0.0173
psi(.),p(vegetacao,lua,estacao)	162.55	3.41	0.0166
psi(vegetacao),p(.)	162.59	3.45	0.0163
psi(.),p(vegetacao,vocalizacao)	162.67	3.53	0.0156
psi(.),p(vegetacao,hora)	162.73	3.59	0.0152
psi(vegetacao),p(lua,tempo)	162.73	3.59	0.0152
psi(vegetacao),p(estacao)	162.92	3.78	0.0138
psi(vegetacao),p(vegetacao,lua,vocalizacao)	162.99	3.85	0.0133
psi(vegetacao),p(vegetacao,lua,hora)	162.99	3.85	0.0133
psi(.),p(vegetacao,lua,tempo,estacao)	163.04	3.9	0.013
psi(.),p(vegetacao,lua,tempo,hora)	163.18	4.04	0.0121
psi(.),p(vegetacao,lua,tempo,vocalizacao)	163.19	4.05	0.012
psi(vegetacao),p(tempo,hora)	163.26	4.12	0.0116
psi(.),p(tempo)	163.4	4.26	0.0108
psi(vegetacao),p(lua)	163.85	4.71	0.0087
psi(.),p(.)	163.9	4.76	0.0084
psi(.),p(vegetacao,lua,hora)	163.93	4.79	0.0083
psi(.),p(vegetacao,lua,vocalizacao)	163.94	4.8	0.0083
psi(vegetacao),p(lua,estacao)	164.21	5.07	0.0072
psi(.),p(estacao)	164.26	5.12	0.0071
psi(.),p(lua,tempo)	164.31	5.17	0.0069
psi(vegetacao),p(vocalizacao)	164.43	5.29	0.0065
psi(vegetacao),p(vegetacao,lua,tempo,hora,vocalizacao)	164.47	5.33	0.0064
psi(vegetacao),p(lua,tempo,estacao)	164.59	5.45	0.006
psi(vegetacao),p(hora)	164.59	5.45	0.006
psi(vegetacao),p(lua,tempo,vocalizacao)	164.68	5.54	0.0057
psi(vegetacao),p(lua,tempo,hora)	164.72	5.58	0.0056
psi(vegetacao),p(hora,estacao)	164.76	5.62	0.0055
psi(vegetacao),p(vocalizacao,estacao)	164.92	5.78	0.0051
psi(.),p(lua)	165	5.86	0.0049
psi(vegetacao),p(tempo,hora,estacao)	165.03	5.89	0.0048
psi(vegetacao),p(tempo,hora,vocalizacao)	165.1	5.96	0.0046
psi(.),p(vegetacao,lua,tempo,hora,vocalizacao)	165.18	6.04	0.0045
psi(.),p(lua,estacao)	165.35	6.21	0.0041
psi(.),p(tempo,hora)	165.43	6.29	0.0039
psi(.),p(vocalizacao)	165.72	6.58	0.0034
psi(vegetacao),p(lua,vocalizacao)	165.8	6.66	0.0033
psi(vegetacao),p(lua,hora)	165.84	6.7	0.0032

Continuação

Model	AIC	delta AIC	AIC wgt
psi(.),p(hora)	165.9	6.76	0.0031
psi(.),p(lua,tempo,estacao)	166.09	6.95	0.0028
psi(vegetacao),p(vegetacao,lua,tempo,hora,vocalizacao,estacao)	166.21	7.07	0.0027
psi(.),p(hora,estacao)	166.26	7.12	0.0026
psi(.),p(vocalizacao,estacao)	166.26	7.12	0.0026
psi(.),p(lua,tempo,vocalizacao)	166.29	7.15	0.0026
psi(.),p(lua,tempo,hora)	166.3	7.16	0.0025
psi(vegetacao),p(hora,vocalizacao)	166.43	7.29	0.0024
psi(vegetacao),p(lua,tempo,hora,estacao)	166.58	7.44	0.0022
psi(vegetacao),p(lua,tempo,hora,vocalizacao)	166.68	7.54	0.0021
psi(vegetacao),p(hora,vocalizacao,estacao)	166.74	7.6	0.002
psi(.),p(lua,vocalizacao)	166.96	7.82	0.0018
psi(.),p(lua,hora)	166.98	7.84	0.0018
psi(.),p(vegetacao,lua,tempo,hora,vocalizacao,estacao)	166.99	7.85	0.0018
psi(vegetacao),p(tempo,hora,vocalizacao,estacao.)	166.99	7.85	0.0018
psi(.),p(tempo,hora,estacao)	167.2	8.06	0.0016
psi(.),p(tempo,hora,vocalizacao)	167.21	8.07	0.0016
psi(.),p(hora,vocalizacao)	167.71	8.57	0.0013
psi(.),p(lua,tempo,hora,estacao)	168.09	8.95	0.001
psi(.),p(hora,vocalizacao,estacao)	168.26	9.12	0.001
psi(.),p(lua,tempo,hora,vocalizacao)	168.29	9.15	0.0009
psi(vegetacao),p(lua,tempo,hora,vocalizacao,estacao)	168.58	9.44	0.0008
psi(.),p(tempo,hora,vocalizacao,estacao)	169.13	9.99	0.0006
psi(.),p(lua,tempo,hora,vocalizacao,estacao)	170.07	10.93	0.0004

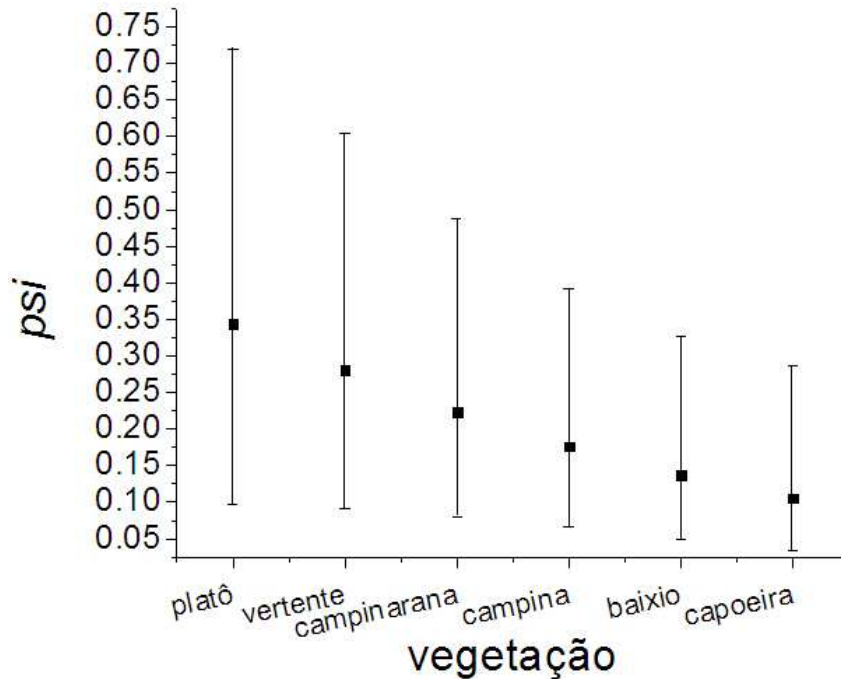


FIGURA 5– PROBABILIDADE DE OCUPAÇÃO (PSI) E INTERVALOS DE CONFIANÇA PARA VARIÁVEL VEGETAÇÃO.

Mas, se observado os modelos significativos ($\Delta AIC < 2.0$), as variáveis estação reprodutiva e fases da lua também podem explicar a detecção, apesar de não serem significativamente diferentes quando observados seus valores do intervalo de confiança (Figuras 6). As probabilidades de ocupação e detecção calculadas para a região de estudo foram de 10-97% e 0-20%, respectivamente (Figura 7).

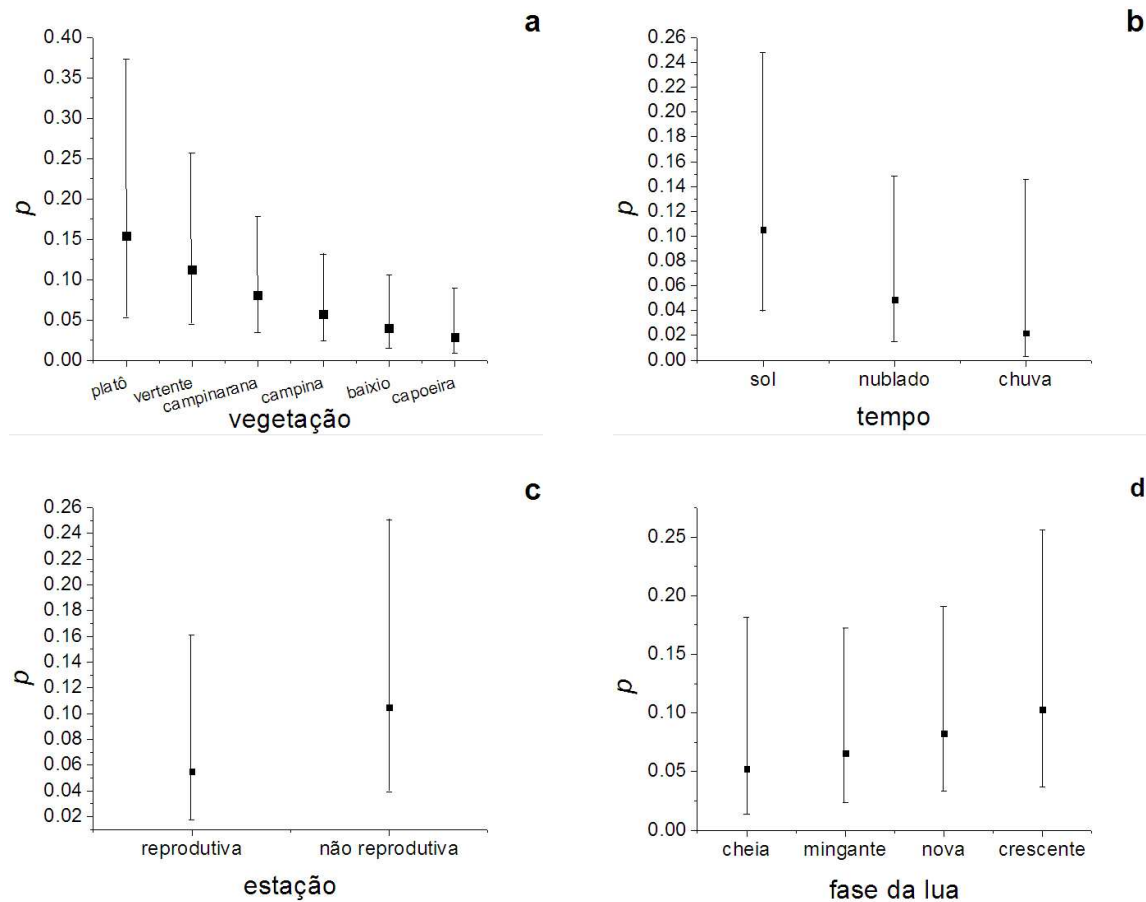


FIGURA 6 – PROBABILIDADES DE DETECÇÃO (P) E INTERVALOS DE CONFIANÇA PARA AS VARIÁVEIS A) VEGETAÇÃO, B) CONDIÇÕES DO TEMPO, C) ESTAÇÃO REPRODUTIVA E D) FASE DA LUA.

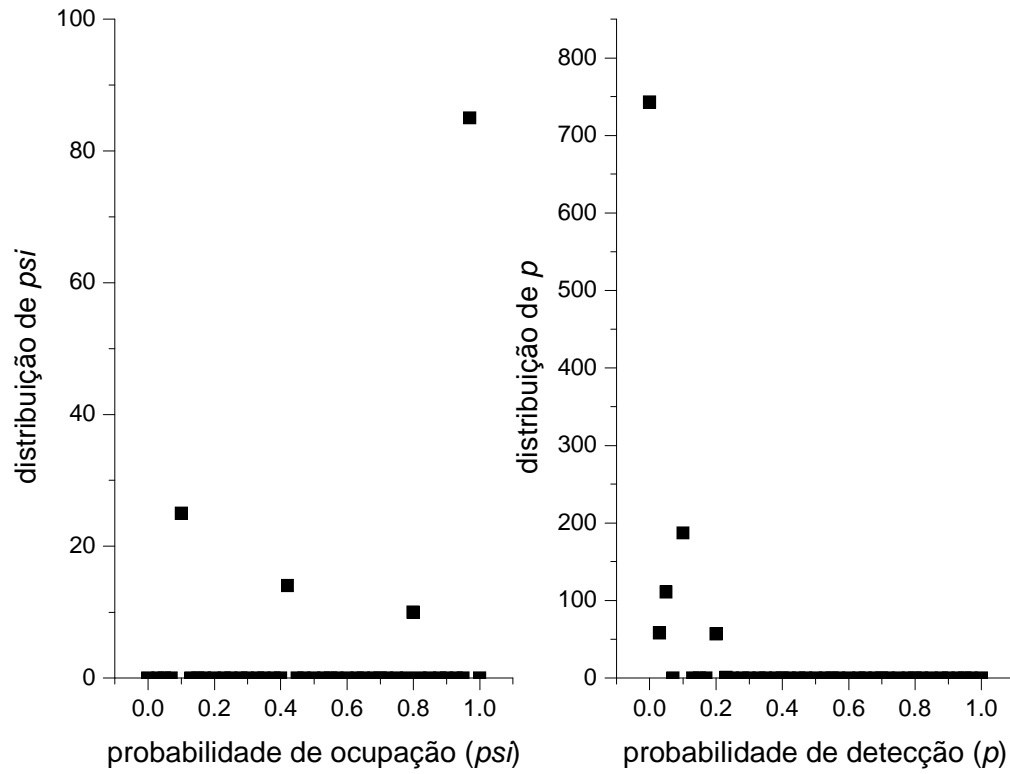


FIGURA 7 – PROBABILIDADE DE OCUPAÇÃO (PSI) E DE DETECÇÃO (P) CALCULADOS PELO PROGRAMA PRESENCE PARA A ESPÉCIE *RUPICOLA RUPICOLA* NA APA MAROAGA-AM PARA O ANO DE 2008.

TAMANHO POPULACIONAL E DENSIDADE

Os dados de presença dos censos contínuos nas prováveis áreas reprodutivas foram utilizados para os cálculos de densidade. A estimativa de densidade produzida foi de 353,63 ind./km², com uma estimativa de densidade de bando de 154,56 bandos por km² e tamanho médio dos bandos de 2 a 3 (2,29) indivíduos por bando. Os valores das estimativas de densidade e seus intervalos de confiança (95%) são apresentados na tabela 5. A probabilidade de detecção da espécie nas áreas reprodutivas foi de 5,5 % e a sua relação com a distância perpendicular (em metros) dos registros está representada na figura 8.

O tamanho populacional foi calculado considerando-se apenas as áreas onde foram coletados os dados para estimativas populacionais, ou seja, as áreas reprodutivas contidas na APA Maroaga. O tamanho da área também foi corrigido de acordo com o erro de comissão apresentado pelo modelo de distribuição potencial das áreas reprodutivas (capítulo 1). Para os cálculos de tamanho populacional mínimo e máximo foram utilizados os valores dos intervalos de confiança (95%) apresentados na tabela 5. Esses ajustes permitem uma menor superestimativa no cálculo utilizado (tamanho populacional = área x densidade de bandos x média do número de indivíduos em cada bando). Assim, pode-se estimar o tamanho da população (mínimo) em 77.914,55 indiv./km² para uma área de 696,39 km² (Tabela 6).

TABELA 5 – RESULTADOS DAS ESTIMATIVAS DE DENSIDADE (D), DENSIDADE DE BANDOS (DS), TAMANHO DO BANDO (E(S)) E PROBABILIDADE DE DETECÇÃO PARA A ESPÉCIE RUPICOLA RUPICOLA, NA APA MAROAGA-AM, EM 2008.

PARÂMETRO	ESTIMATIVA	ERRO PADRÃO	COEFICIENTE DE VARIACÃO (%)	INTERVALO DE CONFIANÇA (95%)
DENSIDADE DE BANDO	154,56	84,20	54,48	54,05 - 441,94
TAMANHO MÉDIO DE BANDO	2,29	0,12	5,07	2,07 - 2,53
DENSIDADE (Nº. INDV./KM ²)	353,63	193,47	54,71	123,29 - 1014,30

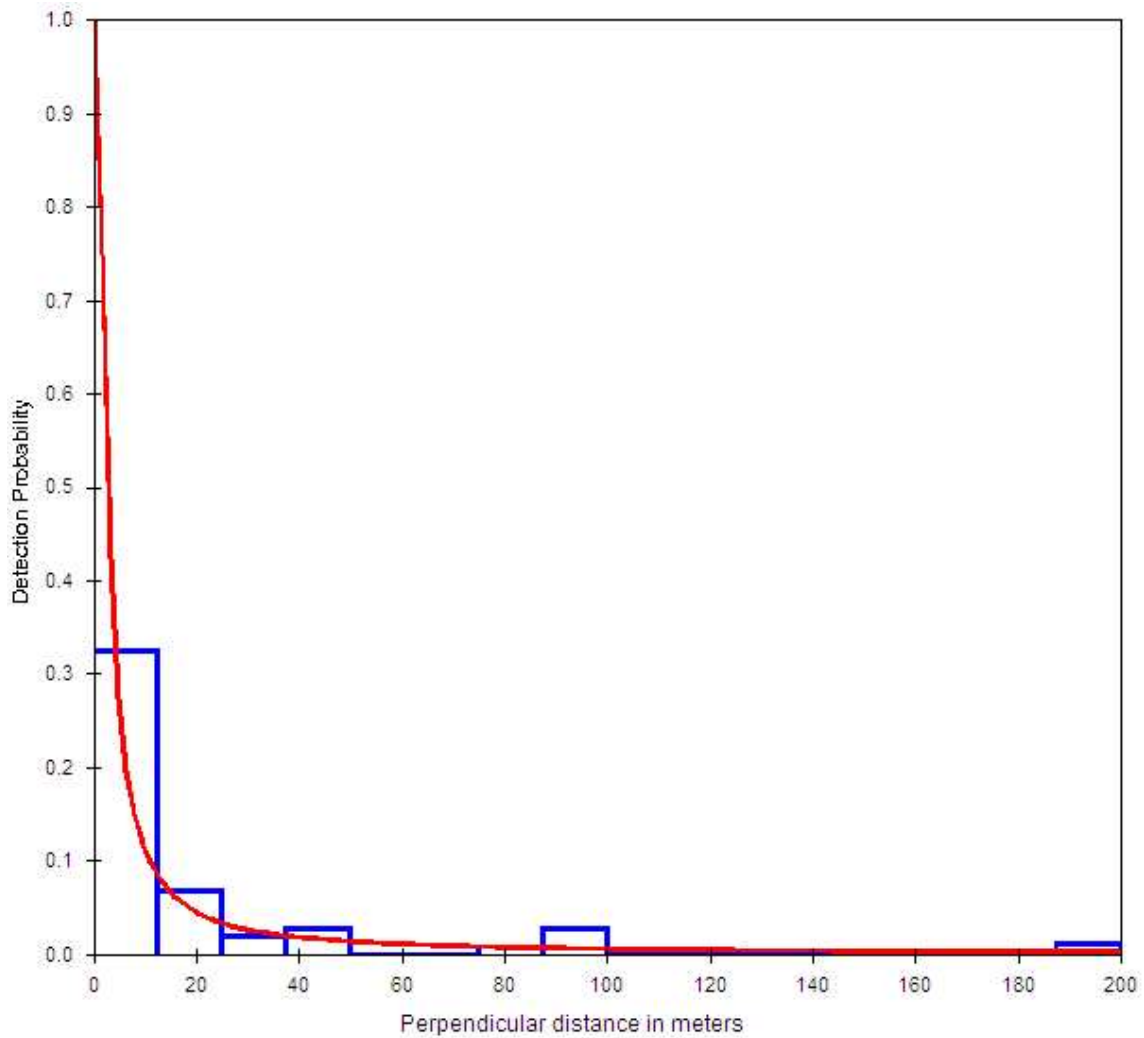


FIGURA 8 – PROBABILIDADE DE DETECÇÃO DE *R. RUPICOLA* EM RELAÇÃO À DISTÂNCIA PERPENDICULAR DA LINHA DE TRANSECÇÃO.

TABELA 6 – TAMANHO POPULACIONAL ESTIMADO DE GALOS-DA-SERRA, NA APA MAROAGA-AM, EM 2008

MODELO	ÁREA (KM ²)	TAMANHO POPULAÇÃO		
		MÍNIMO	MÉDIO	MÁXIMO
ÁREA DA APA MAROAGA	3,747.00	419,227.47	1,326,222.17	4,189,551.43
ÁREA REPRODUTIVA	1,405.44	157,245.55	497,444.81	1,571,433.99
ÁREA REPRODUTIVA (comissão = 33.31%)	937.29	104,867.29	331,746.67	1,047,991.63
ÁREA REPRODUTIVA (comissão = 50.45%)	696.39	77,914.55	246,481.95	778,639.37

DISCUSSÃO

O método proposto por MACKENZIE (2002) para estimar a taxa de ocupação e a probabilidade de detecção de espécies, através do histórico das observações (onde são consideradas as observações faltantes) e incorporação de covariáveis, permitirão perguntas ecologicamente importantes. Apesar disso, o método não fornece boas estimativas quando se tem probabilidade de detecção baixa (<15%) ou quando se tem números de ocasiões de amostragens pequenas (<7). Em tais circunstâncias o nível de informação coletada, no sentido de se saber se a espécie está presente ou ausente, é pequeno. Assim, é difícil para o modelo distinguir entre um local onde a espécie seja genuinamente ausente, de um local onde a espécie apenas não tenha sido detectada. Nesses casos a precisão da estimativa é baixa e o autor sugere aumentar o número de visitas por local para melhorar a precisão do modelo.

Apesar do grande esforço amostral realizado neste estudo, foram baixos os números de registros durante o período amostrado, esse fator impossibilitou a realização de cálculos confiáveis nas probabilidades de ocupação e de detecção através da metodologia de verossimilhança (Presence). Baseado em nossos resultados o método utilizado não parece ser muito útil para espécies de comportamento agregado, ou seja, altas densidades em ambientes específicos dentro de paisagens heterogêneas como a Amazônia, pois resultam em baixas detecções e demanda um alto custo e esforço amostral para obtenção resultados não conclusivos.

Apesar do melhor modelo gerado para ocupação e detecção sugerir que a probabilidade de ocupação é similar em todos os tipos vegetacionais, devido à distribuição natural da ocorrência dos tipos vegetacionais na área de estudo e, sobretudo a escala menos refinada da análise com censo por pontos de escuta em transectos aleatórios, não é apropriado para espécies com distribuição agregada (no caso o método apropriado necessitaria de abertura de grids, mas isso dificilmente poderia ser utilizado por causa da logística de campo e, não era o objetivo desse

estudo que é estimar a ocorrência da espécie na região em uma avaliação inicial), foi observado, durante os censos contínuos, que os ambientes escolhidos pelos machos de galos-da-serra para a realização de exibições, atração e cópula (áreas de lek), são florestas de campinarana. Esse tipo florestal possui menos biomassa e uma menor diversidade e se localiza topograficamente entre as áreas de florestas de baixio e de vertente (RIBEIRO *et al.* 1999). As campinaranas são caracterizadas por possuir solos de areias quartzosas (areias brancas), com grande acúmulo de serrapilheira e com alta penetração de luz. A altura do dossel varia de 15 a 25 metros encontrando-se poucas árvores emergentes, o sub-bosque é denso e composto de arvoretas, arbustos e poucas palmeiras importantes para a fisionomia geral, possuindo alta densidade de epífitas e às vezes apresentam muitas bromélias terrestres (RIBEIRO *et al.*, 1999). Na Guiana Francesa, os machos de galos-da-serra também utilizam ambientes com essas características para exibição e cópula (ENDLER & THÉRY 1996).

A escolha desse ambiente pelos machos pode estar associada com a área reprodutiva das fêmeas e/ou com a disponibilidade de recursos, como, por exemplo, frutos utilizados na dieta. Foi observado durante o estudo que, as áreas de exibição de machos e as áreas de nidificação estão localizadas próximas, de 0 a 500 metros de distância e que os indivíduos utilizam palmeiras, e outras espécies vegetais, próximas para alimentação. Áreas próximas, utilizadas por fêmeas para nidificação, por machos para exibição e por ambos os sexos para a alimentação, diminuem o gasto energético e tempo de procura por parceiros e por alimento, resultando num melhor “fitness”, ou seja, neste caso, um sucesso reprodutivo maior (ALCOCK 2001).

A probabilidade de detecção estimada é de 0-20% quando se tem condições de tempo e de vegetação inclusos. Na Guiana Francesa, ENDLER & THÉRY (1996) observaram que os machos realizam exibição quando uma maior parte do corpo permanece coberta pela sombra das árvores e uma menor parte do corpo fica no raio de sol. Durante as visitas aos leks, também foi observado que os galos-da-serra

ficam mais ativos quando se tem uma maior incidência de luz no sub-bosque e durante a chuva eles permanecem pousados e emitem pouca ou nenhuma vocalização, sendo mais difíceis de detectar. Apesar de no censo por ponto de escuta ter sido detectado um número maior de fêmeas e/ou jovens do que machos adultos, esses são mais difíceis de visualizar quando não há o uso da vocalização para atração (play-back) (obs. Pess.). Devido à coloração marrom das penas, as fêmeas e jovens ficam mais camuflados quando pousados em meio aos galhos e quando estão nos ninhos em paredões rochosos e dentro de cavernas. Também foi observado que as fêmeas e/ou jovens ocupam estratos mais altos (de 5 a 7 metros de altura) para o deslocamento do que os machos adultos (2,5 a 5 metros de altura) o que pode dificultar mais a detecção (obs. Pess.). Além disso, a maior detecção de indivíduos com a coloração marrom pode ser atribuída a um maior deslocamento de jovens a procura de um território para se estabelecer e de fêmeas a procura de alimento para crias. Mesmo os machos adultos sendo considerados conspícuos pela coloração alaranjada de suas penas, estes não são tão fáceis de detectar, mesmo nos ambientes propícios de leks. Nessas áreas eles se confundem com as folhas velhas de diversas plantas, que ficam desgastadas nas pontas e com coloração marrom-alaranjadas com a luz do sol, aliado ao comportamento estático que assumem quando estão sendo observados (obs. Pess.). Esses fatores devem ter contribuído com a baixa detecção estimada em ambientes usados para reprodução, sendo que o maior número de avistamento ocorreu em distâncias menores do que 10 metros nesses ambientes.

Dados sobre tamanho populacional e densidade de espécies relacionados à sua distribuição são utilizados como parâmetros para a identificação do seu status de conservação (IUCN 2001). Esses parâmetros são fontes mais comuns de incertezas e, portanto podem levar a falso julgamento do status de conservação da espécie (TOBIAS & SEDDON 2002). Segundo REED *et al.* (2003) para uma população estar livre do risco de extinção a mesma deve apresentar um tamanho populacional superior à 7 mil indivíduos. Apesar de sua importância, informações

sobre tamanho populacional da maioria das espécies neotropicais são escassas (CULLEN & RUDRAN 2003) e um número ainda menor para aves que possuem comportamento agregado (SILVA & REGO 2004).

No Brasil, grande parte dos trabalhos que apresentam dados de densidade de espécies com base em amostragens por distância (software Distance) tem como grupo alvo os mamíferos, principalmente primatas da Mata Atlântica (CHIARELLO 2000; CHIUARELLO & MELO 2001; SÃO BERNARDO & GALETTI 2004). Dos poucos trabalhos que apresentam dados quantitativos para aves a maioria se refere às espécies da Mata Atlântica (GALETTI & ALEIXO 1998; MARQUES 2004) e Cerrado (MACHADO 2000; BRAZ 2008). Um dos problemas desse método é superestimar as estimativas de densidade e tamanho populacional (GALETTI *et al.* 2006), principalmente para espécies com comportamento agregado como o galo-da-serra (obs. pess.) mesmo tendo-se tomado o cuidado de utilizar os dados das amostragens em pontos estratégicos (no caso áreas reprodutivas) que mostraram ser a melhor opção para psitacídeos florestais e de difícil visualização (GALETTI *et al.* 2006). O valor médio do coeficiente de variação (54%) encontrado nesse estudo não demonstra uma alta confiabilidade nas estimativas de densidade calculadas com o programa Distance. Mesmo assim, esses resultados podem servir de comparação com outras estimativas de densidade e tamanho de populacional que venham ser realizadas para a espécie, já que não existem outros estudos com esses objetivos.

O tamanho populacional mínimo calculado (77.914,55 indiv./km²) parece, a princípio, superestimado se comparado ao baixo número de observações em campo. Entretanto, deve-se considerar que o galo-da-serra é uma espécie que possui comportamento agregado (TRAIL 1985, TRAIL 1987) e as áreas que utilizam para exibição, aproximadamente dez hectares (obs. Pess. e ENDLER & THÉRY 1996), são distribuídas de forma irregular e espaçadas, ou seja, esse valor encontrado para o tamanho populacional deve ser mais baixo porque a espécie não está distribuída de maneira uniforme pela área de estudo.

Levando-se em consideração os resultados para a densidade nas áreas reprodutivas (353,63 indiv./km²) ou a densidade por bando (2,29 indiv./bando) esse valor parece ser razoável quando comparado ao observado. As áreas de exibição visitadas, ao longo do estudo, apresentaram uma média de indivíduos pelo número de leks próximo ao calculado (Figura 3). Além disso, podem existir indivíduos não territoriais vagantes entre territórios, por exemplo, os juvenis, que podem contribuir para um aumento aparente da estimativa.

Para a avaliação do grau de ameaça da espécie, dentre as 3 categorias de ameaça: vulnerável, em perigo e criticamente em perigo, a IUCN (2001) considera cinco critérios de avaliação, de A a E, baseados em estimativas de tamanho populacional e/ou seu declínio e a área de distribuição da espécie que pode ser avaliada pela área de ocupação ou extensão de ocorrência. As estimativas de tamanho populacional e a probabilidade de ocorrência obtidas neste estudo, e incluindo a distribuição potencial (CAP. 1) não enquadram a espécie em nenhuma dessas categorias de ameaça. Mas deve-se considerar que a área de estudo sofre uma grande pressão antrópica devido à abertura de novos ramais e aumento dos já existentes, loteamento de áreas para habitação, exploração desorganizada do turismo, queimadas e tráfico de animais silvestres (GIOVANINI 2001; MÜLLER & CARVALHO 2005). E as áreas de campinarana, onde se encontram as áreas reprodutivas dos galos-da-serra, representam um ecossistema amazônico frágil e vulnerável a essas atividades antrópicas, pois possuem adaptações às condições de pobreza nutricional do solo e dependem da sazonalidade do regime hídrico e da diversidade de ambiente, além de serem relativamente pequenas em extensão (SILVEIRA 2003). Aliado a esses fatores, modelos de percentual de floresta perdida por ecorregiões na Amazônia (SOARES-FILHO *et. al.* 2006), mostram que a região onde se encontra a APA Maroaga poderá sofrer de 17 a 65% de desmatamento até 2050.

O galo-da-serra é vítima do tráfico de animais silvestres e mesmo não sendo considerado vulnerável à extinção está inserido no Anexo II da Convenção

Internacional das Espécies da Fauna e da Flora Ameaçadas pelo Tráfico Internacional (CITES - Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora), que engloba as espécies que, embora não se encontrem em perigo de extinção, poderão chegar a esta situação caso seu comércio não esteja sujeito à rigorosa regulamentação. Ainda assim, o tráfico de animais silvestres não é visto como um delito grave e muitas vezes o infrator sai impune (GIOVANINI 2001). Além de controlar e reprimir esse comércio, através de estudos futuros de dinâmica populacional e avaliação de viabilidade de populações incorporada a índices de tráfico condizentes com os praticados na APA, é necessário desenvolver trabalhos de educação ambiental que contribuam com o conhecimento (ou esclarecimento) da sociedade com relação à biologia da espécie, orientações para realização de turismo ordenado e aos problemas gerados com o comércio ilegal de animais. Dessa forma pode-se melhorar a participação das comunidades locais em atividades conservacionistas. Para que seja efetiva a educação e conscientização da população local é importante que seja realizado um trabalho de educação ambiental permanente e contínuo sobre a questão. “Apesar de a educação e a conscientização da população serem difíceis e demoradas, e terem um resultado em longo prazo, a importância da educação ambiental é reconhecida no mundo todo como um elemento essencial ao combate dos problemas ambientais, entre eles o tráfico de animais silvestres” (POTEN 1991 in GIOVANINI 2001).

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pela bolsa de estudo concedida a Natacha Sohn durante o mestrado; ao Projeto Corredores Ecológicos – convênio entre MMA (Ministério do Meio Ambiente), SDS (Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável) – fomentado pelo IPAAM (Instituto de

Proteção Ambiental do Amazonas) e a AMPA (Associação dos Amigos para a Proteção ao Peixe-boi da Amazônia) pelo financiamento para as atividades de campo e auxílio logístico; aos proprietários de áreas particulares e ao CEUC (Centro Estadual de Unidades de Conservação do Amazonas) pela autorização de pesquisa científica em áreas particulares e Unidade de Conservação Estadual de Uso Sustentável (autorização nº. 013/08 de 9 de junho de 2008); T. O. Laranjeiras e M. Barreiros pela ajuda na coleta de dados; e a APA Maroaga e seus comunitários pelo acesso a informação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AKAIKE, H. 1974. A New Look at the Statistical Model Identification. *IEEE Transactions on Automatic Control*, 19, 716-723.
- ALCOCK, J. 2001. *Animal Behavior: an evolutionary approach*. Sinauer Associates, INC., Massachusetts, 625.
- AYRES, J.M., G.A.B.D. FONSECA, A.B. RYLANDS, H.L. QUEIROZ, L.P. PINTO, D. MASTERSON & R.B. CAVALCANTI. 2005. Os Corredores Ecológicos das Florestas Tropicais do Brasil. Sociedade Civil Mamirauá, Belém, 256.
- BOSCOLO, D. 2002. O uso de técnicas de play-back no desenvolvimento de um método capaz de atestar a presença ou ausência de aves no interior de fragmentos florestais. Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo. 67
- BRASIL. 2006. CPI da Biopirataria: relatório final. C. Nacional., Câmara dos Deputados, Coordenação de Publicações. Série ação parlamentar: 488.
- BRAZ, V. S. 2008. Ecologia e conservação das aves campestres do bioma cerrado. Tese de doutorado em Ecologia. Instituto de Ciências Biológicas. Universidade de Brasília. Brasília, DF.
- BUCKLAND, S.T., D.R. ANDERSON, K.P. BURNHAM, J.L. LAAKE, D.L. BORCHERS, L. THOMAS. 2001. *Introduction to Distance Sampling: Estimating Abundance of Biological Populations*. Oxford University Press, Oxford
- BURNHAM, K. P., & D. R. ANDERSON. 2002. *Model selection and multimodel inference: a practical information-theoretic approach*. 2nd Edition. Springer-Verlag, New York, New York, USA. 488 pp.
- CHIARELLO, A. G. 2000. Density and population size of mammals in remnants of Brazilian Atlantic Forest. *Conservation Biology*, 14,6: 1649-1657.
- CHIARELLO, A. G. & MELO, F. R. 2001. Primate population densities and sizes in Atlantic Forest remnants of northern Espírito Santo, Brazil. *International Journal of Primatology*. 22, 3: 379-396.

CULLEN, L. Jr. & RUDRAN, R. 2003. Transeções lineares na estimativa de densidade de mamíferos e aves de médio e grande porte. *Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre* (eds L. CULLEN, Jr. & C. VALLADARES-PÁDUA), pp. 169-179. Editora UFPR e Fundação O Boticário de Proteção à Natureza, Curitiba, PR.

EMBRAPA (1998). Boletim Agrometeorológico. EMBRAPA/CPAA: 19.

ENDLER, J.A. & M. THERY. 1996. Interacting Effects of Lek Placement, Display Behavior, Ambient Light, and Color Patterns in Three Neotropical Forest-Dwelling Birds. *The American Naturalist* 148, 3: 421-452.

ERARD, C., M. THÉRY & D. SABATIER. 1989. Régime Alimentaire de *Rupicola rupicola* (Cotingidae) en Guyane Française Relations avec la Frugivorie et la Zoochorie. *Rev. Ecol. (Terre Vie)* 44, 47-74.

ERARD, C., M. THERY & D. SABATIER. 1989. The Diet of the Guianan Cock-of-the-Rock *Rupicola rupicola* - the Relationships between Frugivory and Zoochory. *Revue D Ecologie-La Terre Et La Vie* 44, 1: 47-74.

FITZGERALD, S. 1989. International Wildlife Trade: Whose business is it? Baltimore, 459.

GALETTI, M. & ALEIXO, A. 1998. Effects of palm heart harvesting on frugivores in Atlantic forest of Brazil. *Journal of Applied Ecology*. 35, 286-293.

GALETTI, M., F. SCHUNCK, M. RIBEIRO, A. A. PAIVA, R. TOLEDO & L. FONSECA. 2006. Distribuição e tamanho populacional de papagaio-de-cara-roxa *Amazona brasiliensis* no estado de São Paulo. *Ararajuba*. 14, 3: 239-247.

GIOVANINI, D. 2001. 1º Relatório Nacional sobre o Tráfico de Fauna Silvestre. Brasília, RENCTAS - Rede Nacional de Combate ao Tráfico de Animais Silvestres: 107.

INTERNATIONAL UNION FOR THE CONSERVATION OF NATURE AND NATURAL RESOURCES – IUCN 2001. Categories and Criteria: version 3.1. Disponível em: www.iucnredlist.org. Acesso em 20 de dezembro de 2008.

KÖPPEN, W. 1948. *Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra*. Fondo de Cultura Econômica, México, 479.

MACHADO, R. B. 2000. A fragmentação do Cerrado e efeitos sobre a avifauna na região de Brasília-DF. Tese de doutorado em Ecologia. Instituto de Ciências Biológicas. Universidade de Brasília. Brasília, DF.

MARQUES, R. M. 2004. Diagnóstico das populações de aves e mamíferos cineréticos do Parque Estadual da Serra do Mar, SP, Brasil. Dissertação de mestrado. Ecologia de agrossistemas Universidade de São Paulo. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba, SP.

MACKENZIE, D. I., J. D. NICHOLS, G. B. LACHMAN, S. DROEGE, J. A. ROYLE & C. A. LANGTIMM. 2002. Estimating site occupancy rates when detection probabilities are less than one. *Ecology*, 83, 8: 2248-2255.

MÜLLER, A.J. & A.D.S. CARVALHO. 2005. Uso de Produtos CBERS para o Zoneamento Geoambiental de Presidente Figueiredo no Amazonas. Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia, INPE.

OMENA, R. & C.S. MARTINS. 2007. Comportamento reprodutivo e caracterização de sítios de reprodução de galos-da-serra (*Rupicola rupicola*) no Amazonas. *Revista Brasileira de Ornitologia* 15, 1: 81-84.

REDFORD, K.H. 1992. The empty forest. *BioScience* 42, 6: 412-422.

REED, D. H., J. J. O'GRADY, B. W. BROOK, J. D. BALLOU & R. FRANKHAM. 2003. Estimates of minimum viable population size for vertebrates and factors influencing those estimates. *Biological Conservation*. 113: 23-34.

RIBEIRO, J.E.L.S., M.J.G. HOPKINS, A. VICENTINI, C.A. SOTHERS, M.A.S. COSTA, J.M. BRITO, S. M.A.D., L.H.P. MARTINS, L.G. LOHMANN, P.A.C.L. ASSUNÇÃO, E.C. PEREIRA, S. C.F., M.R. MESQUITA & L.C. PROCÓPIO. 1999. Flora da Reserva Ducke: Guia de identificação das plantas vasculares de terra firme na Amazônia Central. INPA/DFID, Manaus, 816.

RIDGELY, R. S. & G. TUDOR 1994. *The birds of South America*. Austin, University of Texas Press. 814.

SARRIA-SALAS, S. 2005. Caracterización del Hábitat Reproductivo, Sitios de Anidamiento y Leks, en una Población de Gallo de Roca Andino (*Rupicola peruviana*), Parque Nacional Natural Farallones de Cali, Valle del Cauca. M. d. Ambiente. CALI, Fundacion Natura: 74.

SÃO BERNARDO, C. S. & M. GALETTI. 2004. Densidade e tamanho populacional de primatas em um fragmento florestal no sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*. 21, 4: 827-832.

SCHERER, P. 2006. Reintrodução de fauna em unidades de conservação: princípios e cuidados, 348 in J. B. Campos, M. G. P. Tossulino & C. R. C. Müller *Unidades de conservação: ações para a valorização da biodiversidade*. Instituto Ambiental do Paraná, Curitiba. 348.

SICK, H. 2001. *Ornitologia Brasileira*. Nova Fronteira, Rio de Janeiro, 912.

SILVA, W. A. G. & P. S. RÊGO. 2004. Conservação do soldadinho-do-araripe *Antilophia bokermanni* (Aves: Pipridae): subsídios para a elaboração do plano de manejo. Fundação O Boticário de Proteção à Natureza, Curitiba. 32.

SILVEIRA, M.A.E.D.A.D. 2003. "Vegetação e flora das campinaranas do sudoeste amazônico (ju-008). Universidade Federal do Acre, Relatório apresentado à Associação S.O.S. Amazônia, como um componente do Documento de Defesa Técnica, que subsidiará a criação de uma Unidade de Conservação na região das Campinaranas do sudoeste da Amazônia."

SOARES-FILHO, B.S., D.C. NEPSTAD, L.M. CURRAN, G.C. CERQUEIRA, R.A. GARCIA, C.A. RAMOS, E. VOLL, A. MCDONALD, P. LEFEBVRE & P. SCHLESINGER. 2006. Modelling conservation in the Amazon basin. *Nature*, 440, 520-523.

SUDAM (1984). Atlas Climatológico da Amazônia Brasileira. Projeto de Hidrologia e Climatologia da Amazônia. S. d. D. d. Amazônia: 125.

SUTHERLAND, W.J. 2000. *The Conservation Handbook: Research, Management and Policy*. Blackwell, Malden, 278.

SUTHERLAND, W.J., I. NEWTON & R.E. GREEN. 2004. *Bird Ecology and Conservation A Handbook of Techniques*. Oxford University Press, New York, 386.

TOBIAS, J. A. & SEDDON, N. 2002. Estimating population size in the subdesert mesite (*Monias benschi*): new methods and implications for conservation. *Biological Conservation*, 108:199-212.

THERY, M. & D. LARPIN. 1993. Seed Dispersal and Vegetation Dynamics at a Cock-of-the-Rock's Lek in the Tropical Forest of French Guiana. *Journal of Tropical Ecology* 9, 1: 109-116.

THOMAS, L., J.L. LAAKE, S. STRINDBERG, F.F.C. MARQUES, S.T. BUCKLAND, D.L. BORCHERS, D.R. ANDERSON, K.P. BURNHAM, S.L. HEDLEY, J.H. POLLARD, J.R.B. BISHOP & T.A. MARQUES. 2006. Distance 5.0. Release "2". Research Unit for Wildlife Population Assessment, University of St. Andrews, UK,

TRAIL, P.W. 1985. Courtship Disruption Modifies Mate Choice in a Lek-Breeding Bird. *Science* 227, 778-779.

TRAIL, P.W. 1987. Predation and Antipredator Behavior at Guianan Cock-of-the-Rock Leks. *The Auk* 104, 496-507.

CONCLUSÕES FINAIS

Como síntese desse estudo, foi possível verificar que *Rupicola rupicola* possui distribuição geográfica regional restrita a áreas com temperatura uniforme sem grande variação sazonal, em uma faixa de temperatura relativamente elevada e com alta precipitação durante todo o ano, principalmente durante a época reprodutiva da espécie. Dessa forma, o modelo de distribuição potencial para o norte da América do Sul confirmou a distribuição já conhecida do galo-da-serra e incluiu novas áreas potenciais de distribuição dentro dos limites conhecidos para a distribuição histórica da espécie. Em uma escala mais fina, características da topografia e da vegetação mostraram que a espécie se distribui em locais onde há encontro de áreas com altas e baixas altitudes, ou seja, áreas onde há uma maior probabilidade de afloramentos rochosos e por conseqüência locais com maior probabilidade de encontro de cavernas e paredões rochosos, ambientes que são escolhidos pelas fêmeas para a nidificação. Além disso, os modelos mostraram que os galo-da-serra se distribuem em áreas onde há uma menor reflectância da vegetação, utilizando, portanto locais onde existe predomínio de vegetação mais baixa e com maior entrada de luz no solo ou sub bosque, como por exemplo, as florestas de campinarana. Nesse tipo florestal ocorrem os agrupamentos de machos de galo-da-serra para atração, exibição e cópula com fêmeas. A partir do modelo em escala local pode-se delimitar e indicar 6 áreas propícias para a conservação do galo-da-serra na região da APA Maroga e entorno. Essas áreas contemplam características do nicho ecológico potencial da espécie e são consideradas de extrema importância, pois permitem a conservação de áreas reprodutivas da espécie, aumentando assim as chances de sua sobrevivência. É necessário, porém que haja uma confirmação em campo da presença de *Rupicola rupicola* nessas áreas. Com esses resultados da distribuição local poderão ser realizados um melhor planejamento do turismo e um melhor monitoramento da espécie principalmente contra o tráfico de animais silvestres na área focal.

Mesmo que a espécie não seja considerada, de acordo com os critérios da IUCN (2001), vulnerável a extinção, pois, conforme esse estudo, o tamanho da população é relativamente alto ou suficiente para garantir a permanência da espécie, esta sofre pressão intensa na área da APA Maroaga tanto pelo tráfico de animais quanto pela exploração turística desordenada e perda de habitat por ações antrópicas. Considerando ainda que a espécie possua baixa a média probabilidade de ocupação, aliado a baixa probabilidade de detecção, é importante que sejam realizados, não só a criação de áreas de conservação, mas também um trabalho intenso de educação ambiental com os moradores locais.

Para refinar o conhecimento sobre a distribuição e o grau de conservação da espécie na região de presidente Figueiredo sugere-se que sejam realizados, a partir dos resultados desse estudo, pesquisas sobre a distribuição e padrões de movimentação com radiotelemetria e levantamento genéticos da(s) população(ões), assim dados complementares poderão mostrar em mais detalhes os deslocamentos da espécie e se há perda de variabilidade genética na área focal.

ANEXOS



FIGURA 1 – GALO-DA-SERRA MACHO. FOTO: MARCELO BARREIROS.



FIGURA 2 – GALO-DA-SERRA FÊMEA. FOTO: NATACHA SOHN.



FIGURA 3 – NINHO DE GALO-DA-SERRA COM OVOS. FOTO: MARIO FERNANDEZ.



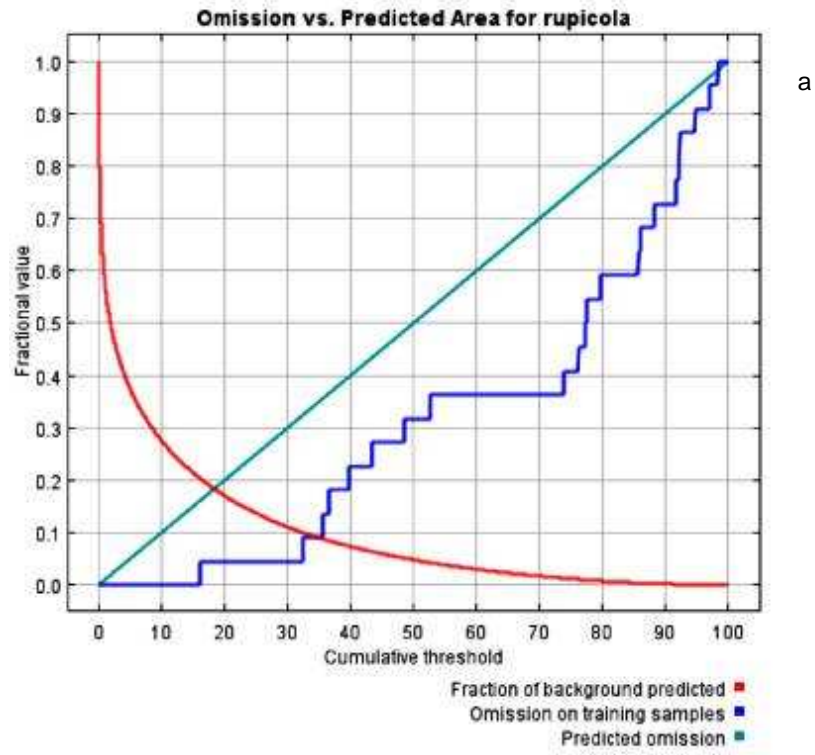
FIGURA 4 – JOVEM DE GALO-DA-SERRA NO NINHO. FOTO: MARIO FERNANDEZ.



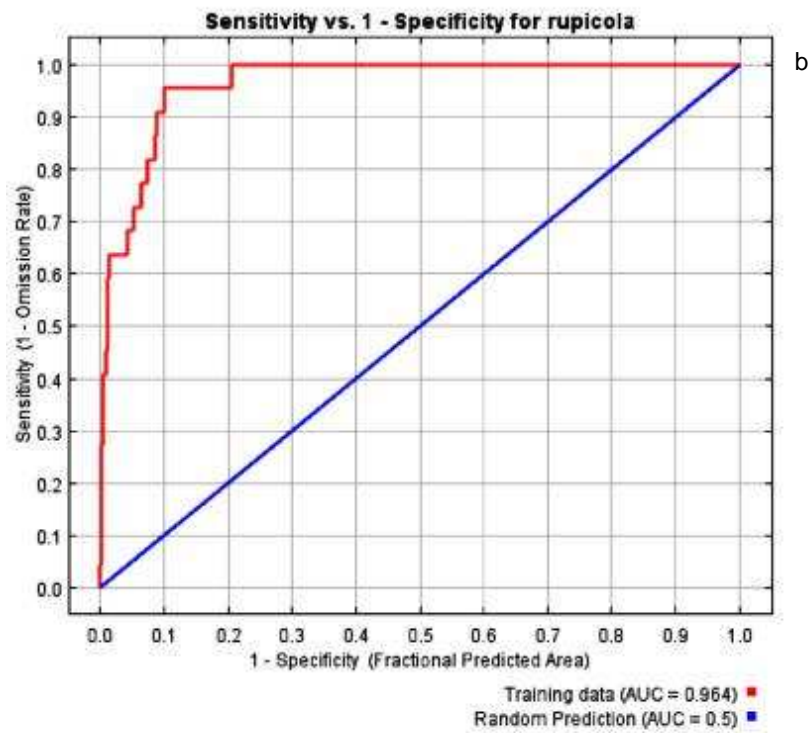
FIGURA 5 – PALCOS DE EXIBIÇÃO USADOS POR MACHOS DE GALO-DA-SERRA. FOTO: MARIO FERNANDEZ.



FIGURA 6 – CAVERNA UTILIZADA PARA NIDIFICAÇÃO DE GALO-DA-SERRA. FOTO: MARIO FERNANDEZ.



a



b

Variable	Percent contribution
bio_19	35.3
bio_4	19.3
bio_17	13.7
bio_10	8
bio_14	7.6
bio_3	4.3
bio_1	3.6
bio_16	2
bio_15	1.9
bio_18	1.7
bio_7	1.4
bio_5	1.1
bio_13	0.1
bio_8	0
bio_2	0
bio_6	0
bio_12	0
bio_11	0
bio_9	0

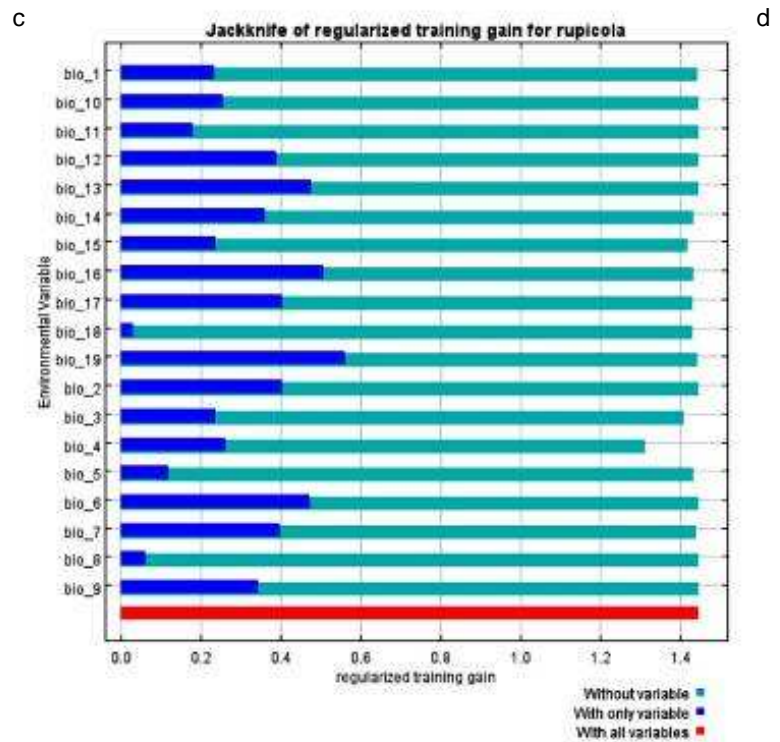
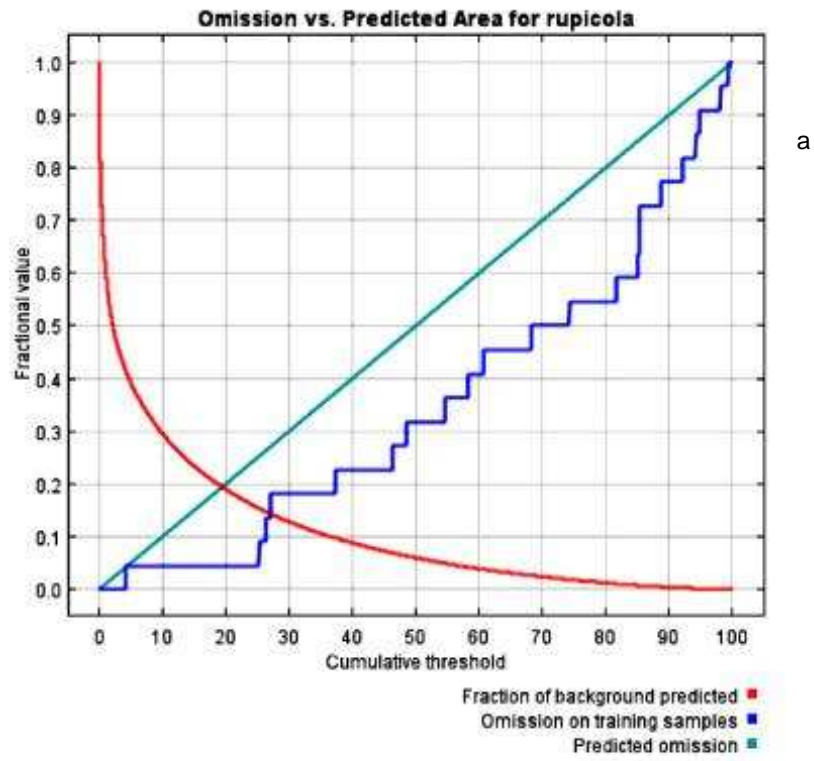
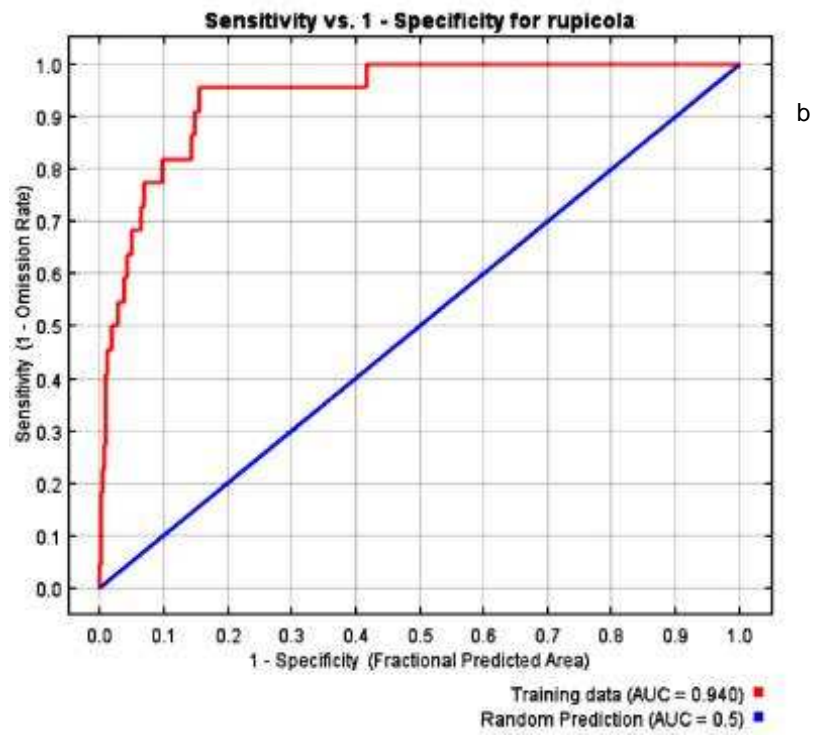


FIGURA 7 – ESCOLHA DAS CAMADAS CLIMÁTICAS. (a) QUALIDADE DO AJUSTE DO MODELO; (b) DESEMPENHO DO CLASSIFICADOR; (c) CONTRIBUIÇÃO DE CADA VARIÁVEL; (d) TESTES JACKKNIFE, MODELOS DE AVALIAÇÃO DA IMPORTÂNCIA E PERCENTUAL DE CONTRIBUIÇÃO DAS VARIÁVEIS PREVISORAS



a



b

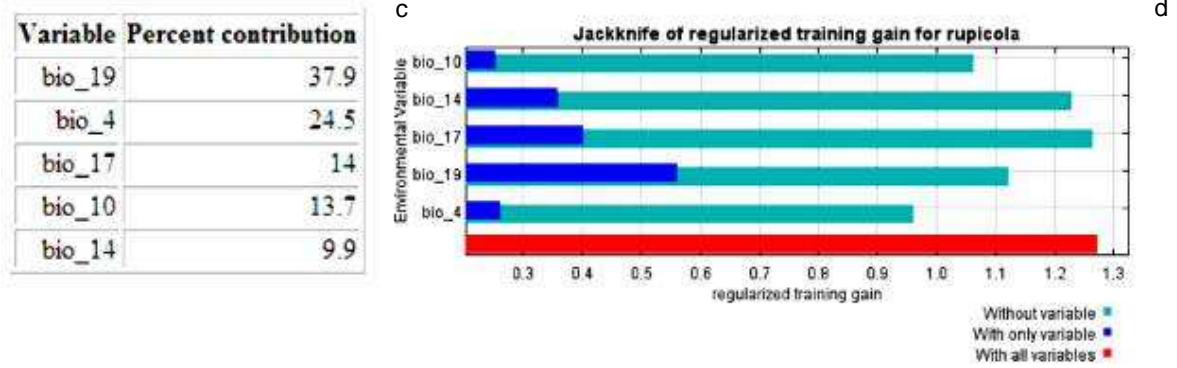
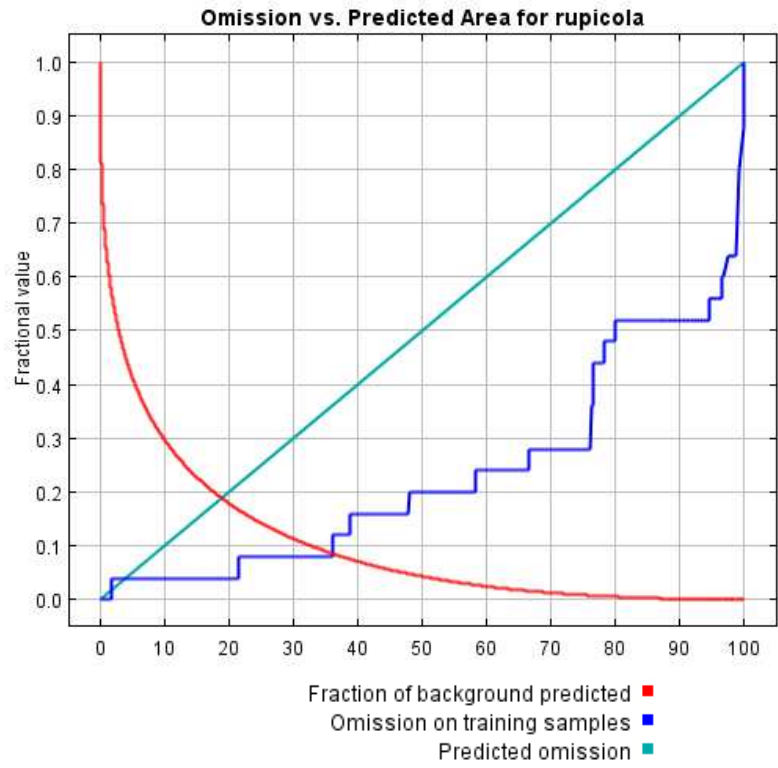
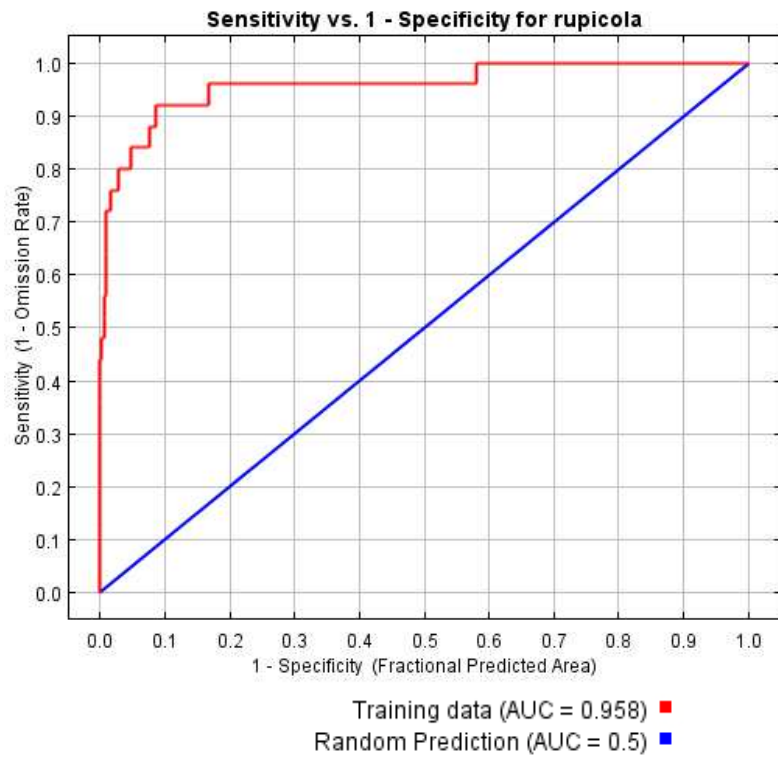


FIGURA 8 – CAMADAS CLIMÁTICAS SELECIONADAS. (a) QUALIDADE DO AJUSTE DO MODELO E (b) DESEMPENHO DO CLASSIFICADOR.(c) CONTRIBUIÇÃO DE CADA VARIÁVEL; (d) TESTES *JACKKNIFE*, MODELOS DE AVALIAÇÃO DA IMPORTÂNCIA E PERCENTUAL DE CONTRIBUIÇÃO DAS VARIÁVEIS PREVISORAS.



a



b

Variable	Percent contribution
elevation	36.8
aug08ndvi	12.9
calcmmediandvi	12.6
aspect_eleva1	7.7
calcmmediaevi	6.9
sept08ndvi	4.7
july08ndvi	4.4
slope_elevat1	4.1
nov08evi	3.8
nov08ndvi	2.8
july08evi	1.1
hillsha_elev1	0.8
sept08evi	0.5
curvatu_elev1	0.4
aug08evi	0.2
oct08evi	0.1
oct08ndvi	0.1

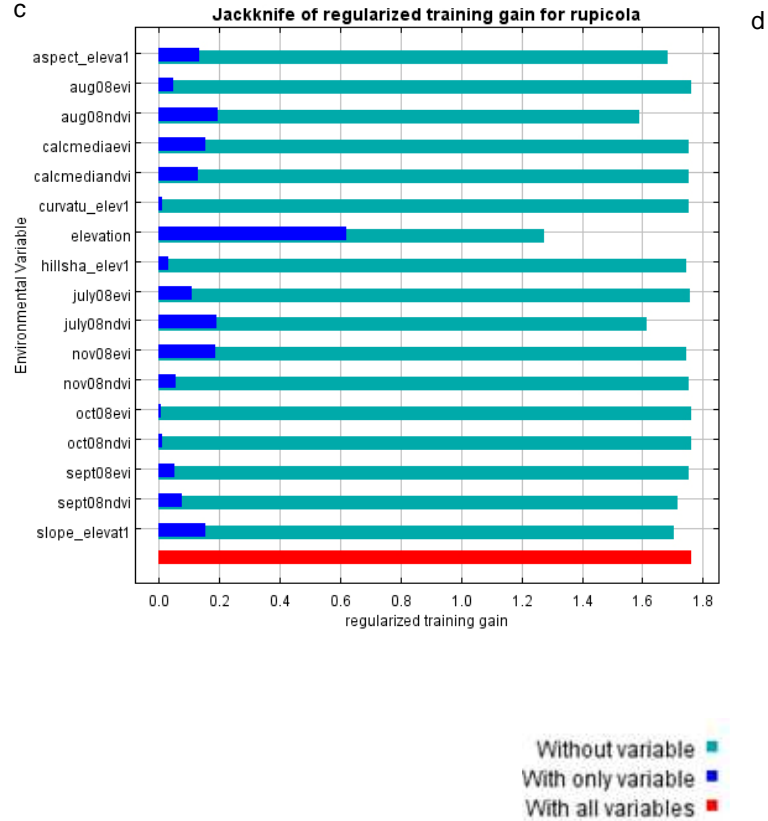
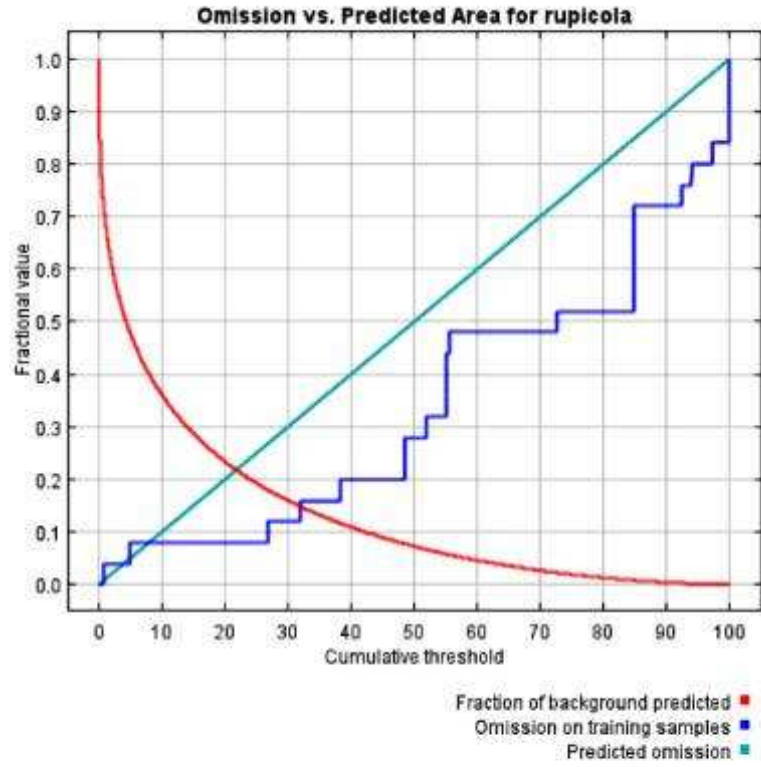
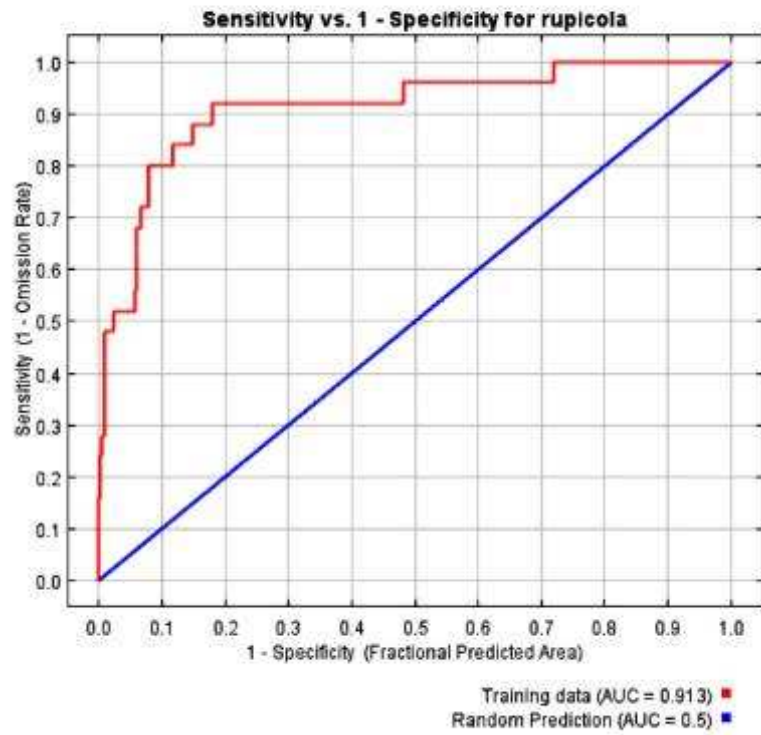


FIGURA 9 – ESCOLHA DAS CAMADAS TOPOGRÁFICAS E ÍNDICES DE VEGETAÇÃO. (a) QUALIDADE DO AJUSTE DO MODELO; (b) DESEMPENHO DO CLASSIFICADOR; (c) CONTRIBUIÇÃO DE CADA VARIÁVEL; (d) TESTES *JACKKNIFE*, MODELOS DE AVALIAÇÃO DA IMPORTÂNCIA E PERCENTUAL DE CONTRIBUIÇÃO DAS VARIÁVEIS PREVISORAS



a



b

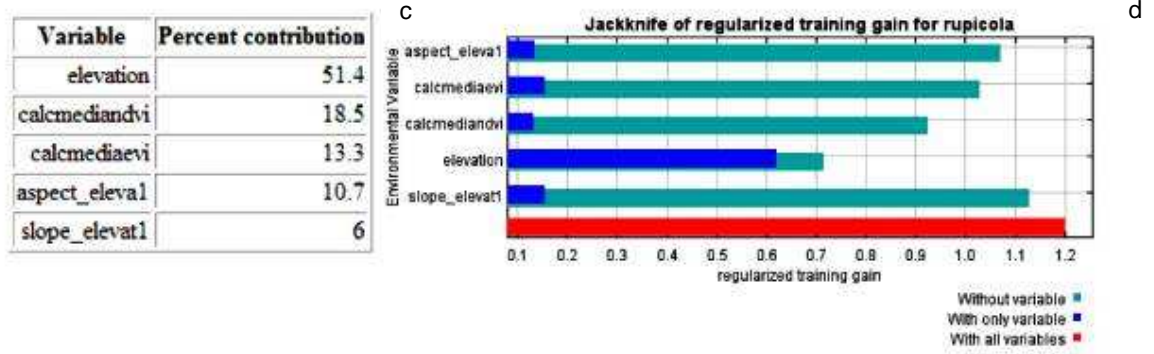


FIGURA 10 – CAMADAS TOPOGRÁFICAS E ÍNDICES DE VEGETAÇÃO SELECIONADAS. (a) QUALIDADE DO AJUSTE DO MODELO; (b) DESEMPENHO DO CLASSIFICADOR; (c) CONTRIBUIÇÃO DE CADA VARIÁVEL; (d) TESTES JACKKNIFE, MODELOS DE AVALIAÇÃO DA IMPORTÂNCIA E PERCENTUAL DE CONTRIBUIÇÃO DAS VARIÁVEIS PREVISORAS

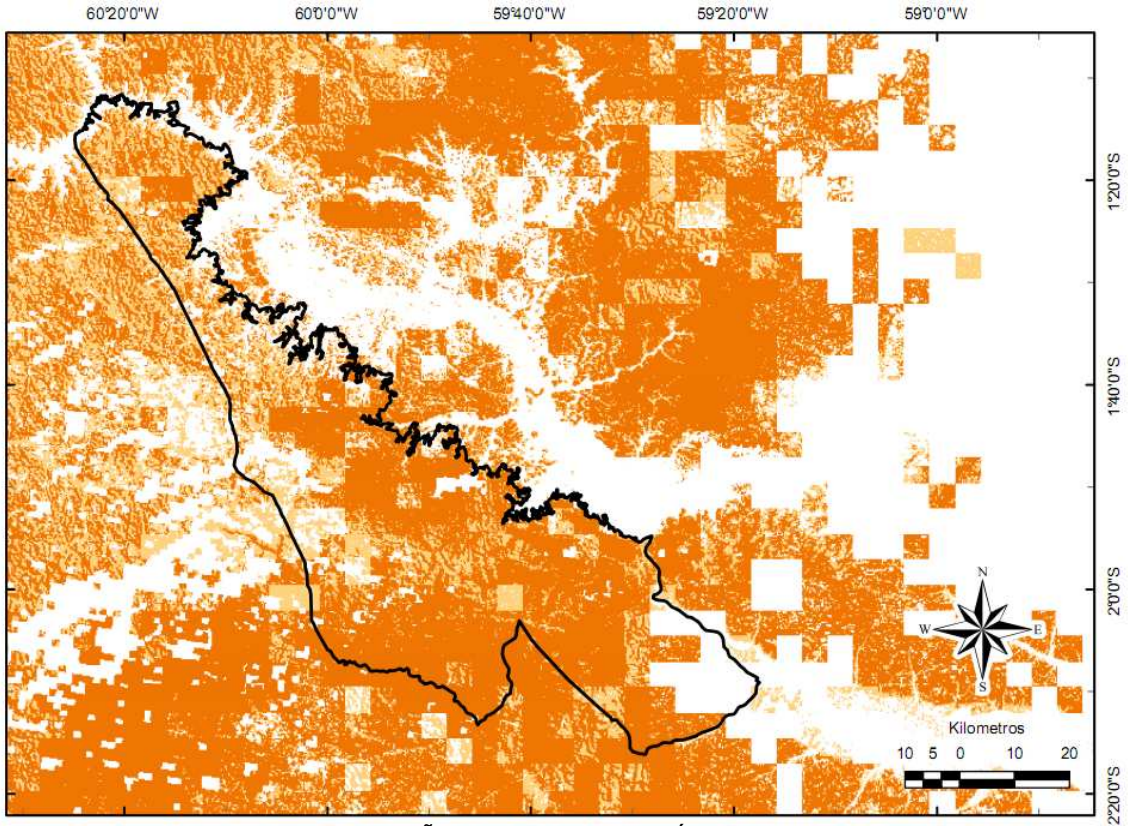


FIGURA 11 – MODELO DE DISTRIBUIÇÃO POTENCIAL DAS ÁREAS DE VIDA E REPRODUTIVAS DE *R. RUPICOLA* NA APA MAROAGA-AM, ELABORADO SEM SELEÇÃO PRÉVIA DE VARIÁVEIS CLIMÁTICAS, TOPOGRÁFICAS E ÍNDICES DE VEGETAÇÃO.

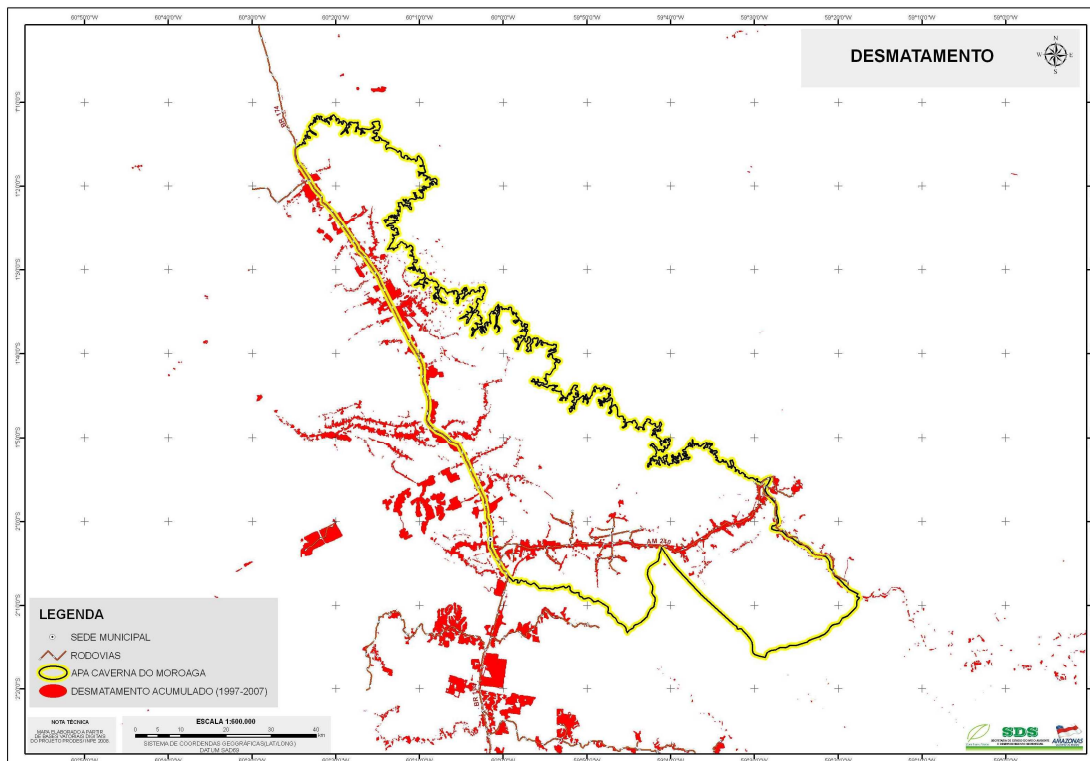


FIGURA 12 – MAPA DO DESMATAMENTO NA ÁREA DA APA CAVERNA DO MAROAGA ATÉ 2007, DADOS FORNECIDOS PELA CEUC-SDS