

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA – INPA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS – UFAM
Programa de Pós-Graduação em Biologia Tropical e Recursos Naturais da Amazônia

HISTÓRIA NATURAL E CONSERVAÇÃO DO CANCÃOZINHO-DA-CAMPINA
(*Cyanocorax* sp.), RECÉM DESCOBERTA E AMEAÇADA AVE ENDÊMICA DA
AMAZÔNIA CENTRAL, AMAZONAS, BRASIL.

MARCELO AUGUSTO DOS SANTOS JUNIOR

Manaus, Amazonas

Julho, 2008

MARCELO AUGUSTO DOS SANTOS JUNIOR

**HISTÓRIA NATURAL E CONSERVAÇÃO DO CANCÃOZINHO-DA-CAMPINA
(*Cyanocorax* sp.), RECÉM DESCOBERTA E AMEAÇADA AVE ENDÊMICA DA
AMAZÔNIA CENTRAL, AMAZONAS, BRASIL.**

Orientador: Dr. Mario Cohn-Haft

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Tropical e Recursos Naturais, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas, área de concentração em Ecologia.

Manaus, Amazonas

Julho, 2008

S237 Santos Junior, Marcelo Augusto dos
História natural e conservação do cançãozinho-da-campina (*Cyanocorax* sp.), recém descoberta e ameaçada ave endêmica da Amazônia Central, Amazonas, Brasil/ Marcelo Augusto dos Santos Junior.--- Manaus: [s.n.], 2008.
85 f. : il.

Dissertação (mestrado) --- INPA/UFAM, Manaus, 2008
Orientador : Mário Cohn-Haft
Área de concentração: Ecologia

1. Galha. 2. Espécie ameaçada. 3. Amazônia Central. 4. Modelagem.
5. interflúvio Madeira-Purus. 6. Biologia reprodutiva. 7. Tamanho populacional. I. Título.

CDD 19. ed. 598.864

Sinopse:

Cyanocorax sp. (Corvidae) é possivelmente uma nova espécie de galha amazônica, ainda não descrita, mas já ameaçada. Levantaram-se as primeiras informações sobre a espécie nos campos da natureza do interflúvio Madeira-Purus, por meio de registros de ocorrência para gerar um modelo preditivo de distribuição geográfica potencial e também pelo acompanhamento e observação para descrever e avaliar aspectos de biologia reprodutiva, hábitat e tamanho populacional. Os resultados obtidos possibilitaram avaliar o grau de ameaça da espécie, identificar hábitats importantes para a conservação e comparar os comportamentos observados com os de outros corvídeos.

Palavras-chave: 1. Galha. 2. Espécie ameaçada. 3. Amazônia Central. 4. Conservação. 5. Modelagem. 6. Biologia reprodutiva. 7. Tamanho populacional

AGRADECIMENTOS

Agradeço à

-Mario Cohn-Haft, pela orientação e oportunidade de trabalhar com uma das espécies do grupo de aves que mais admiro.

-Capes por conceder a bolsa de estudo durante o período do mestrado.

-Programa BECA – IEB / Fundação Gordon e Betty Moore pelo financiamento, fundamental para a realização das atividades de campo, apoio código B/2006/02/BMP/12.

-Projeto GEOMA – Rede Temática de Pesquisa em Modelagem Ambiental da Amazônia pela oportunidade de expandir o número de campinas visitadas.

-PETROBRAS pelo empréstimo dos helicópteros dando acesso a áreas de ocorrência da gralha remotas e inacessíveis por outras vias.

-IPAAM pela licença de entrada em Unidades de Conservação Estaduais (autorização nº. 148/06 de 11 de dezembro de 2006).

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

-Birders' Exchange pelo binóculo concedido à Coleção de Aves do INPA;

-Coleção de Aves do INPA pelo empréstimo de equipamentos (binóculo, gravador, microfone e câmera fotográfica);

-WCS – Wildlife Conservation Society pelo empréstimo de computadores potentes para as modelagens;

-SIGLAB/INPA – Laboratório de Sistema de Informação Geográfica do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia por ceder o arquivo vetorial das campinas do interflúvio Madeira-Purus;

-Com amor e gratidão a minha família, principalmente a meus pais, irmã e padrasto pelo amor incondicional, sacrifícios pessoais, apoio, paciência e compreensão.

-Luiz dos Anjos, por me colocar no caminho das gralhas, orientação na graduação, fundamental troca de conhecimentos e revisão do plano de dissertação.

-Edson Varga Lopes pela irmandade não consangüínea, sugestões cruciais, ajuda fundamental em obter bibliografias raras e pela grande troca de conhecimento sobre avifauna.

-Bruce Nelson e Paulo Graça, pela fundamental contribuição e paciência em transmitir conhecimentos de SIG e SR, revisão do plano de dissertação e participação na banca de qualificação. Ao amigo Bruce agradeço também por ceder a base de dados de vegetação empregada na modelagem.

-Renato Cintra e Tânia Sanaiotti pelas sugestões durante todo o projeto e também pela participação na banca de qualificação.

-Gonçalo Ferraz pela amizade, sugestões, troca de conhecimentos e revisão do plano de dissertação e participação na banca de qualificação.

-Ana Albernaz, Ana Tourinho, Thaise Emilio, Marina Anciães, Juliana, Flávia Costa, Marion, Alex Jahn e Jeff Podos pelas sugestões, trocas de conhecimentos, oportunidades e ajuda em diferentes etapas deste trabalho.

- Eduardo Venticinque, Fabio Röhe, Fernando Figueiredo, Camila Freitas, Luiz Felipe, Murilo Dias e Silvia Mardegan pela grande amizade, paciência e sugestões fundamentais durante todo o mestrado.

-Todos os companheiros da Coleção de Aves do INPA pela ajuda nas prévias da aula de qualificação, discussão de idéias e amizade: Ângela Midori, Thiago, Larissa, Thiago Orsi, Cathy, Luciano Naka, Claudeir, Christian, Tainá e Ingrid.

-Marilena Campos, Thiago, Maiana Galvão, Ana Luzia, Natasha, Annelise Figueiredo, Claiton Fantim, Carlos Leandro, Manuela Jardim, Rafael Assis, Roberta Elise e Isabel Reis pela amizade, prestatividade e paciência.

-Sr. Corante, Diego, Bunieki, Daniel, Filho, Nenenket, Tafarel, Zico, Paulista e Manel pelos dias a fio de trabalho, abertura de trilhas, mudança de acampamentos e poços cavados para saciar a sede nas escaldantes campinas do interflúvio madeira-purus.

-Luiz Cleyton pela importante e competente logística empregada em Porto-Velho e também pela amizade sua e de sua esposa Madalena.

-A Beverly e Rose da secretaria da ecologia por todo trabalho e correria que durante este mestrado.

-Todos os amigos que de alguma forma contribuíram com o trabalhoso mestrado: amigos do msc 2006, amigos do BADPI, Botânica, Coleções Zoológicas do INPA e aqueles dos quais posso ter me esquecido de citar, desculpem-me!

-Todos os proprietários de terras que permitiram minha circulação em suas propriedades.

-E um especial agradecimento às “minhas” galhas pelo aprendizado, carinho e aceitação, além de um pedido de desculpas pela intromissão e perturbação de seus lares.

“Pensei nas longas eras do passado durante as quais sucessivas gerações dessas beldades iam se fixando, nascendo, crescendo e morrendo em meio a esses bosques escuros e sombrios sem nenhum olho inteligente observando seu encanto, o que parecia ser um desperdício de beleza; é triste ver que por um lado essas criaturas exóticas devem viver e exibir seus dotes somente nessas regiões selvagens e nada hospitaleiras; esta consideração deve nos dizer com segurança que todas as coisas vivas não foram feitas para o homem, muitas delas não tem relação alguma com ele, suas alegrias e prazeres, seus amores e ódios, suas lutas pela sobrevivência, a vida rigorosa e a morte prematura poderiam parecer imediatamente relacionadas ao seu próprio bem estar e perpetuação da espécie, e de fato, assim é.”

Alfred Russel Wallace

RESUMO

Cyanocorax sp. (Aves – Corvidae) é uma recém descoberta e possivelmente nova espécie de gralha ainda não descrita e já ameaçada de extinção. Ela habita os campos naturais do interflúvio Madeira-Purus que são únicos pelas condições ecológicas locais. Este é o primeiro estudo realizado sobre os hábitos da espécie na natureza e visou reunir informações sobre biologia reprodutiva, hábitat, distribuição, tamanho populacional e aspectos ecológicos relacionados. Foram investigados onze campos naturais em dois complexos disjuntos, cinco ao norte e seis ao sul, encontrando em dez destes onze bandos da espécie. Por meio de registros e observações, análises descritivas e estatísticas, e modelos preditivos de distribuição, estes aspectos foram investigados e relacionados à ecologia local. Na modelagem, a distribuição prevista da espécie inclui quase todos os campos naturais em ambos complexos. A espécie habita as fisionomias de campina e campinarana, ficando principalmente na vegetação abórea-arbustiva na borda dos campos abertos. Reproduz-se durante pelo menos a época da seca na região (maio-outubro), nidificando em pequenos capões de mata no interior dos campos e também na borda destes. Ela aparentemente compartilha o sistema de reprodução cooperativa presente em algumas outras espécies de corvídeos, com base na presença de ajudantes de ninho. Características juvenis, como a plumagem do jovem e a cor da comissura no bico, foram observadas pela primeira vez nos jovens desta espécie e correspondem com as encontradas em indivíduos jovens de outras espécies de gralha. O tamanho populacional global foi estimado em 26474 indivíduos maduros. Além da pequena população, ameaças à espécie incluem ainda: a fragilidade ambiental das fisionomias de campina e campinarana em relação à prática de queimadas nestes ambientes, justamente durante o período reprodutivo da espécie; impactos da reconstrução da rodovia BR-319; e previsões de desmatamento para toda a região do interflúvio Madeira-Purus. Pelos critérios da IUCN para área de ocorrência e de ocupação, e tamanho populacional (número de indivíduos maduros), a espécie é considerada como quase ameaçada de extinção no ambiente natural.

ABSTRACT

Cyanocorax sp. (Aves – Corvidae) is a recently discovered probable new species of jay, not yet described and already threatened with extinction. It inhabits the natural Amazonian *campos* of the Madeira-Purus interfluvium, which are unique in their local ecological characteristics. This is the first study of the species' habits in the wild, and it aimed to gather information about reproductive biology, habitat, distribution, population size, and related ecological aspects. Eleven *campos* were studied in two disjunct complexes, five in the north and six in the south, in ten of which groups of jays were encountered. Based on point records, observations, descriptive and statistical analyses, and predictive distribution modeling, these characteristics were investigated and related to local ecological conditions. In the modeling, the species' predicted distribution included nearly all the *campos* in both complexes. The jay inhabits campina and campinarana plant formations, staying primarily in the low tree and shrub vegetation at the edge of open *campos*. It reproduces during the dry season (May-October), at least, nesting in small clumps of low trees within the *campos* and at their edges. It apparently shares the cooperative nesting system found in some other corvid species, based on the presence of helpers at the nest. Juvenile traits, such as juvenal plumage and iris and gape color, were observed for the first time in this species and resemble those found in other jay species. Global population was estimated at 26474 mature individuals. In addition to the small population, threats to the species include: fragility of the campina/campinarana habitat with respect to fires, which are often set during the bird's reproductive season; impacts of the repaving of the BR-319 highway; and deforestation predicted for the entire Madeira-Purus interfluvium. Based on IUCN criteria of area of occurrence and occupancy and on population size (number of mature individuals), the species qualifies as "near threatened" of extinction in nature.

SUMARIO

AGRADECIMENTOS	iii
RESUMO	vii
ABSTRACT	viii
LISTA DE TABELAS	x
INTRODUÇÃO GERAL	1
Artigo 1.....	6
Hábitat, distribuição geográfica e tamanho populacional de <i>Cyanocorax</i> sp. (Aves – Corvidae)	6
Resumo	6
Abstract.....	7
Introdução.....	8
Material e Métodos.....	10
Resultados.....	17
Discussão	19
Conclusões.....	27
Agradecimentos.....	27
Bibliografia Citada	28
Artigo 2.....	42
Biologia reprodutiva de <i>Cyanocorax</i> sp. (Aves – Corvidae).....	42
Resumo	42
Abstract.....	43
Introdução.....	44
Material e Métodos.....	45
Resultados.....	48
Discussão	52
Conclusões.....	55
Agradecimentos.....	55
Bibliografia Citada	57
CONCLUSÃO GERAL	67
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	68

LISTA DE TABELAS

Artigo 1

Tabela 1 – Área de hábitat, tamanho populacional, categoria da IUCN e estudo de caso. 36

Tabela 2 – Caracterização dos complexos norte e sul de campos naturais. 36

Artigo 2

Tabela 1 – Quantificação do período e estágios reprodutivos de *Cyanocorax* sp. 61

Tabela 2 – Dimensões dos ninhos coletados e materiais empregados em construção. 61

Tabela 3 – Estrutura social e etária de 11 bandos de *Cyanocorax* sp. 61

LISTA DE FIGURAS

Artigo 1

Figura 1 – Área de estudo.....	37
Figura 2 – Padrões de uso do hábitat e contribuição dos hábitats na área de vida.	37
Figura 3 – Padrão de uso do hábitat pelos indivíduos focais de <i>Cyanocorax</i> sp.....	38
Figura 4 – Frequências das alturas (m) das árvores e dos poleiros.	38
Figura 5 – Frequência das classes de densidade da folhagem ao redor do indivíduo focal.	39
Figura 6 – Mapa das probabilidades de distribuição previstas para <i>Cyanocorax</i> sp.....	39
Figura 7 – Qualidade do ajuste do modelo (a) e desempenho do classificador (b).....	40
Figura 8 – Testes <i>jackknife</i> para os modelos de avaliação das variáveis utilizadas.	40
Figura 9 – Imagem Landsat 5 2000 RGB 543 e mapa preditivo da distribuição da espécie....	41

Artigo 2

Figura 1 – Área de estudo.....	62
Figura 2 – Distância (m) dos capões de mata com ninhos até a borda.....	62
Figura 3 – Área (m ²) elipsóide dos capões de mata que continham ninhos.	63
Figura 4 – DAP dos espécimes vegetais utilizados para nidificação.	63
Figura 5 – Frequências das alturas (m) das árvores e dos ninhos.....	64
Figura 6 – Frequência da densidade da folhagem ao redor dos ninhos de <i>Cyanocorax</i> sp.	64
Figura 7 – Indivíduo focal de <i>Cyanocorax</i> sp. carregando graveto.....	65
Figura 8 – Ovo, ninhego e jovem de <i>Cyanocorax</i> sp.	65
Figura 9 – Indivíduos jovens de <i>Cyanocorax</i> sp. exibindo comportamento de solicitação e bando de <i>Cyanocorax</i> sp.	66

INTRODUÇÃO GERAL

A Amazônia brasileira abriga o maior número de espécies e taxas de endemismo para aves do país, e comparativamente possui poucas aves listadas como ameaçadas (Sick, 1987; Mittermeier *et al.*, 2003; Marini e Garcia, 2005). Entretanto a distribuição da avifauna ainda não é suficientemente conhecida e lacunas amostrais indicam falta de levantamentos em diversas regiões do bioma (Oren e Albuquerque, 1991). Enquanto isso há o aumento das atividades antrópicas, antes mesmo que tenhamos o conhecimento básico dos requisitos necessários para a preservação das espécies. Principalmente pelo crescimento e capacidade tecnológica da população humana, a diversidade biológica passa por uma onda de extinções sem precedentes, com uma perda acelerada de espécies (Ricklefs, 2001; Butchart *et al.*, 2004).

O desafio da conservação de espécies é reduzir as pressões negativas sobre as espécies e seus habitats visando aumentar suas probabilidades de sobrevivência (Primack e Rodrigues, 2001; Valladares-Padua *et al.*, 2003). A degradação do habitat é atividade antrópica mais ameaçadora para as espécies e para Aves é a principal causa de extinção (Valladares-Padua *et al.*, 2003; Marini e Garcia, 2005). A pesquisa sobre história natural de populações silvestres, incluindo aspectos de ecologia e comportamento tais como, uso do habitat, distribuição, tamanho populacional, reprodução e demografia, fornece informações fundamentais para orientar ações de conservação e manejo de espécies ameaçadas (Bibby *et al.*, 1993; Debinski *et al.*, 1999; Garshelis, 2000; Saveraid *et al.*, 2001; Jacob e Rudran, 2003; Rushton *et al.*, 2004). Assim, um dos principais objetivos em estudos de animais silvestres é a identificação e análise de padrões de uso do habitat, pois este engloba recursos necessários à sobrevivência das populações dessas espécies (Jacob e Rudran, 2003); sendo que para as espécies de aves, individualmente, as medidas de conservação mais bem sucedidas foram baseadas na conservação do habitat (Anon, 1995).

O habitat da espécie pode ser utilizado como camada ambiental preditora na construção de modelos de biogeografia ecológica, assim é possível saber em quais regiões a espécie ocorre com alguma previsibilidade. Estes modelos de distribuição consideram que os fatores ambientais condicionariam a distribuição da espécie no ambiente (Peterson *et al.* 1999; Guisan e Zimmermann, 2000; Rushton *et al.* 2004); assumindo estes fatores como componentes do nicho ecológico da espécie (Grinnell, 1917; Hutchinson, 1957). Já os padrões de uso do habitat e a área total de habitat disponível podem ser incorporados em cálculos para

estimar o tamanho populacional da espécie. O hábitat e o tamanho populacional são parâmetros fundamentais na avaliação do status de ameaça de uma espécie; sendo critérios utilizados pela International Union for the Conservation of Nature (IUCN) para a definição da lista global de espécies ameaçadas (Bibby *et al.*, 1993; IUCN, 2001; Butchart *et al.*, 2004).

Dados sobre a biologia reprodutiva, composição grupal, descrição do território e uso do espaço (área de vida) indicam sutilezas da espécie que devem ser levadas em consideração para um devido manejo quando necessário (Primack e Rodrigues, 2001); estimativas da área de vida fornecem ainda informações complementares sobre reprodução, organização e interações sociais e componentes importantes do hábitat (Powell, 2000). Estas informações fundamentam e esclarecem questões relacionadas ao uso do hábitat (quais fatores são importantes), padrões demográficos e distribuição real das espécies. Todas essas informações, aspectos básicos de história natural das espécies, são fundamentais na conservação, mas não estão disponíveis para a maioria das espécies amazônicas.

Cyanocorax sp. (Corvidae) é possivelmente uma espécie nova de gralha. Este corvídeo pertence a uma família de Passeriformes de porte médio a grande, com distribuição em todos os continentes não gelados; seus membros, principalmente as galhas (*Cyanocorax*) e corvos (*Corvus*), são conspícuos e, na maioria das vezes, estão entre as primeiras aves observadas em áreas abertas e transições de matas. (Sick, 1987; Ericson *et al.*, 2003; Ericson *et al.*, 2005; Ridgely *et al.*, 2005). Embora esta seja uma família bem conhecida ainda existem espécies pouco estudadas; como as espécies do gênero *Cyanocorax*. Para algumas espécies deste gênero foram estudados o hábitat, comportamento social, repertório vocal, dieta, reprodução, população, distribuição, filogenia e taxonomia (Ridgway, 1899; Moore, 1935; Moore, 1938; Hudson, 1955; Selander, 1959; Hardy, 1967; Hardy, 1969; Hardy, 1973; Hardy, 1974; Raitt e Hardy, 1976; Brown, 1978; Haemig, 1979; Hardy, 1979a; Hardy, 1979b; Raitt e Hardy, 1979; Hope, 1980; Lawton e Guindon, 1981; Winterstein e Raitt, 1983; Raitt *et al.*, 1984; Lawton e Lawton, 1985; Carter, 1986; Gayou, 1986; Sick, 1987; Zusi, 1987; Anjos, 1988; Haemig, 1989; Anjos, 1991; Peterson, 1991; Koenig, 1992; Johnson e Jones, 1993; Williams *et al.*, 1993; Uejima, 1994; Williams *et al.*, 1994; Bornschein *et al.*, 1996; Uejima, 1998; Madge e Burn, 1999; Bosque e Molina, 2002; Ericson *et al.*, 2003; Hale *et al.*, 2003; Fors, 2004; Iwaniuk e Arnold, 2004; Williams, 2004; Williams *et al.*, 2004; Ericson *et al.*, 2005; Williams e Hale, 2006; Bonaccorso e Peterson, 2007), sendo a maioria destes trabalhos referentes a

gralhas de biomas não amazônicos; assim a maior parte das espécies amazônicas ainda permanecem pobremente conhecidas.

No Brasil a família é representada apenas pelo gênero *Cyanocorax*, as espécies são conhecidas como gralhas ou cancãs em português e no inglês como “jay”. Possuem asas largas, cauda relativamente longa, geralmente penas prolongadas no píleo (região no alto da cabeça) e sinais vivamente coloridos nos lados da cabeça. A coloração predominante é azul-violeta escuro e branco na barriga, possuem pouco ou nenhum dimorfismo sexual (Goodwin, 1976; Sick, 1987; Madge e Burn, 1999). Os bandos de cancãs estudados até hoje apresentam entre 5 e 12 indivíduos que na maioria dos casos constituem-se de famílias inteiras (pais, e filhos de mais de um período reprodutivo); uma vez que a família Corvidae possui alto grau de socialização e diferentes padrões reprodutivos, onde se destaca a reprodução cooperativa para algumas espécies ou populações (Goodwin, 1976; Woolfenden e Fitzpatrick, 1984; Sick, 1987; Peterson, 1991; Madge e Burn, 1999; Iwaniuk e Arnold, 2004). O repertório vocal é muito variado em certas espécies e inclui a capacidade de imitar sons alheios tais como vozes de outros pássaros, mamíferos e até palavras humanas (Sick, 1987). São aves onívoras e arborícolas, caçam em diversos estratos utilizando diferentes manobras de forrageio. As espécies brasileiras ocupam diferentes tipos de habitats vivendo em matas de galerias e capões penetrando até a mata alta (*C. caeruleus* e *C. chrysops*), cerrado aberto (*C. cristatellus*), e passando da mata seca ao cerrado (*C. cyanopogon*) (Hardy, 1969; Goodwin, 1976; Sick, 1987; Anjos, 1988; Anjos, 1991).

Cyanocorax sp., espécie focal deste estudo, foi recentemente descoberta no interflúvio formado entre os rios Madeira e Purus, na Amazônia Central (M. Cohn-Haft e A. M. Fernandes, dados não publicados) e possivelmente já se encontra ameaçada de extinção devido às pressões antrópicas na região. Além disso, sua distribuição geográfica é restrita aos campos naturais do interflúvio e quanto menor a distribuição de uma espécie maior a sua vulnerabilidade a ameaças futuras; assim, *Taxa* com distribuição restrita são potencialmente mais sensíveis a perturbações do habitat e por isso são considerados importantes indicadores na escolha de áreas estratégicas para ações de conservação (Peterson e Watson, 1998; Butchart *et al.*, 2004).

O interflúvio Madeira-Purus é uma região com perspectiva de forte alteração antrópica num futuro próximo, pois é atravessada pela BR-319; algumas das áreas em que *Cyanocorax* sp. foi registrada estão a menos de 3 km da rodovia e a apenas 140 km da cidade de Manaus

(M. Cohn-Haft, dados não publicados), uma capital com aproximadamente dois milhões de habitantes. Modelos de conservação para a bacia amazônica mostram que a pavimentação da BR-319 estimularia mais desmatamento que a pavimentação da BR-163 (Cuiabá-Santarém) e da Interoceânica (Assis Brasil-Cuzco) (Brandon *et al.*, 2005; SDS, 2005; Soares-Filho *et al.*, 2006); demonstrando que a reconstrução e funcionamento da BR-319 seriam danosos ao ambiente natural, facilitando aos fazendeiros, madeireiros e outros (por exemplo, grileiros) o acesso a áreas remotas da Amazônia (Fearnside, 2002; Fearnside e Laurance, 2002). Com a conclusão desta obra, prevista para 2011, haverá grande fluxo de tráfego rodoviário na região com pressões de ocupação humana a partir de ambos os extremos da rodovia, pois esta liga duas grandes capitais da Região Norte, Manaus – AM e Porto Velho – RO. A construção de novas vias de acesso servirá como impulso para processos destrutivos, muitos deles fora do controle do governo (Fearnside, 2002; Fearnside e Laurance, 2002; Brandon *et al.*, 2005; Soares-Filho *et al.*, 2006). A BR-319 totalmente trafegável facilitaria a migração do “Arco do Desmatamento”, do sul da região amazônica, para novas e mais distantes fronteiras ao norte (Fearnside e Graça, 2006); pois historicamente no Brasil as frentes ilegais de desmatamentos seguem a equação: terras disponíveis + via de acesso facilitada + exploração de recursos naturais + migração de mão-de-obra informal = novas e maiores áreas desmatadas (SDS, 2005). A área de influência física da BR-319 no estado do Amazonas é composta hoje por 13 municípios, dois deles estão localizados na BR-230 (Transamazônica) que corta a rodovia BR-319 na altura do município de Humaitá. A rodovia foi apontada como uma alternativa econômica para exportar produtos da Zona Franca de Manaus (Amigos da Terra, 2005; SDS, 2005), porém estudos foram feitos e contradizem esta afirmação (Fearnside e Graça, 2006).

Diante de um cenário com iminentes alterações antrópicas, faz-se necessário conhecer a biologia de *Cyanocorax* sp. para avaliar seu status de ameaça. Com as informações de história natural, hábitat, distribuição geográfica, tamanho populacional e biologia reprodutiva, contidas neste trabalho, é possível estimar alguns dos requisitos necessários à sobrevivência da espécie, antes que o ambiente natural singular, onde ela se encontra sofra maiores alterações antrópicas. Estas informações permitem ainda fundamentar e propor estudos futuros visando conservação e manejo, além de influenciar políticas públicas quanto à ocupação, fiscalização e manutenção de terras no interflúvio Madeira-Purus.

O presente trabalho se propôs a obter informações sobre a história natural de *Cyanocorax* sp. relevante à sua conservação, através de observações no campo. Os dados

obtidos em campo foram utilizados em análises descritivas e estatísticas, e em modelos de distribuição preditiva. Desta forma, foi possível: 1. descrever o hábitat, investigar seus padrões de uso pela espécie, e identificar alguns dos componentes estruturais que influenciam sua ocupação; 2. elaborar um modelo preditivo de distribuição da espécie no interflúvio Madeira-Purus e associar a distribuição encontrada a fatores ambientais; 3. estimar o tamanho populacional global; 4. avaliar o grau de ameaça da espécie baseado no hábitat e tamanho populacional; e 5. descrever a biologia reprodutiva e aspectos ecológicos relacionados.

Artigo 1

Acta Amazônica

Hábitat, distribuição geográfica e tamanho populacional de *Cyanocorax* sp. (Aves – Corvidae)

Resumo

Cyanocorax sp. (Corvidae) é possivelmente uma espécie nova de gralha recém descoberta e ainda não descrita, mas já ameaçada de extinção. Ela habita os campos naturais do interflúvio Madeira-Purus. Este é o primeiro estudo relacionado ao hábitat, distribuição, tamanho populacional. Foram investigados 11 campos naturais, cinco ao norte e seis ao sul do interflúvio, em dez destes foram encontrados 11 bandos da espécie focal. Por meio de registros e observações, análises descritivas, estatísticas e modelos preditivos, estes aspectos foram relacionados e investigados. A distribuição da espécie é prevista para todos os campos naturais do interflúvio, exceto naqueles próximos à Boca do Acre. A espécie habita os ambientes de campina e campinarana. A melhor estimativa foi de uma população de 26474 indivíduos maduros. De acordo com os critérios da IUCN para área de ocorrência e ocupação, tamanho populacional como número de indivíduos maduros e também pela fragilidade ambiental do hábitat e ameaças antrópicas na região, a espécie é considerada como quase ameaçada de extinção no ambiente natural.

Palavras-chave: Espécie ameaçada, Gralha, Modelagem de distribuição de espécies. Interflúvio Madeira-Purus, Amazônia Central.

Abstract

Cyanocorax sp. is a recently discovered probable new species of jay, not yet described and already threatened with extinction. It inhabits the natural Amazonian *campos* of the Madeira-Purus interfluve. This is the first study of the species' habits in the wild, and it aimed to gather information about hábitat, distribution and population size. Eleven *campos* were studied, five in the north and six in the south, in ten of which groups of jays were encountered. Based on point records, observations, descriptive and statistical analyses, and predictive distribution modeling, these characteristics were investigated and related. In the modeling, the species' predicted distribution included nearly all the *campos* in both complexes. The jay inhabits campina and campinarana plant formations, staying primarily in the low tree and shrub vegetation at the edge of open *campos*. Global population was estimated at 26474 mature individuals. In addition to the small population, threats to the species include: fragility of the campina/campinarana hábitat with respect to fires; impacts of the repaving of the BR-319 highway; and deforestation predicted for the entire Madeira-Purus interfluve. Based on IUCN criteria of area of occurrence and occupancy and on population size (number of mature individuals), the species qualifies as “near threatened” of extinction in nature.

Key words: Endangered species, Jay, Species distribution modeling, Madeira-Purus interfluve, Central Amazon.

Introdução

A floresta amazônica é o bioma com a maior diversidade de espécies e taxas de endemismo para aves no Brasil (Sick, 1987; Mittermeier *et al.*, 2003; Marini e Garcia, 2005); Ainda assim têm-se poucas aves listadas como ameaçadas para o bioma (Marini e Garcia, 2005). Em parte isso se deve a lacunas amostrais, indicando falta de levantamentos em diversas regiões do bioma (Oren e Albuquerque, 1991) e limitações de acesso a certas áreas, dificultando estudos sobre a biologia das espécies; assim poucas delas foram bem estudadas. Entretanto, o avanço das atividades antrópicas antecede o conhecimento sobre os requisitos necessários à conservação das espécies; sendo a perda a fragmentação do hábitat a principal ameaça de extinção para aves (Marini e Garcia, 2005). A identificação e análise de padrões de uso do hábitat pelas espécies, padrões de distribuição e tamanho populacional são informações fundamentais para orientar ações de conservação e manejo (Bibby *et al.*, 1993; Debinski *et al.*, 1999; Garshelis, 2000; Saveraid *et al.*, 2001; Jacob e Rudran, 2003; Rushton *et al.*, 2004).

Conhecer o hábitat de uma espécie é importante para determinar medidas de conservação; pois, este engloba recursos necessários à sobrevivência de populações silvestres (Jacob e Rudran, 2003). Conhecendo quais hábitats uma espécie seleciona dentre os disponíveis e sua respectiva área de vida, pode-se avaliar a importância relativa de cada um destes hábitats para a sobrevivência da espécie (Garshelis, 2000; Powell, 2000). As medidas de conservação mais bem sucedidas para aves foram baseadas em estudos ecológicos baseados no hábitat das espécies individuais (Anon, 1995); pois, estas responderiam bem aos diferentes tipos de vegetação associada (Terborgh, 1985; Sick, 1987). Por meio de métodos que integrem técnicas de SIG (Sistema de Informação Geográfica) e modelagem espacial é possível determinar a utilização destes hábitats e compreender a sua associação com as espécies (Peterson *et al.* 1999; Coops e Catling, 2002).

Saber a distribuição potencial de uma espécie permite estimar as probabilidades das regiões onde ela pode ocorrer, auxiliando na compreensão da distribuição real, sendo útil como indicador na avaliação do status de ameaça e no planejamento de ações de conservação e manejo ecológico (Bibby *et al.*, 1993; Stillman e Brown, 1994; Fielding e Bell, 1997; Peterson *et al.* 2002; Engler *et al.* 2004). Modelos preditivos de distribuição de espécies (Guisan e Zimmermann, 2000) representam a extrapolação baseada na distribuição registrada para uma espécie e são baseados na hipótese de que fatores ambientais condicionariam a

distribuição das espécies, considerando os habitats adequados à mesma (Agee *et al.*, 1999; Peterson *et al.* 1999; Guisan e Zimmermann, 2000; Rushton *et al.* 2004). Assim métodos estatísticos relacionam a distribuição das espécies com a distribuição espacial dos preditores ambientais assumindo que as condições ambientais nas áreas onde o táxon ocorre correspondem às melhores amplitudes de condições para uma presença estável do táxon (Agee *et al.*, 1999; Hirzel e Guisan, 2002; Phillips *et al.*, 2004; Kasecker, 2006).

Já o tamanho populacional de uma espécie é a estimativa de quantos indivíduos estariam presentes na natureza em determinado momento; e é naturalmente relacionado à sobrevivência da espécie. Dados de padrões de uso do habitat e a área total de habitat disponível podem ser incorporados em cálculos para estimar o tamanho populacional de uma espécie. Neste trabalho o termo “população” é utilizado num sentido específico e definido como o total de indivíduos do táxon; e é medido pelo número de indivíduos maduros apenas (IUCN, 2001).

O habitat, a distribuição e o tamanho populacional são parâmetros fundamentais na avaliação do status de ameaça de uma espécie; sendo critérios utilizados pela International Union for the Conservation of Nature (IUCN) para a definição da lista global de espécies ameaçadas (Bibby *et al.*, 1993; IUCN, 2001; Butchart *et al.*, 2004). Saber qual o status da espécie focal é importante, pois as áreas onde esta ocorre são próximas à BR-319 que liga Manaus a Porto-Velho. A reconstrução e funcionamento da rodovia facilitariam a migração do “Arco do Desmatamento” a áreas remotas da Amazônia, modelos de conservação prevêm desmatamentos maiores que os da pavimentação da BR-163 (Cuiabá-Santarém) e da Interoceânica (Assis Brasil-Cuzco) (Fearnside, 2002; Fearnside e Laurance, 2002; Brandon *et al.*, 2005; SDS, 2005; Fearnside e Graça, 2006; Soares-Filho *et al.*, 2006).

Cyanocorax sp., pertence a família Corvidae e é possivelmente uma espécie nova de gralha amazônica, recém descoberta no interior da Amazônia Central. A espécie foi encontrada durante um levantamento rápido na região em 2002; o registro ocorreu numa área de bosque de savana de baixa estatura (chamada campinarana) que cerca uma área de savana aberta natural (chamada campina) (M. Cohn-Haft e A. M. Fernandes, dados não publicados). Corvidae é uma família de Passeriformes de porte médio a grande, composta basicamente por corvos e gralhas e de distribuição em todos os continentes exceto nos pólos (Sick, 1987; Ericson *et al.*, 2003; Ericson *et al.*, 2005; Ridgely *et al.*, 2005). São aves onívoras, conspícuas e sociáveis (Goodwin, 1976; Sick, 1987; Madge e Burn, 1999). A voz de certas espécies é

muito variada bem como seu sistema social e reprodutivo (Goodwin, 1976; Woolfenden e Fitzpatrick, 1984; Sick, 1987; Madge e Burn, 1999). No Brasil a família é representada pelas gralhas ou cancãs, ao todo são oito espécies e todas pertencentes ao gênero *Cyanocorax* (*C. violaceus*, *C. cyanomelas*, *C. caeruleus*, *C. cristatellus*, *C. cayanus*, *C. heilprini*, *C. chrysops*, *C. cyanopogon*) (Sick, 1987; Madge e Burn, 1999; CBRO, 2007), tratam-se de aves arborícolas que utilizam diversos estratos e ocupam diferentes tipos de habitats vivendo em matas de galerias e capões penetrando até a mata alta (*C. caeruleus* e *C. chrysops*), cerrado aberto (*C. cristatellus*), e passando da mata seca ao cerrado (*C. cyanopogon*) (Hardy, 1969; Goodwin, 1976; Sick, 1987; Anjos, 1988; Anjos, 1991).

Este trabalho é o primeiro estudo sobre o habitat, distribuição potencial e tamanho populacional global de *Cyanocorax* sp., possivelmente uma nova espécie amazônica, recém descoberta e já ameaçada. Relatamos aqui o uso e a estrutura do habitat de *Cyanocorax* sp, o mapa de probabilidade da potencial distribuição potencial da espécie por meio da modelagem de seu nicho ecológico e uma estimativa do tamanho populacional seguindo os critérios da IUCN. Essas informações, juntamente com dados sobre a biologia reprodutiva (Artigo 2) e história natural, permitem refinar a avaliação do grau de ameaça da espécie e propor medidas necessárias para a conservação da mesma.

Material e Métodos

Área de estudo

A vegetação dominante entre os rios Madeira e Purus é a floresta ombrófila densa (floresta de porte alto), com áreas de vegetação de campinarana arborizada ou florestada (vegetação intermediária entre floresta alta e vegetação aberta) que circundam áreas de campinarana gramíneo-lenhosa (vegetação baixa e aberta); localmente estes três tipos vegetacionais são conhecidos respectivamente por floresta de terra firme, campinarana e campina, estas últimas são planícies cobertas por um tapete de Graminae e Cyperaceae (Pires e Prance, 1985; Anderson, 1991; Veloso *et al.*, 1991; Oliveira *et al.*, 2001). A união entre as fisionomias de campinarana e campina é denominada neste trabalho de campo natural. Existe uma estreita relação entre o tipo de vegetação e as propriedades do solo sobre o qual essa vegetação ocorre (Resende *et al.*, 1988). Geralmente em campos e matas adjacentes a

transição da vegetação no sentido campo-mata está relacionada à mudança do tipo de solo e de suas propriedades físico-hídricas; acompanhando um gradiente campo-mata há aumento na profundidade dos solos, diminuição na quantidade de frações grosseiras ($> 2,0$ mm) e aumento na permeabilidade (Spera *et al.*, 1996). O interflúvio Madeira-Purus possui dois grandes complexos isolados de hábitat de campos naturais amazônicos em solos arenosos que alagam rasamente na estação chuvosa. Separando os complexos há uma extensa área de floresta de terra firme que diferencia dos complexos pela ausência de campos naturais. O complexo de campos do Igapó-açu–Matupiri está localizado na porção norte do interflúvio e possui campos com até 30 km de comprimento; já o complexo de campos do Puciari–Humaitá está na porção sul do interflúvio e contém campos com até 80 km de comprimento (Figura 1). A fase de campo deste estudo foi realizada em 2007 totalizando 55 dias de amostragem.

Coleta de dados

No complexo de campos do Igapó-açu–Matupiri foram visitados cinco campos naturais: três ($5^{\circ}8'S$, $60^{\circ}44'W$) de junho a julho durante 17 dias e dois ($4^{\circ}53'S$; $61^{\circ}7'W$) em julho durante 7 dias. No complexo de campos do Puciari–Humaitá foram visitados seis deles: um ($8^{\circ}39'S$, $64^{\circ}21'W$) em maio durante 7 dias, quatro ($8^{\circ}56'S$; $64^{\circ}33'W$) em setembro durante 17 dias e um ($7^{\circ}56'S$; $63^{\circ}51'W$) em outubro durante 7 dias.

Baseado nas informações de M. Cohn-Haft e A. M. Fernandes (dados não publicados) e em buscas não sistematizadas na floresta de terra firme, optou-se por concentrar os esforços amostrais nos ambientes mais prováveis de se encontrar a espécie focal. Para tanto foram utilizados dois métodos: o primeiro de busca ativa por bandos e ninhos e o segundo de acompanhamento do indivíduo focal. Ambos os métodos foram empregados em dias distintos. As buscas iniciaram no horário do sol nascente eram encerradas ao sol poente; estas foram realizadas por três observadores simultaneamente, andando em paralelo um ao outro na borda campina-campinarana a uma distância de 10 m entre si; a busca visual ocorreu numa faixa de 10 m de ambos os lados de cada observador. Assim, foram amostrados os ambientes de campina, borda campina-campinarana e campinarana. Além disso, realizou-se a procura por ninhos em capões de mata com vegetação arbóreo-arbustiva no interior das campinas. Por meio deste método foram identificados ninhos e dormitórios dos bandos para a coleta de dados de distribuição (pontos de ocorrência) e para dar início ao acompanhamento do

indivíduo focal. Após o término das buscas, deu-se início ao acompanhamento do indivíduo focal, este foi acompanhado até que o bando fosse perdido de vista, não houve marcação de indivíduos. O acompanhamento foi realizado por um observador (MASJr) e iniciava no horário do sol nascente, e ao entardecer antes do sol poente e também em eventuais encontros ao longo do período diurno. Por meio deste método foram coletados dados de área de vida, uso e estrutura do hábitat, distribuição da espécie e tamanho populacional.

Para a obtenção da área de vida foram tomados pontos georreferenciados em cada poleiro utilizado pelo indivíduo focal. Estes foram armazenados em um SIG (Sistema de Informações Geográficas) para gerar os polígonos das áreas de vida. Dos poleiros utilizados pelo indivíduo focal registraram-se as seguintes variáveis para descrever o hábitat: 1. ambiente, 2. estimativa da altura (m) do poleiro em relação ao chão, 3. estimativa da altura (m), acima do chão, da planta contendo o poleiro, 4. estimativa visual da densidade da folhagem ao redor do indivíduo focal; para esta última foi utilizada uma escala qualitativa de 0 a 5 de aumento de densidade de folhagem ao redor do indivíduo focal (adaptada de Remsen e Robinson, 1990). Na modelagem da distribuição da espécie foram utilizados como pontos de presença todos os pontos georreferenciados obtidos dos poleiros utilizados por todos os indivíduos focais e também de todos os ninhos encontrados. Como camadas preditoras utilizaram-se as variáveis ambientais: estresse hídrico no período seco (jers_1), tipos de vegetação (veg_49), altitude (srtm_v3), temperatura média do trimestre seco (bio9), e precipitação média do trimestre seco (bio17). Para uma segunda forma de validação do modelo (validação externa), foram usados posteriormente o registro do holótipo e um novo registro não publicado (comunicação pessoal, M. Cohn-Haft), estes registros não foram utilizados na criação e nem na primeira validação (validação interna) do modelo realizadas pelo programa. Já para tamanho populacional foi realizada diariamente a contagem do número de indivíduos em cada bando no período do amanhecer, após o horário do sol nascente quando o bando iniciava suas atividades, e ao entardecer antes do sol poente, quando o bando retornava ao dormitório.

Análise dos dados

Hábitat e área de vida

Os ambientes de campina e campinarana foram considerados áreas de hábitat para a espécie. Para o cálculo das áreas de hábitat disponíveis utilizou-se um arquivo vetorial das campinas do interflúvio Madeira-Purus desenhadas a mão a partir de imagens Landsat 5 de 2000 RGB 543; neste fez-se uma zona tampão de 70 m ao redor das campinas para simular o ambiente de campinarana assumindo uma área constante deste ao redor do ambiente de campina. Foram calculadas áreas sete bandos de *Cyanocorax* sp. pelo método do mínimo polígono convexo (Jacob e Rudran, 2003), unindo os pontos de ocorrência mais externos entre si para formar ângulos iguais ou superiores a 180°. Com as áreas de hábitat e o polígono da área de vida foi calculada a contribuição proporcional de cada ambiente na área de vida dos bandos. Além disso, foram calculadas também as médias da área de vida e da contribuição proporcional das áreas de hábitat para a espécie.

Foram feitas as frequências das variáveis de uso e estrutura de hábitat; para as variáveis altura (m) do poleiro em relação ao chão e altura total (m) acima do chão da planta contendo o poleiro calculou-se também a média e o desvio padrão. Nesta análise utilizou-se apenas um registro de acompanhamento de cada indivíduo focal, a fim de assegurar a independência estatística dos dados. Pela tendência de o primeiro registro referir-se a indivíduos ou comportamentos particularmente conspícuos e talvez influenciados pelo observador, e também pela dificuldade em obter um grande número de observações independentes de cada indivíduo focal, foi escolhido usar sempre o segundo registro; uma vez que observações seqüenciais de um mesmo indivíduo não são independentes, e levam a estimativas imprecisas de variância (Wagner 1981; Morrison, 1984; Bradley, 1985; Hejl *et al.*, 1990; Recher e Gebiski, 1990), além disso os resultados podem ser orientados a favor de indivíduos ou comportamentos conspícuos (Franzreb, 1984; Bradley, 1985).

Distribuição

Na modelagem, a resolução espacial escolhida foi de 90x90m para o tamanho do *pixel*. As variáveis descritas abaixo foram recortadas para a região compreendida entre os rios Madeira e Purus dentro da Amazônia Legal por meio de um arquivo vetorial, e o tamanho do

pixel padronizado para a escala de trabalho escolhida. Assim as variáveis ambientais com resolução espacial maior que a escolhida para este trabalho foram degradadas no processo de padronização dos *pixels*; portanto estas possuem uma menor variação entre os valores dos *pixels* e conseqüentemente um menor poder preditivo. Estas operações foram realizadas no programa ArcView 3.2 (ESRI, 1996). As variáveis ambientais utilizadas foram obtidas das seguintes fontes:

- *jers_1*, foram utilizadas imagens JERS (Japanese Earth Resource Satellite) do período seco, que captou a imagem através do radar banda L JERS-1 de abertura sintética (SAR). São imagens eficientes no processo de detecção de umidade do solo e identificação de áreas alagadas, e ainda podem ser utilizados para mapeamento de vegetação (Kasischke *et. al.*, 1997). As imagens originais eram relativas a 3 arcos-segundos (resolução espacial de 100m). As imagens são uma cortesia do Global Rain Forest Mapping (GRFM) e (c) 1992-1998 NASDA/MITI;
- *veg_49*, 49 classes de vegetação, obtida a partir do mapa do IBGE (RADAM), gerado da classe de vegetação dominante na célula; para os campos naturais visitados, este mapa de vegetação abrange apenas fisionomias florestais de campinas amazônicas, não incluindo a fisionomia de campinarana que cerca os campos naturais;
- *srtm_v3*, os valores de altitude são de uma base SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) do projeto conjunto entre a NIMA (National Imagery Mapping Agency) e a NASA (National Aeronautics and Space Administration) onde os dados foram coletados a cada 3 arcos-segundos (resolução espacial de 90 m) numa grade de latitude/longitude de 1°. Foi utilizada a versão 3 dos dados processados de SRTM (Jarvis *et al.*, 2006); estes dados são derivados do USGS/NASA SRTM onde áreas com regiões de “no data” nos dados do SRTM original foram preenchidas utilizando métodos de interpolação. Esta versão é fornecida pelo CIAT (International Centre for Tropical Agriculture) disponível em <http://srtm.csi.cgiar.org>;
- *bio9* e *bio17*, tem seus valores oriundos a partir da base de dados do sistema BIOCLIM, que realiza previsões climáticas a partir de valores mensais e semanais para derivar parâmetros bioclimáticos relativos a 30 arcos-segundos (resolução espacial de 1 km); para *bio9* o trimestre mais seco do ano é determinado (a semana mais próxima), bem como a temperatura média deste período é calculado, para *bio17* o trimestre mais seco do ano é determinado (a semana mais próxima), bem como o total de precipitação

durante este período é calculado; o conjunto de sistemas BIOCLIM está disponível em <http://cres.anu.edu.au/outputs/anuclim/doc/bioclim.html>.

Os pontos de presença foram divididos em dois grupos, pontos de teste e pontos de treinamento. De modo a evitar a autocorrelação espacial entre as amostras de teste e as de treinamento, estas foram segregadas espacialmente por localidades. Como pontos de teste foram utilizados os registros das localidades com menor esforço amostral (sete dias) e para pontos de treinamento os registros das localidades com maior esforço amostral (17 dias).

Para as análises de distribuição da espécie foi utilizado o algoritmo da máxima entropia do programa Maxent versão 3.2.1 (Phillips *et al.*, 2004; Phillips *et al.*, 2006). O programa utiliza apenas registros de presença, o que é uma vantagem em relação a métodos de presença e ausência, pois permite a utilização de dados de museus e coleções, e também porque obter dados válidos de ausência é difícil em muitos casos (Phillips *et al.*, 2004; Phillips *et al.*, 2006). Trata-se de um método de predições ou inferências a partir de informações incompletas, que para estimar uma distribuição de probabilidade desconhecida, deve-se encontrar a distribuição das probabilidades da máxima entropia (Phillips *et al.*, 2006). Essas probabilidades por sua vez estão sujeitas aos limites que representam nossa informação incompleta sobre uma distribuição desconhecida seguindo o princípio máxima entropia (Jaynes, 1957; Koeling, 2000; Phillips *et al.*, 2004; Phillips *et al.*, 2006). Na prática, os dados observados são utilizados para obter um conjunto de restrições sobre a probabilidade de distribuição estimada, assim a entropia desta distribuição estimada é maximizada, em seguida, sujeita a essas restrições (Wright *et al.*, 2004).

A qualidade do ajuste do modelo é diagnosticada pela técnica ROC (receiver operating characteristic) (Deleo, 1993; Zweig e Campbell, 1993). Num primeiro momento é realizado um teste binomial de significância da taxa de omissão da predição, assim para a validação interna do modelo a taxa omissão observada deve ser próxima à omissão prevista. Em seguida o desempenho do classificador é mostrado por uma curva operacional para dados de treinamento e de teste, a ROC curva (Fielding e Bell, 1997). A eficiência do modelo gerado é representada ao assumir que a especificidade é definida utilizando a área prevista mais sensível do que a área de previsão aleatória de distribuição; onde, as sensibilidades de treinamento e teste devem ser próximas entre si (Phillips *et al.* 2006). A área sob a função ROC, o AUC, é tomada como um índice importante, pois dá uma única medida de precisão global que não é dependente de um determinado limiar (Deleo 1993; Phillips *et al.*, 2004).

Deste modo, representa a probabilidade que o classificador requisita corretamente os pontos. Sua interpretação estatística é natural, ou seja, o valor de AUC está entre 0.5 e 1.0, e frequentemente o valor máximo obtido é menor que 1.0; assim, um valor de 0,8 significa que para 80% das vezes uma seleção aleatória do grupo positivo terá uma pontuação maior do que uma seleção aleatória da classe negativa, (Deleo, 1993; Fielding e Bell, 1997; Wiley *et al.* 2003).

As estimativas de quais variáveis contribuem mais no modelo são feitas por meio do teste *jackknife*. São realizados três testes *jackknife* (Efron, 1982), o primeiro utiliza somente pontos de treinamento na análise preditiva da distribuição geográfica, o segundo apenas com os pontos de teste (validação interna) e o terceiro com 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 outro modelo; e no terceiro todas as variáveis são utilizadas na criação do terceiro modelo. Com os resultados gráficos do teste *jackknife* é possível visualizar a contribuição isolada de uma variável no modelo, e comparar o desempenho deste na ausência da mesma variável, bem como confrontar ambos com o modelo contendo todas as variáveis.

Na obtenção do mapa de probabilidade de distribuição foram utilizadas as seguintes configurações do Maxent: pontos de teste = 37, pontos de treinamento = 125, remoção de registros de presença duplicados no mesmo *pixel* (remove duplicate presence records), multiplicador de regularização (regularization multiplier) = 0.05, máximo de interações (maximum iterations) = 1000, limite de convergência (convergence threshold) = 10^{-5} , número máximo de pontos de fundo (max number of background points) = 10^5 , tipos de características (Feature types), lineares (linear features), quadráticas (quadratic features) e de produto (product feature). Estas configurações foram empregadas devido à combinação de variáveis ambientais categóricas e contínuas, ao número de registros de presença, e para obter um melhor desempenho do modelo, baseando-se na combinação ótima das classes de características (Phillips e Dudík, 2008).

Na validação externa do modelo houve a confrontação dos resultados do modelo preditivo encontrado contra dados reais da distribuição da espécie; assim estes outros pontos de teste, do holótipo e do novo registro, foram empregados na localização dos campos naturais aos quais pertencem em imagens Landsat 5 2000 composição falsa cor RGB 543 e

também no mapa com as probabilidades de distribuição da espécie. Estas imagens foram sobrepostas para avaliar visualmente se o modelo prevê a ocorrência da espécie em dois outros campos naturais.

Tamanho populacional

Pressupondo nenhuma variação no grupo para a densidade da espécie ao longo do hábitat, o tamanho populacional foi estimado por meio da equação: $P = A \times B \times N$, onde: P é o tamanho populacional; A é a área total de hábitat disponível; B é a densidade de bandos, (bandos/áreas de hábitat ocupadas); e N é o número de indivíduos maduros por bando, um casal por bando (Artigo 2) ou todo o bando (tamanho mediano dos bandos). Foi utilizado o valor da mediana não da média para o número de indivíduos por bando, pois a distribuição dos dados é inclinada para a direita; já para a área total de hábitat disponível foi utilizada a área de ocupação da espécie, ou seja, o somatório das áreas de campina e campinarana, uma vez que nenhum bando utilizou somente um dos ambientes. Foram elaborados três tipos de modelo: 1. máximo ($B =$ densidade pela média da área de vida), 2. mínimo ($B = 11 /$ densidade pela área total amostrada) e 3. um estudo de caso (modelos máximo e mínimo com $A =$ área local de hábitat disponível para as localidades dos bandos B02 e B03). Os dois primeiros modelos (máximo e mínimo) foram empregados em dois tipos diferentes de estimativas: a primeira onde todos os indivíduos do bando se reproduzem e a segunda onde apenas um casal por bando reproduz (reprodução cooperativa e presença dos ajudantes de ninho para a espécie). Já o terceiro modelo emprega apenas a estimativa onde apenas um casal por bando se reproduz.

Resultados

Na busca ativa foram amostrados 120,2 km² de campina, 130 km² de borda campina-campinarana, 163,1 km² de campinarana e 82,5 km² de perímetro dos capões de mata. Além disso, foram percorridos vários quilômetros de floresta de terra firme entre as áreas de amostragem, onde não foi encontrado nenhum indivíduo da espécie focal. Já o acompanhamento do indivíduo focal totalizou 73h de observação. Foram encontrados 11 bandos de *Cyanocorax* sp., em 10 campos naturais distintos com diferentes áreas e formatos;

destes campos naturais, apenas em um foi encontrado mais de uma bando (neste caso, dois bandos).

Hábitat e área de vida

Durante o acompanhamento do indivíduo focal foram registradas 297 observações; porém, devido ao efeito de excesso de representação e a falta de independência entre as observações coletadas seqüencialmente, nas análises utilizou-se apenas 19 % destas. Para determinar as áreas de vida referentes a sete bandos distintos da espécie, foram tomados ao todo 430 pontos georreferenciados (Figura 2). O tamanho médio da área de vida foi 34,1 ha ($\pm 18,4$). O ambiente de campina foi o que apresentou maior contribuição proporcional em termos de área (56 %) nos polígonos da média da área de vida de *Cyanocorax* sp.; entretanto, três bandos apresentaram campinarana como o hábitat de maior contribuição (Figura 2). Porém no uso do habitat em 59 % das observações o indivíduo focal ocupava o ambiente de campina (Figura 3). Os indivíduos de *Cyanocorax* sp. utilizaram como poleiro árvores cuja altura variou entre 3 e 20 m, altura média da árvore 6 m (± 4) (Figura 4); a altura do poleiro variou entre 1,5 e 13 m, altura média do poleiro 5,2 m ($\pm 2,7$) (Figura 4). O principal estrato ocupado foi a copa das árvores com 89 % das observações, as observações restantes correspondem ao sub-bosque; nesta análise não há nenhuma observação da espécie no chão. A densidade da folhagem ao redor do poleiro em 39 % das observações esteve na classe 1 e em 33 % na classe 4, correspondendo respectivamente a densidade de vegetação muito baixa onde de 75 – 95 % de toda luz passa pela esfera e a alta densidade com 5 – 25 % da luz passando (Figura 5).

Distribuição

O modelo gerado previu áreas com altas probabilidades de ocorrência nos campos naturais de ambos complexos de campo do interflúvio Madeira-Purus, excluindo todas as áreas de floresta. Os valores das probabilidades encontradas variaram entre os campos naturais e também dentro destes (Figura 6). De maneira geral para o complexo de campos do Igapó-açu–Matupiri os valores dos pixels variaram com probabilidades entre 30 e 70 %, campos naturais situados extremo nordeste tiveram as probabilidades mais baixas registradas

sendo que alguns até foram excluídos do mapa preditivo, além disso houve uma pequena fração de *pixels* classificados incorretamente com probabilidades entre 15 e 25 %. Já para o complexo de campos de Puciarí–Humaitá os pixels possuem valores de probabilidades entre 30 e 80 %, algumas áreas situadas mais ao sul tiveram as probabilidades extrapoladas para áreas adjacentes de alguns campos, além disso, os campos naturais situados próximo à região Boca do Acre foram totalmente excluídos do mapa preditivo. Excluindo as frações incorretamente classificadas, as áreas com probabilidades de ocorrência agrupadas e acima de 30 % representaram o ambiente de campina.

A qualidade do ajuste do modelo foi considerada satisfatória uma vez que as taxas de omissão de teste e treinamento estão próximas da omissão predita (Figura 7a), assim o modelo foi considerado como válido. O desempenho do classificador também foi considerado satisfatório, pois os valores de AUC para teste e treinamento foram altos e próximos de 1,0 (Figura 7b). Os testes *jackknife* (Figura 8a,b,c) para importância das variáveis demonstraram que a variável vegetação contribui com 71,4 % na construção do modelo. O arquivo *shape* com os registros para a validação externa permitiu encontrar nas imagens Landsat 5 2000 RGB 543 e no mapa preditivo as mesmas localidades (Figura 9), corroborando com a validação interna realizada pelo Maxent para o modelo gerado.

Tamanho populacional

As estimativas de tamanho populacional calculadas variaram entre 202 (modelo mínimo com um casal por bando se reproduzindo) a 59567 indivíduos (modelo máximo com todos do bando se reproduzindo) colocando a espécie em diferentes categorias da IUCN (Tabela 1); áreas de ocupação e de ocorrência empregadas na avaliação do grau de ameaça estão sumarizadas na Tabela 2.

Discussão

O hábitat de *Cyanocorax* sp. são as fisionomias de campina e campinarana dos campos naturais sobre solos arenosos do interflúvio Madeira Purus na Amazônia Central, Brasil. Trata-se da única espécie de gralha encontrada nesta região da Amazônia, uma vez que *C.*

violaceus ocorre à oeste do rio Purus acima da região rio Negro, habita a parte oeste da Amazônia e acima da bacia do Orinoco em florestas decíduas tropicais e subtropicais de terras baixas e florestas de galeria incluindo floresta aberta e evitando áreas de floresta densa; *C. cayanus*, ocorre dentro e fora da Amazônia legal, habita terras alagadas de vários tipos, de savanas arborizadas até extremidades de florestas úmidas e vegetação de galeria e evita densas florestas contínuas; *C. heilprini*, ocorre dentro e fora da Amazônia brasileira sendo registrada no país no extremo noroeste da bacia de drenagem do alto Rio Negro, evita floresta, habita savanas alagadas e vegetação secundária em solos arenosos; possivelmente alcançando a floresta chuvosa densa; *C. chrysops*, ocorre dentro e fora do país, no Brasil ocorre dentro e fora da Amazônia (margem direita do rio Madeira), habita vários tipos de terras baixas floresta temperada, incluindo “ilhas” de florestas nos pampas abertos, matas de galeria, áreas de agricultura e pecuária; e *C. cyanopogon*, na Amazônia ocorre desde o sudeste do estado do Pará, ela habita floresta, incluindo “ilhas” de floresta de galeria e savanas alagadas, florestas pluviais mata secundária alagada (Sick, 1987; Madge e Burn, 1999; Hilty, 2003; Ridgely *et al*, 2003; Ridgely *et al*, 2005; CBRO, 2007).

Embora a contribuição proporcional do ambiente de campina tenha sido maior nas áreas de vida de quatro dos sete bandos com áreas de vida calculadas, na média da área de vida da espécie focal ambiente de campinarana é o que mais contribui proporcionalmente. De fato, os indivíduos focais e demais membros dos bandos quando observados no ambiente de campina estavam associados aos capões de mata. Portanto a espécie parece preferir a borda campina-campinarana e os capões de mata no interior das campinas, utilizando principalmente árvores e poleiros com até cinco metros de altura, preferencialmente na copa das árvores e com pouca densidade de folhagem. A espécie pousa pouco em vegetações baixas (arbustos dispersos) nestas mesmas campinas e não adentra a floresta de terra firme afastando-se dos campos naturais. Embora no resultado de estrato utilizado pelo indivíduo focal não haja nenhum registro da espécie no chão (devido ao tratamento dos dados), indivíduos foram observados pousando em arbustos não associados aos capões de mata e também no chão (dois indivíduos do bando B08); estes últimos alternavam-se na vez de beber água de modo a sempre um indivíduo ficar de sentinela. *C. chrysops* já foi observada utilizando preferencialmente o estrato médio, e também o chão (Uejima, 1994); *C. sanblasiana sanblasianus* foi observada no estrato médio (forrageando em palmeiras) e em arbustos (Hardy, 1981); e *C. caeruleus* com preferência aos estratos médio e superior (Anjos, 1988). Em geral, ocorre um bando da espécie focal por campo natural pequeno cuja área de

vida inclui grande porcentagem de campina; já para grandes campos naturais encontrou-se pelo menos três bandos. Dos grupos observados apenas B09 e B10 penetraram no ambiente de campinarana além de 70 m, porém estes acompanhavam a borda de uma estrada que atravessava seus territórios não entrando mais que 50 m na campinarana a partir da estrada.

Em função das amostragens terem se concentrado na época seca (baixa precipitação) de ambos os complexos não foi possível obter a complementaridade dos dados relacionados à época chuvosa na região. Devido a todos os bandos cujas áreas de vida foram calculadas estarem se reproduzindo (Artigo 2), não foi possível saber se a espécie é nômade no período não reprodutivo, com extensos movimentos dos grupos e onde sua área de vida seria maior do que o encontrado; como é para *C. cristatellus* e *C. caeruleus* (Hardy, 1969; Anjos, 1991; Amaral e Macedo, 2003). Assim a área de vida observada está relacionada ao sedentarismo do período reprodutivo, e possivelmente representando uma área menor do que a esperada para a espécie se estudada em seu ciclo anual; isto por sua vez influencia os modelos de tamanho populacional superestimando o tamanho populacional global. O método do mínimo polígono convexo parece adequado no cálculo da área de vida, uma vez que nesta foram incluídos somente ambientes de campina e campinarana; além disso, as áreas de vida possuem um formato semelhante à borda campina campinarana embora haja uma tendência a serem compridas e não circulares para alguns dos bandos estudados; possivelmente com amostragens maiores a relação comprimento e largura das áreas de vida tenderiam a estabilidade assumindo uma forma muito semelhante à da borda campina campinarana.

O mapa da distribuição potencial previu a espécie em quase todos os campos naturais do interflúvio. Probabilidades acima de 70 % representam alta probabilidade de condições adequadas para a espécie, valores entre 40 e 70 % (médias probabilidades) indicam condições típicas daqueles locais onde a espécie foi encontrada, e valores abaixo de 40 % (baixas probabilidades) seriam uma baixa probabilidade de condições adequadas. Para *Cyanocorax* sp., as altas e médias probabilidades previram condições adequadas e típicas para a espécie no ambientes de campina e em seu interior.

O modelo gerado apresentou uma forte associação da distribuição de *Cyanocorax* sp. com a vegetação condicionando os limites de ocupação da espécie e, portanto, corroborando a literatura, uma vez que a seleção de hábitat das aves esta associada com características da fisionomia vegetal (Hildén, 1965; Emlen, 1970). A construção de modelos preditivos pode ter um melhor desempenho se a espécie for hábitat-específica o suficiente para exibir uma

relação significativa com um ou mais tipos de habitats espacialmente explícitos (Kasecker, 2006); a quantificação dessa relação, distribuição de espécies e distribuição espacial das variáveis ambientais, é o centro da modelagem preditiva geográfica em ecologia (Hirzel e Guisan, 2002; Kasecker, 2006). *Cyanocorax* sp. possui então uma distribuição restrita aos campos naturais do interflúvio Madeira-Purus, uma vez que estes representam de fato o habitat da espécie. Uma espécie que possui distribuição bastante restrita é *C dickeyi*, cuja área de distribuição estimada é pouco maior que 8000 km², e devido ao seu comportamento social e reprodutivo ela se torna uma espécie particularmente vulnerável à destruição do habitat (Madge e Burn, 1999; IUCN, 2007; BirdLife, 2008).

Além das áreas dos campos naturais, o modelo previu a espécie ao longo de alguns corpos d'água e estradas (BR-319) no complexo do Igapó-açu–Matupiri. A fração de *pixels* classificados com probabilidades nessas áreas são artefatos, possivelmente devido à semelhança no valor do *pixel* para altitude e umidade; uma vez que não há nenhum registro da espécie neste ambiente e também por não existir uma classe de vegetação distinta para este ambiente de mata de galeria. No entanto não seria surpresa encontrar a espécie nas matas de galeria próximas aos campos, embora a estrutura da vegetação nestes ambientes seja diferente daquela observada nas campinas e borda campina-campinarana; alguns membros do gênero *Cyanocorax* estudados habitam floresta decidual e semidecidual, matas de galeria, cerrado, savana arborizada, áreas abertas, campinas amazônicas e áreas de reflorestamento de eucalipto. Reforçando esta hipótese *C. chrysops*, espécie congênere, ocorre na margem direita do rio Madeira é habitante de matas de galeria e capões penetrando até a floresta madura (Hardy, 1969; Goodwin, 1976; Sick, 1987; Anjos, 1988; Anjos, 1991; Madge e Burn, 1999). A exclusão de alguns campos naturais deve-se a dois fatores: o primeiro é o fato das amostras de teste não estarem distribuídas ao longo de toda a ocorrência conhecida da espécie focal (campos naturais ainda na visitados) isso fez com que alguns dos campos mais ao norte do interflúvio fossem excluídos; o segundo fator é que os campos naturais próximos à região Boca do Acre pertencem a uma classe de vegetação diferente daquelas possuídas pelos demais campos (onde há pontos de ocorrência para a espécie); por se tratar de uma variável ambiental categórica (arquivo vetorial) e pela ausência de pontos de teste ou treinamento na referida classe de vegetação estes campos foram totalmente excluídos do modelo.

Na análise de omissão (teste binomial de significância da taxa de omissão da predição), as taxas de omissão e a área prevista são uma função do limite cumulativo. As

taxas de omissão, calculadas para as amostras de teste e treinamento, estão próximas da omissão predita (tornando o modelo válido); caso contrário (se elas se afastassem) o ajuste do modelo aos dados seria ruim. Além disso, a omissão das amostras de teste está acima da linha de omissão predita evidenciando que amostras de teste e treinamento são espacialmente independentes uma da outra, mesmo que derivem de um conjunto original de registros de presença autocorrelacionados espacialmente.

Na análise de comissão, a área abaixo da curva ROC representa a probabilidade com que o classificador requisita corretamente os pontos; assim a qualidade do ajuste do modelo é diagnosticada por meio do cálculo da omissão (pontos de teste e treinamento) e a área predita. A curva mostra o desempenho do classificador onde uma fração x de dados negativos foi classificada como positivos e uma fração y de dados positivos como positivos mesmo. A sensibilidade iguala a proporção de presenças corretamente previstas nas localidades de teste (taxa extrínseca de omissão), já a especificidade iguala a proporção dos *pixels* do mapa previstos com condições apropriadas para a espécie. Assim a especificidade é definida utilizando a área de distribuição prevista mais sensível do que a área de distribuição prevista aleatoriamente (Phillips *et al.* 2006).

Um AUC mais alto é normal para dados de treinamento em relação aos de teste. A curva ROC dos dados de treinamento representa um tipo de “ajuste” do modelo aos dados de treinamento, e a curva ROC dos dados de teste indicam o ajuste do modelo aos dados de teste; esta representa o real poder de previsão do modelo. A linha turquesa é o esperado ao acaso. Uma vez que ambas as curvas ROC estão acima da previsão esperada ao acaso o modelo encontrado excuta melhores previsões para a espécie. A parte superior esquerda do gráfico de AUC das amostras de teste trata-se do modelo que possivelmente melhor prevê as presenças contidas na amostra de teste dos dados (Fielding e Bell, 1997).

Comparando os três testes de *jackknife* é possível notar que a variável vegetação contribui sozinha com mais de 70 % na construção do modelo, foi a que apresentou o maior ganho quando utilizada de forma isolada, e também apresentou ganho negativo quando omitida do modelo; assim esta contém a informação mais útil para as probabilidades de distribuição da espécie focal. Isto significa que a variável vegetação foi mais efetiva na previsão da distribuição dos dados de ocorrência que foram separados para amostras de teste. As variáveis ambientais vegetação (veg_49), estresse hídrico e (jers_1) e altitude (srtm_v3) foram úteis na distinção da área do interflúvio coberta pela fisionomia de campina

distinguindo-as do restante da paisagem; estas duas últimas são responsáveis também por captar parte da variação existente dentro das campinas, onde altas probabilidades tendem a se concentrar no interior das campinas (capões de mata). Já as variáveis climáticas (bio9 e bio17) possuem variação maior entre os complexos e os grandes blocos de floresta de terra no meio e ao final do interflúvio.

Os modelos populacionais são conservadores, pois desconsideram a área prevista para a espécie no modelo preditivo de distribuição, assim a área empregada nos cálculos populacionais é possivelmente maior (somatório das áreas arquivo vetorial das campinas e zona tampão). Os modelos populacionais de máximo inflam o tamanho populacional global da espécie. Isto ocorre pela possível variação no tamanho da área de vida entre períodos reprodutivos e não reprodutivo; e se evidenciaria pela discrepância observada na comparação entre os valores obtidos no estudo de caso máximo e na situação real observada; sendo respectivamente o segundo valor encontrado 2,5 vezes maior que o primeiro valor; esta cifra chega a ser maior que o número total de indivíduos observados nos dois bandos juntos (sete). Já os modelos populacionais de mínimo subestimam o tamanho populacional global da espécie, devido ao baixo valor de densidade encontrado, e isto é evidenciado pelo baixíssimo valor encontrado no estudo de caso mínimo e que não suporta a situação real observada. O tamanho populacional encontrado por meio do modelo de tamanho máximo para o cenário onde apenas um casal por bando reproduz, parece ser o que melhor se aproxima da atual situação demográfica da espécie; baseado no fato de *Cyanocorax* sp. possuir reprodução cooperativa (Artigo 2) e também pela comparação com os estudos de caso.

Para a avaliação do grau de ameaça da espécie considera-se a área de ocupação equivalente aos habitats utilizados pela espécie, somatório das áreas de campina e campinarana, (4550 km²) e área de ocorrência equivalendo ao somatório das áreas de ambos os complexos norte e sul (60000 km²); esta foi calculada por meio do mínimo polígono convexo utilizando pontos extremos da área de ocupação. Foi considerada esta área e não a área total do interflúvio Madeira-Purus porque os complexos estão separados por uma grande área de floresta de terra firme (que não possui habitats adequados à espécie); ainda assim a contribuição proporcional da área de ocupação na área de ocorrência está abaixo de 3% (Tabela 3). De acordo com os critérios da IUCN para os valores encontrados para área de ocorrência ocupação a espécie seria qualificada como quase ameaçada. Na avaliação do grau de ameaça pelo tamanho populacional, modelos populacionais que incorporam a estratégia

reprodutiva da espécie (Artigo 2) devem ser considerados; ainda assim quanto ao tamanho populacional a espécie encontra-se classificada em duas categorias de acordo com os modelos de máximo e mínimo, respectivamente Ameaça próxima e Em perigo. Incluir a espécie nesta última categoria (melhor evidência disponível: populações muito pequenas < 250 indivíduos maduros) indicaria que ela enfrenta um risco muito alto de extinção em estado silvestre.

Comparando e associando (visualmente) os resultados obtidos com modelos político-sensíveis de desmatamento da Amazônia (Soares-Filho, 2006), que modelaram o percentual de floresta perdida por ecorregião em cenários com e sem governança, permitem uma perspectiva diferente na avaliação do grau de ameaça da espécie. Estes modelos prevêem para as florestas úmidas do interflúvio uma perda de 50 a 70 % e de 71 a 80 % respectivamente para os cenários com e sem governança em 2050. Embora o modelo não inclua a perda das savanas amazônicas (termo geral que inclui também as campinas ou campos da natureza), estas foram consideradas cobertura vegetal vulnerável em mapas de vulnerabilidade natural à perda de solo em estudo para o zoneamento ecológico-econômico da Amazônia (Crepani *et al.* 2001); já a campinarana e a floresta de terra firme entrariam respectivamente nas categorias moderadamente vulnerável e estável. As fisionomias sobre areia branca, campina e campinarana, além de relativamente pequenas em extensão representam um dos ecossistemas amazônicos mais frágeis e vulneráveis a atividades antrópicas (Silveira, 2003). Isso é devido à presença de adaptações às condições de pobreza nutricional do solo, a sazonalidade do regime hídrico, e da diversidade de ambientes (Silveira, 2003).

O uso da terra na região do interflúvio envolve a prática da queima do roçado onde, queima-se a vegetação para depois derrubar as árvores e assim plantar a roça, geralmente para subsistência; sendo o ambiente de campina convidativo pela menor densidade e porte das espécies arbóreas. O uso do fogo é apontado como ameaça à integridade das formações vegetais sob areia branca (Silveira, 2003). A realização desta prática no hábitat da espécie é particularmente ameaçadora uma vez que as queimadas se concentram na época da seca (baixa precipitação) que é quando a espécie se reproduz utilizando capões de mata nas campinas (Artigo 2). Pouco é conhecido sobre esses hábitats, o impacto das atividades antrópicas sobre a fauna e a flora é desconhecido, e alguns deles podem se perder antes mesmo que informações fundamentais para a conservação sejam efetivamente geradas; não se sabe o grau de ameaça da espécies, o risco de extinção local, e a capacidade de suporte e de resiliência desses hábitats, após essa pressão (Silveira, 2003). A reconstrução da BR-319 pode

gerar o mesmo tipo de impacto observado na BR-307 (no extremo norte do estado do Amazonas), onde as áreas mais afetadas pela ação antrópica estavam às margens da rodovia nos trechos de vegetação sobre areia branca (Silveira, 2003); pois estes eram cortados e acompanhados pela rodovia, facilitando a abertura de roçados, a exploração seletiva de madeira para uso como lenha e na fabricação de carvão em carvoarias artesanais (Silveira, 2003).

Além disso, há também fazendeiros vindos de várias regiões do país como Mato Grosso, Paraná e Rio Grande do Sul; que possuem fazendas, diferentemente da população tradicional que vive da caça, pesca e plantio do roçado (informações obtidas junto a moradores locais). Os campos da natureza do complexo Puciari–Humaitá estão sob maior pressão de exploração e ocupação humana que aqueles da região norte; vários já possuem estradas ou ramais, lotes e fazendas e a prática do “manejo” florestal é comum na região e principalmente patrocinada pela por donos de terras residentes na capital do desmatamento, Porto-Velho – RO. Foi recomendado que para a conservação das fisionomias de campina e campinarana no sudoeste amazônico, fossem estabelecidas unidades de conservação que incluam além das campinas e campinaranas as florestas associadas e os tipos diferentes de vegetação de contato nas circunvizinhanças; isso para garantir populações viáveis e a manutenção essencial de processos ecológicos e de serviços ambientais básicos para a região (Silveira, 2003).

Classificar *Cyanocorax* sp. como quase ameaçada é conservador porém trata-se das melhores estimativas disponíveis e tamanho populacional. Isto significa que o táxon foi avaliado em função dos critérios, mas não se qualifica como uma espécie vulnerável ou categorias acima, mas estaria perto desta qualificação (vulnerável) ou é susceptível de se enquadrar em alguma categoria em futuro próximo (IUCN, 2001; Butchart *et al.*, 2004). A espécie pode penetrar mais que 70 m na campinarana e a área desta fisionomia, ao redor dos campos naturais, pode variar para mais ou menos do considerado neste estudo. Porém o hábitat reprodutivo da espécie (Artigo 2) corresponde aos campos naturais e uma vez que estes são aparentemente escolhidos para iniciar atividades agrícolas pela facilidade de manutenção é sensato considerar, por hora, *Cyanocorax* sp. como uma espécie quase ameaçada de extinção no ambiente natural; isto até que novos modelos de distribuição preditiva e tamanho populacional sejam construídos para melhor analisar os dados já existentes, bem como a obtenção de novos dados em regiões ainda não amostradas.

Conclusões

Cyanocorax sp. é possivelmente uma nova espécie de gralha ainda pouco conhecida, com distribuição hábitat-específica restrita aos complexos de campos da natureza na região do interflúvio Madeira-Purus na Amazônia Central; sendo a única espécie de gralha que habita esses campos. A espécie habita o interior e borda dos campos naturais, sua área de vida inclui grande parte da fisionomia de campina, porém a espécie demonstra uma preferência pela borda e por capões de mata no interior das campinas. Estima-se que a população total da espécie hoje esteja em torno de 26500 indivíduos maduros. Diante da iminente reconstrução da BR-319 e impactos ambientais relacionados, predições de desmatamento e perda de hábitat, áreas de ocorrência e ocupação pequenas, e tamanho populacional, a espécie é considerada como quase ameaçada seguindo critérios da IUCN. Para a conservação desta possivelmente nova e já ameaçada espécie de gralha, deve ser considerada prioridade a preservação dos campos naturais de ambos complexos, pois pela distância geográfica estes podem conter populações separadas há muito tempo. Outros estudos são necessários, como por exemplo, hipóteses abordando a variabilidade genética e avaliando o padrão de isolamento, e fluxo gênico da espécie.

Agradecimentos

Agradeço a Capes (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pela bolsa de estudo concedida durante mestrado, ao Programa BECA-IEB (Bolsa de Estudos para Conservação da Amazônia-Instituto Internacional de Educação do Brasil)/Fundação Gordon e Betty Moore pelo financiamento para as atividades de campo (apoio código B/2006/02/BMP/12), ao Projeto GEOMA (Rede Temática de Pesquisa em Modelagem Ambiental da Amazônia) pela oportunidade de expandir as áreas estudadas, a PETROBRAS pelo empréstimo dos helicópteros dando acesso a áreas de ocorrência remotas e inacessíveis por outras vias, ao IPAAM (Instituto de Proteção Ambiental do Amazonas) pela licença de entrada em Unidades de Conservação Estaduais (autorização nº. 148/06 de 11 de dezembro de 2006), a Birders' Exchange pelo binóculo concedido à Coleção de Aves do INPA, a Coleção de Aves do INPA pelo empréstimo de equipamentos (binóculo, gravador, microfone e câmera

fotográfica) e também ao INPA (Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia), CPEC (Coordenação de Pesquisas em Ecologia), Programa de Coleções do INPA pela formação profissional propiciada durante o mestrado.

Bibliografia Citada

- Agee, J. K.; Stitt, S. C. F.; Nyquist M. and Root, R. 1989. A geographic analysis of historical grizzly bear sightings in the North Cascades. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*. 55(11): 1637-1642.
- Amaral, M. F. e Macedo, R. H. F. 2003. Breeding patterns and habitat use in the endemic Curl-crested Jay of central Brazil. *Journal of Field Ornithology*. 74(4): 331-340.
- Anderson, A. B. 1981. White-sand vegetation of Brazilian Amazonia. *Biotropica*, 13: 199-210.
- Anjos, L. dos. 1988. Eto-ecologia e análise do sistema de comunicação sonora e visual da gralha-azul, *Cyanocorax caeruleus* (Vieillot, 1822), Aves-Corvidae. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba – PR. 70pp.
- Anjos, L. dos. 1991. O ciclo anual de *Cyanocorax caeruleus* em floresta de araucária (Passeriformes: Corvidae). *Ararajuba*, 2(1):19-23.
- Anon. (1995) Bird conservation: the science and the action preface. Conclusions and recommendations. *Ibis* 137: S3–S7.
- Bibby, C. J.; Burges, N. D. and Hill, D. A. 1993. *Bird census techniques*. Academic Press, London. 350pp.
- BirdLife International. 2008 Species factsheet: *Cyanocorax dickeyi*. Disponível em <http://www.birdlife.org>. Acesso em 16 de julho de 2008.
- Bornschein, M. R.; Reinert, B. L. and Bóçon, R. 1996. Novas informações sobre o ninho e ovo da gralha-azul, *Cyanocorax caeruleus* (Corvidae). *Ararajuba*, 4(1): 32-34.

- Bradley, D. W. 1985. The effects of visibility bias on time-budget estimates of niche breadth and overlap. *Auk* 102: 493-499.
- Brandon, K.; Fonseca, G. A. B. da.; Rylands, A. B. and Silva, J. M. C. da. 2005. Brazilian conservation: challenges and opportunities. *Conservation Biology*, 3(jun): 595-600.
- Butchart, S. H. M.; Stattersfield, A. J.; Bennun, L. A.; Shutes, S. M.; Akçakaya, H. R.; Baillie, J. E. M.; Stuart, S. N.; Hilton-Taylor, C. and Mace, G. M. 2004 Measuring global trends in the status of biodiversity: Red List Indices for birds. *PLoS Biology*, 2(12): 2294-2304.
- Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos – CBRO. 2007. Lista das aves do Brasil. 6ª Versão 16/08/2007. Disponível em <http://www.cbro.org.br>. Acesso em 31 de agosto de 2007.
- Coops, N. C. and Catling, P. C. 2002. Prediction of the special distribution and relative abundance of ground-dwelling mammals using remote sensing imagery and simulation models. *Landscape Ecology*, 17: 173- 188.
- Crepani, E.; Medeiros, J. S.; Filho, P. H.; Florenzano, T. G.; Duarte, V. e Barbosa, C. C. F. 2001. Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados ao zoneamento ecológico-econômico e ao ordenamento territorial. (INPE-8454-RPQ/722). Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos. 2001.
- Debinski, D. M.; Kindsher, K. and 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.
- Deleo, J.M. (1993) Receiver operating characteristic laboratory (ROCLAB): software for developing decision strategies that account for uncertainty. *Proceedings of the Second International Symposium on Uncertainty Modelling and Analysis*, pp. 318–25.
- Efron, B. 1982. The Jackknife, the Bootstrap and Other Resampling Plans. *Society of Industrial and Applied Mathematics CBMS-NSF Monographs*, 38.
- Emlen, J. T. 1970. Hábitat selection by birds following a forest fire. *Ecology*, vol.51, 2: 343-345.

- Engler, R.; Guisan, A. and Rechsteiner, L. 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.
- Ericson, P. G. P.; Irestedt, M. and Johansson, U. S. 2003. Evolution, biogeography, and patterns of diversification in passerine birds. *Journal of Avian Biology*, 34: 3-15.
- Ericson, P. G. P.; Jansén, A.-L.; Johansson, U. S. and Ekman, J. 2005. Inter-generic relationships of the crows, jays, magpies and allied groups (Aves: Corvidae) based on nucleotide sequence data. *Journal of Avian Biology*, 36: 222-234.
- Espinosa, A. de Los M. and Cracraft, J. Intergeneric relationships of the new world jays inferred from cytochrome b gene sequences. *The Condor*, 99: 490-502
- Fielding, A. H. and Bell, J. F. 1997. A review of methods for the assessment of prediction errors in conservation presence/absence models. *Environmental Conservation*, 24(1): 38-49.
- Fearnside, P. M. 2002. Avanço Brasil: Environmental and Social Consequences of Brazil's Planned Infrastructure in Amazônia. *Environmental Management*, 6: 735-747.
- Fearnside, P. M. e Laurance W. F. 2002. O futuro da Amazônia: os impactos do programa avanço Brasil. *Ciência Hoje*, 182(mai): 61-65.
- Fearnside, P. M. and Alencastro Graça, P. M. L. de. 2006. BR-319: Brazil's Manaus-Porto Velho highway and the potential impact of linking the arc of deforestation to central Amazonia. *Environ Manage*, 38:705-716.
- Franzreb, K E. 1984. Foraging habits of ruby-crowned and golden-crowned kinglets in an Arizona montane forest. *Condor*, 86:139-145.
- Garshelis, D. L. 2000. Delusions in habitat evaluation: measuring use, selection, and importance. In: Boitani, L.; Fuller, T. K. 2000. (Eds). *Research techniques in animal ecology: controversies and consequences*. Columbia University Press, NY, USA. p. 111-164.
- Goodwing, D. 1976. *Crows of the world*. Cornell University Press, Ithaca, NY. 354pp.

- Guisan, A., and Zimmermann, N. E. 2000. Predictive habitat distribution models in ecology. *Ecological Modeling*, 135: 147-186.
- Hardy, J. W. 1969. A taxonomic revision of the new world jays. *The Condor*, 71:360-375.
- Hardy, J. W. 1981. Communal social biology of the Southern San Blas Jay. *Bull. Florida State Mus. Biol. Sci.*, 26(4):203-264.
- Hejl, S. J.; Verner, J. and Bell, G. W. 1990. Sequential versus initial observations in studies of avian foraging. *Studies in Avian Biology*, 13: 166-602.
- Hildén, O. 1965. Hábitat selection birds, a review. *Ann. Zool. Fenn.* 2: 53-75.
- Hilty, S. L. 2003. *Birds of Venezuela*. Princeton University Press. Princeton, New Jersey. USA. 880.pp.
- Hirzel, A. and Guisan, A. 2002. Which is the optimal sampling strategy for habitat suitability modeling. *Ecological Modeling*, 157: 331-341.
- IUCN. 2001. IUCN Red List Categories and Criteria: Version 3.1. IUCN Species Survival Commission. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK, ii + 30 pp.
- IUCN. 2007. IUCN Red List of Threatened Species. Disponível em <http://www.iucnredlist.org/>. Acesso em 1 de julho de 2007.
- Jacob, A. A. and Rudran, R. 2003. Radiotelemetria em estudos populacionais. In Cullen, L. Jr. Valladares-Padua, R. Rudran, R. 2003. (Eds). *Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre*. Editora da Universidade Federal do Paraná (UFPR) e Fundação O Boticário de Proteção à Natureza, Curitiba, PR, Brasil. pp. 285-341.
- Jarvis A.; Reuter; H.I.; Nelson, A. and Guevara E. 2006, Hole-filled seamless SRTM data V3, International Centre for Tropical Agriculture (CIAT). Disponível em <http://srtm.csi.cgiar.org>. Acesso em 11 de Janeiro de 2008.
- Jaynes, E.T. (1957). Information theory and statistical mechanics. *Phys. Rev.*, 106: 62-630.

- Kasecker, T. P. 2006. *Efeito da estrutura do hábitat 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.
- Kasischke, E. S.; Melack, J. M. and Dobson, M. C. 1997. The use of imaging radars for ecological applications- a review. *Remote Sens. Environ*, 59: 141-156.
- Koeling, R. 2000. Chunking with maximum entropy models. *Proceedings of CoNLL-2000 and LLL-2000*, pp 139-141.
- Madge, S. and Burn, H. 1999. *Crows and Jays*. Princeton University Press. Princeton, New Jersey. USA. pp 216.
- Marini, M. Â. e Garcia, F. I. 2005. Birds conservation in Brasil. *Conservation Biology*, 3(jun): 665-671.
- Mittermeier, R. A., Mittermeier, C. G.; Brooks, T. M.; Pilgrim, J. D.; Konstant, W. R.; Fonseca, G. A. B. and Kormos, C. 2003. Wilderness and biodiversity conservation. *Proceedings of the National Academy of Science*, 100: 10309-10313.
- Morrison, M. L. 1984. Influence of sample size and sampling design on analysis of avian foraging behavior. *Condor*, 86:146-150.
- Oliveira, A. A. de, Daly, D., Vicentini, A.; Cohn-Haft, M. In Oliveira, A. A. de, Daly, D. 2001 (Eds). *Florestas do Rio Negro*. UNIP/Companhia das Letras/NYBG, São Paulo, Brasil. pp. 179-219.
- Oren, D. C. and Albuquerque, H. G. 1991. Priority areas for new avian collections in Brazilian Amazonia. *Goeldiana Zool.*, 6.
- Peterson, A. T.; Soberon, J. and Sanchez-Cordero, V. (1999) Conservatism of ecological niches in evolutionary time. *Science*, 285:1265-1267.
- Peterson, A. T.; Ball, L. G. and Cohoon, K. P. 2002. Predicting distributions of Mexican birds using ecological niche modelling methods. *Ibis*, 144: E27-E32.

- Phillips, S. J.; Dudík, M. and 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.; Anderson, R. P. and Schapire, R. E. 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling*, 190: 231-259.
- Phillips, S. J. and Dudík, M. 2008. Modeling of species distributions with Maxent: new extensions and a comprehensive evaluation. *Ecography*, 31: 161-175.
- Pires, J. M. and Prance, G. T. In Prance, G. T. and Lovejoy, T. E. (Eds) 1985. *Amazonia*. Pergamon Press, Oxford. Pp. 109-145.
- Powell, R. 2000. Animal home ranges and territories. In: Boitani, L.; Fuller, T. K. 2000. (Eds). *Research techniques in animal ecology: controversies and consequences*. Columbia University Press, NY, USA. pp. 65-110.
- Primack, R. B. e Rodrigues, E. 2001. *Biologia da conservação*. Editora. Planta, Londrina, PR, Brasil, 328pp.
- Recher, H. F. and Gebski, V. 1990. Analysis of the foraging ecology of eucalypt forest birds: sequential versus single-point observations. *Studies in Avian Biology*, 13: 174-180.
- Remsen, J. V. Jr. and Robinson, S. K. 1990. A classification scheme for foraging behavior of birds in terrestrial habitats. *Studies in Avian Biology*, 13: 144-160.
- Resende, M.; Curi, N.; Rezende, S. B.; Corrêa, G. F. 1999. *Pedologia: base para distinção de ambientes*. Viçosa: NEPUT. 367 pp.
- Ricklefs, R. E. 2001. *A economia da natureza*. 5ª Edição. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. 505pp.
- Ridgely, R. S.; Allnutt, T. F.; Brooks, T.; McNicol, D. K.; Mehlman, D. W.; Young, B. E. and Zook, J. R. 2005. Digital Distribution Maps of the Birds of the Western Hemisphere, version 2.1. NatureServe, Arlington, Virginia, USA.

- Rushton, S. P.; Ormerod, S. J. and Kerby, G. 2004. New paradigms for modelling species distributions? *Journal of Applied Ecology*, 41, 193–200
- Saveraid, E. H.; Debisnki, D. M.; Kindscher, K. and Jakubauskas, M. E. 2001. A comparison of satellite data and landscape variables in predicting species occurrence in the Greater Yellowstone Ecosystem, USA. *Landscape Ecology*, 16: 71-83.
- SDS – Secretaria de estado do meio ambiente, 2005. *Plano estratégico para promoção do desenvolvimento sustentável e o combate ao desmatamento e grilagem de terras na área de influência da BR-319. Versão 2.0. Manaus*. Disponível em <<http://www.sds.am.gov.br>>. Acesso em 21 de Dezembro de 2006.
- Sick, H. 1997. *Ornitologia brasileira*. 2nd ed. 4ª imp. Nova Fronteira, Rio de Janeiro, RJ. Brasil. 912p.
- Silveira, M. 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. Disponível em www.nybg.org/bsci/acre/pdfs/VegetacaoeFloraCampinaranas.pdf. Acesso em 08 de Agosto de 2007.
- Soares-Filho, B. S.; Nepstad, D. C.; Curran, L. M.; Cerqueira, G. C.; Garcia, R. A. and Ramos, C. A.; Voll, E.; McDonald, A.; Lefebvre, P. and Schlesinger, P. 2006. Modelling conservation in the Amazon basin. *Nature*, 440: 520-523.
- Spera, S. T.; Ferreira, M. M.; CURI, N. 1996. Inter-relações entre propriedades físico-hídricas do solo e a ocorrência de vegetação de mata e campo adjacentes no Alto Rio Grande (MG). *Ciência e Agrotecnologia*, 20(2): 178-182.
- Stillman, R.A. and Brown, A.F. 1994. Population sizes and hábitat sizes of upland breeding birds in the South Pennines, England. *Biological Conservation*, 69: 307–14.
- Terborgh, J. 1985. Hábitat selection in Amazonian birds. In Cody, M. L. (Ed). *Habitat selection in birds*. Academic Pres, Orlando, FL, USA. P311-340.

- Veloso, H. P.; Rangel-Filho, A. L. R. R. e Lima, J. C. A. 1991. *Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal*. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Rio de Janeiro, RJ, Brasil. 124pp.
- Wagner J. L. 1981. Visibility and bias in avian foraging data. *Condor*, 83: 263-264.
- Wiley, E. G.; McNyset, K. M.; Peterson, A. T.; Robins, C. R. and Stewart, A. M. 2003. Niche modeling and geographic range predictions in the marine environment using a machine-learning algorithm. *Oceanography*, 16 (3): 120-127.
- Woolfenden, G. E. and Fitzpatrick, J. W. 1984. *The Florida scrub jay: demography of a cooperative breeding bird*. Princeton University Press. Princeton, New Jersey. USA. 407.pp.
- Wright, A.; Poli, R.; Stephens, C.; Langdon, W. B. and Pulavarty S. 2004. *An Estimation of Distribution Algorithm Based on Maximum Entropy*. Disponível em <<http://cswww.essex.ac.uk/staff/rpoli/papers/geccowright2004.pdf>>. Acesso em 5 de Abril de 2008.

Tabelas

Tabela 1 – Área total de hábitat disponível (empregadas nos modelos), tamanho populacional para *Cyanocorax* sp., categoria da IUCN qualificando a espécie de acordo com o valor encontrado e resultado do estudo de caso.

Modelo	Indiv. maduros	A = hábitat (km ²)	B = bandos/km ²	P = n° indiv.	Categorias IUCN
máximo	Bando	4550	2,94	59567	Ameaça próxima
	Casal			26474	
mínimo	Bando	4550	0,022	454	Ameaça próxima
	Casal			202	
caso máx.	Casal	1,9	2,94	11	-----
caso mín.	Casal		0,022	0,1	

Tabela 2 – Caracterização dos complexos norte e sul de campos naturais do interflúvio Madeira-Purus quanto a quantidade de campo, áreas correspondentes e contribuição proporcional na área de ocorrência para a espécie focal.

Complexo	N° campos naturais	Área ocupação	Área ocorrência 2 complexos	% correspondente à área ocorrência 2 complexos	% correspondente à área ocorrência interflúvio
Norte	643	537	45709	0,4	0,2
Sul	1288	2942	82499	2,3	1,0
Total	1931	3479	128208	2,7	1,2

Figuras

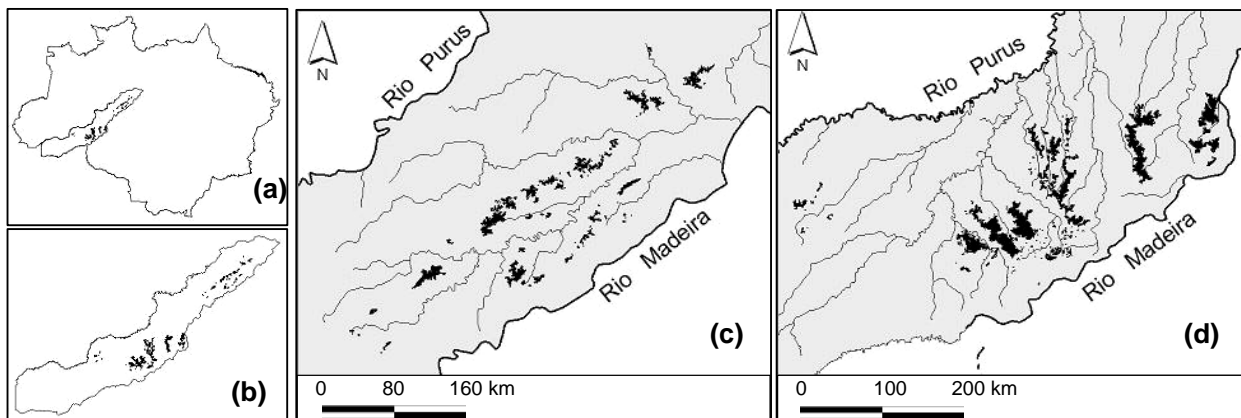


Figura 1 – Área de estudo: Mapas da Amazônia (legal) brasileira (a), do Interflúvio Madeira-Purus (b) e dos Complexos de campos do Igapó-açu–Matupiri (c) e do Puciarí–Humaitá (d).

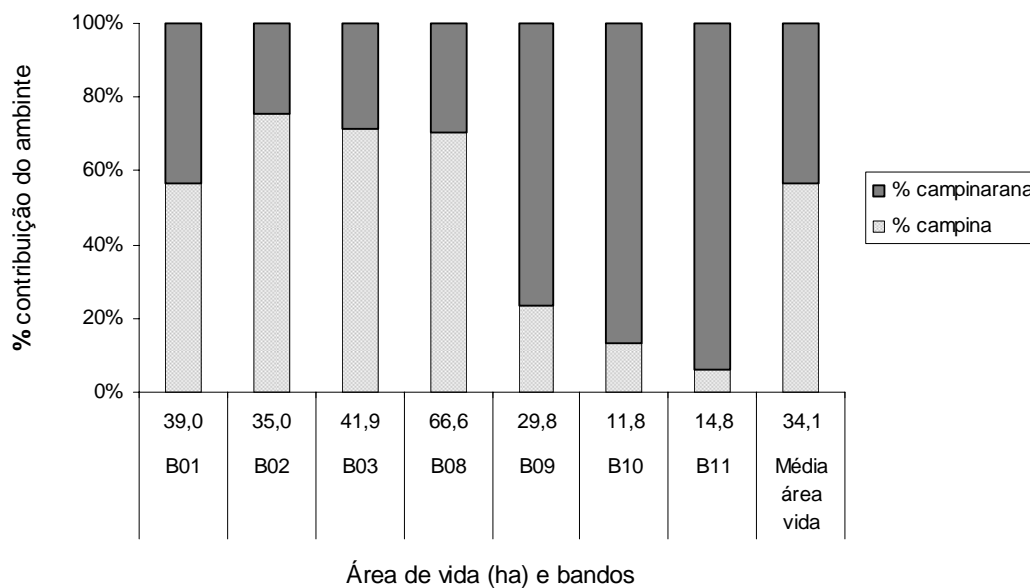


Figura 2 – Padrões de uso do hábitat e contribuição proporcional dos hábitats na área de vida de sete bandos de *Cyanocorax* sp.; respectivamente $n = 37$, $n = 111$, $n = 32$, $n = 51$, $n = 150$, $n = 29$, $n = 20$, $n = 430$.

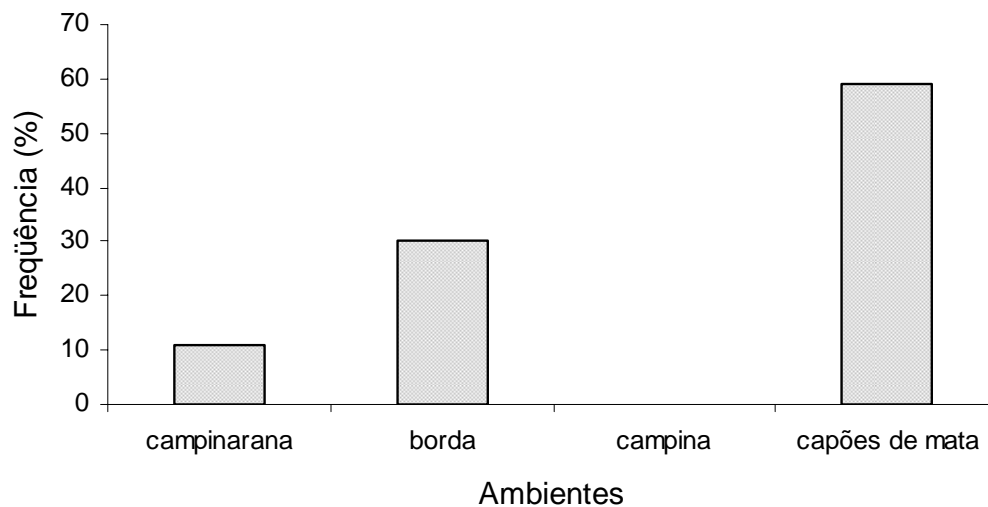


Figura 3 – Padrão de uso do hábitat pelos indivíduos focais de *Cyanocorax* sp. (n = 256).

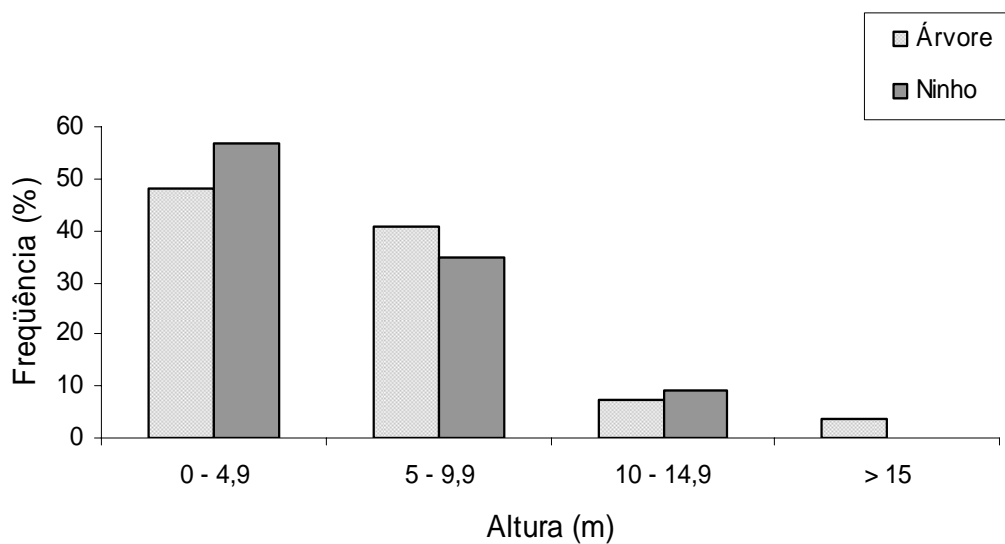


Figura 4 – Frequências das alturas (m) das árvores (utilizadas como poleiros pelo indivíduo focal) e dos poleiros (utilizados pelo indivíduo focal) em relação ao chão (n = 47).

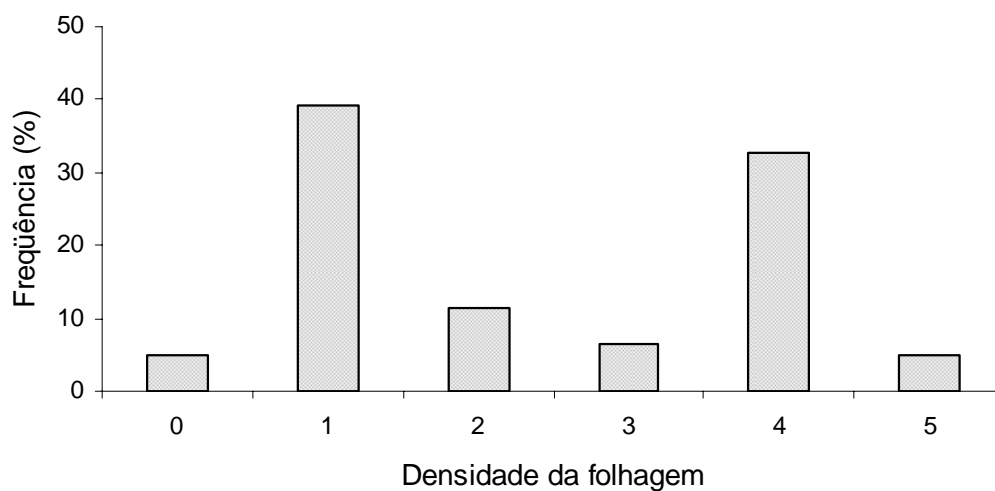


Figura 5 – Frequência das classes de densidade da folhagem ao redor do indivíduo focal: 0 = nenhuma vegetação; 1 = densidade de vegetação muito baixa (de 95-99% de toda a luz passando pela esfera); 2 = baixa densidade de vegetação (de 75-95% da luz passa); 3 = moderadamente denso (de 25-75% da luz passa); 4 = alta densidade (apenas 5-25% da luz passa); 5 = extremamente denso (de 0-5% da luz passa), (n = 57).

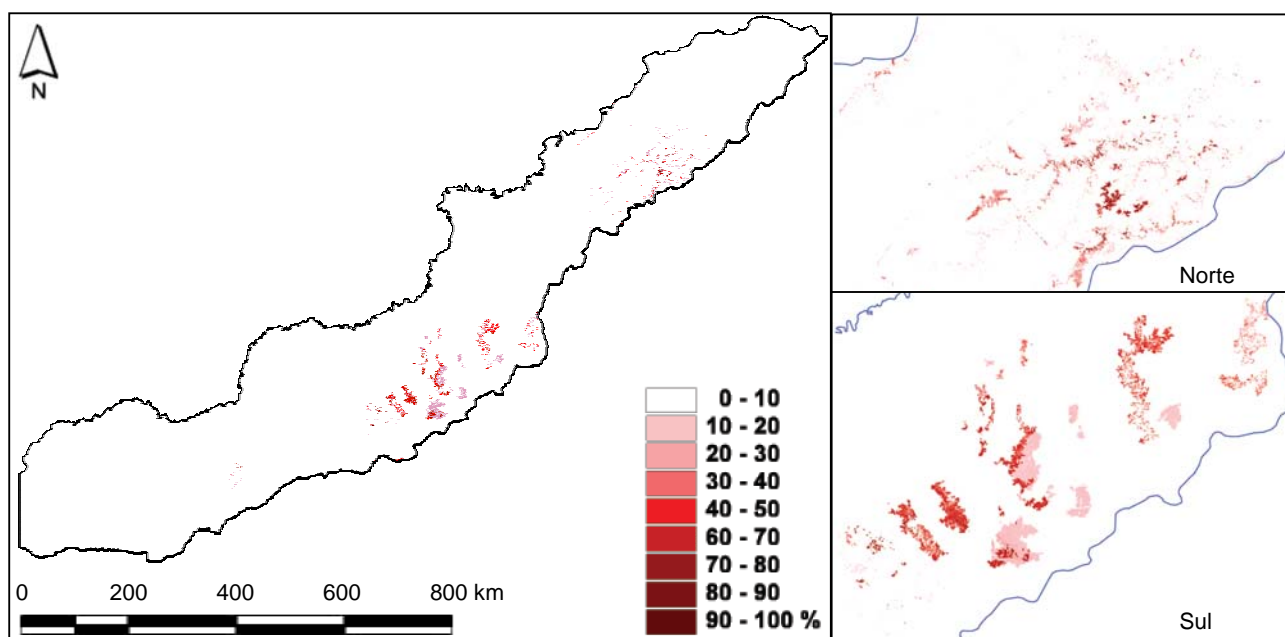


Figura 6 – Mapa da distribuição das probabilidades de distribuição previstas para *Cyanocorax* sp. no interflúvio Madeira-Purus. Áreas com altas probabilidades representam áreas previstas contendo as melhores condições para a espécie.

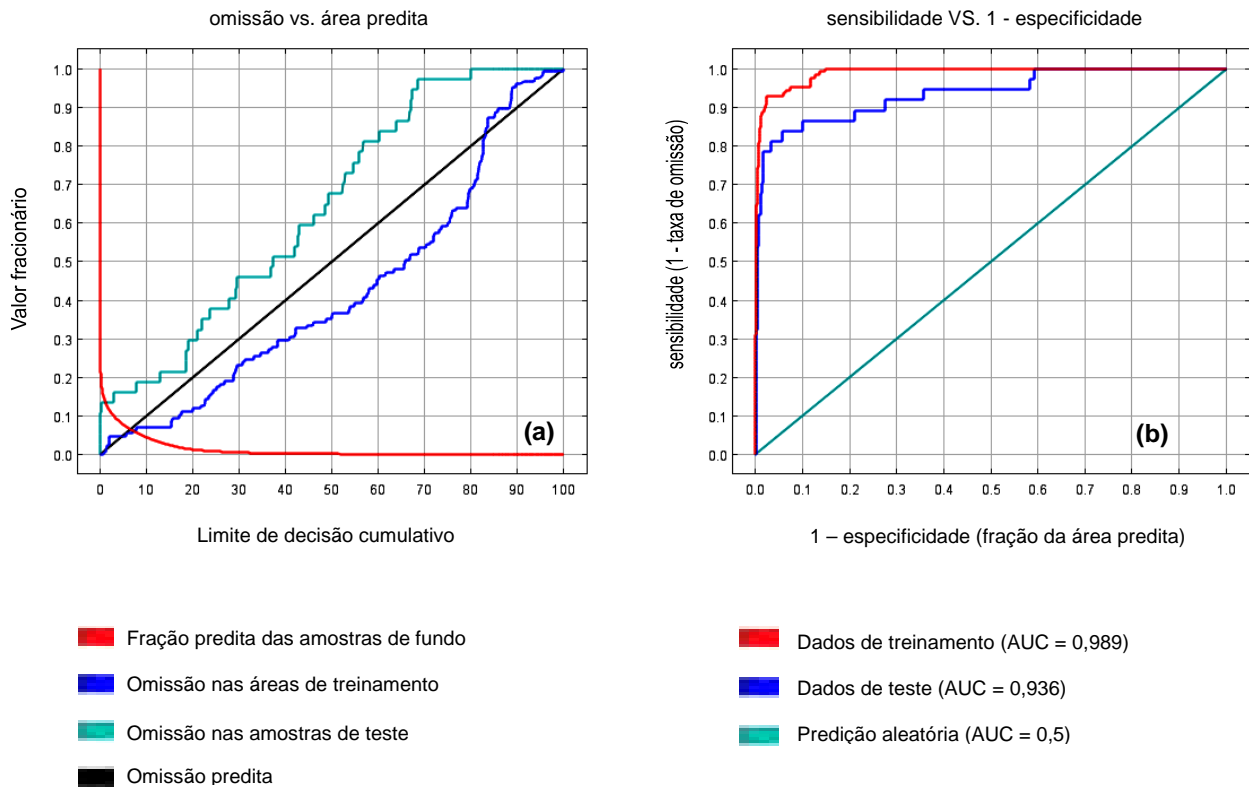


Figura 7 – (a) Qualidade do ajuste do modelo e (b) Desempenho do classificador.

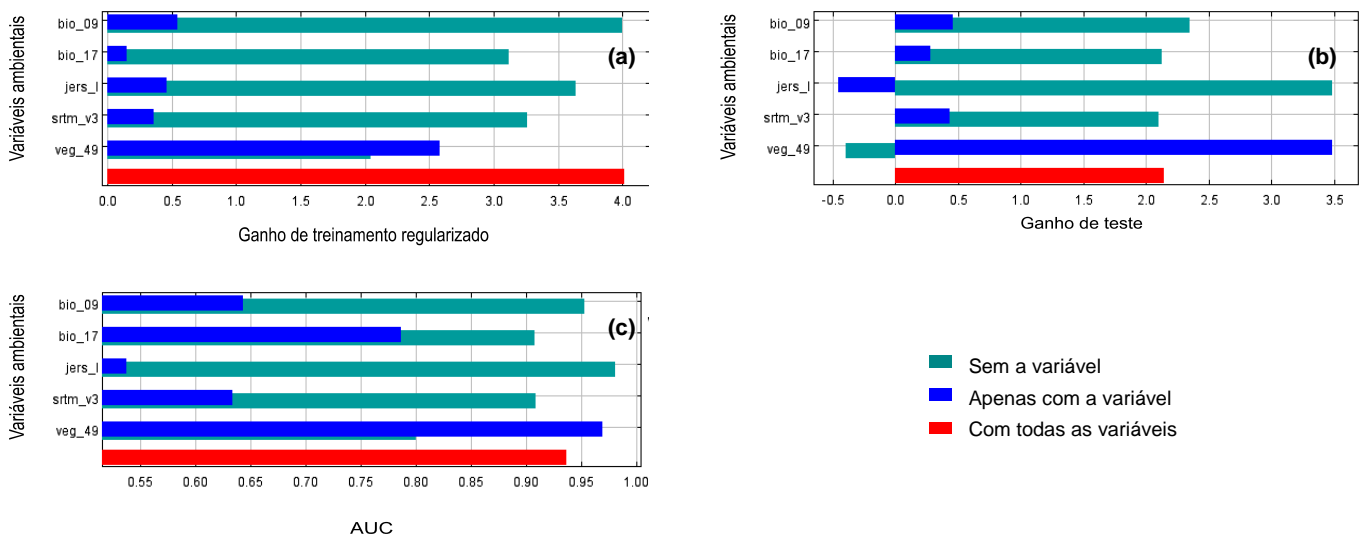


Figura 8 – Testes *jackknife* para os modelos de avaliação da importância e do percentual de contribuição das variáveis utilizadas para prever a ocorrência da espécie.

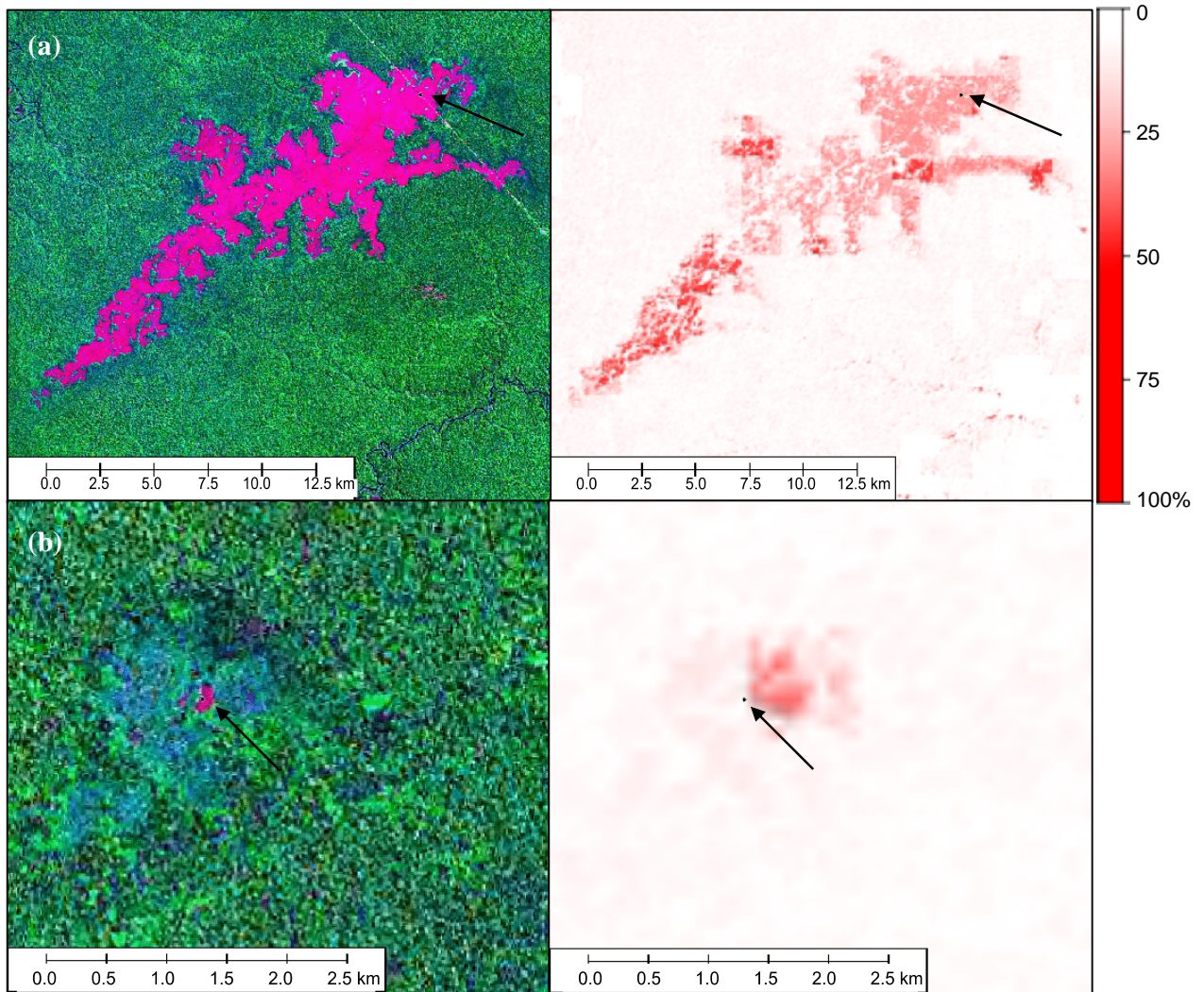


Figura 9 – Imagem Landsat 5 2000 RGB 543 (à esquerda) e mapa preditivo da distribuição da espécie (à direita) prevendo respectivamente (a) local do holótipo e (b) novo registro em um campo natural próximo à BR-319; atuando como validação externa do modelo gerado. Ambos os pontos pertencem ao complexo norte.

Artigo 2

Acta Amazônica

Biologia reprodutiva de *Cyanocorax* sp. (Aves – Corvidae)

Resumo

Cyanocorax sp. (Aves – Corvidae) é possivelmente uma espécie nova de gralha recém descoberta, ainda não descrita, mas já ameaçada de extinção; ela habita os campos naturais do interflúvio Madeira-Purus na Amazônia Central. Este é o primeiro estudo sobre a biologia reprodutiva da espécie e visou reunir informações sobre o período e sistema reprodutivo, características dos ninhos, ovos, ninhegos, jovens e hábitat de nidificação. Foram investigados 11 campos naturais, cinco ao norte e seis ao sul do interflúvio, em dez destes foram encontrados ao todo 11 bandos da espécie focal. Por meio de registros, observações e análises descritivas, estes aspectos foram investigados e relacionados com o ambiente utilizado pela espécie. A espécie focal se reproduz de maio a outubro, período de baixa precipitação na região, nidificando em capões de mata no interior dos campos e também na borda destes. O sistema de reprodução cooperativa, presente nos corvídeos, foi confirmado pela presença dos ajudantes de ninho; características juvenis observadas estão presentes também em outras espécies. Devido à fragilidade ambiental das fisionomias de campina e campinarana, prática de queimadas nestes mesmos ambientes durante o período reprodutivo da espécie, ameaças antrópicas estimuladas pela reconstrução d BR-319 e previsões de desmatamento para a região do interflúvio Madeira-Purus, a espécie num futuro próximo pode sofrer grande redução de hábitat reprodutivo. Com as informações deste trabalho pôde-se compreender melhor algumas das exigências da espécie quanto à reprodução além de trazer novas informações sobre a família Corvidae.

Palavras-chave: Conservação, Reprodução cooperativa, Hábitat de nidificação, Interflúvio Madeira-Purus, Amazônia Central.

Abstract.

Cyanocorax sp. (Aves – Corvidae) is a recently discovered probable new species of jay, not yet described and inhabits the natural Amazonian *campos* of the Madeira-Purus interfluve. This is the first study of the species' habits in the wild, and it aimed to gather information about reproductive biology. Eleven *campos* were studied, five in the north and six in the south, in ten of which groups of jays were encountered. Based on point records, observations, descriptive and statistical analyses, these characteristics were investigated and related to local ecological conditions. It reproduces during the dry season (May-October), at least, nesting in small clumps of low trees within the *campos* and at their edges. It apparently shares the cooperative nesting system found in some other corvid species, based on the presence of helpers at the nest. Juvenile traits, such as juvenal plumage and iris and gape color, were observed for the first time in this species and resemble those found in other jay species. In addition the threats to the species include: fragility of the campina/campinarana hábitat with respect to fires, which are often set during the bird's reproductive season; impacts of the repaving of the BR-319 highway; and deforestation predicted for the entire Madeira-Purus interfluve.

Key words: Conservation, Cooperative breeding, Nestling hábitat, Madeira-Purus interfluve, Central Amazon.

Introdução

A família Corvidae, composta basicamente pelos corvos e gralhas, está presente em todos os continentes exceto nos pólos (Goodwin, 1976; Sick, 1987; Madge e Burn, 1999; Ericson *et al.*, 2003; Ericson *et al.*, 2005; Ridgely *et al.*, 2005). Os membros desta família possuem alto grau de socialização com diferentes níveis de comportamento gregário (Goodwin, 1976). Muitos possuem reprodução cooperativa na qual indivíduos de gerações anteriores permanecem com os pais ajudando na construção do ninho, alimentação da fêmea em choca, defesa do território reprodutivo e criação dos irmãos mais novos (Goodwin, 1976; Woolfenden e Fitzpatrick, 1984; Brown, 1987; Sick, 1987; Marzluff e Balda, 1992). Porém nem todos os corvídeos demonstram este comportamento; inclusive existem espécies cujas populações podem ou não manifestar o comportamento (e.g., populações de *Aphelocoma coerulescens*) (Woolfenden e Fitzpatrick, 1984; Madge e Burn, 1999); em geral, esta característica parece associada a uma dependência de recursos com disponibilidade limitada e ao tamanho populacional (Woolfenden e Fitzpatrick, 1984). Estudos detalhados de variação na qualidade do habitat apóiam explicações alternativas para a existência de reprodução cooperativas nas populações de *Aphelocoma coerulescens*, como desde uma grande variação na qualidade do hábitat (para reprodução) até hipóteses que consideram pouca “adaptação” da estratégia reprodutiva às condições atuais de uso da terra e mudanças climáticas (Burt e Peterson, 1993).

Todos os membros estudados do gênero *Cyanocorax*, gralhas neotropicais, apresentam o sistema de reprodução cooperativa (como por exemplo, *C. beecheii*, *C. caeruleus*, *C. cristatellus*, *C. dickeyi*, *C. yncas yncas*) (Goodwin, 1976; Brown, 1987; Sick, 1987; Anjos, 1988; Anjos, 1995; Amaral e Macedo, 2003; Iwaniuk e Arnold, 2004). Entretanto, apesar das gralhas serem aves conspícuas e relativamente bem conhecidas, muitas espécies continuam sem estudos sobre seu sistema social e reprodutivo; principalmente as espécies amazônicas. A maioria dos trabalhos sobre gralhas foram conduzidos em biomas brasileiros não amazônicos, e também nas Américas Central e do Norte (Hardy, 1961; Alvarez, 1975; Haemig, 1979; Sick, 1987; Anjos, 1988; Anjos, 1991; Anjos e Vielliard, 1993; Anjos, 1995; Bornschein, *et al.*, 1996; Reinert e Bornschein, 1998; Amaral e Macedo, 2003). Assim, não se sabe se as características relacionadas à reprodução cooperativa das espécies já estudadas estariam presentes também nas espécies amazônicas. Entender o sistema social-reprodutivo das espécies é essencial, pois estas informações são diretamente relacionadas ao tamanho

populacional e à vulnerabilidade a diferentes tipos de atividades antrópicas; pois, o número de indivíduos nascidos a cada geração seria menor se apenas um casal por bando se reproduzir do que se todos do bando se reproduzissem juntos (reprodução comunal). Tais informações são úteis e devem ser levadas em consideração para medidas práticas de conservação (Primack e Rodrigues, 2001).

Este é o primeiro estudo sobre a biologia reprodutiva e história natural de *Cyanocorax* sp., possivelmente uma espécie nova de gralha amazônica, recém descoberta e já ameaçada de extinção (Artigo 1); principalmente devido a sua distribuição restrita (Artigo 1) e as atividades antrópicas que ameaçam sua área de ocorrência. (Fearnside, 2002; Fearnside e Laurance, 2002; Brandon *et al.*, 2005; SDS, 2005; Fearnside e Graça, 2006; Soares-Filho *et al.*, 2006). Relatamos aqui informações sobre a biologia reprodutiva, incluindo aspectos de cuidado parental, comportamento dos ajudantes de ninho, informações sobre nidificação e descrição de características juvenis, do ninhego e dos ovos. Essas informações, juntamente com estimativas de tamanho populacional, uso de hábitat e potencial distribuição (Artigo 1), permitem aprimorar a avaliação do grau de ameaça da espécie e propor medidas necessárias para a conservação da mesma.

Material e Métodos

Área de estudo

A vegetação dominante entre os rios Madeira e Purus é a floresta ombrófila densa (floresta de porte alto), com áreas de vegetação de campinarana arborizada ou florestada (vegetação intermediária entre floresta alta e vegetação aberta) que circundam áreas de campinarana gramíneo-lenhosa (vegetação baixa e aberta); localmente estes três tipos vegetacionais são conhecidos respectivamente por floresta de terra firme, campinarana e campina, estas últimas são planícies cobertas por um tapete de Graminae e Cyperaceae (Pires e Prance, 1985; Anderson, 1991; Veloso *et al.*, 1991; Oliveira *et al.*, 2001). A união entre as fisionomias de campinarana e campina é denominada neste trabalho de campo natural. Existe uma estreita relação entre o tipo de vegetação e as propriedades do solo sobre o qual essa vegetação ocorre (Resende *et al.*, 1988). Em campos e matas adjacentes a transição da vegetação no sentido campo-mata está relacionada à mudança do tipo de solo e de suas

propriedades físico-hídricas; acompanhando um gradiente campo-mata há aumento na profundidade dos solos, diminuição na quantidade de frações grosseiras ($> 2,0$ mm) e aumento na permeabilidade (Spera *et al.*, 1996). O interflúvio Madeira-Purus possui dois grandes complexos isolados de hábitat de campos naturais amazônicos em solos arenosos que alagam rasamente na estação chuvosa. Separando os complexos há uma extensa área de floresta de terra firme que diferencia dos complexos pela ausência de campos naturais. O complexo de campos do Igapó-açu–Matupiri está localizado na porção norte do interflúvio e possui campos com até 30 km de comprimento; já o complexo de campos do Puciari–Humaitá está na porção sul do interflúvio e contém campos com até 80 km de comprimento (Figura 1). A fase de campo deste estudo foi realizada em 2007 totalizando 55 dias de amostragem.

Coleta de dados

No complexo de campos do Igapó-açu–Matupiri foram visitados cinco campos naturais: três ($5^{\circ}8'S$, $60^{\circ}44'W$) de junho a julho durante 17 dias e dois ($4^{\circ}53'S$; $61^{\circ}7'W$) em julho durante 7 dias. No complexo de campos do Puciari–Humaitá foram visitados seis deles: um ($8^{\circ}39'S$, $64^{\circ}21'W$) em maio durante 7 dias, quatro ($8^{\circ}56'S$; $64^{\circ}33'W$) em setembro durante 17 dias e um ($7^{\circ}56'S$; $63^{\circ}51'W$) em outubro durante 7 dias.

Baseado nas informações de M. Cohn-Haft e A. M. Fernandes (dados não publicados) e em buscas não sistematizadas na floresta de terra firme, optou-se por concentrar os esforços amostrais nos ambientes mais prováveis de se encontrar a espécie focal. Para tanto foram utilizados dois métodos: o primeiro de busca ativa por bandos e ninhos e o segundo de acompanhamento do indivíduo focal. Ambos os métodos foram empregados em dias distintos. As buscas iniciaram no horário do sol nascente eram encerradas ao sol poente; estas foram realizadas por três observadores simultaneamente, andando em paralelo um ao outro na borda campina-campinarana a uma distância de 10 m entre si; a busca visual ocorreu numa faixa de 10 m de ambos os lados de cada observador. Assim, foram amostrados os ambientes de campina, borda campina-campinarana e campinarana. Além disso, realizou-se a procura por ninhos em capões de mata com vegetação arbóreo-arbustiva no interior das campinas. Por meio deste método foram identificados ninhos e dormitórios dos bandos para a coleta de dados de faixa etária, características do ninho, ovo, ninhego, jovem e hábitat de nidificação da espécie focal. Uma vez encontrados os grupos, localizou-se dormitórios e ninhos ativos. O

indivíduo focal foi acompanhado até que o bando fosse perdido de vista. Não houve marcação de indivíduos; assim por meio da experiência e observações em campo, foram considerados ajudantes de ninho quaisquer indivíduos vistos atuando junto ao suposto casal (fêmea no ninho e adulto que a acompanhava). O acompanhamento foi realizado por um observador (MASJr) e iniciava no horário do sol nascente, e ao entardecer antes do sol poente e também em eventuais encontros ao longo do período diurno. Por meio deste método foram coletados dados de faixa etária e comportamento reprodutivo.

Os dados de faixa etária foram tomados a partir da plumagem diferenciada do jovem (filhote após abandonar o ninho) e também por meio de seis indivíduos coletados (M. Cohn-Haft, dados não publicados). As características dos filhotes e ovos foram registradas com câmeras fotográficas. Estas foram suspensas acima dos ninhos com o auxílio de varas; e quando possível, os ninhos foram acessados subindo nas árvores em que estavam apoiados ou em árvores próximas. Os dados de comportamento reprodutivo foram coletados de maneira seqüencial a partir da observação do indivíduo focal, de um ninho em construção e de três ninhos ativos contendo ovos ou ninhego. Foram considerados ajudantes de ninho quaisquer indivíduos adultos (exceto a fêmea em choca) envolvidos na defesa do ninho, alimentação da fêmea com filhotes e alimentação do indivíduo jovem. A distâncias de observação variou de 20 até 50 m.

Os ninhos encontrados foram georreferenciados e os pontos armazenados em um sistema de informações geográficas (SIG). Dos ninhos foram anotadas as seguintes características: tamanho T-1 (comprimento e largura, onde foram considerados galhos que despontavam isoladamente), atividade, estado de conservação, ambiente, altura do ninho acima do chão (estimada em metros), altura da planta contendo o ninho acima do chão (estimada em metros), diâmetro a altura do peito (DAP) do tronco da planta contendo o ninho, densidade da folhagem ao redor do ninho (estimada com escala qualitativa de 0 a 5 de aumento de densidade de folhagem adaptada de Remsen e Robinson [1990]). Além disso, para ninhos encontrados em capões de mata (dentro das campinas) foram tomadas as seguintes medidas: ponto georreferenciado no centro do capão de mata armazenado em SIG, tamanho do capão de mata (maior comprimento por maior largura, devido ao formato irregular destas), distância do centro do capão de mata em relação à borda campina-campinarana. Cinco ninhos foram coletados e depositados na Coleção de Aves do INPA; destes mediu-se diâmetro do maior e comprimento do maior e menor gravetos, tamanho T-2

do ninho (comprimento por largura desconsiderando galhos que despontavam isoladamente), diâmetro e profundidade da câmara oológica e espessura dos filamentos constituintes desta.

Análise dos dados

Descrições do local do ninho, dos ninhos, dos ovos, dos ninhegos e dos indivíduos imaturos

A área do capão de mata foi calculada, assumindo que estas teriam a forma de elipse, com a fórmula para área da elipse: $\frac{\pi}{4} * ab$, onde $\pi = 3,14$, “a” representa o semi-eixo menor e “b” o semi-eixo maior. Já a distância do centro do capão de mata até a borda foi calculada no programa ArcView 3.2 (ESRI, 1996) com o pontos georreferenciados e imagens Landsat 5 2000 composição falsa cor RGB 543. A descrição das características dos ovos, filhotes e jovens foi baseada em registros audiovisuais e observações de campo. Nenhum ovo ou indivíduo jovem foi coletado.

Faixa etária, características dos bandos e comportamento reprodutivo

Os seis indivíduos adultos coletados foram taxidermizados, os sexos foram determinados por meio do exame direto das gônadas. Foi calculada a média e desvio padrão do número de indivíduos por bando. Utilizou-se nesta análise apenas o segundo registro do acompanhamento de cada indivíduo focal a fim de evitar a dependência estatística dos dados coletados de maneira seqüencial e o efeito de excesso de representação; neste último os resultados poderiam ser orientados a favor de indivíduos ou comportamentos que são fáceis de seguir ou reconhecer (Wagner, 1981; Franzreb, 1984; Morrison, 1984; Bradley, 1985; Hejl *et al.*, 1990; Recher e Gebski, 1990).

Resultados

Na busca ativa foram amostrados 120,2 km² de campina, 130 km² de borda campina-campinarana, 163,1 km² de campinarana e 82,5 km² de perímetro dos capões de mata. Além

disso, foram percorridos vários quilômetros de floresta de terra firme entre as áreas de amostragem, onde não foi encontrado nenhum indivíduo da espécie focal. Já o acompanhamento do indivíduo focal totalizou 73h de observação. O ninhego foi acompanhado por dois dias com um de intervalo. Foram encontrados 11 bandos de *Cyanocorax* sp., em 10 campos naturais distintos com diferentes áreas e formatos; destes campos naturais, apenas em um foi encontrado mais de uma bando (neste caso, dois bandos). Três ninhos ativos foram encontrados e estes pertenciam a três bandos distintos que estavam chocando ovos, dois destes apresentaram ninhego, sendo que um destes apresentou ninhego e ovo (Tabela 1).

Descrição e características do local dos ninhos, dos ninhos, dos ovos, dos ninhegos e dos indivíduos imaturos

Dos ninhos encontrados, 88% estavam na campina sempre dentro de capões de mata, e apenas dois destas possuíam dois ninhos cada; os demais ninhos estavam na borda campina-campinarana exceto por um que se encontrava em uma área de campinarana antropizada (derrubada e queimada há pelo menos seis meses, segundo entrevista com moradores). Não há padrão na distribuição espacial de ninhos ativos e inativos a não ser a baixa frequência de capões de mata com mais de um ninho. A distância dos capões de mata até a borda campina-campinarana mais próxima variou de 2 até 250 m, distância média 37 m (± 45) (Figura 2), 29 % dos capões de mata encontram-se a distâncias entre 10 e 19 m da borda mais próxima; já a área dos capões de mata com ninhos esteve entre 3 a 28000 m², área média 993 m² (± 4037), 43 % destas possuem áreas entre 1 e 100 m² (Figura 3). Os valores do diâmetro a altura do peito (DAP) variaram entre 5 e 93 cm, DAP médio 32 cm (± 19), 49 % possuíam DAP entre 1,0 e 24,9 cm (Figura 4); a altura da planta contendo o ninho esteve entre 2,2 a 9,0 m, altura média 4,9 m ($\pm 1,6$), 49 % dos ninhos estavam em árvores de 2,5 a 4,9 m de altura (Figura 5); a altura do ninho em relação ao chão foi entre 1,0 e 6,5 m, altura média 3,5 m ($\pm 1,3$), 60 % dos ninhos estavam em árvores de 2,0 a 3,9 m de altura (Figura 5). A densidade da folhagem ao redor ninho foi mais frequente nas categorias 3 e 4 respectivamente 32 e 33 %; onde 3 representa densidade moderada com 25 – 75 % da luz passando e 4 alta densidade de folhagem com 5 – 25 % da luz passando (Figura 6).

Apenas um ninho encontrado estava em processo de construção, e em todas as observações apenas um indivíduo foi observado a cada vez com material nidial (transportando

gravetos no bico (Figura 7). Entretanto, não foi possível determinar se este era sempre o mesmo indivíduo. Esta tarefa era realizada pela manhã imediatamente após o início das atividades do grupo e à tarde quando este retornava ao dormitório. Em ambos os períodos o indivíduo transportava apenas um graveto e logo em seguida juntava-se ao restante do bando.

Foram encontrados 56 ninhos em diferentes estados de conservação, destes, apenas um estava em construção, quatro estavam ativos e os restantes, 91 %, estavam inativos. Destes 41% estavam em um estado de conservação de boa qualidade, apresentavam câmara oológica e gravetos ainda bem entrelaçados, a coloração dos gravetos externos era cinza e da câmara oológica em tons de marrom a cinza. Em suma estimou-se que o ninho apresentava-se de 80 a 90 % conservado em comparação com os ninhos ativos; acima deste valor o ninho assumiu-se que os ninhos estavam em ótimo estado, entre 70 e 80%, e abaixo de 70% de conservação foram considerados respectivamente ninhos em estado regular e precário. Os ninhos (Figura 8a,b,c,d) constituem-se de gravetos, maiores em diâmetro na face externa e menores na face interna, organizados de forma a compor uma plataforma arredondada que envolve outra também do mesmo formato, a câmara oológica, formada por dois tipos de filamentos flexíveis, os mais finos provavelmente de fibras do pecíolo das folhas da palmeira *Mauritia carana*. Em média o tamanho T-1 foi de 48 cm (± 11) por 40 cm (± 10). Dos cinco ninhos coletados, um não possuía mais câmara oológica e outro não possuía mais os filamentos flexíveis mais finos (Tabela 2).

Foram observados três ovos. Estes apresentavam manchas pequenas distribuídas por toda a superfície e com maior concentração no pólo rombo, dando a este um aspecto mais escuro. A maioria destas manchas se distribuía sobre um campo róseo claro tijolo e eram de diferentes tonalidades de marrom tijolo (Figura 8a,b).

No primeiro dia de observação de ninhegos, o ninho continha dois filhotes e um ovo. Um dos filhotes possuía penas em canhões nas asas mais desenvolvidos que o outro e possuía coloração preto-esverdeada; já o segundo, aparentemente mais novo, tinha penas em canhões menores e de coloração esbranquiçada. Ambos apresentavam corpo amarelo e ausente de penas, uma linha dorsal escura, bico amarelo rosado e comissura amarelo claro e estavam com os olhos fechados (Figura 8c). No segundo dia de observação o ninho continha apenas um filhote maior em tamanho, este já estava de olhos abertos e se apresentava na cor amarela com regiões esverdeadas na cabeça, asa e tarso; possuía canhões no dorso, cauda e cabeça, além de

canhões maiores nas asas, estes eram da cor cinza-azulado, a ponta do bico era levemente escura e comissura ainda amarelo claro (Figura 8d).

Cinco indivíduos jovens foram observados, estes já estavam fora do ninho voando livremente. Destes, quatro apresentavam íris escura possivelmente preta; bico preto com comissura amarelada; queixo, garganta, alto-peito e face, incluindo cerdas nasais, lore (região a frente dos olhos), coberteiras auriculares e pós-ocular, pretos; o alto-peito era margeado por um tom azul pálido; ausência das três marcas faciais azuis de cada lado da cabeça porém estes apresentavam uma versão rudimentar da marca supra ocular na cor preta; penas do píleo, coroa, nuca, pescoço e manto azul-celeste acinzentado; peito, ventre, flanco e coxa, amarelo-creme claro, sendo que no peito estavam presentes esparsas manchas de tom cinza; dorso, asas, cauda e tarso típicos dos indivíduos adultos, inclusive as distintas barras brancas na ponta da cauda (Figura 9b). O quinto jovem apresentava-se semelhante aos já descritos exceto pela menor área e cor mais pálida da comissura e mancha supra-ocular mais visível, porém de cor preta e menor do que a azul apresentada pelo adulto; também diferiu pelo peito mesclado de amarelo-creme claro e cinza azulado (Figura 8e).

Faixa etária, características dos bandos e comportamento reprodutivo

Não foi possível diferenciar os sexos apenas com as observações de campo, sendo sexados apenas 4 indivíduos de dois bandos de distinta localidades (coletados no final do período de observação), e cinco bandos possuíam indivíduos jovens (Tabela 3). O número de indivíduos por bando variou de 1 a 7 (Tabela 3), número médio de indivíduos por bando igual a 4,7 ($\pm 1,7$), e 36 % dos bandos observados possuíam 6 indivíduos (Tabela 3). *Cyanocorax* sp. foi observada se reproduzindo de abril a outubro de 2007 em diferentes estágios reprodutivos (Figura 11). Nas análises foram utilizadas apenas 297 (19 %) observações. O comportamento dos ajudantes de ninho foi realizado em 69 % das observações sendo que 70 % deste valor corresponde aos cuidados que o indivíduo jovem recebe de indivíduos adultos. O jovem de *Cyanocorax* sp. emitia um grito, semelhante a “nhaé-nhaé”, que variava entre moderado e forte; proporcionalmente a este grito, ele soerguia e batia as asas com elevação da cauda (Figura 9a e b). Este mesmo grito foi realizado pela suposta fêmea em choca ao pedir e ser alimentada por ajudantes de ninho.

Discussão

A espécie parece preferir nidificar nos capões de mata das campinas. Aparentemente não há relação forte entre área dos capões de mata e distância da borda com a presença de ninhos. No presente estudo, mesmo para as classes de maior porcentagem para distância da borda e área do capão de mata, os valores encontram-se bem distribuídos dentro das classes. Para o DAP, as altas porcentagens observadas nas duas maiores classes são devidas às características fito-fisionômicas das formações vegetais sobre areia branca, as campinas e campinaranas; estas respectivamente variam de uma vegetação gramíneo-lenhosa rala e aberta, quase arbustiva, com alta penetração de luz até estágios arborescentes com dossel apresentando poucas árvores emergentes, sub-bosque com uma densidade alta de árvores finas e pequenas (Anderson, 1981).

Os ninhos de *Cyanocorax* sp. são parecidos com o dos demais membros do gênero estudados (Goodwin, 1976; Anjos, 1991; Bornschein *et al.*, 1996; Madge e Burn, 1999; Bosque e Molina, 2002; Amaral e Macedo, 2003), tanto em formato quanto aparência e uso dos materiais empregados na construção. Os ovos são semelhantes, aos descritos para outras gralhas na concentração das manchas na parte romba; já as cores variam entre as espécies (Bornschein *et al.*, 1996; Madge e Burn, 1999; Bosque e Molina, 2002). O ninhego e algumas das características dos jovens também variam entre espécies, sendo a cor diferenciada dos olhos, da comissura e da plumagem apresentados pelo jovem (neste trabalho) são concordantes com dados de literatura, como as observadas em *Cyanocorax caeruleus* (Anjos, 1995).

Os bandos observados possuíam em média cinco indivíduos, típico para o gênero (5-12 indivíduos) (Hardy, 1969; Goodwin, 1976; Sick, 1987; Madge e Burn, 1999). Bandos com até nove indivíduos foram relatados por moradores locais (bando B08 observado com 6 indivíduos; já o sedentarismo reprodutivo observado também está presente em *C. cristatellus* e *C. caeruleus* (Hardy, 1969; Anjos, 1991).

O comportamento reprodutivo de *Cyanocorax* sp. é cooperativo, com a presença dos ajudantes de ninho pois todos os indivíduos adultos do bando, além do suposto casal, ajudam na defesa do ninho, território reprodutivo ou área de vida (Artigo 1) emitindo alertas sonoros que podem ser ouvidos a grandes distâncias. Foi observada em um dos bandos a defesa do ninho contra um tucano (*Ramphastos* sp.), notório predador de ninhos (obs. pess.). Os

ajudantes de ninho alimentam a fêmea em choca dentro e fora do ninho. Essa variação no modo de alimentação da fêmea em choca, nos primeiros dias de observação, é um comportamento realizado pela espécie devido à presença do observador, e foi também observado em *Cyanocorax cristattelus* (Amaral e Macedo, 2003). O acesso de mais de dois indivíduos ao ninho só foi observado na fase de ninhego, quando a fêmea e os filhotes foram alimentados por diferentes indivíduos do bando. O indivíduo jovem, já fora do ninho, é alimentado por todos os indivíduos do bando, vocalizando insistentemente e exibiu comportamento de solicitação até ser alimentado. Além disso, ele também é defendido pelos adultos chegando a se retirar da área de tensão gerada pela presença de predadores como *Tyto alba* (obs. pess.). Embora o jovem receba bastante atenção do bando, o alto valor observado no resultado do comportamento de cuidado do jovem parece enviesado; devido à diferença de esforço amostral entre as observações de ninhos e acompanhamento do indivíduo focal. Na construção de ninhos não ficou claro quais indivíduos participaram, então não foi possível saber se os ajudantes de ninho auxiliariam na sua construção. O único ninho em fase de construção encontrado pertencia a um bando que já possuía jovem, em nenhum dos outros bandos com jovens indivíduos adultos exibiram este tipo de comportamento. Existe a possibilidade de se tratar de um indivíduo aprendendo e treinando a construção de ninhos, possivelmente por isso a aparente pouca dedicação na construção.

A aparente forte associação entre os capões de mata e os ninhos traz uma importância ecológica maior na conservação da espécie, por se tratar de um ambiente com cobertura vegetal vulnerável em mapas de vulnerabilidade natural à perda de solo (Crepani *et al.* 2001); além disso, em modelos de cenários com e sem governança a porcentagem de perda florestal para a ecorregião do interflúvio está entre 50 a 70 % e de 71 a 80 % respectivamente (Soares-Filho, 2006) para o ano de 2050. Muito embora o modelo não inclua a perda das savanas amazônicas (termo genérico que inclui também as campinas ou campos da natureza), a porcentagem prevista de floresta perdida ocorreria numa cobertura vegetal estável cuja fragilidade é menor (Crepani *et al.*, 2001). Esse conjunto de fisionomias florestais sobre areia branca (campina e campinarana), assim como outros estudados (Silveira, 2003), além de relativamente pequenos em extensão representam um dos ecossistemas amazônicos mais frágeis e vulneráveis a atividades antrópicas. Isso é devido a presença de adaptações às condições de pobreza nutricional do solo, a sazonalidade do regime hídrico, e da diversidade de ambientes (Silveira, 2003). Em modelagem para distribuição preditiva da espécie as

fisionomias de campina são previstas com as probabilidades de ocorrência para a espécie (Artigo 1).

O uso da terra nestas regiões, se não controlado, poderá prejudicar a espécie; pois é no período reprodutivo desta que o fogo é utilizado para limpar o terreno para a prática do roçado. O uso do fogo é apontado como ameaça à integridade das formações vegetais (Silveira, 2003). A situação no complexo de campos do Puciari–Humaitá é preocupante, pois existem poucos capões de mata dentro das campinas se comparado visualmente ao complexo norte. Existem evidências de capões de mata que queimaram, inclusive um ninho encontrado queimou antes que suas medidas pudessem ser tiradas bem como registro fotográfico. Ainda não foi investigada se há uma relação ente a quantidade de ninhos, a área e o número de capões de mata para avaliar se a quantidade de ninhos encontrados em ambos complexos difere, e em caso positivo se esta diferença estaria associada ao histórico de queimada dos campos.

O impacto de atividades antrópicas sobre a fauna e a flora em ambientes de campina e campinarana é desconhecido, não se sabe o grau de ameaça da espécie, o risco de extinção local, e a capacidade de suporte e de resiliência desses habitats, após essa pressão (Silveira, 2003). Muito pouco é conhecido sobre esses habitats, e alguns deles podem se perder antes mesmo que informações para um plano de conservação sejam efetivamente geradas (Silveira, 2003). Possivelmente a resposta à reconstrução da BR-319 se assemelhe à observada na BR-307, onde as áreas mais afetadas pela ação antrópica localizavam-se ao longo das margens da rodovia (Silveira, 2003). Esta atravessa e acompanha um longo trecho de vegetação sobre areia branca, facilitando a abertura de roçados, a exploração seletiva de madeira para uso como lenha e na fabricação de carvão em carvoarias artesanais (Silveira, 2003). Em estudo para a criação de uma unidade de conservação na região das Campinaranas do sudoeste amazônico (Silveira, 2003) foi recomendado estabelecer unidades de conservação que incluam além das campinas e campinaranas as florestas associadas e os tipos diferentes de vegetação de contato nas circunvizinhanças; isso para garantir populações viáveis e a manutenção essencial de processos ecológicos e de serviços ambientais básicos para a região (Silveira, 2003).

Conclusões

Cyanocorax sp., possivelmente uma nova espécie de gralha ainda pouco conhecida, foi observada se reproduzindo nos períodos de baixa precipitação (época seca) nos campos naturais do interflúvio Madeira-Purus na Amazônia Central. Dentro destes campos encontra-se seu hábitat reprodutivo, onde a espécie faz seus ninhos preferencialmente em capões de mata com diferentes formatos e localizados a distâncias variadas da borda dos campos. Todo o bando participa da defesa do território reprodutivo e do ninho, mas aparentemente apenas um casal do bando se reproduz e os demais indivíduos seriam os ajudantes de ninho. Este tipo de reprodução, conhecido como reprodução cooperativa, é presente na maioria dos corvídeos neotropicais. Além disso, características do ninho, ovo e jovem se assemelham às de outras gralhas brasileiras estudadas. Porém com a reconstrução da BR-319, o ambiente no qual ela se reproduz que é considerado frágil e estaria sujeito a iminentes impactos ambientais como o freqüente uso do fogo na região. Esta informação é muito importante, pois para a preservação da espécie é fundamental que habitats reprodutivos sejam mantidos em ambos os complexos de campos naturais; uma vez que estes podem conter ainda sub-populações distintas de *Cyanocorax* sp..

Agradecimentos

Agradeço a Capes (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pela bolsa de estudo concedida durante mestrado, ao Programa BECA-IEB (Bolsa de Estudos para Conservação da Amazônia-Instituto Internacional de Educação do Brasil)/Fundação Gordon e Betty Moore pelo financiamento para as atividades de campo (apoio código B/2006/02/BMP/12), ao Projeto GEOMA (Rede Temática de Pesquisa em Modelagem Ambiental da Amazônia) pela oportunidade de expandir as áreas estudadas, a PETROBRAS pelo empréstimo dos helicópteros dando acesso a áreas de ocorrência remotas e inacessíveis por outras vias, ao IPAAM (Instituto de Proteção Ambiental do Amazonas) pela licença de entrada em Unidades de Conservação Estaduais (autorização nº. 148/06 de 11 de dezembro de 2006), a Birders' Exchange pelo binóculo concedido à Coleção de Aves do INPA, a Coleção de Aves do INPA pelo empréstimo de equipamentos (binóculo, gravador, microfone e câmera fotográfica) e também ao INPA (Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia), CPEC

(Coordenação de Pesquisas em Ecologia), Programa de Coleções do INPA pela formação profissional propiciada durante o mestrado.

Bibliografia Citada

- Alvarez, H. 1975. The social system of green jay in Colombia. *Living bird*, 14: 5-44.1
- Amaral, F. A. and Macedo, R. H. F. 2003. Breeding patterns and habitat use in the endemic curl-crested jay of central Brazil. *J. Field Ornithol.* 74(4): 331-340.
- Anderson, A. B. 1981. White-sand vegetation of Brazilian Amazônia. *Biotropica*, 13(3): 199-210.
- Anjos, L. dos. 1988. *Eto-ecologia e análise do sistema de comunicação sonora e visual da gralha-azul, Cyanocorax caeruleus (Vieillot, 1822), Aves-Corvidae*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba – PR. 70pp.
- Anjos, L. dos. 1991. O ciclo anual de *Cyanocorax caeruleus* em floresta de araucária (Passeriformes: Corvidae). *Ararajuba*, 2(1):19-23.
- Anjos, L. dos. and Vielliard, J. M. E. 1993. Repertoire of the acoustic communication of the azure jay, *Cyanocorax caeruleus* (Vieillot) (Aves, Corvidae). *Revista Brasileira de Zoologia*, 10(4):657-664.
- Anjos, L. dos. 1995. *Gralha-azul: biologia e conservação*. Companhia de Seguros Gralha Azul. Curitiba, PR. Brasil. 70pp.
- Bornschein, M. R.; Reinert, B. L. and Bóçon, R. 1996. Novas informações sobre o ninho e ovo da gralha-azul, *Cyanocorax caeruleus* (Corvidae). *Ararajuba*, 4(1): 32-34.
- Bradley, D. W. 1985. The effects of visibility bias on time-budget estimates of niche breadth and overlap. *Auk* 102: 493-499.
- Brandon, K.; Fonseca, G. A. B. da.; Rylands, A. B. and Silva, J. M. C. da. 2005. Brazilian conservation: challenges and opportunities. *Conservation Biology*, 3(6): 595-600.
- Brown, J. L. 1987. *Helping and communal breeding in birds*. Princeton University Press, Princeton, NJ. USA. 352pp.
- Burt, D. and Peterson, T. 1993. Biology of cooperative-breeding scrub jays (*Aphelocoma coerulescens*) of Oaxaca, Mexico. *The Auk*, 110(2):207-214.

- Crepani, E.; Medeiros, J. S.; Filho, P. H.; Florenzano, T. G.; Duarte, V. e Barbosa, C. C. F. 2001. Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados ao zoneamento ecológico-econômico e ao ordenamento territorial. (INPE-8454-RPQ/722). Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos. 2001.
- Ericson, P. G. P.; Irestedt, M. and Johansson, U. S. 2003. Evolution, biogeography, and patterns of diversification in passerine birds. *Journal of Avian Biology*, 34: 3-15.
- Ericson, P. G. P.; Jansén, A.-L.; Johansson, U. S. and Ekman, J. 2005. Inter-generic relationships of the crows, jays, magpies and allied groups (Aves: Corvidae) based on nucleotide sequence data. *Journal of Avian Biology*, 36: 222-234.
- Fearnside, P. M. 2002. Avança Brasil: Environmental and Social Consequences of Brazil's Planned Infrastructure in Amazônia. *Environmental Management*, 6: 735-747.
- Fearnside, P. M. e Laurance W. F. 2002. O futuro da Amazônia: os impactos do programa avança Brasil. *Ciência Hoje*, 182(mai): 61-65.
- Fearnside, P. M. and Alencastro Graça, P. M. L. de. 2006. BR-319: Brazil's Manaus-Porto Velho highway and the potential impact of linking the arc of deforestation to central Amazonia. *Environ Manage*, 38:705-716.
- Franzreb, K E. 1984. Foraging habits of ruby-crowned and golden-crowned kinglets in an Arizona montane forest. *Condor*, 86:139-145.
- Goodwing, D. 1976. *Crows of the world*. Cornell University Press, Ithaca, NY. USA. 354pp.
- Haemig, P. D. 1979. Secret of the painted jay. *Biotropica*, 2(6): 81-87.
- Hardy, J. W. 1961. Studies in behavior and phylogeny of certain new world jays (Garrulinae). *University of Kansas Science Bulletin*, 42: 13-149.
- Hardy, J. W. 1969. A taxonomic revision of the new world jays. *The Condor*, 71:360-375.
- Iwaniuk, A. N. and Arnold, K. E. 2004. Is cooperative breeding associated with bigger brains? a comparative test in the Corvida (Passeriformes). *Ethology*, 110: 203-220.

- Madge, S. and Burn, H. 1999. *Crows and Jays*. Princeton University Press. Princeton, New Jersey. USA. pp 216.
- Marzluff, J. M. and Balda, R. P. 1992. *The pinyon jay: behavioral of a colonial and cooperative corvid*. Academic Press Inc. San Diego, CA. USA. pp 314.
- Morrison, M. L. 1984. Influence of sample size and sampling design on analysis of avian foraging behavior. *Condor*, 86:146-150.
- Oliveira, A. A. de, Daly, D., Vicentini, A.; Cohn-Haft, M. In Oliveira, A. A. de, Daly, D. 2001 (Eds). *Florestas do Rio Negro*. UNIP/Companhia das Letras/NYBG, São Paulo, Brasil. pp. 179-219.
- Pires, J. M. and Prance, G. T. In Prance, G. T. and Lovejoy, T. E. (Eds) 1985. *Amazonia*. Pergamon Press, Oxford. Pp. 109-145.
- Primack, R. B. e Rodrigues, E. 2001. *Biologia da conservação*. Editora. Planta, Londrina, PR, Brasil, 328pp.
- Recher, H. F. and Gebski, V. 1990. Analysis of the foraging ecology of eucalypt forest birds: sequential versus single-point observations. *Studies in Avian Biology*, 13: 174-180.
- Reinert, B. L. and Bornschein, M. R. 1998. Alimentação da gralha-azul, *Cyanocorax caeruleus* (Corvidae). *Ornitologia Neotropical*, 9(1): 213-217.
- Remsen, J. V. Jr. and Robinson, S. K. 1990. A classification scheme for foraging behavior of birds in terrestrial habitats. *Studies in Avian Biology*, 13: 144-160.
- Resende, M.; Curi, N.; Rezende, S. B.; Corrêa, G. F. 1999. *Pedologia: base para distinção de ambientes*. Viçosa: NEPUT. 367 pp.
- Ridgely, R. S.; Allnutt, T. F.; Brooks, T.; McNicol, D. K.; Mehlman, D. W.; Young, B. E. and Zook, J. R. 2005. Digital Distribution Maps of the Birds of the Western Hemisphere, version 2.1. NatureServe, Arlington, Virginia, USA.
- SDS – Secretaria de estado do meio ambiente, 2005. *Plano estratégico para promoção do desenvolvimento sustentável e o combate ao desmatamento e grilagem de terras na área*

- de influência da BR-319. Versão 2.0. Manaus.* Disponível em <<http://www.sds.am.gov.br>>. Acesso em 21 de Dezembro de 2006.
- Sick, H. 1997. *Ornitologia brasileira*. 2nd ed. 4ª imp. Nova Fronteira, Rio de Janeiro, RJ. Brasil. 912p.
- Silveira, M. 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. Disponível em www.nybg.org/bsci/acre/pdfs/VegetacaoeFloraCampinaranas.pdf. Acesso em 08 de Agosto de 2007.
- Soares-Filho, B. S.; Nepstad, D. C.; Curran, L. M.; Cerqueira, G. C.; Garcia, R. A. and Ramos, C. A.; Voll, E.; McDonald, A.; Lefebvre, P. and Schlesinger, P. 2006. Modelling conservation in the Amazon basin. *Nature*, 440: 520-523.
- Spera, S. T.; Ferreira, M. M.; CURI, N. 1996. Inter-relações entre propriedades físico-hídricas do solo e a ocorrência de vegetação de mata e campo adjacentes no Alto Rio Grande (MG). *Ciência e Agrotecnologia*, 20(2): 178-182.
- Veloso, H. P.; Rangel-Filho, A. L. R. R. e Lima, J. C. A. 1991. *Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal*. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Rio de Janeiro, RJ, Brasil. 124pp.
- Wagner J. L. 1981. Visibility and bias in avian foraging data. *Condor*, 83: 263-264.
- Williams, D. A. 2004. Female control of reproductive skew in cooperatively breeding brown jays (*Cyanocorax morio*). *Behav Ecol Sociobiol*, 55: 370–380.
- Williams, D. A. and Rabenold, K. 2005. Male-biased dispersal, female philopatry, and routes to fitness in a social corvid. *Journal of Animal Ecology*, 74: 150–159.
- Woolfenden, G. E. and Fitzpatrick, J. W. 1984. *The Florida scrub jay: demography of a cooperative breeding bird*. Princeton University Press. Princeton, New Jersey. USA. 407.pp.

Tabelas

Tabela 1 – Quantificação do período e estágios reprodutivos de 11 bandos de *Cyanocorax* sp. em 2007.

Estágios	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	n
Adultos				█	█	█	█		█	█			2
Construção				█	█	█	█		█	█			2
Ovos				█	█	█	█		█	█			2
Ninhegos				█	█	█	█		█	█			2
Jovens				█	█	█	█		█	█			5
Total	-	-	-	1	1	4	2	-	2	3	-	-	13

Tabela 2 – Dimensões dos ninhos coletados e respectivos materiais empregados em construção.

Ninho	Tamanho T-2 (cm)	Gravetos		Câmara oológica		Filamentos flexíveis espessura	
		dia.	comp.	dia.	profunda.	maiores	menores
		(mm)	(cm)	(cm)	(cm)	(mm)	(mm)
N03	30 - 35	5,6	16 - 47	12,0	8,2	1,4	0,2
N05	30 - 41	7,8	15 - 30	ausente	ausente	ausente	ausente
N11	36 - 47	5,1	20 - 59	13,0	4,6	1,7	ausente
N18	35 - 40	7,0	17 - 75	15,0	7,8	1,5	0,3
N28	22 - 31	6,8	13 - 35	6,0	2,0	1,5	ausente

Tabela 3 – Estrutura social e etária de 11 bandos de *Cyanocorax* sp..

Bando	n° indiv.	n° ♀	n° ♂	n° adultos	n° jovens	n° ninhegos	n° ovos
B01	6	1	3	5	1	0	0
B02	4	-	-	4	0	2	0
B03	3	-	-	2	1	0	0
B04	1	-	-	1	0	0	0
B05	5	1	-	5	0	0	1
B06	4	-	-	4	0	2	2
B07	6	-	-	6	0	0	0
B08	6	-	-	5	1	0	0
B09	4	-	-	3	1	0	0
B10	7	-	-	6	1	0	0
B11	6	-	-	6	0	0	0

Figuras

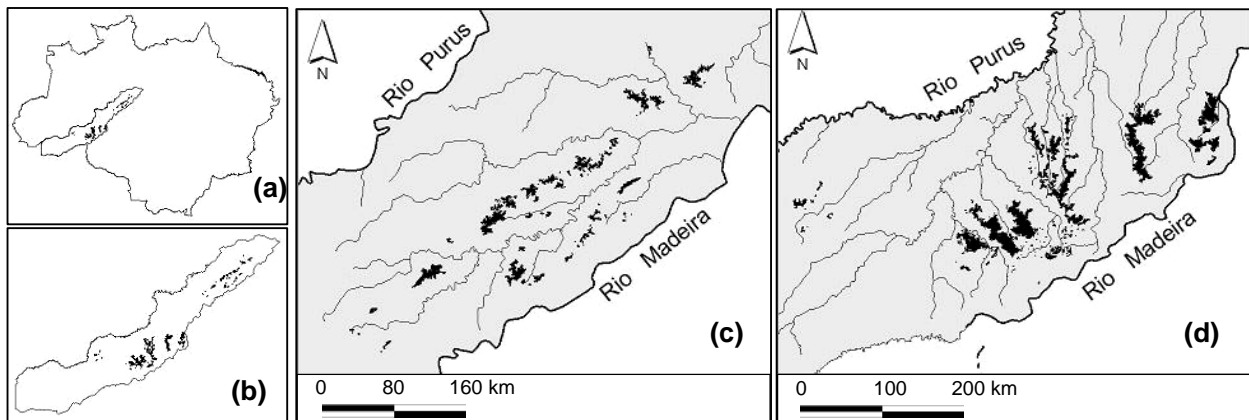


Figura 1 – Área de estudo: Mapas da Amazônia legal (Brasil) (a), do Interflúvio Madeira-Purus (b) e dos Complexos de campos do Igapó-açu-Matupiri (c) e do Puciarí-Humaitá (d).

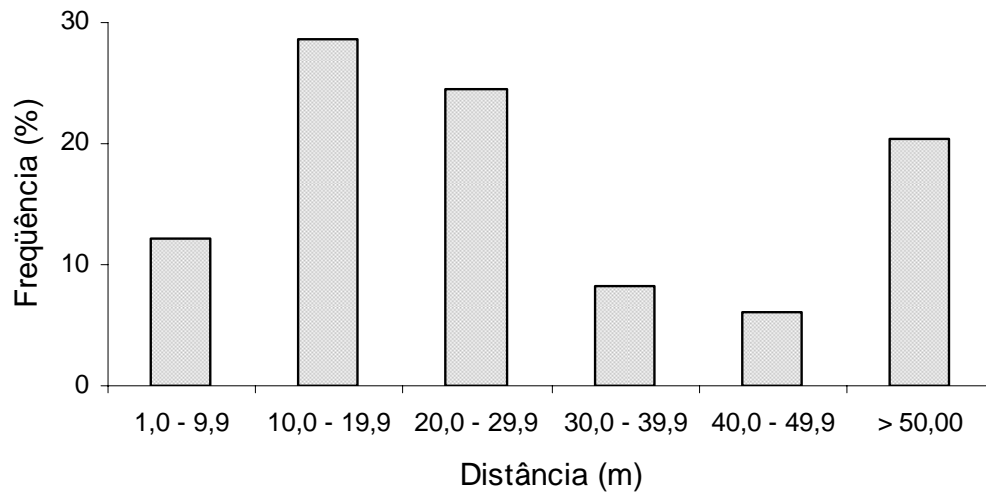


Figura 2 – Distância (m) dos capões de mata com ninhos até a borda campina-campinarana mais próxima (n = 49).

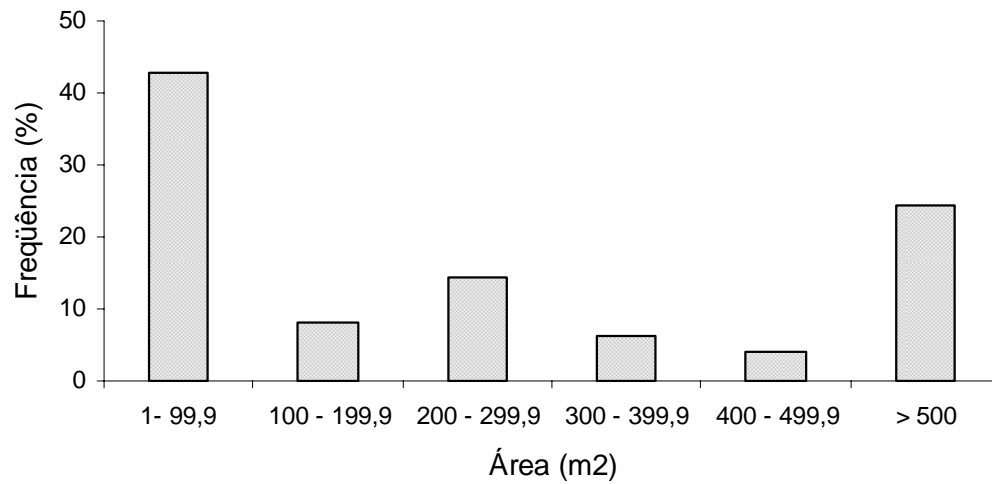


Figura 3 – Área (m²) elipsóide dos capões de mata que continham ninhos de *Cyanocorax* sp. (n = 49).

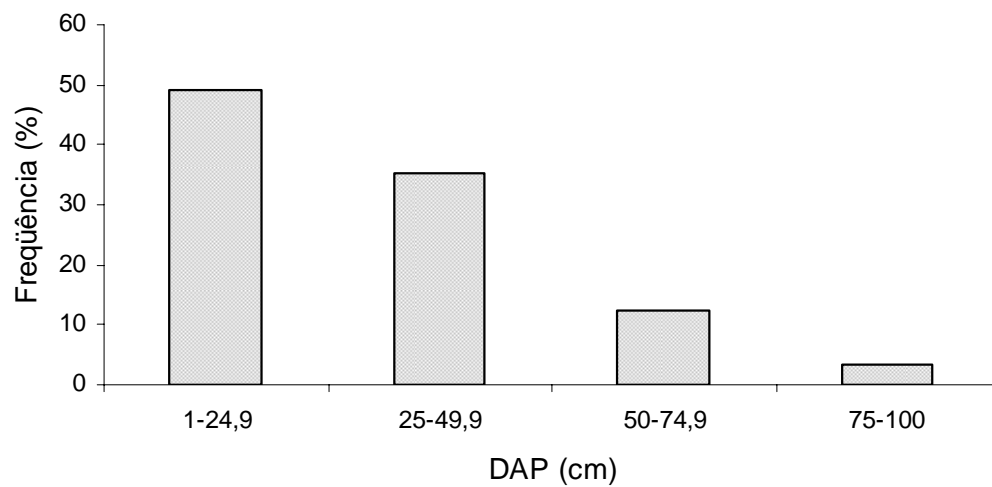


Figura 4 – Diâmetro a altura do peito (DAP) dos espécimes vegetais utilizados por *Cyanocorax* sp. para nidificação (n = 57).

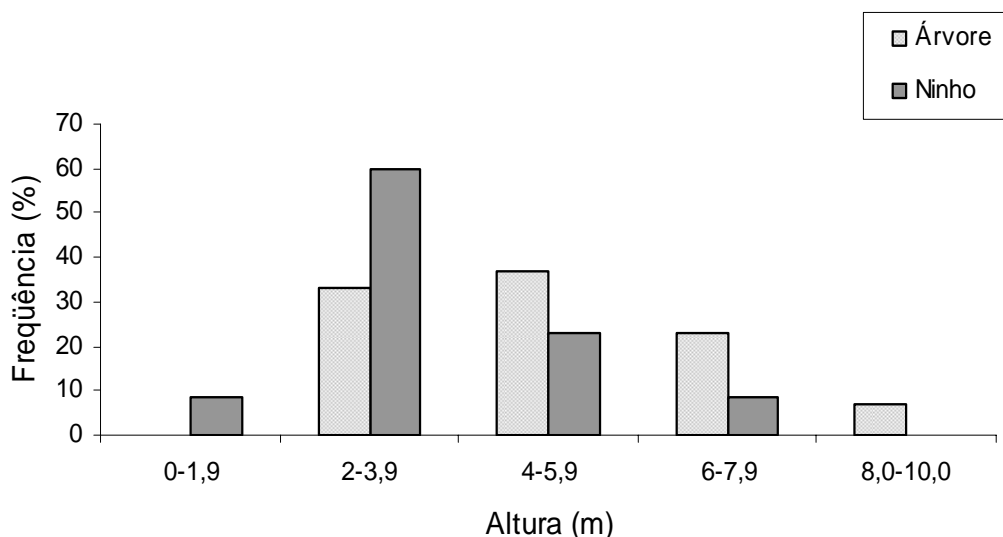


Figura 5 – Frequências das alturas (m) das árvores (utilizadas pela espécie focal para nidificar) e dos ninhos (nestas mesmas árvores) em relação ao chão (n = 57).

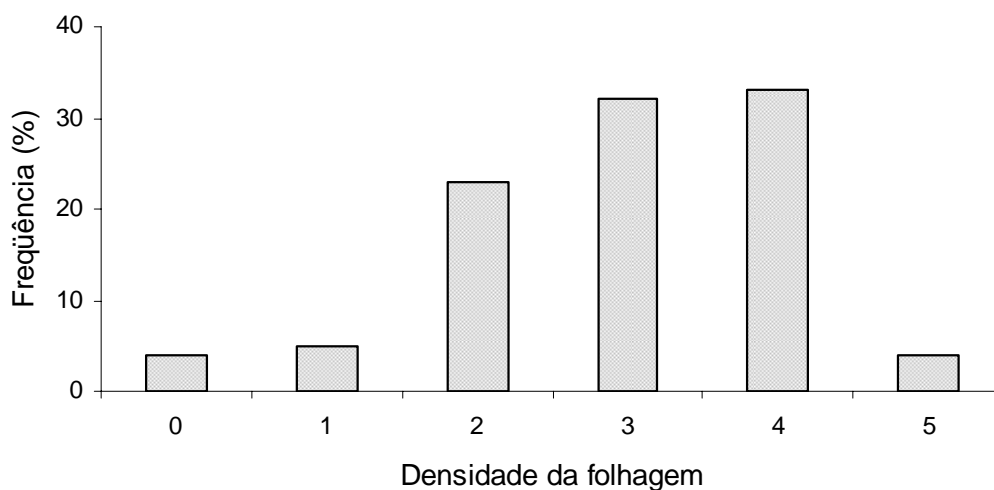


Figura 6 – Frequência da densidade da folhagem ao redor dos ninhos de *Cyanocorax* sp.: 0 = nenhuma vegetação; 1 = densidade de vegetação muito baixa (de 95-99% de toda a luz passando pela esfera); 2 = baixa densidade de vegetação (de 75-95% da luz passa); 3 = moderadamente denso (de 25-75% da luz passa); 4 = alta densidade (apenas 5-25% da luz passa); 5 = extremamente denso (de 0-5% da luz passa), (n = 57).



Figura 7 – Indivíduo focal de *Cyanocorax* sp. carregando graveto empregado na construção do ninho (outubro de 2007).



Figura 8 – Ovo, ninhego e jovem de *Cyanocorax* sp.; (a) ninho com ovo; (b) ovo; (c) ninhego de *Cyanocorax* sp. com aproximadamente 2 dias; (d) filhote de *Cyanocorax* sp. com aproximadamente 4 dias.

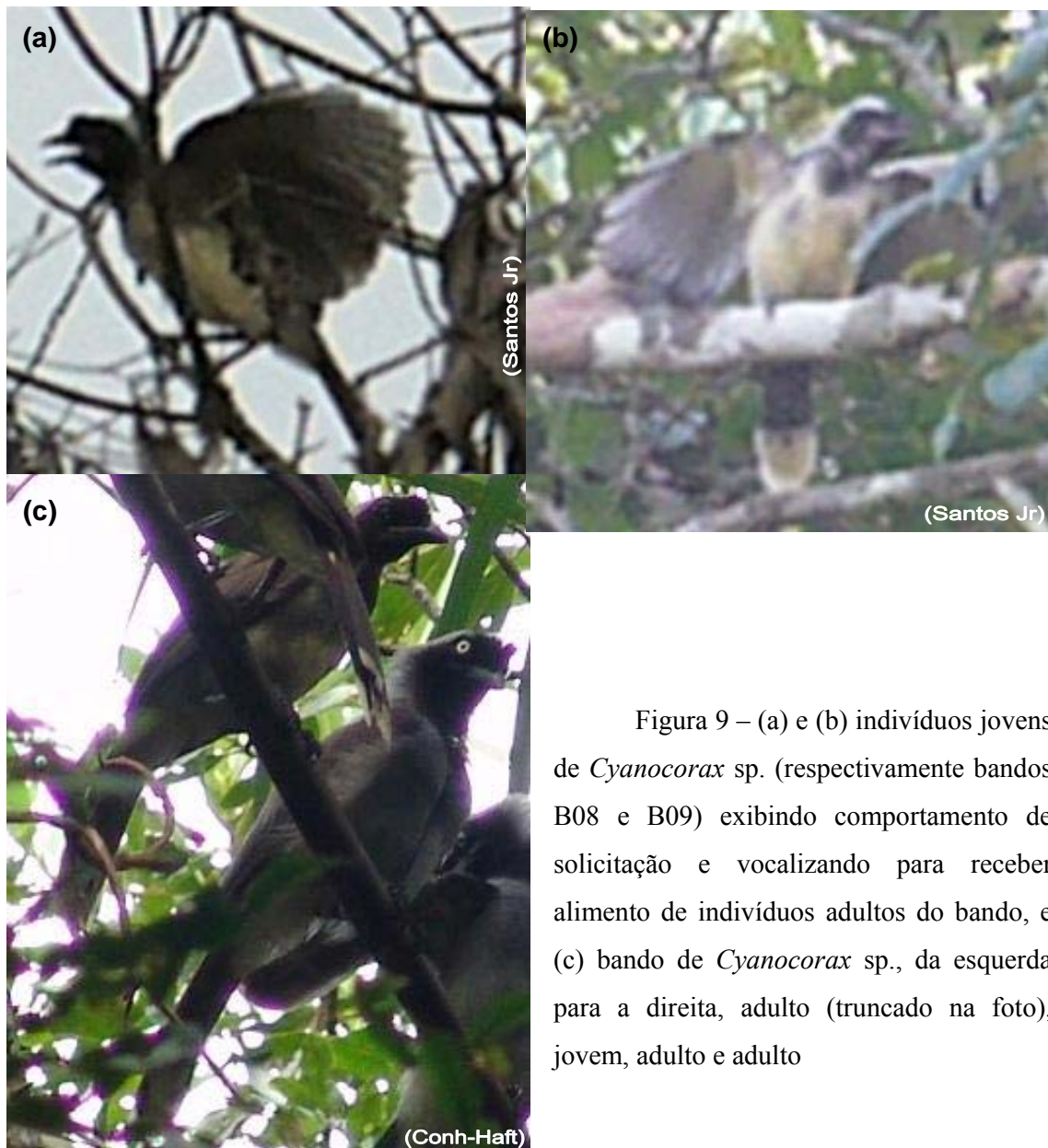


Figura 9 – (a) e (b) indivíduos jovens de *Cyanocorax* sp. (respectivamente bandos B08 e B09) exibindo comportamento de solicitação e vocalizando para receber alimento de indivíduos adultos do bando, e (c) bando de *Cyanocorax* sp., da esquerda para a direita, adulto (truncado na foto), jovem, adulto e adulto

CONCLUSÃO GERAL

Cyanocorax sp. possui distribuição restrita aos campos naturais do interflúvio Madeira-Purus. O hábitat da espécie são as fisionomias de campina e campinarana dos campos naturais, há uma maior contribuição proporcional da fisionomia de campina na área de vida da espécie bem como uma presença maior da mesma neste ambiente, embora sempre associada a dos capões de mata no interior das campinas. A espécie aparentemente se reproduz no período de baixa precipitação, época seca, de maio a outubro. O hábitat reprodutivo é a borda campina campinarana e a fisionomia de campina, cujos sítios e nidificação são respectivamente a própria borda e os dos capões de mata arborizada. O sistema de reprodução é cooperativo como a presença dos ajudantes de ninho. Características do ninho (aparência e emprego dos materiais), ovo (manchas acumuladas no lado rombo) e jovem (olhos, comissura e plumagem com cores diferentes da do adulto) concordam com a literatura. Com o conhecimento do tamanho populacional, da distribuição restrita, da fragilidade ambiental das fisionomias de campina e campinarana, e devido às pressões antrópicas provocadas pela prática de queimadas no hábitat reprodutivo da espécie, reconstrução da BR-319 e impactos associados e as predições de desmatamento para a região do interflúvio Madeira-Purus, seguindo os critérios da IUCN, é apropriado considerar *Cyanocorax* sp. como uma espécie vulnerável, onde esta enfrentaria um alto risco extinção no ambiente natural.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agee, J. K., Stitt, S. C. F., Nyquist M., Root, R. 1989. A geographic analysis of historical grizzly bear sightings in the North Cascades. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*. 55(11): 1637-1642.
- Amigos da Terra, 2005. *Amazonas em tempo [on-line]: restauração da BR-319 ganha apoio*. Disponível em <<http://www.amazonia.org.br/noticias/noticia.cfm?id=151235>>. Acesso em 11 de Março de 2006.
- Anjos, L. dos. 1988. *Eto-ecologia e análise do sistema de comunicação sonora e visual da gralha-azul, Cyanocorax caeruleus (Vieillot, 1822), Aves-Corvidae*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba – PR. 70pp.
- Anjos, L. dos. 1991. O ciclo anual de *Cyanocorax caeruleus* em floresta de araucária (Passeriformes: Corvidae). *Ararajuba*, 2(1):19-23.
- Anon. (1995) Bird conservation: the science and the action preface. Conclusions and recommendations. *Ibis* 137: S3–S7.
- Bibby, C. J.; Burges, N. D. and Hill, D. A. 1993. *Bird census techniques*. Academic Press, London. 350pp.
- Bonaccorso, E. and Peterson, A. T. 2007. A multilocus phylogeny of New World jay genera. *Molecular Phylogenetics and Evolution*. Disponível em <http://www.sciencedirect.com>. Acesso em 30 de julho de 2007.
- Bosque, C. and Molina, C. 2002. Communal breeding and nest defense behavior of the Cayenne Jay (*Cyanocorax cayanus*). *J. Field Ornithol.* 73(4):360–362.
- Brandon, K.; Fonseca, G. A. B. da.; Rylands, A. B.; Silva, J. M. C. da. 2005. Brazilian conservation: challenges and opportunities. *Conservation Biology*, 3(jun): 595-600.
- Brown, J. L. 1978. Avian communal breeding systems. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 9: 123-155.

- Butchart, S. H. M.; Stattersfield, A. J.; Bennun, L. A.; Shutes, S. M.; Akçakaya, H. R.; Baillie, J. E. M.; Stuart, S. N.; Hilton-Taylor, C.; Mace, G. M. 2004 Measuring global trends in the status of biodiversity: Red List Indices for birds. *PLoS Biology*, 2(12): 2294-2304.
- Carter, M. D. 1986. The parasitic behavior of the bronzed cowbird in south texas. *The Condor*, 88: 11-25.
- 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.
- Ericson, P. G. P., Irestedt, M. and Johansson, U. S. 2003. Evolution, biogeography, and patterns of diversification in passerine birds. *Journal of Avian Biology*, 34: 3-15.
- Ericson, P. G. P., Jansén, A.-L., Johansson, U. S. and Ekman, J. 2005. Inter-generic relationships of the crows, jays, magpies and allied groups (Aves: Corvidae) based on nucleotide sequence data. *Journal of Avian Biology*, 36: 222-234.
- Fearnside, P. M. 2002. Avanço Brasil: Environmental and Social Consequences of Brazil's Planned Infrastructure in Amazônia. *Environmental Management*, 6: 735-747.
- Fearnside, P. M. e Laurance W. F. 2002. O futuro da Amazônia: os impactos do programa avanço Brasil. *Ciência Hoje*, 182(mai): 61-65.
- Fearnside, P. M. e Alencastro Graça, P. M. L. de. 2006. BR-319: Brazil's Manaus-Porto Velho highway and the potential impact of linking the arc of deforestation to central Amazonia. *Environ Manage*, 38:705-716.
- Fors, I. M. 2004. Primer registro de Chara de San Blas (*Cyanocorax sanblasianus*) para Guadalajara, Jalisco, México. *Huitzil*, 1(5).
- Garshelis, D. L. 2000. Delusions in habitat evaluation: measuring use, selection, and importance. In: Boitani, L.; Fuller, T. K. 2000. (Eds). *Research techniques in animal ecology: controversies and consequences*. Columbia University Press, NY, USA. p. 111-164.

- Gayou, D. C. 1986. The social system of the texas green jay. *The Auk*, 103: 540-547.
- Goodwing, D. 1976. *Crows of the world*. Cornell University Press, Ithaca, NY. 354pp.
- Grinnell, J. (1917). "The niche-relationships of the California Thrasher". *Auk* 34: 427-433.
- Guisan, A., Zimmermann, N. E. 2000. Predictive habitat distribution models in ecology. *Ecological Modeling*, 135: 147-186.
- Haemig, P. D. 1979. Secret of the painted jay. *Biotropica*, 2(11): 81-87.
- Haemig, P. D. 1989. Secret of the painted jay. *The Condor*, 91: 1008-1009.
- Hale, A. M.; Williams, D. A.; Rabenold, K. N. 2003. Territoriality and neighbor assessment in brown jays (*Cyanocorax morio*) in Costa Rica. *The Auk* 120(2):446-456.
- Hardy, J. W. 1967. The puzzling vocal repertoire of the South American collared jay, *Cyanolyca viridicyana merida*. *The Condor*, 69:513-521.
- Hardy, J. W. 1969. A taxonomic revision of the new world jays. *The Condor*, 71:360-375.
- Hardy, J. W. 1973. Age and sex differences in the black-and-blue jays of Middle America. *A Journal of Ornithological Investigation*, 2(44):1-152.
- Hardy, J. W. 1979a. Vocal repertoire and its possible evolution in the black and blue jays (*Cissilopha*). *Wilson Bull*, 91(2): 187-201.
- Hardy, J. W. 1979b. Molt pattern as a clue to san bias jay ancestry. *Auk*, 96: 200-201.
- Hope, S. 1980. Call form in relation to function in the steller's jay. *The American Naturalist*, 6(116): 788-820.
- Hudson, G. A. and Lanzillotti, P. J. 1955. Gross anatomy of the wing muscles in the family Corvidae. *American Midland Naturalist*, 1(53): 1-44.
- Hutchinson, G.E. (1957). "Concluding remarks". *Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology* 22 (2): 415-427.

- IUCN. 2001. IUCN Red List Categories and Criteria: Version 3.1. IUCN Species Survival Commission. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK, ii + 30 pp.
- Iwaniuk, A. N. and Arnold, K. E. 2004. Is cooperative breeding associated with bigger brains? a comparative test in the Corvida (Passeriformes). *Ethology*, 110: 203-220.
- Jacob, A. A. and Rudran, R. 2003. Radiotelemetria em estudos populacionais. In Cullen, L. Jr. Valladares-Padua, R. Rudran, R. 2003. (Eds). *Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre*. Editora da Universidade Federal do Paraná (UFPR) e Fundação O Boticário de Proteção à Natureza, Curitiba, PR, Brasil. p. 285-341.
- Johnson, N. K. and Jones, R. E. 1993. The green jay turns blue in Peru: interrelated aspects of the annual cycle in the arid tropical zone. *The Wilson Bulletin*, 105(3): 389-398.
- Koenig, W. D.; Pitelka, F. A.; Carmen, W. J.; Mumme, R. L.; Stanback, M. T. 1992. The Evolution of Delayed Dispersal in Cooperative Breeders. *The Quarterly Review of Biology*, 2(67): 111-150.
- Lawton, M. F. and Guindon, C. F. 1981. Flock composition, breeding success, and learning in the brown jay. *Condor*, 8: 27-33.
- Lawton, M. F. and Guindon, C. F. 1985. The breeding biology of the brown jay in monteverde, Costa Rica. *Condor*, 8: 27-33.
- Madge, S. and Burn, H. 1999. *Crows and Jays*. Princeton University Press. Princeton, New Jersey. USA. 216.pp.
- Marini, M. Â. e Garcia, F. I. 2005. Birds conservation in Brasil. *Conservation Biology*, 3(jun): 665-671.
- Mittermeier, R.A., C.G. Mittermeier, T.M. Brooks, J.D. Pilgrim, W.R. Konstant, G.A.B. Fonseca and C. Kormos. 2003. Wilderness and biodiversity conservation. *Proceedings of the National Academy of Science*, 100: 10309-10313.
- Moore, R. T. 1935. A new jay of the genus *Cyanocorax* from Sinaloa, Mexico. *The Auk*, (jul): 274.

- Moore, R. T. 1938. Discovery of the nest and eggs of the tufted jay. *The Condor*, 6(xl): 233-241.
- Oren, D. C. and Albuquerque, H. G. 1991. Priority areas for new avian collections in Brazilian Amazonia. *Goeldiana Zool.*, 6.
- Peterson, A. T. 1991. Sociality and ontogeny of coloration in the blue-and-black jays. *Wilson Bull.*, 103(1): 59-61.
- Peterson, A. T.; Watson, D. M. 1998. Problems with areal definitions of endemism: effects of spatial scaling. *Diversity and Distributions*, 4:189-194.
- Peterson, A. T., J. Soberon, e V. Sanchez-Cordero. (1999) Conservatism of ecological niches in evolutionary time. *Science*, 285:1265-1267.
- Powell, R. 2000. Animal home ranges and territories. *In*: Boitani, L.; Fuller, T. K. 2000. (Eds). *Research techniques in animal ecology: controversies and consequences*. Columbia University Press, NY, USA. P. 65-110.
- Primack, R. B. e Rodrigues, E. 2001. *Biologia da conservação*. Editora. Planta, Londrina, PR, Brasil, 328pp.
- Raitt, R. J. and Hardy, J. W. 1976. Behavioral ecology of the yucatan jay. *The Wilson Bulletin*, 4 (88): 529-721.
- Raitt, R. J. and Hardy, J. W. 1979. Social behavior, habitat, and food of the beechey jay. *The Wilson Bulletin*, 91(1): 1-15.
- Raitt, R. J. and Hardy, J. W. 1984. Structure and dynamics of communal groups in the beechey jay. *The Wilson Bulletin*, 91(2): 206-227.
- Ricklefs, R. E. 2001. *A economia da natureza*. 5ª Edição. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. 505pp.
- Ridgely, R. S.; Allnutt, T. F.; Brooks, T.; McNicol, D. K.; Mehlman, D. W.; Young, B. E.; and Zook, J. R. 2005. Digital Distribution Maps of the Birds of the Western Hemisphere, version 2.1. NatureServe, Arlington, Virginia, USA.

- Ridgway, R. 1899. The new species of American birds. – IV. Fringilidae (Concluded); Corvidae (Part.). *Auk*, V XI: 254-255.
- Rushton, S. P.; Ormerod, S. J.; Kerby, G. 2004. New paradigms for modelling species distributions? *Journal of Applied Ecology*. 41, 193–200
- Saveraid, E. H., Debisnki, D. M., Kindscher, K., Jakubauskas, M. E. 2001. A comparison of satellite data and landscape variables in predicting species occurrence in the Greater Yellowstone Ecosystem, USA. *Landscape Ecology*, 16: 71-83.
- SDS – Secretaria de estado do meio ambiente, 2005. *Plano estratégico para promoção do desenvolvimento sustentável e o combate ao desmatamento e grilagem de terras na área de influência da BR-319. Versão 2.0. Manaus*. Disponível em < <http://www.sds.am.gov.br> >. Acesso em 21 de Dezembro de 2006.
- Selander, R. K. 1959. Polymorphism in mexican brown jays. *The Auk*, 76:(4) : 385-417.
- Sick, H. 1997. *Ornitologia brasileira*. 2nd ed. 4ª imp. Nova Fronteira, Rio de Janeiro, RJ. Brasil. 912p.
- Soares-Filho, B. S.; Nepstad, D. C.; Curran, L. M.; Cerqueira, G. C.; Garcia, R. A.; Ramos, C. A.; Voll, E.; McDonald, A.; Lefebvre, P. and Schlesinger, P. 2006. Modelling conservation in the Amazon basin. *Nature*, vol 440 (mar): 520-523.
- Valladares-Padua, C. B.; Martins, C. S.; Rudran, R. 2003. Manejo integrado de espécies ameaçadas. In Cullen, L. Jr. Valladares-Padua, R. Rudran, R. 2003. (Eds). *Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre*. Editora da Universidade Federal do Paraná (UFPR) e Fundação O Boticário de Proteção à Natureza, Curitiba, PR, Brasil. p. 647-665.
- Veloso, H. P.; Rangel-Filho, A. L. R. R. e Lima, J. C. A. 1991. *Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal*. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Rio de Janeiro, RJ, Brasil. 124pp.
- Uejima, A. M. K. 1994. *Análise da eto-ecologia da gralha-picaça, Cyanocorax chrysops (Passeriformes: Corvidae) (Vieillot, 1818)*. Monografia de Graduação, Universidade Estadual de Londrina, Londrina – PR. 49pp.

- Uejima, A. M. K. 1998. *Ecologia da Gralha-picaça Cyanocorax chrysops (Vieillot, 1818) (Passeriformes: Corvidae) em três Áreas ao Longo da Bacia do Rio Tibagi, Estado do Paraná, Brasil*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Paraná, Curitiba – PR. 49pp.
- Williams, D. A.; Lawton, M. F.; Lawton, R. O. 1994. Population growth, range expansion, and cooperatively breeding brown jay, *Cyanocorax morio*. *Anim. Behav.*, 48: 309-322.
- Williams, D. A. 2004. Female control of reproductive skew in cooperatively breeding brown jays (*Cyanocorax morio*). *Behav Ecol Sociobiol*, 55: 370–380.
- Williams, D. A.; Berg, E. C.; HALE, A. M.; HUGHES, C. R. 2004. Characterization of microsatellites for parentage studies of white-throated magpie-jays (*Calocitta formosa*) and brown jays (*Cyanocorax morio*). *Molecular Ecology Notes*, 4: 509–511.
- Williams, D. A. and Hale, A. M. 2006. Helper effects on offspring production in cooperatively breeding brown jays (*Cyanocorax morio*). *The Auk*, 123(3): 847–857.
- Winterstein, S. R. and Raitt, R. J. 1983. Nestling growth and development and the breeding ecology of the beechee jay. *Wilson Bull.*, 95(2): 256-268.
- Woolfenden, G. E. and Fitzpatrick, J. W. 1984. *The Florida scrub jay: demography of a cooperative breeding bird*. Princeton University Press. Princeton, New Jersey. USA. 407.pp.
- Zusi, R. L. 1987. A feeding adaptation of the jaw articulation in new world jays (Corvidae). *The Auk*, 104: 665-680.