

The role of ultraviolet wavelength in sexual selection

Raphael Igor Dias

Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, Departamento de Zoologia, Universidade de Brasília, CEP 70910-900, Brasília, DF, Brasil. E-mail: raphaeligor@unb.br

Recebido em 30 de dezembro de 2005; aceito em 30 de junho de 2006

RESUMO. O papel do comprimento de onda ultravioleta na seleção sexual. Diferentemente dos seres humanos, as aves podem detectar o comprimento de onda ultravioleta. Em geral, praticamente todas as famílias de aves apresentam alguma refletância UV em sua plumagem. Entretanto, este provável canal de comunicação entre aves vinha sendo ignorado até recentemente. Esta revisão apresenta diferentes metodologias que têm sido aplicadas no estudo do papel do comprimento de onda UV na seleção sexual. Esta área de pesquisa requer a atenção ao avaliar a relação entre a refletância UV e aspectos como: custo energético da produção da plumagem estrutural, disponibilidade do recurso durante a muda, carga de parasita, presença de um dimorfismo sexual no comprimento de onda UV em diversas espécies de aves, como também sua influência na competição intra-específica. Todas estas relações devem ser avaliadas no contexto da seleção sexual.

PALAVRAS-CHAVE: Refletância ultravioleta, coloração estrutural, seleção sexual, escolha de parceiro.

ABSTRACT. Differently from human beings, birds can detect ultraviolet wavelengths. In general, practically all bird families present some UV reflectance in their plumage. However, this probable channel of communication between birds has been ignored until recently. This review presents different methodologies that have been applied in the study of the role of UV wavelength in sexual selection. This area of research requires attention to evaluate the relation between UV reflectance and aspects such as: energetic cost of structural plumage production, resource availability during molt, parasite load, presence of a sexual dimorphism in UV wavelength in diverse bird species, as well as its influence in intraspecific competition. All these relations must be evaluated in the context of sexual selection.

KEY WORDS: Ultraviolet reflectance, structural coloration, sexual selection, mate choice.

Much attention has been given to how individual variations in coloration could function as signals of intra- and inter-sexual interactions (Andersson 1994). However, because human vision does not detect ultraviolet wavelengths, the possibility of other animals using UV reflectance patterns to communicate has been mostly neglected.

Differently from human vision, which is trichromatic with three different single cones (Wysocki and Stiles 1982) and a visible spectrum between 400-700 nm, the majority of birds presents tetrachromatic color vision, with four single cones (Chen *et al.* 1984, Bowmaker *et al.* 1997). This allows the detection of near-ultraviolet wavelengths (320-400 nm), which probably allows a role in sexual selection (Burkhardt 1989).

According to Eaton and Lanyon (2003) UV reflectance, in different levels, is present at least in one part of the body in birds of practically all bird families. This is not to say, however, that all birds use reflectance UV as a sexual ornament. For example, birds that live in open areas will have more chances to use reflectance UV as a signal (Eaton 2006). Parts of the plumage the bird exhibits for its partner during the display may also be an important consideration.

Ornamental coloration of the plumage can result from two different mechanisms: pigments deposited in the feathers and feather microstructures. The two most common classes of pigment are the melanins that produce colors ranging from brown to black, and the carotenoids that produce colors ranging from

yellow to red. Structural coloration, on the other hand, is produced when microstructures in the reflective keratin of the feather scatter the incident light and reflect the shorter wavelengths, giving the feathers a green, blue, purple and iridescent coloration (Finger 1995). This type of microstructure is responsible for UV reflectance.

The coloration of plumage is one of the most studied characteristics of birds and probably the one most closely associated with sexual selection. However, the majority of studies were conducted upon pigment-based plumages, and not on structural plumage.

Studies that focus upon the possible effect of individual quality in the variation of UV coloration are still scarce (Keyser and Hill 2000, Doucet 2002). Nevertheless, it is probable that variations in structural coloration and their production costs must contribute, amongst other things, in determining mate choice and male-male interactions. Recent studies have shown the importance of the structural plumage to assess parasit loads and health condition (Mougeot *et al.* 2005, Hill *et al.* 2005). Thus, UV coloration could be used as an honest signal of individual quality.

Possible functions of UV colorations are suggested in the literature. Burkhardt (1989) suggested that UV reflectance could be a form of visual communication between birds during mate choice without attracting possible predators, although passerines are also preyed upon by other birds. Other studies dem-

onstrated the importance of UV vision in foraging (European kestrels *Falco tinnunculus*; Viitala *et al.* 1995), in navigation and as a way of calibrating circadian rhythms (Tovée 1995).

In the brief review presented below, studies were grouped according to similarity of methodology.

CAGE EXPERIMENTS

Apparatus used similar to Swaddle and Cuthill (1994) and Bennett et al. (1996). The studies discussed on in this part had followed practically the same methodology. It was carried on an apparatus that consisted of a central area where the test bird was positioned and four others stimulus cages located to the end of each arm, where the stimulus birds were placed to be observed for the test bird. The test bird could look at just one stimulus bird each time.

Bennett *et al.* (1997) tested if individual variation in reflectance UV is used on mate choice decisions by forcing female starlings (*Sturnus vulgaris*) to choose between the same males under conditions in which their natural UV reflectance was either present or absent. They observed that females ranked male in the same way under the same lighting conditions, but females ranked males differently under conditions of UV presence or absence. However, it was observed that even in the absence of UV wavelength the females made consistent choices, demonstrating the importance of other characteristics in their analysis.

A study carried through with starlings and blue tits (*Parus caeruleus*) showed that neither one had a preference for a determined type of environment, with or without UV. However, female blue tits showed a strong preference for males under a full spectrum (320-700 nm), in the same way that female starlings showed a significant preference for potential males seen under conditions of UV presence (Maddocks *et al.* 2001), corroborating the previous work of Bennett *et al.* (1997).

Hunt *et al.* (1999), observed that blue tits showed a preference for partners under the presence of UV, and that this preference was more evident and statistically significant in males than in females, being considered only a tendency in females. This suggests that female choice is influenced by other criteria. Other study using the same apparatus showed that female blue tits had a strong preference for males with the brightest crests under UV (Hunt *et al.* 1998).

In blue tits, that for the human eyes it is considered monomorphic, when analysed by spectrophotometry (320-700 nm) was observed that males have a dimorphic plumage on UV waveband, suggesting that the sexual dimorphism in the coloration of this species is higher in this region of the spectrum than that of human visible wavelengths (Andersson *et al.* 1998, Hunt *et al.* 1998).

Some studies have used the zebra finch (*Taeniopygia guttata*) as a model to test the role of UV wavelength in mate choice. Bennett *et al.* (1996) showed that zebra finch females prefer males shown under the full spectrum, that is, UV and human visible wavelengths, over males which had their UV

reflection removed. The study also tested choice for individuals of the same sex, which could be associated with flock selection. But this part of the study showed that females had a strong preference for associating with individuals of the opposite sex, demonstrating that UV light, in this species, appears to be unrelated with social flocking, but acts in a mate choice context. On the other hand, Hunt *et al.* (2001) removed single blocks of the visible spectrum of the experimental birds, which resulted in males without some wavelengths, including UV. There was no evidence in this study that UV was a special wavelength in the sexual signalling of zebra finches. The red wavelength was the one that most influenced choice of females, suggesting the importance of non-UV wavelength in sexual selection.

In a study using budgerigars (*Melopsittacus undulatus*) Pearn *et al.* (2001) observed that females spent a significantly higher time in front of males under UV lighting when compared with males exposed in its absence. Thus the results suggest that UV waveband is also used in mate choice in this species. The results of these studies as well as others not covered here clearly show that UV reflectance has an important role in the sexual signalling of birds, not restricting to flock preferences as also observed with individuals of the same sex.

Other cage experiments. Different types of apparatus and other methodologies have been used in other laboratory studies. Pearn *et al.* (2003) used an apparatus where there were only two arms leaving a central cage, but following the same line of Swaddle and Cuthill (1994) and Bennett *et al.* (1996), where the tested bird could only see one stimulus bird at a time. This study strengthened the argument that UV reflectance is used in the sexual signalling of budgerigars. They showed that, as observed in other studies, females did not have the same preference for males when UV wavelength was absent. This complements what was observed by Pearn *et al.* (2001), where a significant preference for males in the presence of UV wavelength was observed (Pearn *et al.* 2003).

In an experiment with bluethroats (*Luscinia s. svecica*) in an external aviary using a method based on sunblock chemicals to modify UV reflectance, a strong association by females with males who had no reduction of their UV reflectance was observed. Another interesting characteristic demonstrated in this study was an age-related relation with UV reflectance, showing that older males presented more UV reflectance than younger males (Andersson and Amundsen 1997).

FIELD STUDIES WITH FEATHERS ANALYSIS

Several studies have been conducted in the field, and involved the capture of individuals for feather collection and analysis of plumage coloration using a spectrometer. Some studies also used feather samples from individuals in museum collections (Andersson and Amundsen 1997, Bridge and Eaton 2005). Included in the following discussion are also studies where individuals were marked and had their mating and

reproduction accompanied, however, without any kind of manipulation in their plumage characteristics.

Body-condition seems to influence the exhibition of structural coloration, thus honestly reflecting the individual quality. Studies with *Sterna* terns, blue-black grassquit (*Volatinia jacarina*) and blue grosbeaks (*Passerina caerulea*) have shown that structural coloration may be condition dependent and have a potential function in sexual signalling (Keyser and Hill 1999, Doucet 2002, Bridge and Eaton 2005). Differences in reproductive success and earlier arrivals at reproductive sites have also been associated with UV reflectance. In pied flycatchers (*Ficedula hypoleuca*), males with higher UV reflectance on their dorsal side arrived earlier at their reproductive sites, suggesting that the relative UV reflectance on their backs must be positively associated with male quality in this species (Siitari and Huhta 2002). Also, in eastern bluebirds (*Sialia sialis*) males with more ultraviolet hues had a higher reproductive success, producing more offspring, indicating that UV reflectance may signal male quality (Siefferman and Hill 2003).

However, despite the already demonstrated importance of UV wavelength reflectance in sexual selection, other secondary sexual characters have, at least, equal importance upon the females making process decision, and it is clear that they can assess a mixture of characters simultaneously. Doucet and Montgomerie (2003a) suggested that male plumage coloration and the quality of bower characteristics are intrinsically related in satin bowerbirds (*Ptilonorhynchus violaceus*) and that, together, these elaborated sexual ornaments disclose important aspects of male quality. The study showed that female satin bowerbirds can evaluate parasite intensity through male UV plumage coloration during courtship. Doucet and Montgomerie's (2003b) findings support the predictions of the Hamilton and Zuk (1982) parasite-mediated sexual selection model.

Few studies have tried to analyze the influence of UV reflectance in intrasexual competition. In a study with blue grosbeaks (*Passerina caerulea*) it was observed that males with more elaborate structural plumage were physically larger, kept greater territories with abundant prey, and exhibited higher levels of parental care. These results indicate that UV reflectance is an honest signal of quality that can be accessed during mate choice as well as male-male competition (Keyser and Hill 2000).

FIELD MANIPULATIONS

Similarly to Andersson and Amundsen's (1997) experiment in captivity, Johnsen *et al.* (1998) coated the throat plumage of a group of bluethroats males with a cream that absorbs UV but leaves the human-visible reflectance (400-700 nm) unchanged. But differently from Andersson and Amundsen (1997), the treatment was applied on free-ranging males. Their results did not show a significant difference in intrasexual competition, but they observed that males with UV-reduced

reflectance stayed more time together with their females to prevent extra-pair copulations. A tendency was found of UV-reduced males having more extra-pair young in their nests. UV-reduced males started to reproduce later, sang less to attract other females for extra-pair copulations, and had fewer extra-pair young in the nests of other males, when compared with the group of UV reflecting males. This study supported the results found Andersson and Amundsen's (1997) cage experiment, strengthening the idea that UV reflectance is used as a signal in mate choice for females of bluethroats in their natural environment.

Male-male competition was also experimentally tested on eastern bluebirds by manipulating the number of nestboxes available. The study showed that males that fledged more offspring were more colorful on the UV spectrum than those who lost the competitions for nest sites (Siefferman and Hill 2005).

FINAL CONSIDERATIONS

In summary, the studies included in this review show that researchers tend to focus the relation between the presence or absence of UV wavelength, and mate choice, often leaving other important aspects that must later be studied, as for example how individual variations in UV reflectance is acting in this choice or what factors could be altering this individual variations. Future researches must search to clarify the importance of detection of this "hidden" wavelength in sexual selection as in other kinds of behavior as foraging, migration, competition, among others.

The use of different methodologies in the study of UV role in sexual selection is important in such a way to corroborate the idea that this wavelength is used as a signal during the courtship and competition, as also to test other aspects related with the detection of this wavelength. However, we must be cautious to the speech that the UV is a special wavelength with a special function, not ignoring its role in sexual selection, but taking in consideration other morphological and behaviour characteristics, as also the other wavelengths and their functions during the courtship.

On this way, a vast area of research is still wide open, needing new studies concerning the cost of production of structural plumage, the availability of resource during molt and the effects on UV coloration, as also others studies about parasites load and their influence in UV reflectance. As well as studies evaluating the effects of UV reflectance on the reproductive success, extra-pair copulations; and on intraspecific competition.

ACKNOWLEDGMENTS

I would like to thank Regina Macedo and two anonymous referees for useful comments on the paper. This research was supported by a scholarship from the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES.

REFERENCES

- Andersson, M. (1994) *Sexual selection*. Princeton, New Jersey: Princeton University Press.
- Andersson, S. and T. Amundsen (1997) Ultraviolet colour vision and ornamentation in bluethroats. *Proc. R. Soc. Lond. B.* 264:1587-1591.
- _____, J. Örnborg, and M. Andersson (1998) Ultraviolet sexual dimorphism and assortative mating in blue tits. *Proc. R. Soc. Lond. B.* 265:445-450.
- Bennett, A. T. D., I. C. Cuthill, J. C. Partridge and K. Lunau (1997) Ultraviolet plumage colors predict mate preferences in starlings. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* 94:8618-8621.
- _____, I. C. Cuthill, J. C. Partridge and E. J. Maier (1996) Ultraviolet vision and mate choice in zebra finches. *Nature* 380:433-435.
- Bowmaker, J. K., L. A. Heath, S. E. Wilkie and D. M. Hunt (1997) Visual pigments and oil droplets from six classes of photoreceptor in the retina of birds. *Vision Res.* 37:2183-2194.
- Bridge, E. S. and M. D. Eaton (2005) Does ultraviolet reflectance accentuate a sexually selected signal in terns? *J. Avian Biol.* 36:18-21.
- Burkhardt, D. (1989) UV vision: a bird's eye view of feathers. *J. Comp. Physiol. A.* 164:787-796.
- Chen, D., J. Collins and T. Goldsmith (1984) The ultraviolet receptor of bird retina. *Science* 225:338-339.
- Doucet, S. (2002) Structural plumage coloration, male body size, and condition in the blue-black grassquit. *Condor* 104:30-38.
- _____, and R. Montgomerie (2003a) Multiple sexual ornaments in satin bowerbirds: ultraviolet plumage and bowers signal different aspects of male quality. *Behav. Ecol.* 14:503-509.
- _____, and _____ (2003b) Structural plumage colour and parasites in satin bowerbirds *Ptilonorhynchus violaceus*: implications for sexual selection. *J. Avian Biol.* 34:237-242.
- Eaton, M. D. and S. M. Lanyon (2003) The ubiquity of avian ultraviolet plumage reflectance. *Proc. R. Soc. Lond. B.* 270:1721-1726.
- _____, (2006) A phylogenetic perspective on the evolution of chromatic ultraviolet plumage coloration in grackles and allies (Icteridae). *Auk.* 123:211-234.
- Finger, E. (1995) Visible and UV coloration in birds: mie scattering as basis of color in many bird feathers. *Naturwissenschaften* 82:570-573.
- Hamilton, W. D. and M. Zuk (1982) Heritable true fitness and bright birds: A role for parasites? *Science* 218:384-387.
- Hill, G., S. Doucet, and R. Buchholz (2005) The effect of coccidial infection on iridescent plumage coloration in wild turkeys. *Anim. Behav.* 69:387-394.
- Hunt, S., A. T. D. Bennett, I. C. Cuthill and R. Griffiths (1998) Blue tits are ultraviolet tits. *Proc. R. Soc. Lond. B.* 265:451-455.
- _____, I. C. Cuthill, A. T. D. Bennett and R. Griffiths (1999) Preferences for ultraviolet partners in the blue tit. *Anim. Behav.* 58:809-815.
- _____, I. C. Cuthill, A. T. D. Bennett, S. C. Church and J. C. Partridge (2001) Is the ultraviolet waveband a special communication channel in avian mate choice? *J. Exp. Biol.* 204:2499-2507.
- Johnsen, A., S. Andersson, J. Örnborg and J. T. Lifjeld (1998) Ultraviolet plumage ornamentation affects social mate choice and sperm competition in bluethroats (Aves: *Luscinia s. svecica*): a field experiment. *Proc. R. Soc. Lond. B.* 265:1313-1318.
- Keyser, A. and G. Hill (1999) Condition-dependent variation in the blue-ultraviolet coloration of a structurally-based plumage ornament. *Proc. R. Soc. Lond. B.* 265:771-777.
- _____, and _____ (2000) Structurally based plumage coloration is an honest signal of quality in male blue grosbeaks. *Behav. Ecol.* 11:202-209.
- Maddocks, S. A., A. T. D. Bennett, S. Hunt and I. C. Cuthill (2001) Context-dependent visual preferences in starlings and blue tits: mate choice and light environment. *Anim. Behav.* 63:69-75.
- Mougeot, F., S. Redpath and F. Leckie (2005) Ultra-violet reflectance of male and female red grouse, *Lagopus lagopus scoticus*: sexual ornaments reflect nematode parasite intensity. *J. Avian Biol.* 36:203-209.
- Pearn, S. M., A. T. D. Bennett and I. C. Cuthill (2001) Ultraviolet vision, fluorescence and mate choice in a parrot, the budgerigar *Melopsittacus undulatus*. *Proc. R. Lond. B.* 268:2273-2279.
- _____, (2003) The role of Ultraviolet-A reflectance and Ultraviolet-A-Induced fluorescence in Budgerigar mate choice. *Ethology.* 109:961-970.
- Siefferman, L. and G. Hill (2003) Structural and melanin coloration indicate parental effort and reproductive success in male eastern bluebirds. *Behav. Ecol.* 14:855-861.

- _____ and _____ (2005) UV-blue structural coloration and competition for nestboxes in male eastern bluebirds. *Anim. Behav.* 69:67-72.
- Siitari, H. and E. Huhta (2002) Individual color variation and male quality in pied flycatchers (*Ficedula hypoleuca*): a role of ultraviolet reflectance. *Behav. Ecol.* 13:737-741.
- Swaddle, J. P. and I. C. Cuthill (1994) Preference for symmetrical males by female zebra finches. *Nature* 367:165-166.
- Tovée, M. J. (1995) Ultra-violet photoreceptors in the animal kingdom: their distribution and function. *Trends Ecol. Evol* 10:455-460.
- Viitala, J., E. Korpimäki, P. Palokangas and M. Koivula (1995) Attraction of kestrels to vole scent marks visible in ultraviolet light. *Nature* 373:425-427.
- Wyszecki, G. and W. S. Stiles (1982) *Color Science, Concepts and Methods, Quantitative Data and Formulae*. New York: John Wiley & Sons.

The avifauna of the Brazilian state of Roraima: bird distribution and biogeography in the Rio Branco basin

Luciano Nicolás Naka^{1,4,5}, Mario Cohn-Haft¹, Francisco Mallet-Rodrigues², Marcos Pérsio Dantas Santos³, and Marcela de Fátima Torres¹

¹ Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), Coleções Zoológicas e Coordenação de Pesquisas em Ecologia, C.P. 478 (69011-970), Manaus, Amazonas, Brazil.

² Laboratório de Ornitologia, Departamento de Zoologia, Instituto de Biologia, UFRJ (21941-590), Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brazil.

³ Universidade Federal do Piauí, Departamento de Biologia. (64049-550), Teresina, Piauí, Brazil.

⁴ Current Address: Museum of Natural Science, 119 Foster Hall, Louisiana State University, Baton Rouge, LA 70803, USA.

⁵ Corresponding author: Luciano Nicolas Naka, e-mail: lnaka1@lsu.edu

Recebido em 30 de dezembro de 2005; aceito em 22 de maio de 2006

RESUMO. A Avifauna do Estado de Roraima: distribuição e biogeografia na bacia do Rio Branco. O Estado de Roraima representa uma importante unidade biogeográfica, que inclui toda a bacia do Rio Branco, um dos principais rios Amazônicos. Roraima é uma área de alta diversidade, onde florestas de terra firme, florestas alagadas, campinas, savanas, bosques secos e em galeria, e vegetação associada com os tepuis ocorrem em uma área relativamente pequena para padrões Amazônicos (225.000 km²). Neste trabalho, apresentamos a primeira compilação em quarenta anos, das 741 espécies de aves registradas para o Estado de Roraima, 38 das quais representam as primeiras menções para a região. Os dados foram compilados a partir de informações obtidas durante nossas expedições de campo (512 espécies), complementadas por informações obtidas de material de museu e da literatura. Apresentamos uma lista com 15 espécies citadas para Roraima no passado, que não consideramos como registros válidos e achamos que sua presença em Roraima ainda deve ser confirmada, e uma outra lista com 69 espécies que acreditamos venham ser registradas em Roraima no futuro. Apresentamos também detalhes de alguns dos nossos registros de maior interesse, incluindo o primeiro espécime para o Brasil de *Atalotriccus pilaris*, e a segunda localidade para o Brasil de *Myrmeciza disjuncta*. Uma análise dos padrões de distribuição da avifauna, em relação aos diferentes ambientes, revelou que a heterogeneidade ambiental (diversidade beta) é responsável por 60% da diversidade de Roraima, enquanto que o endemismo regional (diversidade gamma) responde por quase um terço das espécies de aves exclusivas de florestas de terra firme. Apresentamos também uma análise dos padrões biogeográficos das aves em Roraima, em relação aos diferentes habitats. E finalmente, discutimos os problemas de conservação desta região que encontra-se ameaçada pela crescente expansão de monoculturas (soja, acácias, arroz) principalmente nas áreas de savanas, florestas de galeria, e bosques secos, onde habitam algumas das espécies de aves endêmicas e mais ameaçadas da região.

PALAVRAS-CHAVE: Amazônia, Roraima, Rio Branco, avifauna, distribuição, biogeografia.

ABSTRACT. The Brazilian state of Roraima represents a meaningful biogeographical unit, enclosing the entire basin of the Rio Branco, a major river in the Amazon basin. Roraima is also an area of high habitat diversity where *terra firme* forest, seasonally flooded forest, white-sand forest, savanna, gallery and dry forest, and the vegetation associated with the tepuis, all occur within a relatively small area (225,000km²) by Amazonian standards. We provide the first comprehensive compilation of the avifauna of the state in forty years. We integrated the results of our own field work, where we recorded 512 bird species, with data gathered from museum specimens and from published sources. We present a list of 741 bird species for the state of Roraima, 38 of which are mentioned for the first time for the state. We also provide a list of 15 species previously cited for Roraima that we consider hypothetical, and predict the presence of another 69 species that we consider likely to be recorded in the state with further field work. We also present details on some of our most interesting records, which include the first Brazilian specimen of *Atalotriccus pilaris*, and the second locality for Brazil of *Myrmeciza disjuncta*. We conclude that habitat heterogeneity (beta-diversity) is responsible for 60% of the avian diversity of Roraima, whereas regional endemism (gamma-diversity) accounts for about one third of the bird species occurring exclusively in *terra firme* forests. We analyze the biogeographical patterns of avian distributions within the state, in relation to the different habitats present in Roraima, and discuss some of the main conservation problems in the state of Roraima, driven by the expansion of monocultures such as soybean, acacia, and rice plantations which are putting at risk large expanses of savannas, wetlands, dry and gallery forests.

KEY WORDS: Amazonia, Roraima, Rio Branco, avifauna, distribution, biogeography.

At the northern edge of Amazonia, the Brazilian state of Roraima represents one of the most heterogeneous regions in the Neotropics. Distinct habitats, including *terra firme* forest, seasonally flooded forest (*várzea* and *igapó*), white-sand forest (*campina* and *campinarana*), savanna, gallery and dry forest, and various types of montane forests, all occur in an area roughly the size of the United Kingdom, relatively small by

Amazonian standards. Avian diversity in Roraima reflects this high habitat heterogeneity, as each major habitat contributes with unique species. Regional diversity is also increased by the fact that different areas within Roraima are, to varying degrees, biogeographically distinct; at least three proposed areas of endemism extend into the state (Cracraft 1985).

Unlike most political units, the state of Roraima represents

a meaningful biogeographical unit, enclosing the entire basin of the Rio Branco, the most important tributary of the Rio Negro, which itself is the second largest tributary of the Amazon River (Goulding *et al.* 2003). The Rio Branco basin is unique in Amazonia because its main river, the Rio Branco, is a white-water river surrounded by black-water rivers, which differ in the amount of sediments, type of vegetation, and the structure of the plant community (Worbes 1997). These differences between the two should also influence the abundance and composition of the bird species that inhabit each type of river. Therefore, a study of the avifauna of Roraima not only sheds light on one of the least-studied areas of Brazilian Amazonia (Oren and Albuquerque 1991), but can also improve our understanding of Amazonian avian biogeography, generating insights on ecological and geographical patterns.

Until the mid-20th century, most of the ornithological material available for Roraima was that obtained by Johann Natterer in the early 1800s. During the second half of the 20th century, several ornithologists visited or analyzed bird specimens from the state, but these studies concentrated on a few areas, including savannas and forests near Boa Vista, the upper Rio Branco, a handful of tepuis on the Brazilian-Venezuelan border, and the Maracá Ecological Station (see History of ornithological studies in Roraima, below). Entire ecosystems and biogeographic areas remained virtually unexplored until now.

In 2001, three of us (LNN, MCH, and MFT) initiated a study of the avifauna of Roraima and made five field trips to the state. We explored poorly sampled habitats and previously neglected biogeographical areas, such as the seasonally flooded forest (*várzea* and *igapó*) along the lower Rio Branco

and some of its tributaries, the white-sand forest (*campina* and *campinarana*) in central Roraima, and the *terra firme* forest east of the Rio Branco. We integrated our results with data obtained independently by MPDS, and with data from previous workers available from published sources and museums (data compiled by FMR).

In this paper, we provide a brief history of ornithological research in Roraima, present our field records, including 38 bird species recorded for the first time in Roraima, and provide the first comprehensive compilation of the avifauna of the state since Pinto (1966). We also make predictions on the species likely to be recorded in the state with further field work and describe the broad patterns of avian distributions within the Rio Branco basin in relation to the different habitats, discussing the implications of these patterns in a biogeographical perspective and giving special attention to the role of the Rio Branco as a biogeographical barrier.

HISTORY OF ORNITHOLOGICAL STUDIES IN RORAIMA

The study of the avifauna of Roraima began with the explorations of Natterer almost two centuries ago. Since then, a number of ornithologists have visited the region, mostly during the last 50 years, defining important periods of high productivity in terms of accumulation of ornithological data, and periods of relative stagnation (Figure 1).

The first naturalist to visit the Rio Branco basin appears to have been Alexandre Rodrigues Ferreira, a Brazilian explorer sent by the Portuguese crown in 1786 to investigate

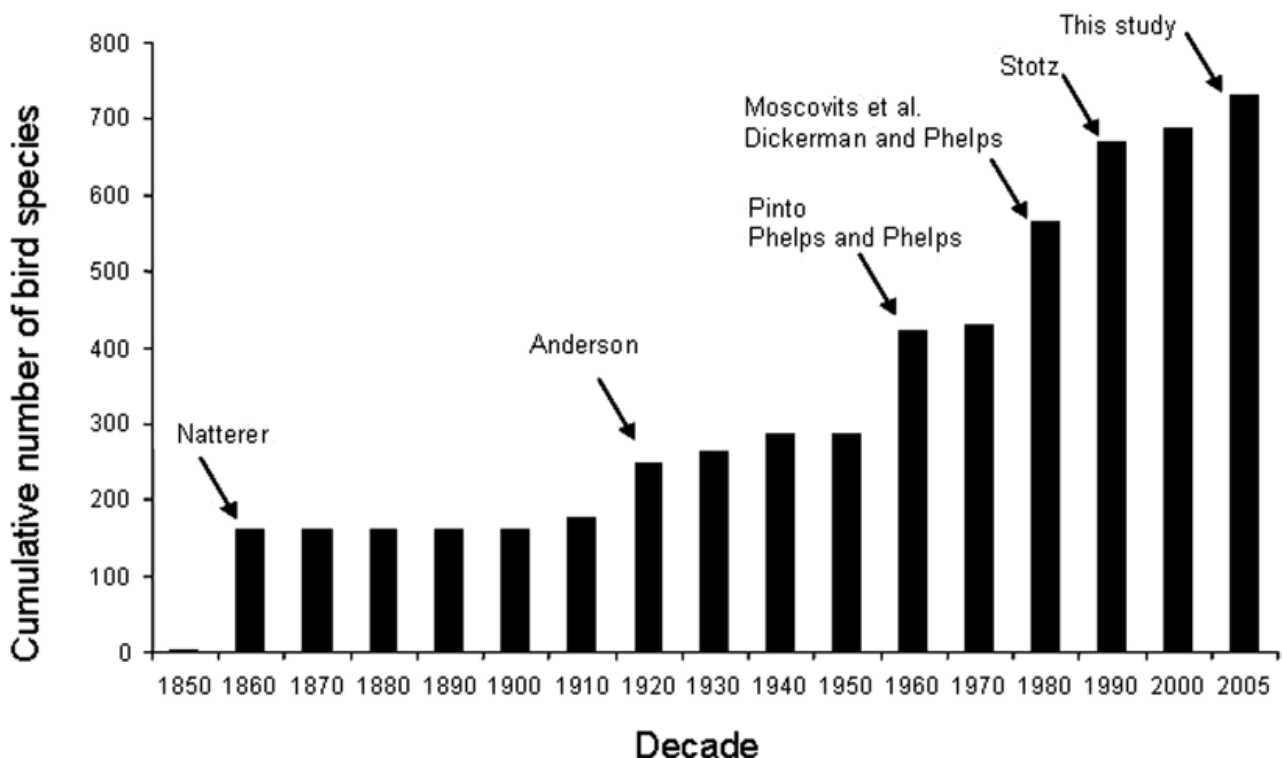


Figure 1. Cumulative number of bird species known from Roraima since the first related publication in 1850. Decades represent time of publication of lists of specimens or field records. Arrows indicate the explorers or ornithologists responsible for most of the additions during that decade.

the economic potential of the region (Barbosa and Ferreira 1997). Ferreira sailed the Rio Branco and some of its tributaries, collecting plants and animals. These valuable specimens were taken from Portugal by Saint-Hilaire in 1808 during the Napoleonic invasions and were purportedly deposited in the Paris Museum (Pinto 1966), but none of the material is present in Paris today.

Specimens taken by Natterer, who navigated the Rio Branco during 10 months in 1831-1832, formed the basis of study of the avifauna of Roraima for many years. Natterer explored the upper Rio Branco and some tributaries, and its associated savannas and forests, where he collected 157 bird species, held at the Naturhistorisches Museum of Vienna (Pelzeln 1956, 1859, 1861, 1862, 1863, 1868-1871).

The ornithologist Newton Dexter, a member of an expedition funded by Nathaniel Thayer from Harvard University, visited the Rio Branco and the Rio Negro in 1865 and 1866 (Barbosa and Ferreira 1997). Unfortunately, the material collected by Dexter (held at the Museum of Comparative Zoology in Cambridge) is of little use, as specimens lack precise locality data.

In 1912, M. P. Anderson visited Roraima, where he explored the savannas around Boa Vista and the forests of Serra da Lua, Serra Grande, and Conceição, collecting over 500 specimens of almost 200 bird species, presently held at the Field Museum of Natural History (FMNH) and analyzed by Cory (1918, 1919, 1920), Cory and Hellmayr (1924, 1925, 1927), Hellmayr (1929, 1934, 1935, 1936, 1937, 1938), and Hellmayr and Conover (1942, 1948a, 1948b, 1949). A decade later, George C. Shattuck published the results of the 1924-1925 Hamilton Rice expedition, where he made brief comments on the avifauna encountered during the trip, which included the villages of Boa Esperança and Vista Alegre along the Uraricoera River (Shattuck 1926).

In 1927, an expedition led by George H. Tate, sponsored by the American Museum of Natural History (AMNH), and another one led by General Mariano Rondon (supported by the Brazilian government), independently explored the surroundings of Mt. Roraima, collecting a small number of bird specimens from the savannas of northeastern Roraima. Much of the material collected by the AMNH expedition was included in studies by Zimmer (1933, 1936, 1937a, 1937b, 1938, 1939a, 1939b, 1940, 1941a, 1941b, 1941c, 1942a, 1942b, 1943a, 1943b, 1944), whereas the material from the Brazilian expedition (held at the Museu Nacional [MNRJ]) was listed by Miranda-Ribeiro (1929).

In January 1939, Albert Pinkus, a professional collector from New York, and P.S. Peberdy from the Museum de Georgetown, Guyana, made an expedition to Mt. Roraima. Although most of the trip was devoted to Guyana, the explorers spent a few days in Brazil, reaching the valley of the Rio Cotingo (Barbosa and Ferreira 1997), obtaining an important bird collection, most of which was deposited at the Museum of Georgetown. Part of this collection was later purchased by the Phelps Collection of Venezuela, where more than 140 specimens collected in Brazil are held.

During the following years, most of the attention given to Roraima came from Venezuela, mostly from explorers interested in the endemic avifauna associated with the tepuis. Félix Cardona, a Venezuelan Captain, explored the Brazilian-Venezuelan border, collecting several bird species, four of which were new to Brazil (Phelps and Phelps 1948). William H. Phelps and William H. Phelps, Jr. (1962) surveyed another Brazilian tepui, Cerro Uei-Tepui, adding 49 new species to Roraima and Brazil. The study of the tepuis continued by José Hidasi, who visited Serra Parima in 1962, collecting almost 30 bird species (Novaes 1965). However, with a later revision of the international limits of Brazil and Venezuela, the locality sampled by Hidasi (Posto Parima B) was confirmed to be in Venezuela. Two decades later, Robert Dickerman and William H. Phelps, Jr. (1982), made an expedition to Cerro Urutani, collecting 35 bird species, many of which were new to Roraima. This was the last ornithological expedition to any tepui in Roraima, and we believe that several other species are likely to be recorded in the tepuis with further field work (see Discussion).

In 1959, the Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG) organized an ornithological expedition to the Rio Mucajá and to Boa Vista, led by C. Carvalho and M. Amaral. However, it wasn't until 1966 that a comprehensive study of the avifauna of Roraima was published, improved significantly by an expedition sponsored by the Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) and the Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (MZUSP) to the Rio Mucajá. During this expedition in 1962, Olivério Pinto collected more than 250 bird species (held at the MZUSP), and he later compiled the ornithological knowledge available until then on the avifauna of Roraima (Pinto 1966).

Emílio Dente, a professional collector who came to Roraima to join Pinto, decided to stay in Roraima after that trip and collected more material from the Rio Mucajá. Dente obtained over 1200 specimens, most of which are held at the Natural History Museum of Los Angeles County (LACMNH), but also in at least seven other institutions, including the MPEG, MZUSP, the FMNH; the Museum of Comparative Zoology Harvard (MCZ); the Smithsonian National Museum of Natural History (USNM); the Academy of Natural Sciences (ANSP); and the University of Michigan Museum of Zoology (UMMZ).

During the 1980s and 1990s, more intensive fieldwork, including tape recording of vocalizations, behavioral observations, and use of newly available field guides as identification aids, was initiated at a few sites. In particular, the island of Maracá was the center of intensive studies (Moskovits *et al.* 1985, Silva and Oren 1990, Stotz 1997, Silva 1998), but other areas were also explored along an improved network of roads (Borges 1994, Forrester 1995, Zimmer *et al.* 1997).

Of special importance was the work of D. Stotz, who covered a range of habitats in northern Roraima. In 1987, he visited Maracá, Pacaraima, Apiaú, and the upper Rio Branco, collecting nearly 150 bird species, held at the FMNH and MZUSP (Stotz 1997). In 1992, he explored areas around Bonfim and Cantá, collecting over 350 bird specimens, held at the FMNH.



Figure 2. Map of the state of Roraima showing surrounding areas, major villages and towns, most important rivers, and study localities. Gray represents neighboring countries, light gray other Brazilian states. Numbers represent the following localities: 1= Conceição do Maú, 2= Serra da Onça, 3= Serra da Malacacheta, 4= Serra do Tracajá, 5= Serra Grande, 6= Vila União, 7= Caracarái Ecological Station, 8= Viruá National Park, 9= Niquiá Ecological Station, 10= islands of Carneiro, 11= island of Inajatuba, 12= São Luiz, 13= São João da Baliza, 14= Caroebe, 15= Samaúma, 16= island of Cota, 17= Remanso, 18= Floresta. Map based on data from Ministério do Meio Ambiente (2001).

In the mid 1990s Fernando Pacheco (1995a) made a brief visit to the mouth of the Rio Branco, adding the first published bird records from the lower section of the river. Finally, in the 21st century, Trolle and Walther (2004) made observations along the Rio Jauaperí, and one of us (MPDS) made intensive collections near Caracarái, Alto Alegre, and Boa Vista, obtaining almost 500 specimens (held at the MPEG), some of which represented the first records for the state (Santos 2004). Our field work began in 2001, and is presented in the following sections.

STUDY AREA AND METHODS

THE STATE OF RORAIMA

The Brazilian state of Roraima, with an area of 225,116 km², is located in northwestern Brazil, flanked by Guyana to the east, and Venezuela to the north and west, enclosing the entire basin of the Rio Branco (Figure 2). Geologically, Roraima lies on the ancient soils of the Guianan Shield, and most areas within the state are relatively flat and low, especially in central and southern Roraima, where low-lying depositional areas form the Rio Branco floodplains (Eden and McGregor 1998). In northern and western Roraima, elevated terrain, ranging from 1000 to almost 3000 m at Mt. Roraima, forms the divide between the Orinoco and Amazon basins. Northeastern Roraima is covered by large expanses of flat savannas, regularly broken

by the presence of rocky outcrops known as ‘inselbergs’, such as Serra da Lua, Serra de Muçajá, and Serra Grande, which reach up to a 1000 m in elevation (Ab’Saber 1997).

The climate of lowland Roraima is warm (with annual mean temperatures of 26–27°C) but varies considerably at higher elevations (Eden and McGregor 1998). As a general rule, annual rainfall increases from the northeast (1,100–1,400 mm/year) to the southwest, where rainfall is more abundant (2,000–2,300 mm/year) and less seasonal (Barbosa 1997) (Figure 3).

Roraima can be divided in two main ecological domains: the savanna/dry forest domain and the humid forest or Amazonian domain; these are separated approximately at the 1700 mm/yr rainfall isocline, where there is a broad belt of transition between the two (Figure 3). As a general rule, savannas occur in areas with annual rainfall below 1700 mm, usually concentrated during a period of 100–130 days (Barbosa 1997). Within the savannas, some areas are covered by dry and gallery forests, whereas poorly drained areas support stands of Moriche palms (*Mauritia flexuosa*), locally known as *buritizais*. Humid forests generally occur in areas with more than 2,000 mm/year, but include open vegetation areas known as *campinas* on sandy soils (see Habitats).

HABITATS

Terra firme forest. Dominant habitat type in Amazonia. In contrast to flooded forests, *terra firme* or upland forests, never flood and generally occur at low elevations (below 600 m), in association with latosols and red-yellow podzols, well drained and poor in nutrients (Pires and Prance 1985). *Terra firme* forests are rich in plant species and have high tree biomass; the canopy reaches 20–25 m, with emergent trees of 35–40 m. There is considerable variation in plant species richness described, with forests at Maracá, northern Roraima, being less diverse than similar habitats elsewhere in Amazonia (Nascimento 1997). However, plant species richness in other forested areas within Roraima has not been studied in detail. On and around rocky outcrops within the range of *terra firme* forest in southern and central Roraima (such as near Vila União), the vegetation resembles that of the dry forests further north, containing large cacti and bromeliads and lower-stature forest within a mosaic of more typical tall, moist forest away from rocks.

Várzea. Typical flooded forest and other successional habitats occurring along rivers and their floodplains in Amazonia. *Várzeas* are seasonally flooded by “white-water” rivers, which are rich in suspended sediments and have a muddy appearance (Prance 1979, Goulding *et al.* 2003). Within Roraima, *várzeas* are associated exclusively with the lower Rio Branco (Figure 3). The sediments carried by the river supply enough nutrients to support large trees and a well-developed canopy, reaching 20–25 m; the understory is generally open and poorly developed. On white-water river islands, tree species diversity and complexity of vertical structure increase progressively through time (Robinson and Terborgh 1997), creating a se-

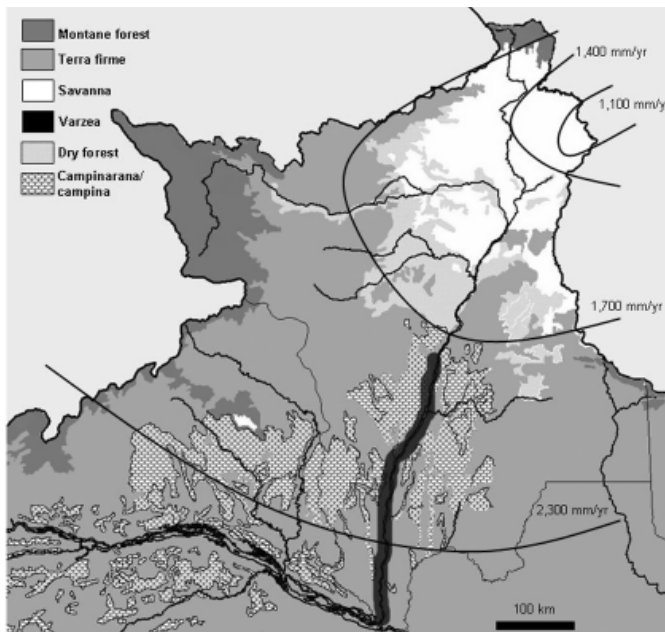


Figure 3. Map of the state of Roraima and neighboring areas in Brazil, with main habitats and rainfall isoclines. Map and distribution of habitats based on data from Ministério do Meio Ambiente (2001); rainfall isoclines taken from Barbosa (1997).

ries of successional stages that range from grassy sandbars to river-edge forest (dominated by *Cecropia*), to mature *várzea* forest, which has the highest number of tree species (Remsen and Parker 1985).

Igapó. Term generally applied to forests seasonally flooded by “black-water” and nutrient-poor rivers (Prance 1979). These rivers have high acidity, low sediment loads and drain areas of lowland forest or campinas (see below). We distinguish two types of *igapó*: tall, which resembles mature *várzea* forest, and low, sometimes referred to as *chavascal*, which has a dense growth of relatively thin trunks and a much more uniform canopy height, with physiognomy and floristic composition resembling those of *campinarana* (Anderson 1981). Low *igapó* is associated to sandy soils and has fewer tree species than tall *igapó* or *várzea* forests. In Roraima, *igapó* is associated with most tributaries of the lower Rio Branco, such as the Catrimani, Água Boa do Univini, Ajarani, Anauá, and Jauaperi rivers (the latter being a tributary of the Rio Negro).

Campina and campinarana. These habitats, also known as white-sand savanna and white-sand forest, respectively, develop in climates suitable for forests, but are associated with podzolized and oligotrophic quartzitic soils of extremely low nutrient content (Anderson 1981). They occur in areas with seasonally variable edaphic conditions, caused either by soil flooding as a result of water table rise during the rainy season, or by extreme dry soil conditions caused by the porosity of the sand (Pires and Prance 1985, Huber 1995). These habitats occur in low-lying areas in central Roraima, and extend further west towards the upper Rio Negro (Figure 3). The canopy of the *campinarana* is generally uniform and continuous, reaching 20-25 m in height (most often 10-15 m), having a distinctive physiognomy composed by shrubs and small trees, dwarf and rachitic in aspect, with reduced foliage volume, small

crowns, and thin and twisted branches (Anderson 1981). The floor is often covered by bromeliads, epiphytes, and lichens, whereas mosses are common on trunks and branches. *Campinas* are shrubbier and lower in stature (4-5 m) than *campinaranas* and often contain open areas dominated by sedges (Cyperaceae) and can be devoid of woody vegetation. Despite their relatively low plant species diversity, *campinas* and *campinaranas* have a highly specialized plant community that includes several endemic taxa (Pires and Prance 1985).

Savannas. The savannas of Roraima are part of the “Rio Branco-Rupununi” formation, shared by Brazil and Guyana, covering over 50,000 km², and representing the largest continuous Amazonian savanna (Barbosa *et al.* 2005). Locally known as *lavrados*, the savannas of northeastern Roraima occur on well-drained soils and where rainfall is seasonal (concentrated between May and August) and less abundant (below 1,700 mm/year). These savannas are not uniform and include several vegetation types (Eden and McGregor 1998, Barbosa and Miranda 2005), being flatter to the south and more hilly to the north, where the landscape is covered by volcanic rocks (Pires and Prance 1985). Savannas are xerophytic formations dominated by herbaceous plants and scattered low trees of only a few fire-resistant species, such as *Curatella americana* and *Byrsonima crassifolia*. The main plant families in terms of number of species are Poaceae, Fabaceae, Cyperaceae, Rubiaceae, Caesalpinaceae, Melastomataceae, and Polygalaceae (Miranda and Absy 1997). Although the savannas of Roraima resemble the *cerrados* of central Brazil, they differ in their floristic composition (Ratter and Dargie 1992), being more closely related to the vegetation of the Gran Sabana in Venezuela (Berry *et al.* 1995). Within the savannas, poorly drained areas support stands of Moriche palms and grassy wetlands, whereas humid areas on better-drained and seasonally drier soils support gallery and dry forests (see below).

Gallery forests. Riparian woodlands associated with rivers flowing through the savannas of northeastern Roraima, such as the Surumu, Cotingo, Uraricoera, Tacutu, and the upper Rio Branco itself. Gallery forests usually cover a narrow (ca. 50 m wide) band along the margins of watercourses, tending to be low in stature (canopy reaching 10-15 m) and choked with vines. These periodically flooded forests differ from *várzea* and *igapó* of the humid Amazonian forest domain in that gallery forests flood for shorter periods and with less predictable seasonality.

Dry forests. Semi-deciduous forests that occur within the savannas domain in areas with higher humidity conditions. They are particularly common at the edges of Amazonia, where precipitation seasonality causes many trees to lose their leaves (Pires and Prance 1985). In Roraima, dry forests are patchily distributed (Silva 1997), occurring mainly around rocky outcrops along the transition between savanna and *terra firme* domains, but also on hills in *Curatella*-dominated savannas. Dry forests are physiognomically similar to gallery forests but are not necessarily linked to rivers.

Sub-montane and montane humid forests. Areas above

600 m in western Roraima are mostly covered by these habitats. As a general rule, areas above 1000 m can be considered montane, and are concentrated where Roraima borders Venezuela and Guyana (Figure 3). In these regions the landscape is dominated by steep and mountainous terrain, ranging from 600 to 2810 m on Mt. Roraima. Tepuis are spectacular, isolated, flat-topped mountains with humid and densely forested slopes and vertical sandstone cliffs that rise over the lowlands, with a particularly rich and endemic flora (Berry *et al.* 1995). Small treelets and bushes usually cover the plateaus, surrounded by large barren areas.

AREAS OF ENDEMISM FOR BIRDS IN RORAIMA

Many bird taxa in the Neotropics (species or subspecies) share well-defined and congruent distributions (Haffer 1969, 1974; Muller 1973). This spatial congruence was used to define centers of dispersal (Haffer 1969, 1974) or areas of endemism (Cracraft 1985), seven of which are located in the Amazon. These areas are generally delimited by major Amazonian rivers, such as the Amazon, Negro, Madeira, and Tapajós rivers. The state of Roraima lies at the confluence of three such areas: Guianan, Imeri, and Pantepui. The Guianan area of endemism roughly includes the lowland tropical forests of Guyana, Surinam, French Guiana, the state of Bolívar in Venezuela, and Brazilian Amazonia north of the Amazon River and east of the Rio Negro (Cracraft 1985). Although its western limit was defined by the Rio Branco by Cracraft (1985), this boundary is not explicit and is rather ambiguous, because many contact zones of birds are located between the Rio Negro and the Rio Branco valleys (Haffer 1974). The Imeri area of endemism is located in the vicinity of the Brazilian, Colombian, and Venezuelan borders, including Guainía and Vaupés in Colombia, the upper Rio Negro in Brazil, and the state of Amazonas in Venezuela (Cracraft 1985). Its endemic species and limits have been subject to criticism, mostly because several of the species that define this area are taxa with poorly known distributions, and in many cases have proven to represent habitat specialists rather than geographic endemics (Borges *et al.* 2001). The third area of endemism, which is characterized by birds associated with the tepuis, includes the Gran Sabana and Duida Subcenters, both of which have elements present in the mountains of northern Roraima. Additionally, several bird species from western Amazonia (generally absent from the core of the Guianan Shield) are present in western Roraima and their easternmost distributions seem to coincide with the Rio Branco (see Discussion).

FIELD WORK

During our expeditions to Roraima we conducted bird surveys in the early morning (0500-1200), late afternoon (1500-1830) and, sporadically, at night, using binoculars and tape-recorders. We explored most areas using roads, which we traveled by foot or car. In forested areas we generally used trails;

to access river-created habitats (*várzea*, *igapó*, and gallery forests) we walked along the margins in times of low water, and used speed boats when these habitats were flooded. During the two expeditions in which MCH participated, he collected specimens, which are housed at the INPA Bird Collection in Manaus. MPDS also did extensive collecting in Roraima, and these specimens are housed at the MPEG (details on the sites and most important records obtained during MPDS's expeditions will be published elsewhere). Tape-recordings by MCH and LNN are archived at the INPA Bird Collection.

13-19 March 2001. LNN and MFT surveyed areas close to Boa Vista, gallery forests along the lower Mucajá and Anauá rivers, the island of São José on the upper Rio Branco, and secondary *terra firme* forest near Alto Alegre (80 km west of Boa Vista), São Luiz, São João da Baliza, and Caroebe.

14-28 May 2001. LNN, MCH, and MFT surveyed savannas, dry forests, and gallery forests between Boa Vista and Normandia, including Bonfim, Serra do Tracajá, Serra da Onça, Contão, Conceição do Maú, Serra da Malacacheta, and *terra firme* forest and *campina/campinarana* at Serra Grande and Viruá National Park.

6-11 July 2001. LNN and MFT joined an expedition of the *Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais* (IBAMA) covering by boat ca. 100 km of the lower Rio Branco, from Santa Maria do Boiaçu to the mouth of the river, and also visiting Paraná da Floresta, and a portion of the Rio Jauaperí.

8-9 August 2001. LNN and P. Coopmans made a short visit to Viruá National Park and the Rio Uraricoera, close to the BR 174 highway.

5-18 October 2001. LNN and J. Mazar Barnett joined another expedition sponsored by IBAMA, surveying the Ecological Stations of Niquiá and Caracarái, and the Viruá National Park. This expedition covered by boat ca. 170 km of the lower Rio Branco, from Caracarái south to the mouth of the Rio Catrimani, and also the rivers Água Boa do Univini, Viruá, Anauá, and Ajarani.

3-17 April 2003. LNN and MCH, accompanied for several days by M. J. Braun, revisited some areas explored in May 2001, particularly Serra do Tracajá. They also surveyed areas along the BR 174 highway and the Tacutu and Uraricoera rivers. LNN and MCH also dedicated four days to study the *terra firme* forests east of the Rio Branco, visiting Serra da Malacacheta and other forest patches along the RR 207 road (Boa Vista to Serra do Tracajá), and areas near Vila União.

STUDY SITES

We visited the following localities, which are in geographic order from north to south; numbers refer to the corresponding number of each locality on the map (Figure 2).

Contão (4° 12' N, 60° 32' W). Amerindian village along the Rio Cotingo, located at the southern end of hilly elevated lands, which rise from the lowlands and extend north towards the Gran Sabana, across the Venezuelan border. We focused primarily on a boulder-strewn hill covered by dry forest, rising out of a *Cu-*

ratella-dominated savanna, about 2 km east of the village. We also visited similar habitats along the first two km along the road heading from this village to Mt. Roraima, and along the road heading towards Boa Vista, where we made quick surveys at Serra da Memória, Surumu, and Pedra Pintada.

Normandia (3° 53' N, 59° 37' W). Area covered by wet grasslands and savannas characterized by extensive colonies of tall, terrestrial termite mounds.

Bonfim (3° 17' N, 59° 53' W). Town on the west bank of the Rio Tacutu, opposite Lethem in Guyana. We focused on the *Curatella*-dominated savannas surrounding Bonfim, characterized by treeless hills to the west, and grassy wetlands to the north, and on the gallery forests along the Rio Tacutu.

Conceição do Maú (1) (3° 34' N, 59° 53' W). Ranch located at the confluence of the Tacutu and Maú rivers, tributaries of the Rio Branco, and covered with gallery forest. We focused on these forests along both rivers, but also explored the extensive *Curatella*-dominated savannas around the ranch.

Serra da Onça (2) (3° 08' N, 60° 10' W). Small chain of isolated hills covered by dry forests, and surrounded by expanses of flat *Curatella*-dominated savannas and treeless rocky hills.

Boa Vista (2° 50' N, 60° 40' W). Economical and administrative capital of the state, inhabited by nearly 200,000 people. We surveyed areas in a 15-20 km radius around the city, giving special attention to the savannas south of the city, which include a mosaic of grasslands, Moriche palm stands, wetlands, and agricultural fields.

Serra da Malacacheta (3) (2° 41' N, 60° 31' W). Forested hills at the interface of Amazonian humid forest and savanna realms, where partially disturbed humid forest are surrounded by *Curatella*-dominated savannas (apparently influenced by grazing and burning). We include under these name similar lowland second-growth humid forests (2° 45' N, 60° 18' W) present along the road from Boa Vista to Serra do Tracajá.

Serra do Tracajá (4) (2° 36' N, 60° 03' W). Rocky hills cloaked in dry forest, which rise abruptly out of extensive *Curatella*-dominated savannas. With this name we refer to Serra do Tracajá itself, and other possibly unnamed nearby hills with similar vegetation and physiognomy, located to the west (2° 35' N, 60° 07' W) and southeast (2° 31' N, 60° 00' W and 2° 28' N, 60° 01' W).

Rio Mucajá (02° 28' N, 60° 54' W). Tributary of the Rio Branco that we explored close to the village of Mucajá. We visited both margins, covered by narrow stretches of disturbed gallery forest.

Serra Grande (5) (2° 34' N, 60° 46' W). Isolated mountain (898 m) located at the interface of Amazonian humid forest and savanna realms. Covered with partially disturbed humid forest in which we climbed to about 300 m.

Vila União (6) (02° 0' N, 60° 38' W). Small village surrounded by primary and secondary *terra firme* forest along the RR 170 road. Most areas around the village were logged or recently occupied by government-sponsored settlements.

We worked along a 2-km trail within moderately disturbed primary forest with rock outcrops (see "Habitats" above) and along the road to Cantá.

Caracarái Ecological Station (7). Protected area of 80,560 ha, situated to the west of the Rio Branco. The reserve is located in a savanna-campinarana-terra firme transitional area, with patches of secondary *terra firme* forests surrounded by agricultural lands and abandoned pastures. We focused our activities along the BR 210 road, and surveyed areas covered with *campinarana* and secondary *terra firme* forest.

Virúá National Park (8). Protected area of 227,011 ha, situated to the east of the Rio Branco and north of the Rio Anauá. The area, formerly planned for human settlement, became a national park because of its poor fertility and inappropriate quality for rural activities. Most of the area is located on sandy soils with poor drainage, covered by large expanse of *campina* and *campinarana*. It also contains an isolated ridge of low hills with *terra firme* forest. We surveyed all main habitats available at the park, including *campina* and *campinaranas* (along the park's main road), *terra firme* (next to the park's headquarters [1° 36' N, 61° 13' W]), *várzea* (along the Rio Branco), and *igapó* (along the Rio Anauá).

Niquiá Ecological Station (9). Protected area of 286,600 ha, limited by the Rio Branco to the west, Rio Água Boa do Univini to the east, and Rio Ajarani to the north. We surveyed all main habitats available at the reserve, including *várzea* (along the Rio Branco), *igapó* (along the Água Boa do Univini and Ajarani rivers), and *terra firme*. We concentrated our surveys at Ecotur Park (00° 47' 32" N, 61° 40' 01" W), a privately-owned lodge located opposite the reserve along the Rio Água Boa do Univini, from where we explored savannas, *campinaranas* and partially disturbed *terra firme* forest.

Upper Rio Branco. Section of the river delimited by the confluence of the Uraricoera and Tacutu rivers and Mucajá. The margins of the upper Rio Branco are covered by narrow strips of gallery forest. Among other places, we visited the island of São José (02° 56' N, 60° 31' W), which is covered by a mosaic of gallery forest and *Cecropia*-dominated forest.

Lower Rio Branco. Section of the river south of Caracarái. The margins of the lower Rio Branco are covered by *várzea*, including different successional stages, such as sandbars, low riparian scrub, *Cecropia*-dominated forest, and mature *várzea* forest. We intensively surveyed the whole extent of this part of the river, exploring by boat both margins and several river islands, such as the islands of Carneiro (10) (01° 24' N, 61° 16' W), Inajatuba (11) (01° 18' N, 61° 18' W), and Cota (16) (01° 16' S, 61° 50' W).

São Luiz (12), *São João da Baliza* (13), and *Caroebe* (14). Villages located along the BR 210 road, with disturbed *terra firme* forest. We focused our surveys on forests present along secondary roads. We explored relatively well-preserved *terra firme* forests at the edge of the Wai-Wai Indian Reservation (01° 05' N, 59° 56' W) and around the village of São Luiz.

Rio Jauaperí. Black-water tributary of the Rio Negro that forms the boundary between the states of Amazonas and Rorai-

ma. We navigated and explored the lower part of the river, from its mouth to the village of Samaúma (15). Most of the river was sparsely inhabited and covered by large expanses of tall *igapó*.

Paraná da Floresta. Narrow stretch of the Rio Negro, in southernmost Roraima, covered by tall *igapó*. We explored the villages of Remanso (17) and Floresta (18), and neighboring river islands.

SPECIES LIST

We present a list of all bird species recorded in the state of Roraima, which include data obtained during our fieldwork in Roraima in 2001 and 2003, data gathered from museum specimens, and published and unpublished sources, all of which are acknowledged in the Appendix. Species are assigned to their main habitats, based on our experience in Roraima and complemented by published data from the state. We include notes on distribution and seasonality, which refer to general areas of endemism and to migratory species, respectively. We also present the physical evidence used for the inclusion of each species in the list (specimen or tape-recordings; species lacking objective evidence refer to sight or auditory records). Tape-recordings are exclusively of our own, because we did not have access to other recordings from the state. Taxonomy and species nomenclature follow the Brazilian Ornithological Records Committee (Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos 2006).

RESULTS

AVIAN DIVERSITY

We recorded 512 bird species, 38 of which were the first records for the state (see below). We list for the state of Roraima a total of 741 bird species, recorded as of the writing of this paper (Appendix). Specimens document 82% of the species

recorded (604 species); 6% of the species (40 species) lack voucher specimens, but are documented by our tape-recordings. The remaining 12% (93 species) are listed based only on sight or auditory records, but we believe that their inclusion is acceptable because they are not especially difficult to identify and are likely to occur in Roraima. Undocumented species for which we judge records to be controversial were regarded as hypothetical (see below).

In terms of species richness, habitat heterogeneity (beta-diversity) is responsible for 60% of the avian diversity of Roraima, given that 446 bird species are restricted to single habitats (Table 1). *Terra firme* forests have the highest number of species among all habitats, contributing with nearly 300 species (348 including predicted species, see Discussion). Flooded forests, montane forests and tepuis, and savannas each account for 11% of the avifauna, whereas *campinas* (3%), gallery and dry forests (4%), and wetlands (9%) are responsible for a minor proportion of the avifauna (Table 1).

Forty-five species are migratory in the state of Roraima. Twelve of these reach Roraima during the austral winter (austral migrants), between April and August, whereas 29 species are nearctic migrants, occurring in Roraima between September and April (Appendix). Four species seem to have both resident and migratory populations, the latter coming either from the south (*Tyrannus savana*, *Progne tapera*, and *Myiodynastes maculatus*) or the north (*Vireo olivaceus*). The record of *Stercorarius parasiticus* and *Pelecanus occidentalis* probably represent vagrants. Another two species, *Coccyzus euleri* and *Tersina viridis*, may also be migratory, but little data are available for these species in Roraima.

HYPOTHETICAL SPECIES

Fifteen species previously reported for Roraima are here included as hypothetical and removed from the state's list because

Table 1. Relative importance of habitats in terms of bird species richness in Roraima.

Habitat ^a	<i>Terra firme</i> forest			Flooded forest	Montane forest & tepui	Savanna	Campina & campinaranas	Gallery & dry forests	Wetlands & rivers	Generalists ^f	Migr. ^g
	Wam ^c	General ^d	Gui ^e								
Number of taxa ^b (exclusive spp.)	31 (25)	190 (117)	75 (53)	87 (41)	85 (75)	85 (41)	21 (12)	32 (19)	70 (63)	45	42
% of total	4	26	10	12	11	11	3	4	9	5	6

^a Information derived from Appendix. Taxa occurring in more than one habitat were assigned to their preferred one (first one mentioned in their respective column).

^b Includes different subspecies, thus the sum of the number of taxa is higher than the number of species recorded in Roraima.

^c Western Amazonian taxa (species or subspecies typical of western Amazonia, generally absent east of the Rio Branco).

^d Widespread Amazonian taxa.

^e Guianan taxa (species or subspecies typical of the Guianan area of endemism, generally absent south of the Amazon River and west of the Rio Negro).

^f Species found in numerous habitat types without clear preference.

^g Migratory species using a variety of habitats.

they are either unlikely to occur in the state or species difficult to identify in the field without physical documentation.

Anas georgica (Yellow-billed Pintail). Included in Roraima based on a sight record made by G. Shattuck (1926) near Boa Esperança along the Uraricoera River. This record was admitted by Pinto (1966, 1978). However, we suspect that these records may represent a misidentification. This duck is not known either from Venezuela (Hilty 2003) or Guyana (Braun *et al.* 2000), and breeds thousands of km to the south of the study area. However, it does migrate north from southern South America to winter in large numbers in southern Brazil, and there is always a slight possibility of a vagrant occurring in Roraima, but this hypothesis should be supported with specimens.

Phaethornis augusti (Sooty-capped Hermit), *Colibri thalassinus* (Green Violet-ear), *Avocettula recurvirostris* (Fiery-tailed Awlbill), and *Klais guimeti* (Violet-headed Hummingbird). These four species of hummingbirds were cited for Roraima based on data from Augusto Ruschi's collection, held at the Museu de Biologia Melo Leitão (Ruschi 1961). The general accuracy of the data on the specimens at this collection has been heavily criticized (Pacheco 1995b, Stotz 1998, Pacheco and Bauer 2001), and the source of those specimens remains dubious. Note that *P. augusti* and *C. thalassinus* would represent the first documented Brazilian records, but have been dismissed by Pacheco (1995b) and the Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos (2006), who we follow in excluding them from Roraima. Three other species (*Doryfera johannae*, *Colibri delphinae*, and *Lophornis ornata*) are also present in Ruschi's collection, but were included in the list based on documented records from other sources.

Colibri coruscans (Sparkling Violet-ear). Cited for Roraima by Sick (1997) based on an alleged record from Cerro Urutaní by Dickerman and Phelps (1982). This citation appears to be erroneous, as this species is not mentioned in the original article.

Electron platyrhynchum (Broad-billed Motmot). Cited for Maracá Ecological Station by Moskovits *et al.* (1985), but dismissed by Silva (1998), who suggested an identification problem. This species is not known from anywhere near Roraima; its distribution being mostly restricted to the south of the Amazon River (Snow 2001).

Celeus flavescens (Blond-crested Woodpecker). Listed for Roraima by Pinto (1966) based on an alleged Boa Vista specimen mentioned by Cory (1919). However, this specimen refers to another locality formerly known as Boa Vista in the Brazilian state of Maranhão and now called Santo Amaro (Paynter and Traylor 1991). According to D. Willard (*in litt.*) the original label refers simply to Boa Vista, but a secondary label assumed that the specimen was from Roraima; thus, the species was subsequently reported as such by Cory (1919) and Pinto (1966). The label has since been corrected to Boa Vista, Maranhão.

Celeus undatus (Waved Woodpecker). Included for Maracá Ecological Station by Moskovits *et al.* (1985), but dismissed by Silva (1998), based on the confirmed presence (specimens) of its allospecies *C. grammicus* at that site. We

agree with Silva's conclusions and exclude it from the list. On the other hand, it is plausible (and even likely) that *C. undatus* will eventually be recorded in the state, but probably to the east of the Rio Branco. Two species previously dismissed by Silva (1998) for Maracá based on the same criteria (*Pteroglossus aracari* and *Tyrannetes virescens*) have subsequently been recorded in Roraima east of the Rio Branco (see species accounts for *T. virescens*).

Campylorhamphus sp. (Scythebill). Birds belonging to this genus were observed by Stotz (1997) in Sorocaima and by Trolle and Walther (2004) along the Rio Jauaperí, but none was either identified to species or tape-recorded. The most plausible species at Sorocaima is *C. trochilirostris*, which has been collected very close to that locality in Venezuela (Hilty 2003; A. Whittaker, unpubl. data). We believe that records from Rio Jauaperí may represent *C. procurvoides*, the species typically present in *terra firme* forest and *igapó*.

Grallaria guatemalensis (Scaled Antpitta). Cited for Roraima by Sick (1997), based on a specimen from "Serra do Curupira, Estado de Roraima". The specimen was finally re-identified as *Grallaria varia cinereiceps*, and its locality corrected to Amazonas state (Mallet-Rodrigues and Pacheco 2003); therefore, there are no known documented records for *G. guatemalensis* in Brazil, or for *G. varia* in Roraima.

Tyrannus dominicensis (Gray Kingbird). Included in Roraima by Moskovits *et al.* (1985), based on a sight record at the island of Maracá. However, this would represent the only known record for Brazil, and has been dismissed by the Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos (2006) until documented records are available. We expect this species to occur in the area as a migrant, but here follow the Committee in excluding it from the main list.

Progne elegans (Southern Martin) and *Progne subis* (Purple Martin). More than 20 adult males and one female-plumaged bird believed to be *P. elegans* (a taxon previously considered a subspecies of *P. modesta*) were observed by A. Whittaker (pers. comm.) on 20 August 1993 along the lower Rio Branco. He noted deep-forked tails on all birds as well as the distinct dark ventral area of the female. Subsequently, on 9 June 1995, A. Whittaker also found four adult males perched with *Progne tapera* on a dead tree along the lower Rio Branco. These birds probably represent austral migrants from southern South America, but distinguishing between this taxon and *Progne subis* can be challenging in the field. Likewise, Trolle and Walther (2004) recorded birds that they identified as *P. subis*, but lack any objective evidence. Although we believe that both species are likely to be present in Roraima, we prefer to keep their presence as hypothetical until specimens are obtained.

Tachyphonus rufus (White-lined Tanager) and *Euphonia laniirostris* (Thick-billed Euphonia). Both species were cited for Roraima by Borges (1994) near Boa Vista, but the author suggested that they may have been misidentified (S. Borges, pers. comm.). *E. laniirostris* has also been mentioned by Moskovits *et al.* (1985) for Maracá, but that record was also dismissed by Silva (1998).

NEW RECORDS

We obtained 38 new state records during our field work in Roraima. As expected, most of our additions are represented by species occurring in habitats or biogeographical regions poorly sampled (or not sampled at all) previously. Among these are the *terra firme* forests east of the Rio Branco, the *várzeas* of the lower Rio Branco, and the *igapó*, *campinas* and *campinaranas* of central Roraima.

Within *terra firme* forests we include 13 species previously unknown from the state: *Forpus modestus*, *Trogon rufus*, *Selenidera piperivora*, *Piculus chrysochloros*, *Sclerurus mexicanus*, *Myrmotherula gutturalis*, *Formicarius analis*, *Mypipagis caniceps*, *Hemitriccus zosterops*, *Cotinga cotinga*, *Tyrannetes virescens*, *Hylophilus thoracicus*, and *Euphonia cayennensis*. With the exception of *F. modestus*, all other species occur both in Manaus and Guyana (Cohn-Haft *et al.* 1997, Braun *et al.* 2000) and were expected to occur in Roraima. Taxa such as *S. piperivora*, *M. gutturalis*, *T. virescens*, and *Euphonia cayennensis* represent eastern elements, being restricted to the Guianan area of endemism, and we suggest that they are restricted to the east of the Rio Branco (Table 2).

We found 13 new species for the state in riverine habitats (either in *várzea* or *igapó*): *Leucopternis schistaceus*, *Monasa nigrifrons*, *Cranioleuca gutturata*, *Myrmotherula klagesi*, *Myrmotherula assimilis*, *Cercomacra nigrescens*, *Sclateria*

naevia, *Inezia subflava*, *Hemitriccus minor*, *Schiffornis major*, *Hylophilus semicinereus*, *Ammodramus aurifrons*, and *Sicalis columbiana*. Most of these species are widespread and common in *várzea* forests elsewhere in Amazonia, and all are present along the lower Rio Negro or the Solimões-Amazonas river systems. In many cases our records extend the known distribution of *várzea* species approximately 300 km northward, from the mouth of the Rio Branco up to Caracaraí (details of these records will be published elsewhere, Naka *et al.* in prep).

The *campinas*, which were previously unexplored in Roraima also presented new species for the state: *Myrmeciza disjuncta*, *Hemitriccus inornatus*, and *Rhytipterna immunda*.

Apart from unexplored habitats, we made nine additions in relatively well-sampled areas such as the savannas of north-eastern Roraima, including *Buteo brachyurus*, *Micropygia schomburgkii*, *Calidris melanotos*, *Berlepschia rikeri*, *Picumnus cirratus*, and *Basileuterus flaveolus*. Near Boa Vista in heavily degraded areas, we recorded *Podilymbus podiceps*, *Gallinula chloropus*, and *Tyto alba*.

SPECIES ACCOUNTS

Here we present details on 22 species which present special interest, either by representing new records for Roraima with some biogeographical significance, poorly-known and restricted species, or bird species of conservation concern.

Table 2. Pairs of taxa (allospecies or subspecies) whose distribution boundaries apparently coincide with the Rio Branco.

Taxon west of the Rio Branco	Taxon east of the Rio Branco
<i>Tinamus major zuliensis</i>	<i>T. m. major</i>
<i>Gypopsitta barrabandi</i>	<i>G. caica</i>
<i>Notharchus macrorhynchus</i>	<i>N. hyperrhynchus</i>
<i>Capito auratus</i>	<i>C. niger</i>
<i>Ramphastos tucanus cuvieri</i>	<i>R. t. tucanus</i>
<i>Ramphastos vitellinus culminatus</i>	<i>R. v. vitellinus</i>
<i>Selenidera nattereri*</i>	<i>S. piperivora</i>
<i>Celeus elegans jumanus</i>	<i>C. e. elegans</i>
<i>Cymbilaimus lineatus intermedius</i>	<i>C. l. lineatus</i>
<i>Myrmotherula haematonota</i>	<i>M. gutturalis</i>
<i>Myrmotherula menetriesii pallida</i>	<i>M. m. cinereiventris</i>
<i>Hypocnemis cantator flavescens</i>	<i>H. c. cantator</i>
<i>Pernostola rufifrons minor</i>	<i>P. r. subcristata</i>
<i>Schistocichla leucostigma infuscata</i>	<i>S. l. leucostigma</i>
<i>Dendrocincla fuliginosa phaeochroa</i>	<i>D. f. fuliginosa</i>
<i>Sittasomus griseicapillus amazonus</i>	<i>S. g. axillaris</i>
<i>Glyphorynchus spirurus rufigularis</i>	<i>G. s. spirurus</i>
<i>Lepidocolaptes albolineatus duidae</i>	<i>L. a. albolineatus</i>
<i>Phoenicircus nigricollis*</i>	<i>P. carnifex*</i>
<i>Tyrannetes stolzmanni</i>	<i>T. virescens</i>
<i>Hylophilus ochraceiceps ferrugineifrons</i>	<i>H. o. luteifrons</i>
<i>Euphonia rufiventris</i>	<i>E. cayennensis</i>

* Species not known from Roraima, but likely to be recorded with further sampling.

Details of those species found in flooded forest will be dealt with elsewhere (Naka *et al.*, in prep).

Micropygia schomburgkii (Ocellated Crane). MCH, LNN, and MFT heard at least two individuals vocalizing in seasonally inundated savannas near Serra do Tracajá on 22 May 2001. Subsequently, in November 2004, A. Whittaker and K. Zimmer saw and tape-recorded three different birds 22 km south of Pacaraima (A. Whittaker, *in litt.*). This secretive species is known from several sites in neighboring Venezuela (Hilty 2003), French Guiana (Tostain *et al.* 1992), and Guyana (Robbins *et al.* 2004), but these are the first records for Roraima, suggesting that its presence has been overlooked in the past.

Forpus modestus (Dusky-billed Parrotlet). MCH observed and tape-recorded two individuals in *terra firme* forest with interspersed rocky outcrops near Vila União on 17 April 2003. Although this parrotlet is widespread in Amazonia, its distributional patterns are not yet well understood (Collar 1997). We believe that its distribution may be linked to areas with considerable topographical relief and rocky soils, which may explain its presence in Roraima and its apparent absence near Manaus. Although new to Roraima, its presence was expected, as it occurs in neighboring Venezuela (Hilty 2003) and Guyana (Braun *et al.* 2000).

Gypopsitta caica (Caica Parrot). A flock of nine individuals was tape-recorded and one of them collected by MCH on 17 April 2003 in *terra firme* forest near Vila União. The only other specimen available from the state was collected by D. Stotz near fazenda Santa Cecília (FMNH #389173). Both specimens were collected east of the Rio Branco. Its allospecies, *G. barrabandi*, seems to replace *G. caica* west of this river. However, MCH also observed a flock of *G. barrabandi* on the east (left) bank of the lower Rio Branco, near the mouth of the river in July 1999. Throughout most of their distribution, species in the genus *Gypopsitta* are parapatrically distributed; therefore having both species in possible contact on the lower Rio Branco is an interesting issue requiring further study. The presence of *G. barrabandi* east of the Rio Branco also represents an exception to the observed pattern of western elements being restricted to west of the Rio Branco (see Discussion).

Chordeiles pusillus (Least Nighthawk). We found and collected two morphotypes with distinct vocalizations, within the boundaries of the state. One appears to be resident in the cerrado-like vegetation in the north and the other in the campinas of the south. Cohn-Haft will present a taxonomic revision of Amazonian *Chordeiles pusillus* elsewhere.

Galbula leucogastra (Bronzy Jacamar). Two individuals were tape-recorded by LNN and J. Mazar Barnett in tall *campinarana* forest at Viruá National Park on 16 October 2001. Although we have found this species to be common in *campinas* and *campinaranas* elsewhere in Amazonia, it appears to be rare and local in Roraima. Surprisingly, *Galbula galbula*, on the other hand, was fairly abundant in *campinas*, savannas, and *várzeas* throughout the state. In Guyana, *G. leucogastra*

has also only been found in areas where *G. galbula* was absent (Robbins *et al.* 2004), suggesting that both species may be excluding each other ecologically and geographically. These represent the first records for the state of Roraima.

Capito niger (Black-spotted Barbet). MCH and LNN heard the distinctive vocalizations of nominate *C. niger* in *terra firme* forest near Vila União on 17 April 2003. Until recently, most classifications in the last half-century treated *C. niger* as a widespread polytypic Amazonian species. Current authors (e.g. Hilty 2003, Dickinson 2003, Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos 2006, but not Short and Horne 2002), however, have followed Haffer (1997) in reverting to an older classification that restricts the name *niger* to the nominate form and elevates *auratus* to species level, including most of the other subspecies in the group. With the exception of Pinto (1966) and Dickerman and Phelps (1982), who specifically mention either *C. auratus* or a subspecies currently considered to belong to the *auratus* group, authors that mention *C. niger* for Roraima (Borges 1994, Moskovits *et al.* 1985, Stotz 1997, Silva 1998) may be assumed to be referring to the broad concept of the species. All these records are from west of the Rio Branco, which we believe represents the divide between *C. niger* and *auratus*, an idea also championed by Haffer (1997). Therefore, we believe that all previous records from Roraima refer to *C. auratus*, and ours (the only one east of the Rio Branco) should represent the first record of *C. niger* for the state.

Selenidera piperivora (Guianan Toucanet). A single individual was heard by MCH in *terra firme* forest near Vila União on 17 April 2003. This represents the first record for the state of Roraima. We agree with Haffer (1974) envisioning the distribution of this species as being restricted in Roraima to the east of the Rio Branco, being replaced by *S. nattereri* further west. Note that *S. nattereri* has not yet been recorded in Roraima, but we suspect that its absence may represent poor sampling in western Roraima (see Discussion).

Picumnus cirratus (White-barred Piculet). MCH, LNN, and MFT tape-recorded and collected pairs in gallery forest along the Rio Tacutu, near Conceição do Maú, and in dry forest at Serra do Tracajá and north of Boa Vista. These birds may refer to the form *confusus*, known from southwestern Guyana, French Guiana, and extreme northern Brazil (Winkler and Christie 2002). Although the latter authors include Roraima as the range of this race, we could find no previous record of this species for the state.

Lepidocolaptes albolineatus (Lineated Woodcreeper). LNN and MCH tape-recorded several individuals in *terra firme* forest near Vila União on 17 April 2003. There are two distinct and well-marked allopatric subspecies north of the Amazon River, which differ in morphology and vocalization (Marantz *et al.* 2004). Our observations and tape-recordings in Roraima match specimens and recordings from Manaus, where the nominate race occurs (Marantz *et al.* 2004). All previous records from Roraima are from west of the Rio Branco (Cory and Hellmayr 1925, Pelzeln 1868-71, Stotz 1997, Silva 1998, Silva and Oren 1990), and whenever subspecies were mentioned, authors refer

to *L. albolineatus duidae*. Therefore, we believe that the Rio Branco separates the range of these taxa, and our records appear to be the first of the nominate race in the state.

Synallaxis kollari (Hoary-throated Spinetail). A poorly known, local, and endemic species found exclusively in gallery forests from northeastern Roraima and adjacent Guyana, along the upper Rio Branco and some of its tributaries (Tacutu, Surumu, and Cotingo rivers) (Ridgely & Tudor 1994, Collier *et al.* 1992, BirdLife International 2000). Described from five specimens collected by Natterer in 1831-1832 along the Rio Branco near Boa Vista (Pelzeln 1956), this species was rediscovered over a century later on the Rio Surumu (Pinto 1966). Recent records come from Conceição do Maú (Forrester 1995) and the Rio Uraricoera (Grosset and Minns 2002). In 27 May 2001 MCH, LNN, and MFT found and tape-recorded one bird along the Rio Cotingo at the village of Contão (one of the historical localities mentioned by Pinto 1966). Subsequently, in August 2001 and April 2003, LNN and P. Coopmans, and MCH and LNN, respectively, found several birds at the Rio Uraricoera at the site reported by Grosset and Minns (2002). At all sites, birds were found in or near vine tangles in gallery forests, and were highly responsive to playback. At the Rio Uraricoera, birds were common, and at least five different individuals were counted within 200 m of gallery forest. Given its restricted distribution and the very low number of records, *S. kollari* is presently considered threatened (BirdLife International 2000), but was excluded based on deficiency of data from the Brazilian list of threatened birds (Ministério do Meio Ambiente 2003). An accurate assessment of its distribution and ecological requirements its being undertaken at present (Vale *et al.*, in prep.). This new information is important to assess the level of threat to which this species is subject throughout its small range (see Discussion).

Myrmotherula gutturalis (Brown-bellied Antwren). MCH and LNN observed and tape-recorded a pair in a mixed-species flock in the understory of *terra firme* forest near Vila União on 17 April 2003, representing the first record for Roraima. We suspect that this species is limited in Roraima to *terra firme* forests east of the Rio Branco, being replaced by *M. haematona* further west.

Myrmotherula cherriei (Cherrie's Antwren). MCH, LNN, and MFT encountered and tape-recorded several individuals in a *campina* at Viruá National Park on 25 May 2001. In July 2001, LNN and MFT saw and tape-recorded a female in *várzea* forest near Santa Maria do Boiaçu. Subsequently, in October 2001, LNN and J. Mazar Barnett found this species to be fairly common in tall and low *igapó* along the Água Boa do Univini and Jauaperí rivers, and in a *campinarana* at the Caracará Ecological Station. This antwren is known to occur locally in eastern Colombia, southern Venezuela, and north-eastern Peru, whereas in Brazil it was only known from the Rio Negro basin (Isler *et al.* 1999, Zimmer and Isler 2003), but not from the Rio Branco basin. Although its presence in *campina*, *campinarana*, and *igapó* was not unexpected in Roraima, its appearance in *várzea* forests along the lower Rio

Branco was somewhat surprising, as this species is apparently absent from other white-water rivers in Amazonia.

Myrmeciza disjuncta (Yapacana Antbird). MCH, LNN, and MFT tape-recorded and collected a pair, but noted at least another three different individuals in a *campina* covered by clumps of tall sedges interspersed with low bushes at Viruá National Park on 25 March 2001. In October 2001, LNN and J. Mazar Barnett located another pair at a nearby site within Viruá. The pair collected represents the first record for Roraima, and the second Brazilian locality. *M. disjuncta* is a rare and poorly known species, until recently only known from two sites in Venezuela and one in Colombia (Zimmer 1999). The only other Brazilian locality is Jaú National Park (Borges and Almeida 2001), where this species was found in a *campina* located more than 500 km southwest of our site. Despite the large distance between sites, the *campinas* of Viruá and Jaú are physiognomically similar. Not only do our records represent a considerable range extension on the north side of the Rio Negro, suggesting that the species occurs throughout the upper Negro basin in appropriate habitat, but they are the first from east of the Rio Branco, suggesting that the river is not a barrier to its distribution and that the species may occur considerably further east still.

Sublegatus modestus (Southern Scrub-Flycatcher). MCH and LNN, accompanied by M. Braun, tape-recorded and collected a pair of *Sublegatus* flycatchers on 9 March 2003 in the savannas of Serra do Tracajá, finding several others on subsequent days. These birds were morphologically and vocally similar to birds collected from the Rupununi savannas in Guyana (M. Braun pers. comm.), which may represent a resident form of *S. modestus* (M. Robbins, *in litt.*). The race *brevirostris*, which breeds from southern Bolivia to Argentina, is an austral migrant in Amazonia, but is mostly recorded south of the Amazon (Fitzpatrick 2004). Three specimens from the Roraima savannas held at the FMNH were identified as *S. modestus* and were taken in March and December, outside the main austral migrant season. These records, along with those of the Rupununi (Robbins *et al.* 2004), suggest the existence of a resident form in these savannas, extending the former breeding area several hundred km northward. Further field work is being conducted to assess the proper taxonomic status of these populations (Robbins *et al.*, unpubl. data).

Polystictus pectoralis (Bearded Tachuri). LNN and MFT found one bird on March 2001 in natural grasslands 50 km south of Boa Vista, and in May 2001, MCH, LNN, an MFT tape-recorded several individuals in the savannas near Serra do Tracajá. This poorly known species is apparently undergoing severe population declines both in northern and southern South America as a result of grassland conversion into pastures and crop fields (Parker and Willis 1997). At present, this species is considered near-threatened (BirdLife International 2000) and the drastic conversions of natural grasslands in Roraima represent a clear threat for these populations (see Discussion).

Atalotriccus pilaris (Pale-eyed Pygmy-Tyrant). In May 2001, MCH, LNN, and MFT tape-recorded and collected one individual in dry forest on a boulder-strewn hill near the

village of Contão, representing the first Brazilian specimen. This species seems to be restricted in Brazil to a savanna type found only in northeastern Roraima, characterized by rocky boulders, barren soil, and large termite mounds. *Atalotriccus pilaris* was first observed in Brazil by Forrester (1993) along the Rio Cotingo and subsequently tape-recorded by A. Whittaker (pers. comm.) on a hill with low dry forests along the BR 174 highway, 35 km south of the Venezuelan border, and by Willis (2003) at a nearby locality.

Hemitriccus zosterops (White-eyed Tody-Tyrant). LNN and MFT saw and tape-recorded one bird in disturbed *terra firme* forest near Samaúma on 8 July 2001. In April 2003, MCH and LNN heard another individual vocalizing in *terra firme* forest near Vila União. The vocalizations recorded at both sites are similar to those known from Manaus (Cohn-Haft *et al.* 1997) and presumably refer to the taxon *rothschildi* (Cohn-Haft 2000; MCH will revise the taxonomy of this and other *Hemitriccus* spp. elsewhere).

Hemitriccus inornatus (Pelzeln's Tody-Tyrant). LNN and J. Mazar Barnett found and tape-recorded two individuals on 9 and 10 October 2001 in tall *campinarana* along the Rio Agua Boa do Univini at the Niquiá Ecological Station, and up to four birds on 14 October 2001 within the Caracará Ecological Station. Until recently, this species was only known from the type specimen (Ridgely and Tudor 1994), but recent field work has led to its rediscovery (Whittaker 1994) and ample range extensions (Zimmer, Whittaker, and Cohn-Haft, *in prep.*)

Cnemotriccus fuscatus (Fuscous Flycatcher). We found two distinct forms within the state, one associated with gallery forests and the other with *campinas*. In March 2001, MCH, LNN, and MFT encountered and collected what apparently represented *Cnemotriccus f. fumosus* (a taxon well documented by specimens from the savannas of Roraima) in gallery forests along the upper Rio Branco and its tributaries, the Uraicoera and Urubú rivers. A few days later, MCH, LNN, and MFT tape-recorded a second vocal type in a *campina* at the Viruá National Park. The latter bird appears to be closest to individuals found in other *campinas*, which apparently represent the form *C. f. duidae* (Whitney, unpubl. data), not previously recorded in Roraima.

Rhytipterna immunda (Pale-bellied Mourner). LNN and J. Mazar Barnett observed and tape-recorded individuals in a *campinarana* at the Caracará Ecological Station on 14 October 2001. A few days later, they tape-recorded another bird in a *campina* at the Viruá National Park. The distribution of this species seems to be tied to sandy soils (Sick 1997, Zimmer and Hilty 1997), and although these represents the first records for Roraima, we were expecting to find this species in the state.

Tyranneutes virescens (Tiny Tyrant-Manakin). MCH and LNN tape-recorded several individuals in *terra firme* forest near Vila União on 17 April 2003. This species seems to be limited to *terra firme* forests east of the Rio Branco, possibly being replaced by *T. stolzmanni* to the west of this river. The only previous record of *T. virescens* within Roraima was represented by a sight record from Maracá Ecological Station

(Moskovits *et al.* 1985), but this record was dismissed by Silva (1998), arguing that a specimen of *T. stolzmanni* from the same site was enough evidence to suspect a misidentification. We agree with Silva, and believe that the presence of both allopecies in syntopy would be, at best, unlikely. We suspect that the Rio Branco represents the distributional limit for both species, and therefore our records east of the Rio Branco must represent the first for Roraima.

Basileuterus flaveolus (Flavescent Warbler). MCH, LNN, and MFT found and tape-recorded one bird in gallery forest along the Rio Tacutu, near Conceição do Maú, on 20 May 2001. Subsequently, they found this species in several sites dominated by dry forests, tape-recording and collecting specimens at Serra da Onça, Rio Uraicoera, and along the BR 174 highway, 40 km north of Boa Vista. In 1989 this species was found at Dadanawa, along the Rupununi River in Guyana (Mees and Mees-Balchin 1990), which represented an extraordinary range extension of over 1000 km from previously described populations in northern Venezuela and central Brazil (Ridgely and Tudor 1989). Ours are the first records for Roraima but are likely to represent the same population sampled in Guyana.

DISCUSSION

PREDICTED AVIFAUNA OF RORAIMA

A complete avifaunal survey of an area the size of Roraima, with its many ecological and biogeographical complexities, represents an overwhelming task. If we are to fully understand the distribution patterns and biogeographical aspects of all birds occurring in the state, we need much more intensive field work, especially in remote regions that continue to receive little or no coverage, and more intensive collecting (with tape recordings and tissue samples) to allow recognition of the true taxonomic or population-level diversity present.

Although we are far from having a complete list of all bird species occurring in Roraima, we can make inferences and predictions about the species that are expected to occur there. We have a good idea of the species present in neighboring regions, such as Manaus (Cohn-Haft *et al.* 1997), the states of Amazonas and Bolívar in Venezuela (Hilty 2003), Guyana (Braun *et al.* 2000), the Rupununi savannas (Robbins *et al.* 2004), the upper Rio Negro (MCH, LNN, and colleagues, unpubl. data), and the right bank of the middle Rio Negro (Borges *et al.* 2001).

Taking into account our results and the biogeographical affinities of the avifauna of Roraima, we estimate conservatively that over 800 species occur within the state boundaries. Based on a direct comparison with Cohn-Haft *et al.* (1997), Hilty (2003), Braun *et al.* (2003), and Robbins *et al.* (2004), we include a list of 69 species that are likely to be recorded in Roraima with further field work (Table 3). Among these are 39 species that inhabit *terra firme* forests (20 species widely distributed in Amazonia, 12 species representing western elements present on the upper Rio Negro and extreme southern Venezuela, and 7 species known from the Guianan area of en-

Table 3. Bird species predicted to occur in Roraima. Includes species known from areas near Roraima and not separated by any apparent biogeographical barrier; based on Mayr and Phelps (1967), Stotz *et al.* (1992), Cohn-Haft *et al.* (1997), Zimmer and Hilty (1997), Braun *et al.* (2000 and 2003), Borges *et al.* (2001), Hilty (2003), and Robbins *et al.* (2004).

Bird species from <i>terra firme</i> forest		
<i>Amazona autumnalis</i> ^c	<i>Celeus undatus</i> ^c	<i>E. aurantioatrocristatus</i> ^b
<i>Nyctibius leucopterus</i> ^b	<i>Megastictus margaritatus</i> ^a	<i>Phylloscartes virescens</i> ^c
<i>N. bracteatus</i> ^b	<i>Schistocichla caurensis</i> ^{ae}	<i>Lophotriccus vitiosus</i> ^b
<i>Lurocalis semitorquatus</i> ^b	<i>Myrmeciza pelzelni</i> ^a	<i>Neopipo cinnamomea</i> ^b
<i>Chaetura chapmani</i> ^b	<i>Dichrozona cincta</i> ^a	<i>Iodopleura isabellae</i> ^a
<i>Phaethornis malaris</i> ^a	<i>Phlegopsis nigromaculata</i> ^a	<i>Phoenicircus nigricollis</i> ^a
<i>Topaza pyra</i> ^a	<i>Grallaria varia</i> ^b	<i>Phoenicircus carnifex</i> ^c
<i>Avocettula recurvirostris</i> ^b	<i>Deconychura stictolaema</i> ^b	<i>Haematoderus militaris</i> ^c
<i>Discosura longicauda</i> ^b	<i>Campylorhamphus procurvoides</i> ^b	<i>Lepidothrix serena</i> ^c
<i>Pharomachrus pavoninus</i> ^b	<i>C. trochilirostris</i> ^b	<i>Turdus lawrencii</i> ^a
<i>Notharchus ordii</i> ^b	<i>Philydor erythrocerum</i> ^b	<i>Lamprospiza melanoleuca</i> ^b
<i>Malacoptila fusca</i> ^b	<i>P. erythropterus</i> ^b	<i>Periporphyrus erythromelas</i> ^c
<i>Selenidera nattereri</i> ^a	<i>Xenops milleri</i> ^b	<i>Schistocichla caurensis</i> ^{ae}
Bird species associated with tepuis adjacent to Roraima		
<i>Amazona dufresniana</i> ^{*d}	<i>Grallaria guatemalensis</i> [*]	<i>Xenopipo uniformis</i>
<i>Campylopterus duidae</i>	<i>Grallaricula nana</i> [*]	<i>Cichlopsis leucogenys</i>
<i>Colibri coruscans</i>	<i>Elaenia dayi</i> [*]	<i>Diglossa duidae</i>
<i>Polytmus milleri</i> [*]	<i>Pachyramphus viridis</i>	<i>Euphonia cyanocephala</i>
<i>Heliodoxa aurescens</i>	<i>Pipreola whitelyi</i> ^{*f}	
Nearctic migrants that regularly visit Guyana, southern Venezuela, or Manaus		
<i>Calidris himantopus</i>	<i>Tyrannus tyrannus</i>	<i>Catharus ustulatus</i>
<i>Falco columbarius</i>	<i>Tyrannus dominicensis</i>	<i>Dolichonyx oryzivorus</i>
<i>Buteo platypterus</i>	<i>Vireo altiloquus</i>	
Savanna bird species found in the southern Rupununi		
<i>Oxyura dominica</i>	<i>Bubo virginianus</i>	<i>Carduelis cucullata</i> [*]
<i>Phaethornis augusti</i> [*]	<i>Neopelma pallescens</i>	
Bird species associated with <i>campina/campinarana</i>		
<i>Crypturellus duidae</i>	<i>Attila citriniventris</i>	<i>Dolospingus fringilloides</i>

* Species not yet recorded in Brazil.

^a Western taxa present on the upper Rio Negro and known from extreme southern Venezuela, but generally absent from Guyana or Manaus.

^b Widespread taxa present throughout Amazonia, including the state of Amazonas, Brazil, and southern Venezuela.

^c Eastern elements, or Guianan endemics, present in Guyana and/or Manaus.

^d Although not especially linked to tepuis, Venezuelan records in Bolivar state come from the tepui foothills.

^e Associated to rocky areas, specially in sub-montane humid forest.

^f Reported twice near Manaus (Cohn-Haft *et al.* 1997), but lacking documentation for Brazil.

demism). Other species that will probably be recorded include 5 species reported from the southern Rupununi savannas in Guyana; 3 species typical of *campina/campinarana*; 14 species associated with the tepuis and reported from mountains adjacent to Roraima in Venezuela or Guyana; and 8 Nearctic migrants that regularly visit southern Venezuela, southern Guyana, or Manaus. Note that seven of the species included in Table 3 would also represent new Brazilian records, showing the need for general collections in this poorly sampled region.

AVIAN DIVERSITY

The diversity of birds in the state of Roraima is a result of high habitat heterogeneity (beta-diversity) and regional endemism (gamma-diversity), and understanding both these factors is central to recognizing the patterns of avian diversity within the Rio Branco basin. Habitat heterogeneity is responsible for 60% of the bird species found in Roraima (446 species occur exclusively in single habitats; Table 1). As expected, beta-diversity is highest in ecotone areas, where major habitats encounter one another such as within the savanna-dry forest-*terra firme* interface. Regional endemism (species in similar habitats related to different biogeographical regions) plays a major role within *terra firme* forests, accounting for more than a third of the species richness found in this habitat (see Table 1).

The diversity of birds in a given site (alpha-diversity) is also highest within *terra firme* forests. Although we lack intensive surveys at single *terra firme* forest localities, we estimate that between 260 and 280 bird species probably occur at any given site with continuous forest (Table 1 and 2), a value similar to other *terra firme* forests throughout the Amazon (Cohn-Haft *et al.* 1997).

BIOGEOGRAPHICAL AFFINITIES: PATTERNS OF AVIAN DISTRIBUTION IN RORAIMA

Below, we present the patterns of avian distribution in Roraima associated with major habitats (we excluded montane forests and tepuis because we did not sample those habitats and have little to add to the existing literature).

Terra firme forest. The Rio Branco, which dissects Roraima in an eastern and a western half, also seems to separate many closely related taxa of forest birds on its opposite banks (Table 2). Although the general pattern suggests the importance of the Rio Branco as a biogeographical barrier, lack of studies on opposite sides of the river prevents us from specifying if the river itself represents the barrier, or whether large expanses of habitats other than *terra firme* forests also function as barriers for those birds. The margins of the lower Rio Branco are mostly covered by *várzea*, and further north large expanses of *campina*, *campinarana*, and savanna also prevent *terra firme* forests from opposite sides of the Rio Branco from coming into direct contact one with another (Figure 3). Whether the Rio Branco itself or the sum effect of the river in conjunction with other habitats are responsible for the presence of contact

zones, the valley of the Rio Branco seems to be an important biogeographical barrier for Amazonian birds.

As a general rule, *terra firme* forests east of the Rio Branco show avian biogeographical affinities with the Guianan area of endemism, similar in terms of species composition to the avifauna of Manaus (see Cohn-Haft *et al.* 1997) and Guyana (see Braun *et al.* 2000). Forests west of the Rio Branco are more closely related to western Amazonia (with elements of Imeri and Napo areas of endemism), and have species composition similar to that of areas in the state of Amazonas in Venezuela (Zimmer and Hilty 1997, Hilty 2003) or the upper Rio Negro (MCH and LNN, unpubl. data).

Savanna-like open habitats. Two distinctive but physiognomically similar habitats dominated by herbaceous communities are present in Roraima. Savannas and *campinas* structurally resemble one another, but have a radically different geological history and plant species composition (Brown and Prance 1987). Although both habitats have several species of birds in common, which do not occur in any other habitats, such as *Formicivora grisea*, *Schistochlamys melanopis*, and *Emberizoides herbicola*, they also have many species that seem to occur in one habitat but not in the other. Examples of bird species that occur in savannas but not in *campinas* include: *Cercibis oxycerca*, *Theristicus caudatus*, *Ramphastos toco*, *Polystictus pectoralis*, *Turdus nudigenis*, *Anthus lutescens*, *Ammodramus humeralis*, *Parula pitiayumi*, *Icterus croconotus*, *Sturnella magna*, and *Euphonia finschi*. Whereas species typical of *campinas*, but not present in savannas include: *Crypturellus erythropus*, *Polytmus theresiae*, *Elaenia ruficeps*, *Thamnophilus punctatus*, *Myrmotherula cherriei*, *Myrmeciza disjuncta*, *Heterocercus flavivertex*, and *Tachyphonus phoenicius*.

The savannas of Roraima-Rupununi represent the largest continuous savanna in Amazonia. Its flora and avifauna are reported to be more closely related to the *llanos* of Colombia and Venezuela than to other Amazonian savannas (Huber 1995, Silva 1995), such as Sipaliwini, Amapá, or Alter do Chão. Robbins *et al.* (2004) presented a list of bird species from these areas, including the *cerrados* of central Brazil, showing that the Gran Sabana represents a subset of the Roraima-Rupununi savannas, whereas Sipaliwini is a subset of the savannas of Amapá, more closely related to the *cerrados* of central Brazil.

South of Caracará, at about the same latitude where savannas are replaced by forests, large areas of poorly drained sandy soils are covered by *campina/campinarana*. These habitats extend westwards reaching the upper Rio Negro, creating the largest continuous area of white-sand forests in the Neotropics. In general, *campinas* are patchily distributed within Amazonia, but their avifaunas seem to remain surprisingly uniform. The *campinas* of Roraima present clear avian similarities with other well studied, isolated *campinas* elsewhere in Amazonia, such as those present near Manaus (MCH and

LNN, unpubl. data), Jaú National Park (Borges 2004), and those of southern Venezuela (Zimmer and Hilty 1997).

Riverine forests. Soil composition, flooding regimes, and rainfall are important in defining habitats along the margins of the Rio Branco. While the upper Rio Branco, located within the savanna domain, is margined by narrow stretches of gallery forests, the lower Rio Branco, south of Caracará, have extensive tracts of *várzea* forests along the river. Gallery and *várzea* forests differ in bird species composition. Examples of bird species that inhabit *várzea* forests but are absent from gallery forest include *Leucopternis schistaceus*, *Amazona festiva*, *Phaethornis rufurumii*, *Thamnophilus nigrocinereus*, *Myrmotherula klagesi*, *Cercomacra nigrescens*, *Myrmoborus lugubris*, *Xiphorhynchus kienerii*, *Synallaxis propinqua*, *Cranioleuca vulpina*, *Serpophaga hypoleuca*, *Stigmatura napensis*, *Schiffornis major*, and *Conirostrum bicolor*. On the other hand, among the species that occur in gallery forests but are absent from *várzea* we can mention *Phaethornis hispidus*, *Picumnus spilogaster*, *Picumnus cirratus*, *Lepidocolaptes souleyetii*, *Synallaxis kollari*, *Myiopagis viridicata*, *Inezia caudata*, *Poecilotriccus sylvia*, *Conirostrum speciosum*, and *Basileuterus flaveolus*. The avifauna of the gallery forests is more closely related to the avifauna present in dry forests, whereas the avifauna of the *várzeas* is similar to that found in flooded forests along white-water rivers elsewhere in Amazonia, such as the Amazon and Madeira rivers.

The Rio Branco is unique in representing a white-water river surrounded by black-water rivers (for ex., the Negro, Jauaperí, Anauá, Agua Boa do Univini, and Catrimani rivers). In general, bird communities found in *várzea* along the Rio Branco are similar in species composition to the avifauna inhabiting tall *igapó* on the lower Rio Negro (such as the Anavilhanas archipelago). On the other hand, and somewhat surprisingly, the lower Rio Branco has several elements typical of white-water rivers, absent from the entire Rio Negro basin. Species such as *Synallaxis propinqua*, *Cercomacra nigrescens*, *Stigmatura napensis*, *Serpophaga hypoleuca*, and *Conirostrum bicolor* seem to have isolated populations along the Rio Branco (Pacheco 1995a, Naka *et al.* in prep.).

Apart from gallery forest and *várzea*, riverine environments flooded by black-water rivers are covered by *igapó*, which occurs along most Rio Branco tributaries. Tall *igapó* has an avifauna similar to that of mature *várzea* forest, whereas low *igapó*, locally known as *chavascal*, has bird species in common with white-sand forests (*campina/campinarana*), such as *Polytmus theresiae*, *Thamnophilus amazonicus*, *Myrmotherula cherriei*, *Hemitriccus inornatus*, *Heterocercus flavivertes*, and *Hylophilus brunneiceps*.

CONSERVATION

The state of Roraima is unique in Brazil in that more than half of its territory is protected either by Indian Reservations

(45%) or natural reserves (7%) (Ministério do Meio Ambiente 2001). Indian Reservations are concentrated in western and extreme southeastern Roraima, protecting areas of montane and sub-montane forests and lowland *terra firme* forests, respectively. Fortunately, these areas are well protected from immediate development. Natural reserves are mostly restricted to areas near Caracará, but entire habitats such as savannas, dry forests, gallery forests, and *várzeas*, are inadequately protected.

Outside protected areas, the state of Roraima is experiencing serious environmental problems. At present, savannas, natural grasslands, and gallery forests are being converted to soybean (Gianluppi and Smiderle 2005), acacia (Arco-Verde *et al.* 2005), and rice plantations (Cordeiro 2005) at alarming rates. The conversion of gallery forests into rice fields is of special concern to the survival of *Synallaxis kollari*, a gallery forest specialist endemic to northeastern Roraima.

In addition, natural savannas are subject to anthropogenic fires, which affect 38% of the entire area of the savannas every year (Barbosa and Fearnside 2005). An increase in the frequency of burning in areas well adapted to fire, such as the savannas, can have strong effects on the structure and dynamics of the plant community (Miranda and Absy 1997), and has been responsible for the spread of fires in habitats not adapted to natural burnings, such as humid forests (Barbosa and Fearnside 1999). The effects of anthropogenic fires on the avian communities of the savannas have not been studied in Roraima, and deserve investigation.

Environmental problems in the southern part of the state are linked to human settlements and state-sponsored colonization programs in forested areas. As a general rule, peasants are allocated to small areas of land, which are logged and subsequently burned to promote subsistence agricultural activities for a couple of years (Fearnside 1997). However, the unsuitability of these areas for agriculture has been known for decades (Fearnside 1985), and after a few years of slash-and-burn agriculture, these now sterile lands are abandoned, producing a vicious cycle creating social unrest that the government attempts to solve by encouraging new settlements under similar conditions. The situation in southeastern Roraima is critical, where large areas of abandoned pastures dominate the landscape. In fact, our own research activities near São Luiz, São João da Baliza, and Caroebe were obstructed by difficulty accessing undisturbed primary forests.

The present development model in Roraima is clearly unsustainable, and the lack of concerted public policies is exacerbating the situation. Environmental agencies should work together with development organizations, focusing on the long-term sustainability of economic activities throughout the state. We suggest creating natural reserves in neglected habitats, such as savannas, gallery and dry forests, and the creation of large areas of National Forests (FLONAs) or Sustainable Development Reserves (RDSs) in the *várzeas* and forests in

the southeastern corner of the state, where sustainable activities could be developed and controlled, as an alternative to uncontrolled logging and disordered human settlement. If the government of Roraima fails to work toward more sustainable economic activities, this region may lose an important part of its biodiversity in the next few years.

ACKNOWLEDGMENTS

We are especially indebted to the *Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia* (INPA) in Roraima; in particular to R. I. Barbosa, V. Lauriola, and S. P. do Nascimento, for providing logistical support during our expeditions, including the use of the Institute's vehicle and lodgings. We are also grateful to the *Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis* (IBAMA) in Roraima for permitting collecting and access to parks and other reserves under its jurisdiction. In particular, we want to extend our most sincere gratitude to A. Galdino for his constant support in Caracarái and for inviting us to participate in two expeditions sponsored by the Institute. We would also like to thank A. F. Coutinho Mello, O. de Souza Neves Jr., I. A. Rocha Santos, G. Pallazi, M. Kluppel, and C. Galvão da Silva for allowing and supporting our research activities. The National Aviary provided funds for two of our expeditions in northeastern Roraima. MCH, LNN, and MFT are grateful to Mr. Chagas, at Bar Tesão, for providing shelter during our work at Serra do Tracajá. LNN and MFT are also grateful to M. O. de Albuquerque for introducing them to Roraima in March 2001. J. Mazar Barnett, L. Mestre, P. Coopmans, and M. Braun joined us during some of our expeditions, and we thank them for their companionship in the field. We are thankful to a S. Kenney (AMNH), D. Willard (FMNH), E. Bauerfeind and A. Gamauf (NMW), M. A. Raposo and J. B. Nacinovic (MNRJ), A. Aleixo (MPEG), and L. F. Silveira (MZUSP), for providing information on specimens under their care. Thanks to I. Macedo for specimen preparation and manuscript corrections. C. Bechtold, S. Claramunt, G. Ferraz, D. Lane, J. V. Remsen Jr., and two anonymous reviewers made helpful comments on previous versions of the manuscript. LNN had a CNPq/INPA PCI-DTI fellowship during the period he worked in Roraima. Birders Exchange kindly donated optical and recording equipment to the INPA ornithological collection. This article represents publication no. 2 in the Amazonian Ornithology Technical Series of the INPA's Zoological Collections Program.

REFERENCES

- Ab'Saber, A. N. (1997) Os domínios morfoclimáticos da América do Sul. *Boletim do Instituto de Geografia da Universidade de São Paulo* 52:1-21.
- Anderson, A. (1981) White-sand vegetation of Brazilian Amazonia. *Biotropica* 13: 199-210.
- Arco-Verde, M. F., H. Tonini, and M. Mourão Júnior (2005) A SILVICULTURA NAS SAVANNAS DE RORAIMA, p. 195-200. *IN: R. I. BARBOSA, H. A. M. XAUD, AND J. M. COSTA E SOUZA (EDS.) SAVANNAS DE RORAIMA: ETNOECOLOGIA, BIODIVERSIDADE E POTENCIAIS AGROSSILVIPASTORIS*. BOA VISTA: FEMACT-RR.
- Barbosa, R. I. (1997) Distribuição das Chuvas em Roraima, p. 325-335. *IN: R. I. Barbosa, E. J. G. Ferreira, and E. G. Castellón (eds.) Homem, ambiente e ecologia no estado de Roraima*. Manaus: INPA.
- _____ and P. M. Fearnside (1999) Incêndios na Amazônia Brasileira: estimativa da emissão de gases do efeito estufa pela queima de diferentes ecossistemas de Roraima na passagem do evento "el niño" (1997/98). *Acta Amazonica* 29: 513-534.
- _____ and P. M. Fearnside (2005) The frequency and area burned in the Roraima savannas of Brazilian Amazonia. *Forest Ecology and Management* 204: 371-384.
- _____ and E. J. G. Ferreira (1997) Historiografia das expedições científicas e exploratórias no vale do Rio Branco, p. 193-216. *IN: R. I. BARBOSA, E. J. G. FERREIRA, AND E. G. CASTELLÓN (EDS.) HOMEM, AMBIENTE E ECOLOGIA NO ESTADO DE RORAIMA*. Manaus: INPA.
- _____ and I. S. Miranda (2005) Fitofisionomias e diversidade vegetal das savannas de Roraima, p. 61-78. *IN: R. I. BARBOSA, H. A. M. XAUD, AND J. M. COSTA E SOUZA (EDS.) SAVANNAS DE RORAIMA: ETNOECOLOGIA, BIODIVERSIDADE E POTENCIAIS AGROSSILVIPASTORIS*. BOA VISTA: FEMACT-RR.
- _____, J. M. COSTA E SOUZA, AND H. A. M. XAUD (2005) Savannas de Roraima: referencial geográfico e histórico, p. 11-19. *IN: R. I. BARBOSA, H. A. M. XAUD, AND J. M. COSTA E SOUZA (EDS.) SAVANNAS DE RORAIMA: ETNOECOLOGIA, BIODIVERSIDADE E POTENCIAIS AGROSSILVIPASTORIS*. BOA VISTA: FEMACT-RR.
- Berry, P. E., O. Huber, and B. K. Holst (1995) Floristic analysis and phytogeography, p. 161-191. *IN: P. E. BERRY, B. K. HOLST, AND K. YATSKIEVYCH (EDS.) FLORA OF VENEZUELAN GUAYANA, VOL. 1*. St. Louis: Missouri Botanical Garden Press.
- Bierregaard, Jr., R. O., M. Cohn-Haft, and D. F. Stotz (1997) Cryptic biodiversity: an overlooked species and new subspecies of Antbird (Aves: Formicariidae) with a revision of *Cercomacra tyrannina* in northeastern South America. *Ornithological Monographs* 48: 111-128.
- Borges, S. H. (1994) Listagem e novos registros de aves para a região de Boa Vista, Roraima, Brasil. *Boletim Museu Paraense Emílio Goeldi, Série Zoologia* 10: 191-202.
- _____ (2004) Species poor but distinct: bird assemblages in white sand vegetation in Jaú National Park, Brazilian Amazon. *Ibis* 146: 114-124.

- _____, M. Cohn-Haft, A. M. P. Carvalhães, L. M. Henriques, J. F. Pacheco, and A. Whittaker (2001) Birds of Jaú National Park, Brazilian Amazon: species check-list, biogeography and conservation. *Ornitologia Neotropical* 12: 109-140.
- Braun, M. J., D. W. Finch, M. B. Robbins, and B. K. Schmidt (2000) *A Field Checklist of the Birds of Guyana*. Washington, D.C.: Smithsonian Institution.
- _____, M. B. Robbins, C. M. Milensky, B. J. O'Shea, B. R. Barber, W. Hinds, and W. S. Prince (2003) New birds for Guyana from Mts Roraima and Ayanganna. *Bulletin of the British Ornithologists' Club* 123: 24-33.
- Brown, K. S. and G. T. Prance (1987) Soils and vegetation, p. 19-45. In: T. C. Whitmore and G. T. Prance (eds.) *Biogeography and Quaternary history in tropical America*. Oxford: Clarendon Press.
- Cohn-Haft, M. E. (2000) *A case study in Amazonian biogeography: vocal and DNA-sequence variation in Hemitriccus flycatchers*. PhD. Dissertation. Baton Rouge: Dept. of Biological Sciences., Louisiana State University.
- _____, A. Whittaker, and P. C. Stouffer (1997) A new look at the "species-poor" Central Amazon: The avifauna north of Manaus, Brazil. *Ornithological Monographs* 48: 205-235.
- Collar, N. J. (1997) Family Psittacidae (parrots), p. 280-477. In: del Hoyo, J., A. Elliot, and J. Sargatal (eds.) *Handbook of the Birds of the World, vol. 4: sandgrouse to cuckoos*. Barcelona: Lynx Edicions.
- Collar, N. J., L. P. Gonzaga, N. Krabbe, A. Madroño Nieto, L. G. Naranjo, T. A. Parker III, and D. C. Wege (1992) *Threatened birds of the America: The ICBP/IUCN Red Data Book*. Cambridge: ICBP.
- Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos (2006) Lista das aves do Brasil. Version 1 August 2006. Online publication <<http://www.cbro.org.br>>.
- Cordeiro, A. C. C. (2005) O cultivo do arroz irrigado em Roraima, p. 169-176. In: Barbosa, R. I., H. A. M. Xaud, and J. M. Costa e Souza (eds.) *Savanas de Roraima: etnoecologia, biodiversidade e potenciais agrossilvipastoris*. Boa Vista: FEMACT-RR.
- Cory, C. B. (1918) Catalogue of birds of the Americas. Part II, No. 1. *Field Museum of Natural History, Zoological Series* 13, Publ. 197.
- _____. (1919) Catalogue of birds of the Americas. Part II, No. 2. *Field Museum of Natural History, Zoological Series* 13, Publ. 203.
- _____. (1920) Descriptions of a new species and subspecies of Tyrannidae. *Auk* 37: 108-109.
- _____. and C. E. Hellmayr (1924) Catalogue of birds of the Americas. *Field Museum of Natural History, Zoological Series* 13, Publ. 223.
- _____. and C. E. Hellmayr (1925) Catalogue of birds of the Americas. *Field Museum of Natural History, Zoological Series* 13, Publ. 234.
- _____. and C. E. Hellmayr (1927) Catalogue of birds of the Americas. *Field Museum of Natural History, Zoological Series* 13, Publ. 242.
- Cracraft, J. (1985) Historical biogeography and patterns of differentiation within the South American avifauna: areas of endemism. *Ornithological Monographs* 36: 49-84.
- Dickerman, R. W. and W. H. Phelps, Jr. (1982) An annotated list of the birds of Cerro Urutaní on the border of Estado Bolívar, Venezuela, and Territorio Roraima, Brazil. *American Museum Novitates* 2732: 1-20.
- Dickinson, E. C. (ed.) (2003) *The Howard and Moore complete checklist of the birds of the World*. 3rd Edition. Princeton: Princeton University Press.
- Eden, M. J. and D. F. M. McGregor (1998) Ilha de Maraca and the Roraima Region, p. 1-11. In: W. Milliken and J. A. Ratter (eds.) *Maraca: Ecology of an Amazonian Rainforest*. London: John Wiley and Sons.
- Fearnside, P. M. (1985) Agriculture in Amazonia, p. 393-418. In: G. T. Prance and T. E. Lovejoy (eds.) *Key Environments: Amazonia*. Oxford: Pergamon Press.
- _____. (1997) Roraima e o aquecimento global: balanço anual das emissões de gases do efeito estufa provenientes da mudança de uso da terra, p. 337-359. In: R. I. Barbosa, E. J. G. Ferreira, and E. G. Castellón (eds.) *Homem, ambiente e ecologia no estado de Roraima*. Manaus: INPA.
- Forrester, B. C. (1993) *Birding Brazil: A check-list and site guide*. Irvine: John Geddes.
- _____. (1995) Brazil's northern frontier sites: in search of two Rio Branco endemics. *Cotinga* 3: 51-53.
- Goulding, M., R. Barthem, and E. J. G. Ferreira (2003) *The Smithsonian Atlas of the Amazon*. Washington, D.C.: Smithsonian Institution Press.
- Gianluppi, D. and O. J. Smiderle (2005) O cultivo da soja nos cerrados de Roraima, p. 177-182. In: R. I. BARBOSA, H. A. M. XAUD, AND J. M. COSTA E SOUZA (EDS.) *SAVANAS DE RORAIMA: ETNOECOLOGIA, BIODIVERSIDADE E POTENCIAIS AGROSSILVIPASTORIS*. BOA VISTA: FEMACT-RR.
- Haffer, J. (1969) Speciation in Amazonian forest birds. *Science* 165: 131-137.

- _____ (1974) Avian speciation in tropical South America. *Publications of the Nuttall Ornithological Club* no. 14.
- _____ (1987) Biogeography of Neotropical Birds, p. 105-150. In: T.C. Whitmore and G.T. Prance (eds.) *Biogeography and Quaternary history in tropical America*. Oxford: Clarendon and Oxford University Press.
- Hellmayr, C. E. (1906) Revision der Spix'schen Typen brasilianischer Vogel. *Abhandlungen Ak. Wissensch, Mathematisch-physischen Klasse* 22: 561-726.
- _____ (1929) Catalogue of birds of the Americas. *Field Museum of Natural History, Zoological Series* 13, Publ. 266.
- _____ (1934) Catalogue of birds of the Americas. *Field Museum of Natural History, Zoological Series* 13, Publ. 330.
- _____ (1935) Catalogue of birds of the Americas. *Field Museum of Natural History, Zoological Series* 13, Publ. 347.
- _____ (1936) Catalogue of birds of the Americas. *Field Museum of Natural History, Zoological Series* 13, Publ. 365.
- _____ (1937) Catalogue of birds of the Americas. *Field Museum of Natural History, Zoological Series* 13, Publ. 381.
- _____ (1938) Catalogue of birds of the Americas. *Field Museum of Natural History, Zoological Series* 13, Publ. 430.
- _____ and B. Conover (1942) Catalogue of birds of the Americas. *Field Museum of Natural History, Zoological Series* 13, Publ. 514.
- _____ and B. Conover (1948a) Catalogue of birds of the Americas. *Field Museum of Natural History, Zoological Series* 13, Publ. 615.
- _____ and B. Conover (1948b) Catalogue of birds of the Americas. *Field Museum of Natural History, Zoological Series* 13, Publ. 616.
- _____ and B. Conover (1949) Catalogue of birds of the Americas. *Field Museum of Natural History, Zoological Series* 13, Publ. 634.
- Hilty, S. (2003) *Birds of Venezuela*. 2 ed. Princeton: Princeton University Press.
- Huber, O. (1995) Vegetation, p. 97-160. In: P. E. Berry, B. K. Holst, and K. Yatskievych (eds.) *Flora of the Venezuelan Guayana, Vol. 1 Introduction*. St. Louis: Missouri Botanical Garden Press.
- Isler, M. L., P. R. Isler and B. M. Whitney (1999) Species Limits in Antbirds (Passeriformes: Thamnophilidae): The *Myrmotherula surinamensis* Complex. *Auk* 116: 83-96.
- Joseph, L. (1992) Notes on the distribution and natural history of the Sun Parakeet *Aratinga solstitialis solstitialis*. *Ornitologia Neotropical* 3: 17-26
- _____ (2001) The type-locality of *Sturnella magna quinta* Dickerman, 1989: a correction to the original publication. *Bulletin of the British Ornithologists' Club* 12: 69-71.
- Junk, W. R. (1989) Flood tolerance and tree distribution in Central Amazon floodplain, p. 23-46. In: L. B. Holm-Nielsen, I. C. Nielsen and H. Balsev (eds.) *Tropical forests: dynamics, speciation and diversity*. London: Academic Press.
- Mallet-Rodrigues, F. and J. F. Pacheco (2003) O registro supostamente brasileiro de *Grallaria guatemalensis* Chubb, 1921. *Ararajuba* 11: 269-270.
- Marantz, C. A., A. Aleixo, L. R. Bevier and M. A. Patten (2003) Family Dendrocolaptidae (woodcreepers) p. 358-447. In: del Hoyo, J., A. Elliot, and D. A. Christie (eds.) *Handbook of the Birds of the World, vol. 8: broadbills to tapaculos*. Barcelona: Lynx Edicions.
- Mayr, E. and W. H. Phelps (1967) The origin of the Bird Fauna of the South Venezuelan Highlands. *Bulletin of the American Museum of Natural History* 136: 273-327.
- Mees, G. F. and J. M. Mees-Balchin (1990) *Basileuterus flavolus* (Baird) in Guyana. *Bulletin of the British Ornithologists' Club* 110: 179-181.
- Ministério do Meio Ambiente (2001) *Avaliação e ações prioritárias para a conservação, uso sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade na Amazônia Brasileira*. CD-Rom. Brasília: Instituto Socioambiental (ISA).
- _____ (2003) Lista nacional das espécies da fauna brasileira ameaçadas de extinção. Disponível em <http://www.mma.gov.br/port/sbf/fauna/grupos3.html> (acesso em 15/04/2005).
- Miranda, I. S. and Absy, M. L. (1997) A flora fanerogâmica das savanas de Roraima, p. 445-462. In: R. I. Barbosa, E. J. G. Ferreira, and E. G. Castellón (eds.) *Homem, ambiente e ecologia no estado de Roraima*. Manaus: INPA.
- Miranda-Ribeiro, A. (1929) Notas ornitológicas VIII. Lista das peles de aves trazidas pelo General Rondon, de sua Inspeção de Fronteiras em 1927. *Boletim do Museu Nacional* 5: 39-42.

- Moscovits, D., J. W. Fitzpatrick and D. E. Willard (1985) Lista preliminar das aves da Estação Ecológica de Maracá, Território de Roraima, Brasil, e áreas adjacentes. *Papéis Avulsos de Zoologia* 36: 51-68.
- Muller, P. (1973) *The dispersal centers of terrestrial vertebrates in the Neotropical realm*. The Hague: Dr. W. Junk.
- Nascimento, M. T. (1997) Estrutura e diversidade das florestas de terra firme na Ilha de Maracá, p. 417-443. In: R. I. Barbosa, E. J. G. Ferreira, and E. G. Castellón (eds.) *Homem, ambiente e ecologia no estado de Roraima*. Manaus: INPA.
- Naumburg, E. M. B. (1930) The birds of Matto Grosso, Brazil. A report on the birds secured by the Roosevelt-Rondon Expedition. *Bulletin of the American Museum of Natural History* 60: 1-432.
- Novaes, F. C. (1965) Notas sobre algumas aves da Serra Parima, Território Roraima. *Boletim Museu Paraense Emílio Goeldi, nova série, Zoologia* 54: 1-10.
- _____. (1967) Sobre algumas aves pouco conhecidas na Amazônia brasileira. *Boletim Museu Paraense Emílio Goeldi, nova série, Zoologia* 64: 1-8.
- Oren, D. C. and G. A. Albuquerque (1991) Priority areas for new avian collections on Brazilian Amazonia. *Goeldiana Zoologia* 6:1-11.
- Pacheco, J. F. (1995a) New distributional records for some birds from várzea forest at Mamirauá Reserve, western Brazilian Amazonia. *Ararajuba* 3: 83-87.
- _____. (1995b) O Brasil perde cinco espécies de aves. *Atualidades Ornitológicas* 66: 7.
- _____. and C. Bauer (2001) A lista de aves do Espírito Santo de Augusto Ruschi (1953): uma análise crítica, p. 261-278. In: J. L. B. Albuquerque, J. F. Cândido Jr., F. C. Straube and A. L. Roos (eds.) *Ornitologia e conservação: da ciência às estratégias*. Tubarão: Editora Unisul.
- Parker, T. A. and E. O. Willis (1997) Notes on three tiny grassland flycatchers, with comments on the disappearance of South American fire-diversified savannas. *Ornithological Monographs* 48: 549-555.
- Paynter, R. A. and M. A. Traylor (1991) *Ornithological Gazetteer of Brazil, vols. 1 and 2*. Cambridge: Museum of Comparative Zoology.
- Pelzeln, A. von (1856) Ueber neue und wenig bekannte Arten der kaiserlichen ornithologischen Sammlung, nebst Auszügen aus Joh. Natterer's handschriftlichen Katalog über die von ihm Brasilien gesammelten Species der Familien Trogonidae und Alcedinidae. *Sitzungsber. kais. Akad. Wiss. Wien, Mathem.-naturw. Cl.* 20: 492-519.
- _____. (1859) Über neue Arten der Gattungen Synallaxis, Anabates und Xenops in der kaiserlichen ornithologischen Sammlung nebst Auszügen aus Johann Natterer's nachgelassenen Notizen über die von ihm in Brasilien gesammelten Arten der Subfamilien: Furnarinae und Synallaxinae. *Sitzungsber. kais. Akad. Wiss. Wien, mathem.-naturw. Cl.* 34: 99-134.
- _____. (1861) Über neue und weniger bekannte Arten von Raubvögeln in der kaiserlichen ornithologischen Sammlung. *Sitzungsber. kais. Akad. Wiss. Wien, mathem.-naturw. Cl.* 44: 7-16.
- _____. (1862) Handschriftliche Notizen von J. Natterer. *Verhandlungen (Abh.) Zool.-Bot. Gesells, Wien* 12: 171-192.
- _____. (1863) Handschriftliche Notizen von J. Natterer. *Verhandlungen (Abh.) Zool.-Bot. Gesells, Wien* 13: 631-636.
- _____. (1868-71) *Zur Ornithologie Brasiliens. Resultate von Johann Natterers Reisen in den Jahren 1817 bis 1835*. Vienna: A. Pichler's Witwe und Sohn.
- Peters, J. L. (1937) *Check-list of the Birds of the World, vol. 3*. Cambridge: Museum of Comparative Zoology.
- Phelps Jr., W. H. (1973) Adiciones a las listas de aves de Sur América, Brasil y Venezuela y notas sobre aves venezolanas. *Boletín de la Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales* 30: 23-40.
- _____. and W. H. Phelps, Jr. (1948) Descripción de seis aves de Venezuela y notes sobre veinticuatro adiciones a la avifauna del Brasil. *Boletín de la Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales* 71: 53-74.
- _____. and W. H. Phelps, Jr. (1962) Cuarenta y nueve aves nuevas para la avifauna Brasileña del Cerro Uei-Tepui. *Boletín de la Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales* 23: 32-39.
- Pinto, O. M. O. (1966) *Estudo crítico e catálogo remissivo das aves do Território Federal de Roraima*. Manaus: INPA.
- _____. (1978) Novo catálogo das aves do Brasil e lista dos exemplares que as representam no Museu Paulista. *Revista Brasileira do Museu Paulista* 22: 1-566.
- Pires, J. M. and G. T. Prance (1985) The vegetation types of the Brazilian Amazon, p. 109-145. In: G. T. Prance and T. E. Lovejoy (eds.) *Key Environments: Amazonia*. Oxford: Pergamon Press.
- Prance, G. T. (1979) Notes on the vegetation of Amazonia III. The terminology of forest types subject to inundation. *Brittonia* 31:26-38.
- Ratter, J. A. and T. C. D. Dargie (1992) An analysis of the

- floristic composition of 26 cerrado areas in Brazil. *Edinburgh Journal of Botany* 49: 235-250.
- Remsen, J. V., Jr., A. Jaramillo, M. A. Nores, J. F. Pacheco, M. B. Robbins, T. S. Schulenberg, F. G. Stiles, J. M. C. da Silva, D. F. Stotz, and K. J. Zimmer (2005) A classification of the bird species of South America. American Ornithologists' Union. Disponível em <http://www.museum.lsu.edu/~Remsen/SACCBaseline.html> (acesso em 09/06/2006).
- _____ and T. A. Parker, III (1985) Contribution of river-created habitats to bird species richness in Amazonia. *Biotropica* 15: 223-231.
- Ridgely, R. S. and G. Tudor (1989) *The Birds of South America, Vol. 1. The Oscine Passerines*. Austin: University of Texas Press.
- _____ and G. Tudor (1994) *The Birds of South America, Vol. 2. The Suboscine Passerines*. Austin: University of Texas Press.
- Robbins, M. B., M. J. Braun, and D. W. Finch (2004) Avifauna of the Guyana southern Rupununi, with comparisons to other savannas of northern South America. *Ornitologia Neotropical* 15: 173-200.
- Robinson, S. K. and J. Terborgh (1997) Bird community dynamics along primary successional gradients of an Amazonian whitewater river. *Ornithological Monographs* 48: 641-672.
- Ruschi, A. (1961) A coleção viva de Trochilidae do Museu de Biologia Prof. Mello Leitão, nos anos de 1934 até 1961. *Boletim do Museu de Biologia Professor Mello Leitão* no. 30.
- Santos, M. P. D. (2005) New records of birds from the Brazilian state of Roraima. *Bulletin of the British Ornithologists' Club* 124: 223-226.
- Schattuck, E. C. (1926) Observation on the Rio Branco, the Uraricoera and Parima rivers, p. 261-283. In: *Medical Report of the 5th. Hamilton Rice Expedition to the Amazon*. Cambridge: Harvard University Press.
- Schlegel, H. (1864) *Muséum d'Histoire Naturelle des Pays-Bas: revue méthodique et critique des collections déposées dans cet établissement, 3 (Monographie Psittaci)*. Leiden: E.J. Brill.
- Sclater, P. L. (1874) On the species of the genus *Synallaxis* of the family Dendrocolaptidae. *Proceedings of the Zoological Society of London*: 2-28.
- Short, L. L. and J. F. M. Horne (2002) Family Capitonidae (barbets), p. 140-219. In: del Hoyo, J., A. Elliot, and J. Sargatal (eds.) *Handbook of the Birds of the World, vol. 7: jacamars to woodpeckers*. Barcelona: Lynx Edicions.
- Sick, H. (1965) *Jacus (Penelope)* da região amazônica (Aves, Cracidae). *Papéis Avulsos de Zoologia* 17: 9-16.
- _____ (1997) *Ornitologia brasileira*. Ed. Nova Fronteira, Rio de Janeiro, Brazil.
- Silva, E. L. S. (1997) A vegetação de Roraima, p. 401-415. In: R. I. Barbosa, E. J. G. Ferreira and E.G. Castellón (eds.) *Homem, ambiente e ecologia no estado de Roraima*. Manaus: INPA.
- Silva, J. M. C. (1995) Biogeographical analysis of the South American cerrado avifauna. *Steenstrupia* 21: 49-67.
- _____ (1998) Birds of the Ilha de Maracá, p. 211-229. In: W. Milliken and J. Ratter (eds.) *Maracá: the biodiversity and environment of an Amazonian rainforest*. London: John Wiley and Sons.
- _____ and D. C. Oren (1990) Resultados de uma excursão ornitológica à ilha de Maracá, Roraima, Brasil. *Goeldiana Zoologia* 5: 1-8.
- _____ and E. O. Willis. (1986) Notas sobre a distribuição de quatro espécies de aves da Amazônia brasileira. *Boletim Museu Paraense Emílio Goeldi, Série Zoologia* 2: 151-158.
- Snethlage, E. (1914) Catálogo das aves amazônicas. *Boletim Museu Paraense Emílio Goeldi* 8: 1-465.
- Snow, D. W. (2001) Family Momotidae (motmots), p. 264-285. In: J. del Hoyo, A. Elliot, and J. Sargatal, (edq.) *Handbook of the Birds of the World, vol. 6: mousebirds to hornbills*. Barcelona: Lynx Edicions.
- Spix, J. B. von (1824-25) *Avium species novae, quas in itinere per Brasiliam annis 1817-20 collegit et descripsi*. 2 vols. Monachii: Hubschmann.
- Stotz, D. F. (1997) Levantamento preliminar da avifauna em Roraima, p. 581-608. In: R. I. Barbosa, E. J. G. Ferreira, and E. G. Castellón (eds.) *Homem, ambiente e ecologia no estado de Roraima*. Manaus: INPA.
- _____, R. O. Bierregaard, M. Cohn-Haft, P. Petermann, J. Smith, A. Whittaker, and S. V. Wilson (1992) The status of North American migrants in central Amazonian Brazil. *Condor* 94: 608-621.
- Teixeira, D. M., D. C. Oren and R. C. Best (1986) Notes on Brazilian Seabirds, 2. *Bulletin of the British Ornithologists' Club* 106: 74-77.
- Tostain, O., J. L. Dujardin, C. Énard, and J. M. Thiollay. 1992. Oiseaux de Guyane. Société d'Études Ornithologiques. Brunoy: Muséum National d'Histoire Naturelle, Laboratoire d'Écologie Générale.
- Trolle, M. and B. A. Walther (2004) Preliminary observations in the Rio Jauaperí region, Rio Negro basin, Amazonia, Brazil. *Cotinga* 22: 81-85.

- Vaurie, C. (1980) Taxonomy and geographical distribution of the Furnariidae (Aves, Passeriformes). *Bulletin of the American Museum of Natural History* 166: 1-357.
- Whittaker, A. (1995) First record of *Coccyzus pumilus* for Brazil (Cuculiformes: Cuculidae). *Ararajuba* 3: 81.
- _____ (1996) First records of Orange-breasted Falcon *Falco deiroleucus* in central Amazonian Brazil, with short behavioral notes. *Cotinga* 6: 65-68.
- Willis, D. (2003) Evidence for the occurrence of Pale-eyed Pygmy-Tyrant *Atalotriccus pilaris* in Brazil. *Ararajuba* 11: 145.
- Winkler, H. and D. A. Christie (2002) Family Picidae (woodpeckers), p. 296-558. In: del Hoyo, J. del, A. Elliott and J. Sargatal (eds.) *Handbook of the Birds of the World, vol. 7: jacamars to woodpeckers*. Barcelona. Lynx Editions
- Worbes, M. (1997) The forest ecosystem of the Floodplains, p. 223-265. In: W.J. Junk, (ed.) *The Central Amazon Floodplain: ecology of a pulsing system*. Berlin: Springer.
- Zimmer, J. T. (1933) Studies of Peruvian Birds, no. 9. The formicarian genus *Thamnophilus*. Part I. *American Museum Novitates* 646: 1-22.
- _____ (1936) Studies of Peruvian Birds, no. 24. Notes on *Pachyramphus*, *Platypsaris*, *Tityra*, and *Pyroderus*. *American Museum Novitates* 894: 1-26.
- _____ (1937a) Studies of Peruvian Birds, no. 27. Notes on the genera *Muscivora*, *Tyrannus*, *Empidonomus*, and *Syrstes*, with further notes on *Knipolegus*. *American Museum Novitates*. 962: 1-28.
- _____ (1937b) Studies of Peruvian Birds, no. 28. Notes on the genera *Myiodynastes*, *Conopias*, *Myiozetetes*, and *Pitangus*. *American Museum Novitates* 963: 1-28.
- _____ (1938) Studies of Peruvian Birds, no. 29. The genera *Myiarchus*, *Mitrephanes*, and *Cnemotriccus*. *American Museum Novitates* 994: 1-32.
- _____ (1939a) Studies of Peruvian Birds, no. 33. The genera *Tolmomyias* and *Rhynchocyclus* with further notes on *Ramphotrigon*. *American Museum Novitates* 1045: 1-23.
- _____ (1939b) A new subspecies of *Inezia subflava* from the neighborhood of Mt. Duida, Venezuela. *Proceedings of the Biological Society of Washington* 52: 167-170.
- _____ (1940) Studies of Peruvian Birds, no. 34. The genera *Todirostrum*, *Euscarthmornis*, *Snethlagea*, *Poecilotriccus*, *Lophotriccus*, *Myiornis*, *Pseudotriccus*, and *Hemitriccus*. *American Museum Novitates* 1066: 1-23.
- _____ (1941a) Studies of Peruvian Birds, no. 36. The genera *Elaenia* and *Myiopagis*. *American Museum Novitates* 1108: 1-23.
- _____ (1941b) Studies of Peruvian Birds, no. 37. The genera *Sublegatus*, *Phaeomyias*, *Camptostoma*, *Xanthomyias*, *Phyllomyias*, and *Tyranniscus*. *American Museum Novitates* 1109: 1-25.
- _____ (1941c) Studies of Peruvian Birds, no. 39. The genus *Vireo*. *American Museum Novitates* 1127: 1-20.
- _____ (1942a) Studies of Peruvian Birds, no. 40. Notes on the genus *Veniliornis*. *American Museum Novitates* 1159: 1-12.
- _____ (1942b) Studies of Peruvian Birds, no. 42. The genus *Polioptila*. *American Museum Novitates* 1168: 1-7.
- _____ (1943a) Studies of Peruvian Birds, no. 45. The genera *Tersina*, *Chlorophonia*, *Tanagra*, *Tanagrella*, *Chlorochrysa*, and *Pipraeidea*. *American Museum Novitates* 1225: 1-24.
- _____ (1943b) Studies of Peruvian Birds, no. 47. The genus *Tangara*. Part II. *American Museum Novitates* 1246: 1-14.
- _____ (1944) Studies of Peruvian Birds, no. 48. The genera *Iridosornis*, *Delothraupis*, *Anisognathus*, *Buthraupis*, *Compsocoma*, *Dubusia*, and *Thraupis*. *American Museum Novitates* 1262: 1-21.
- Zimmer, K. J. and S. Hilty (1997) Avifauna of a locality in the Upper Orinoco drainage of Amazonas, Venezuela. *Ornithological Monographs* 48: 865-885.
- _____ and M. L. Isler (2003) Family Thamnophilidae (typical antbirds) p. 448-681. In: del Hoyo, J., A. Elliott and J. Sargatal (eds.) *Handbook of the Birds of the World, vol. 8: broadbills to tapaculos*. Barcelona: Lynx Editions.
- _____, A. Whittaker, and D. F. Stotz (1997) Vocalizations, behavior and distribution of the Rio Branco Antbird. *Wilson Bulletin* 109: 663-678.

Appendix 2. List of bird species recorded in the state of Roraima.

Family and bird species	Habitat	Dist/Migr.	Evidence	References	Ornithological collections
TINAMIDAE					
<i>Tinamus tao</i>	TF	WAM		28, 50	
<i>Tinamus major</i>	TF	(WAM)/(GUI?)	S	#, 2, 28, 42, 50, 54, 57	MPEG, MZUSP
<i>Tinamus guttatus</i>	TF	WAM		54	
<i>Crypturellus cinereus</i>	TF SF DF CAM VZ		T	#, 2, 28, 50, 54	CP
<i>Crypturellus soui</i>	TF SF CAM		S	#, 2, 11, 28, 50, 54, 57	FMNH, LACMNH, MNHW, MPEG, MZUSP
<i>Crypturellus undulatus</i>	VZ DF GF CAM		S	#, 28, 37, 42, 50, 54, 57	MNHW, MPEG
<i>Crypturellus erythropus</i>	CAM TF		S	#, 28, 36, 37, 50, 54	MPEG
<i>Crypturellus variegatus</i>	TF		S	#, 2, 28, 50, 54	
ANATIDAE					
<i>Dendrocygna viduata</i>	W R		S	#, 2, 23, 28, 37, 42, 50, 54	FMNH, LACMNH, MNHW, MPEG, MZUSP
<i>Dendrocygna autumnalis</i>	W R		S	#, 2, 28, 37, 45, 50, 54	MNHW
<i>Neochen jubata</i>	R		S	#, 42, 45, 54, 57	MZUSP
<i>Cairina moschata</i>	W R		S	#, 28, 45, 50, 54, 57	MPEG
<i>Amazonetta brasiliensis</i>	W		S	2, 22, 37, 42, 50	FMNH, LACMNH, MNHW, MPEG, MZUSP
CRACIDAE					
<i>Ortalis motmot</i>	TF SF DF VZ CAM		S	#, 2, 11, 21, 28, 37, 42, 50, 54, 57	CP, FMNH, LACMNH, MNHW, MPEG, MZUSP
<i>Penelope marail</i>	TF	GUI	S	28, 42, 50, 54	MPEG, LACMNH, MZUSP
<i>Penelope jacquacu</i>	TF MF		S	11, 48, 57	CP, MPEG
<i>Aburria cumananis</i>	VZ		S	#, 11, 21, 28, 42, 50, 54, 57	CP, FMNH, MPEG, MZUSP
<i>Minu tomentosum</i>	VZ IG CAM		S	#, 21, 37, 50, 51, 57	MNHW
<i>Crax alector</i>	TF DF	GUI	S	#, 2, 11, 21, 28, 37, 42, 50, 57	CP, FMNH, MNHW, MPEG, MZUSP
ODONTOPHORIDAE					
<i>Colinus cristatus</i>	SAV CAM		S	#, 2, 27, 28, 37, 42, 49, 50, 54	FMNH, MNRJ, MNHW, MPEG, MZUSP, LACMNH
<i>Odontophorus gujanensis</i>	TF MF		S	#, 11, 28, 41, 50, 54, 57	CP
PODICIPEDIDAE					
<i>Tachybaptus dominicus</i>	W		S	#, 37	MNHW
<i>Podilymbus podiceps</i>	W			#	
PELECANIDAE					
<i>Pelecanus occidentalis</i>	vagrant			45	
PHALACROCORACIDAE					
<i>Phalacrocorax brasiliensis</i>	W R		S	#, 28, 45, 50, 54, 57	MPEG
ANHINGIDAE					
<i>Anhinga anhinga</i>	R W			#, 28, 42, 50, 54, 57	
ARDEIDAE					
<i>Tigrisoma lineatum</i>	W R		S	#, 28, 42, 50, 54, 57	FMNH, MZUSP
<i>Agamia agami</i>	R		S	#, 42	MZUSP
<i>Cochlearius cochlearius</i>	W R		S	13, 28, 37, 50, 54	MNHW
<i>Zebriilus undulatus</i>	VZ		S	28, 50, 54	MPEG
<i>Botaurus pinnatus</i>	W		P	#, 28, 50	
<i>Isobrychus exilis</i>	W			28, 50	

Family and bird species	Habitat	Dist/Migr.	Evidence	References	Omithological collections
<i>Isobrychus involucriis</i>	W			28, 50	
<i>Nycticorax nycticorax</i>	W R			#, 28, 50	
<i>Butorides striata</i>	W R		S	#, 2, 28, 45, 50, 54, 57	MPEG
<i>Bubulcus ibis</i>	W AA			#, 2, 28, 49, 50, 54	
<i>Ardea cocoi</i>	W R		S	#, 2, 28, 37, 45, 50, 54, 57	FMNH, MNHW
<i>Ardea alba</i>	W R		S	#, 2, 28, 42, 50, 54, 57	FMNH
<i>Ptilerodius pileatus</i>	W R		S	#, 28, 50, 54, 57	FMNH
<i>Egretta thula</i>	W R		S	#, 2, 28, 37, 45, 50, 54	MNHW
<i>Egretta caerulea</i>	W R		S	#, 2, 28, 42, 45, 50, 54	MZUSP
THRESKIORNITHIDAE					
<i>Cercibis oxycerca</i>	SAV		S	#, 23, 28, 37, 49, 50, 54	FMNH, MNHW
<i>Mesembrinibis cayennensis</i>	VZ IG		S	#, 28, 42, 50, 54, 57	FMNH, MPEG, MZUSP
<i>Phimosus infuscatus</i>	W			45	
<i>Theristicus caudatus</i>	SAV		S	#, 2, 28, 42, 45, 50, 54	FMNH
<i>Platalea ajaja</i>	W R		S	#, 2, 37, 42, 57	MNHW
CICONIIDAE					
<i>Ciconia maguari</i>	W R		S	#, 12, 13, 50, 54	FMNH
<i>Jabiru mycteria</i>	W R		S	#, 2, 28, 37, 42, 50, 54, 57	MNHW
<i>Mycteria americana</i>	W R		S	#, 2, 28, 42, 45, 50, 57	FMNH
CATHARTIDAE					
<i>Cathartes aura</i>	X		S	#, 28, 37, 42, 50, 54, 57	MNHW
<i>Cathartes burrovianus</i>	SAV		S	#, 28, 34, 37, 42, 50, 54	LACMNH, MNHW
<i>Cathartes melambrotos</i>	TF DF			#, 2, 28, 50, 54, 57	
<i>Coragyps atratus</i>	X			#, 2, 28, 42, 50, 54, 57	
<i>Sarcorampus papa</i>	TF DF SAV		S	#, 28, 37, 45, 50, 54, 57	MNHW
PANDIONIDAE					
<i>Pandion haliaetus</i>	R	NEA	S	#, 28, 37, 50, 54, 55, 57	MNHW
ACCIPITRIDAE					
<i>Leptodon cayanensis</i>	TF MF		S	28, 50, 57	MPEG
<i>Chondrohierax uncinatus</i>	DF		S	#, 11, 37	CP, MNHW
<i>Elanoides forficatus</i>	SAV TF MF	NEA		#, 28, 50, 57	
<i>Gampsonyx swainsonii</i>	SAV AA R		S	#, 2, 28, 37, 42, 50, 54, 57	FMNH, LACMNH, MNHW, MPEG, MZUSP
<i>Elanus leucurus</i>	SAV AA		S	#, 28, 37, 50	LACMNH, MNHW, MPEG, UMMZ
<i>Rostrihamus sociabilis</i>	W R			#, 2, 28, 50, 54	
<i>Harpagus bidentatus</i>	TF		S	#, 28, 50, 54, 57	
<i>Harpagus diodon</i>	TF		S	37	MNHW
<i>Ictinia plumbea</i>	SAV VZ DF	NEA	S	#, 28, 50, 54, 57	MPEG
<i>Circus buffoni</i>	SAV			12, 13	
<i>Accipiter poliopterus</i>	TF			28, 50	
<i>Accipiter superciliosus</i>	TF			#, 54	
<i>Accipiter bicolor</i>	TF		S	28, 50	MPEG
<i>Geranopsiza caeruleascens</i>	DF VZ		S	#, 37, 42, 50, 51, 57	MNHW, MZUSP
<i>Leucopternis schistaceus</i>	VZ			#	
<i>Leucopternis melanops</i>	TF			28, 50	

Family and bird species	Habitat	Dist/Migr.	Evidence	References	Ornithological collections
<i>Leucopternis albicollis</i>	TF		S	28, 37, 50, 54	MNHW
<i>Buteogallus urubitinga</i>	SAV R		S	#, 2, 28, 35, 37, 42, 50, 54, 57	MNHW, MZUSP
<i>Heterospizias meridionalis</i>	SAV R		S	#, 2, 28, 37, 42, 50, 54	FMNH, MNHW, MZUSP
<i>Busarellus nigricollis</i>	WR		S	#, 24, 28, 35, 37, 50, 54, 57	FMNH, MNHW, MPEG
<i>Rupornis magnirostris</i>	X		S	#, 2, 24, 28, 37, 42, 50, 54, 57	FMNH, LACMNH, MNHW, MPEG, MZUSP
<i>Buteo albicaudatus</i>	SAV		S	#, 2, 24, 28, 37, 49, 50, 54	FMNH, MNHW, MPEG
<i>Buteo nitidus</i>	SAV VZ SF AA		S	#, 2, 28, 50, 54	FMNH
<i>Buteo swainsoni</i>	TF SF	NEA	S	54, 55	
<i>Buteo brachyurus</i>	DF		#		
<i>Buteo albonotatus</i>	SAV		S	#, 28, 49, 50, 54	
<i>Morphnus guianensis</i>	TF		S	24, 28, 50	
<i>Harpia harpyja</i>	TF		S	#, 28, 42, 50	
<i>Spizaetus tyrannus</i>	VZ		S	#, 28, 50	
<i>Spizaetus melanoleucus</i>	TF DF		S	#, 24, 37	FMNH, MNHW
<i>Spizaetus ornatus</i>	TF		S	#, 28, 37, 50, 54	MNHW
FALCONIDAE					
<i>Daptrius ater</i>	TF VZ IG		S	#, 2, 28, 50, 54, 57	FMNH
<i>Ibycter americanus</i>	TF VZ		S	#, 28, 45, 50, 54, 57	
<i>Caracara cheriway</i>	X		S	#, 2, 28, 37, 42, 50, 54	FMNH, MNHW, MPEG, MZUSP
<i>Milvago chimachima</i>	X		S	#, 2, 28, 50, 54	FMNH, MPEG
<i>Herpotheres cachinnans</i>	SAV VZ DF		S	#, 28, 42, 50, 54, 57	MZUSP
<i>Micrastur ruficollis</i>	TF		S	#, 2, 28, 50, 54	
<i>Micrastur gilvicollis</i>	TF		S	50	
<i>Micrastur mirandollei</i>	TF CAM		S	#, 37	MNHW
<i>Micrastur semitorquatus</i>	TF CAM GF VZ		S	#, 28, 37, 50, 54	MNHW
<i>Falco sparverius</i>	SAV		S	#, 2, 24, 37, 42, 50, 54	FMNH, LACMNH, MNHW, MPEG, MZUSP
<i>Falco ruficularis</i>	TF SF VZ CAM		S	#, 2, 28, 50, 54, 57	MPEG
<i>Falco detroleucus</i>	VZ		S	60	
<i>Falco femoralis</i>	SAV		S	#, 24, 28, 37, 42, 50, 54	FMNH, MNHW, MZUSP
<i>Falco peregrinus</i>	SAV	NEA	S	J. Mazar Barnett (<i>in litt.</i>)	
ARAMIDAE					
<i>Aramus guarana</i>	WR		S	#, 2, 28, 37, 42, 50, 54, 57	MNHW, MZUSP
PSOPHIIDAE					
<i>Psophia crepitans</i>	TF	(GUI)	S	#, 2, 28, 37, 42, 50, 54, 57	LACMNH, MNHW, MPEG, MZUSP
RALLIDAE					
<i>Micropygia schomburgkii</i>	SAV		T	#	
<i>Aramides cajanea</i>	W		S	#, 2, 28, 42, 50, 54, 57	LACMNH, MPEG, MZUSP
<i>Laterallus viridis</i>	W		T	#, 28, 50, 54	
<i>Laterallus exilis</i>	W		T	#, 50	
<i>Porzana albicollis</i>	W SAV		T	#, 28, 50, 54	
<i>Gallinula chloropus</i>	W		#		
<i>Porphyrio martinica</i>	WR		S	#, 28, 50, 54	MPEG
<i>Porphyrio flavirostris</i>	WR		S	50	

Family and bird species	Habitat	Dist/Migr.	Evidence	References	Ornithological collections
HELIORNITHIDAE					
<i>Helminis fulica</i>	R		S	#, 37, 50, 54, 57	MNH, MPEG
EURYPYGIDAE					
<i>Eurypyga helias</i>	VZ IG GF		S	#, 21, 28, 42, 50, 54, 57	FMNH, LACMNH, MPEG, MZUSP
CHARADRIIDAE					
<i>Vanellus cayanus</i>	R W		S	#, 2, 23, 28, 42, 50, 54, 57	FMNH, LACMNH, MPEG, MZUSP
<i>Vanellus chilensis</i>	SAV W R AA		S	#, 2, 23, 28, 42, 50, 54, 57	FMNH, LACMNH, MPEG, MZUSP
<i>Pluvialis dominica</i>	W R	NEA	T, P	#, 54, 55	
<i>Charadrius collaris</i>	W R		S	#, 23, 42, 54, 57	FMNH, LACMNH, MPEG, MZUSP
BURHINIDAE					
<i>Burhinus bistriatus</i>	SAV		S	#, 13, 23, 27, 28, 37, 42, 49, 50	FMNH, LACMNH, MNHW, MNRJ, MPEG, MZUSP
SCOLOPACIDAE					
<i>Gallinago paraguayana</i>	SAV W		S	#, 23, 28, 42, 50, 54	FMNH, LACMNH, MZUSP
<i>Gallinago undulata</i>	SAV W		S	#, 28, 37, 50	MNH
<i>Limosa haemastica</i>	W R	NEA	S	54, 55	MZUSP
<i>Bartramia longicauda</i>	W R	NEA	S	42, 49	LACMNH
<i>Tringa melanoleuca</i>	W R	NEA	S	#, 28, 45, 50, 54, 55	MPEG, MZUSP
<i>Tringa flavipes</i>	W R	NEA	S	#, 28, 42, 45, 50, 55	FMNH, MPEG
<i>Tringa solitaria</i>	W R	NEA	S	#, 23, 28, 50, 54, 55, 57	LACMNH, MPEG, MZUSP
<i>Actitis macularia</i>	W R	NEA	S	#, 2, 28, 42, 50, 54, 55	FMNH, LACMNH, MPEG
<i>Calidris minutilla</i>	W R	NEA	S	54, 55	
<i>Calidris fuscicollis</i>	W R	NEA	S	54, 55	
<i>Calidris melanotos</i>	W R	NEA	S	#	
<i>Tryngites subruficollis</i>	W R	NEA	S	54, 55	
JACANIDAE					
<i>Jacana jacana</i>	W R AA		S	#, 2, 21, 28, 42, 50, 54	FMNH, MPEG, MZUSP
STERCORARIIDAE					
<i>Stercorarius parasiticus</i>	vagrant		S	56	MPEG
STERNIDAE					
<i>Sterna superciliosa</i>	R		S	#, 28, 42, 50, 54, 57	MZUSP
<i>Phaetusa simplex</i>	W R		S	#, 2, 23, 28, 45, 50, 54, 57	FMNH
RINCHOPIIDAE					
<i>Rynchops niger</i>	R		S	#, 23, 42, 50, 54, 57	FMNH, LACMNH, MZUSP
COLUMBIDAE					
<i>Columbina passerina</i>	X		S	#, 2, 21, 27, 28, 37, 42, 50, 54, 57	FMNH, LACMNH, MNHW, MPEG, MZUSP
<i>Columbina minuta</i>	SAV AA		S	#, 2, 28, 50, 54	FMNH, MPEG
<i>Columbina talpacoti</i>	SAV AA		S	#, 2, 21, 28, 37, 42, 50, 54	FMNH, MNHW, MPEG, MZUSP
<i>Claravis pretiosa</i>	DF GF		S	#, 28, 42, 50, 54	MZUSP
<i>Columba livia</i>	AA		S	#, 54	
<i>Patagioenas speciosa</i>	CAM DF		S	#, 2, 21, 42, 45, 54, 57	CP, FMNH, MPEG, MZUSP
<i>Patagioenas fasciata</i>	MF	TEP	S	11, 41	CP

Family and bird species	Habitat	Dist/Migr.	Evidence	References	Ornithological collections
<i>Patagioenas cayennensis</i>	X		S	#, 21, 28, 37, 41, 42, 50, 54	CP, FMNH, LACMNH, MNHW, MPEG, MZUSP
<i>Patagioenas plumbea</i>	TF VZ IG CAM		S	#, 54	
<i>Patagioenas subvinacea</i>	TF IG CAM DF		S	#, 2, 21, 28, 42, 50, 54, 57	FMNH, LACMNH, MPEG, MZUSP
<i>Zenaidura macroura</i>	X		S	#, 2, 28, 37, 42, 50, 54	FMNH, LACMNH, MNHW, MZUSP
<i>Leptotila verreauxi</i>	DF GF SF SAV VZ CAM		S	#, 2, 21, 42, 50, 51, 54	FMNH, LACMNH, MPEG, MZUSP
<i>Leptotila rufaxilla</i>	DF GF SF		S	#, 11, 28, 42, 50, 54	CP, LACMNH, MPEG, MZUSP
<i>Geotrygon montana</i>	TF		S	#, 11, 28, 50, 54, 57	CP, FMNH, MPEG
PSITTACIDAE					
<i>Ara ararauna</i>	TF VZ IG		S	#, 28, 37, 42, 50, 54, 57	MNHW, MPEG
<i>Ara macao</i>	TF VZ IG		S	#, 28, 37, 45, 50, 54, 57	MNHW
<i>Ara chloropterus</i>	TF VZ IG		S	#, 2, 11, 28, 45, 50, 54, 57	CP
<i>Ara severus</i>	VZ		S	#, 2, 28, 42, 50, 54, 57	MPEG, MZUSP
<i>Orthopsittaca manilata</i>	SAV DF GF CAM		S	#, 2, 5, 13, 28, 37, 42, 50, 54	FMNH, LACMNH, MNHW, MPEG, MZUSP
<i>Diopsittaca nobilis</i>	SAV DF CAM		S	#, 2, 5, 28, 37, 42, 50, 54	FMNH, LACMNH, MNHW, MPEG, MZUSP
<i>Aratinga leucophthalma</i>	GF SAV		S	28, 50, 57	
<i>Aratinga solstitialis</i>	SAV		S	#, 2, 13, 14, 25, 37, 50, 51, 53	MNHW
<i>Aratinga pertinax</i>	SAV IG VZ GF CAM		S	#, 2, 5, 13, 28, 37, 42, 49, 50, 54, 57	FMNH, LACMNH, MNHW, MPEG, MZUSP
<i>Pyrhura picta</i>	TF		S	11, 28, 50, 54	CP, FMNH, MPEG
<i>Pyrhura egregia</i>	MF	TEP	S	41, 49	CP
<i>Pyrhura melanura</i>	TF	WAM	S		MPEG
<i>Forpus passerinus</i>	SAV GF		S	#, 2, 5, 28, 37, 46, 49, 50, 54	FMNH, MNHW
<i>Forpus modestus</i>	TF	WAM	S	#	
<i>Brotogeris chrysoptera</i>	TF VZ IG	GUI	S	#, 2, 28, 50, 54, 57	FMNH, MPEG
<i>Brotogeris cyanoptera</i>	TF MF	WAM	S		CP
<i>Nannopsittaca panychlora</i>	MF	TEP	S	49, 54	
<i>Toutit huetii</i>	TF		T	P. Coopmans (<i>in litt.</i>)	
<i>Toutit purpuratus</i>	TF VZ		S	#, 44	MPEG
<i>Pionites melanocephala</i>	TF	(GUI)	S	#, 2, 28, 38, 42, 50, 54	FMNH, LACMNH, MPEG, MZUSP
<i>Gypopsitta barrabandi</i>	TF VZ	WAM	S	#, 37, 50, 54, 57	MNHW, MPEG
<i>Gypopsitta caica</i>	TF	GUI	S	#	FMNH, INPA
<i>Pionus menstruus</i>	TF VZ DF		S	#, 2, 3, 28, 50, 54, 57	MPEG
<i>Pionus fuscus</i>	TF VZ		S	#, 37, 54	MNHW
<i>Amazona festiva</i>	VZ		S	#, 14, 37, 57	MNHW
<i>Amazona ochrocephala</i>	SAV VZ DF		S	#, 5, 27, 28, 37, 42, 50, 54	FMNH, MNHW, MNRJ, MPEG, MZUSP
<i>Amazona amazonica</i>	DF VZ		S	#, 2, 5, 28, 37, 42, 50, 54	FMNH, LACMNH, MNHW, MPEG, MZUSP
<i>Amazona farinosa</i>	TF		S	#, 2, 28, 45, 50, 54	MPEG
<i>Derophtus accipitrinus</i>	TF		S	#, 2, 37, 50, 54, 57	MNHW, MPEG
OPISTHOCOMIDAE					
<i>Opisthocomus hoazin</i>	VZ IG GF		S	#, 28, 42, 45, 50, 54, 57	LACMNH, MZUSP
CUCULIDAE					
<i>Coccyzus americanus</i>	GF	NEA	S	28, 50	
<i>Coccyzus euleri</i>	DF	AUS?	S	#, 42, 54	FMNH, MZUSP
<i>Coccyzus melacoryphus</i>	DF GF VZ SF	AUS	S	#, 28, 42, 50, 54, 57	LACMNH, MZUSP, MPEG
<i>Piaya cayana</i>	X		S	#, 2, 5, 28, 41, 42, 50, 54, 57	CP, LACMNH, FMNH, MPEG, MZUSP

Family and bird species	Habitat	Dist/Migr.	Evidence	References	Ornithological collections
<i>Piaya melanogaster</i>	TF CAM		S	#, 28, 42, 49, 50, 54	MPEG, MZUSP
<i>Coccyzus minuta</i>	VZ		S	#, 6, 28, 42, 50, 54	FMNH, LACMNH, MPEG, MZUSP
<i>Coccyzus pumila</i>	GF		S	49, 59	
<i>Crotophaga major</i>	VZ IG		S	#, 28, 42, 50, 54, 57	LACMNH, MPEG, MZUSP
<i>Crotophaga ani</i>	X		S	#, 2, 27, 28, 42, 50, 54, 57	FMNH, LACMNH, MNRJ, MPEG, MZUSP
<i>Tapera naevia</i>	SAV VZ DF		S	#, 2, 28, 42, 50, 54	LACMNH, MPEG, MZUSP
<i>Dromococcyx pavoninus</i>	TF		S	37	MNHW
<i>Neomorhphus rufipennis</i>	TF		S	2, 28, 37, 42, 49, 50	MNHW, MPEG, MZUSP
TYTONIDAE					
<i>Tyto alba</i>	SAV AA		T	#	
STRIGIDAE					
<i>Megascops choliba</i>	DF GF VZ IG MF		S	#, 2, 28, 37, 50, 54	FMNH, LACMNH, MNHW, MPEG
<i>Megascops watsonii</i>	TF		S	#, 28, 50	MPEG
<i>Megascops guatemalae</i>	MF	TEP	S	11, 39, 49	CP
<i>Lophostrix cristata</i>	TF		T	#, 54	
<i>Pulsatrix perspicillata</i>	TF		S	#, 28, 42, 50, 54	MPEG, MZUSP
<i>Bubo virginianus</i>	TF		S	28, 37, 50	MNHW
<i>Strix virgata</i>	TF		S	#, 28, 50	
<i>Glaucidium hardyi</i>	TF		S	#, 28, 37, 50	MNHW
<i>Glaucidium brasilianum</i>	DF GF MF		S	#, 28, 50, 54	LACMNH
<i>Athene cunicularia</i>	SAV AA		S	#, 2, 5, 28, 42, 50, 54	FMNH, MPEG, MZUSP
<i>Rhinopteryx clamator</i>	SAV		S	28, 50	
<i>Asio stygius</i>	VZ			A. Whittaker (in litt)	
STEATORNITHIDAE					
<i>Steatornis caripensis</i>	MF		S	11, 49	CP
NYCTIBIDAE					
<i>Nyctibius grandis</i>	TF VZ			28, 50, 54	
<i>Nyctibius aethereus</i>	TF			28, 50	
<i>Nyctibius griseus</i>	TF VZ IG DF GF		T	#, 28, 50, 54, 57	
CAPRIMULGIDAE					
<i>Chordeiles pusillus</i>	SAV CAM AA		S	#, 5, 28, 37, 50, 54	FMNH, INPA, MNHW
<i>Chordeiles rupestris</i>	R			28, 50	
<i>Chordeiles acutipennis</i>	SAV CAM AA		S	#, 5, 28, 37, 42, 50, 54	FMNH, INPA, LACMNH, MNHW, MPEG, MZUSP
<i>Chordeiles minor</i>	VZ SAV	NEA	S	#, 28, 50	
<i>Nyctiprogne leucopyga</i>	VZ IG R		S	#, 50, 54, 57	FMNH
<i>Podager nacunda</i>	SAV	AUS	S	#, 5, 28, 37, 42, 50, 54	FMNH, INPA, LACMNH, MNHW, MPEG, MZUSP
<i>Nyctidromus albigollis</i>	X		S	#, 2, 5, 28, 37, 42, 50, 54, 57	FMNH, LACMNH, MNHW, MPEG, MZUSP
<i>Caprimulgus rufus</i>	CAM SAV		T	#, 2	
<i>Caprimulgus longirostris</i>	MF	TEP	S	41, 49	CP
<i>Caprimulgus cayennensis</i>	SAV		S	#, 5, 28, 37, 41, 42, 49, 50, 54	CP, FMNH, LACMNH, MNHW, MPEG, MZUSP
<i>Caprimulgus maculicaudus</i>	DF SAV		S	#, 50	INPA
<i>Caprimulgus nigrescens</i>	TF		S	#, 54, 57	FMNH, INPA, MPEG

Family and bird species	Habitat	Dis/Migr.	Evidence	References	Ornithological collections
<i>Caprimulgus whiteyi</i>	MF	TEP	S	11, 49	CP
<i>Hydropsalis climacocera</i>	VZ IG		S	#, 42, 50, 51, 54	MPEG, MZUSP
APODIDAE					
<i>Streptoprocne phelpsi</i>	MF	TEP	S	11, 49, 54	CP
<i>Streptoprocne zonaris</i>	TF MF		S	#, 28, 42, 50, 54	MPEG, MZUSP
<i>Chaetura spinicaudus</i>	TF CAM		S	#, 2, 50, 54, 57	
<i>Chaetura cinereiventris</i>	VZ		S	J. F. Pacheco and A. Carvalhães (<i>in litt.</i>)	
<i>Chaetura meridionalis</i>	SAV	AUS?	S	#, 42, 49, 50	INPA, MZUSP
<i>Chaetura brachyura</i>	X		S	#, 2, 42, 50, 54	MZUSP
<i>Aeronautes montivagus</i>	MF	TEP	S	11, 49	CP
<i>Tachornis squamata</i>	X		S	#, 2, 28, 42, 50, 54	FMNH, MZUSP
<i>Panyptila cayennensis</i>	SAV DF SF		S	#, 54	
TROCHILIDAE					
<i>Glaucis hirsutus</i>	SF		S	43, 54	FMNH, MPEG
<i>Threnetes leucurus</i>	TF		S	2, 28, 42, 49, 50, 54	MPEG, MZUSP
<i>Phaethornis rupurumii</i>	TF SF VZ		S	2, 5, 28, 43, 50, 54	FMNH, MPEG
<i>Phaethornis griseogularis</i>	MF	TEP	S	43, 54	CP
<i>Phaethornis ruber</i>	TF SF CAM VZ		S	#, 28, 50, 54, 57	FMNH, MPEG
<i>Phaethornis hispidus</i>	GF SF		S	49, 54	
<i>Phaethornis bourcierii</i>	TF VZ CAM		S	#, 11, 41, 43, 54	CP, MPEG
<i>Phaethornis superciliosus</i>	TF DF MF	(WAM?)/(GUI)	S	#, 2, 5, 28, 50, 54	FMNH, MPEG
<i>Doryfera johannae</i>	MF	TEP	S	11, 40	CP
<i>Campylopterus largipennis</i>	TF		S	#, 54, 57	
<i>Campylopterus hyperythrus</i>	MF	TEP	S	41, 49	CP
<i>Florisuga mellivora</i>	TF DF VZ IG CAM		S	#, 2, 42, 54	FMNH, MPEG, MZUSP
<i>Colibri delphinae</i>	MF	TEP	S	11, 40, 43, 49	CP
<i>Anthracoceros nigricollis</i>	VZ		S	#, 2, 5, 28, 50, 54	FMNH, MPEG
<i>Topaza pella</i>	TF	GUI	S	49, 54	
<i>Chrysolampis mosquitos</i>	CAM		S	#, 11, 13, 28, 50	CP, FMNH, LACMNH, MPEG
<i>Lophornis ornatus</i>	MF	TEP	S	43, 54	FMNH, MPEG
<i>Lophornis chalybeus</i>	MF	TEP	S	11, 49	
<i>Lophornis pavoninus</i>	MF	TEP	S	49	CP
<i>Chlorestes notata</i>	VZ IG CAM		S	#, 28, 37, 42, 50, 54	FMNH, MNHW, MPEG, MZUSP
<i>Chlorostilbon mellisugus</i>	GF DF SAV		S	#, 11, 28, 50, 54	CP
<i>Thalurania furcata</i>	TF		S	#, 11, 40, 41, 43, 50, 54, 57	CP, FMNH, MPEG
<i>Hylocharis sapphirina</i>	TF CAM		S	#, 54	
<i>Hylocharis cyanus</i>	TF CAM		S	#, 43, 54	FMNH, MPEG
<i>Polytmus guainumbi</i>	SAV		S	#, 28, 54	FMNH, INPA, MPEG
<i>Polytmus theresiae</i>	CAM IG		S	#	FMNH, LACMNH, MPEG
<i>Anazilia versicolor</i>	IG SAV		S	#, 2, 11, 28, 50, 54	CP, FMNH, MPEG
<i>Anazilia brevirostris</i>	SAV		S	42, 49, 50, 54	MZUSP
<i>Anazilia fimbriata</i>	SAV GF DF AA		S	#, 5, 28, 42, 50, 54	FMNH, LACMNH, MPEG, MZUSP
<i>Anazilia viridigaster</i>	MF		S	2, 11, 41, 43, 49, 54	CP, FMNH
<i>Heliodoxa xanithogonyx</i>	MF	TEP	S	11, 41, 49	CP
<i>Heliothryx auritus</i>	TF		S	#, 5, 28, 43, 50, 54, 57	FMNH, MPEG

Family and bird species	Habitat	Dist/Migr.	Evidence	References	Ornithological collections
<i>Helimaster longirostris</i>	SF		S	#, 2, 28, 50, 54	
<i>Calliphlox amethystina</i>	SAV SF MF		S	11, 54	CP
TROGONIDAE					
<i>Trogon viridis</i>	TF DF VZ CAM		S	#, 2, 5, 28, 37, 42, 50, 54, 57	FMNH, LACMNH, MNHW, MPEG, MZUSP
<i>Trogon violaceus</i>	TF		S	#, 28, 50, 54, 57	FMNH
<i>Trogon collaris</i>	MF		S	11	CP, MPEG
<i>Trogon personatus</i>	MF	TEP	S	39, 41, 49	CP
<i>Trogon rufus</i>	TF	(GUI)	T	#	
<i>Trogon melanurus</i>	TF		S	#, 2, 28, 50, 54, 57	MPEG
ALCEDINIDAE					
<i>Ceryle torquatus</i>	R W		S	#, 2, 28, 42, 50, 54, 57	FMNH, MPEG, MZUSP
<i>Chloroceryle amazona</i>	R		S	#, 2, 5, 28, 42, 50, 54, 57	FMNH, LACMNH, MZUSP
<i>Chloroceryle americana</i>	R W		S	#, 2, 5, 28, 42, 50, 54, 57	FMNH, LACMNH, MPEG, MZUSP
<i>Chloroceryle inda</i>	R GF VZ		S	28, 42, 45, 50, 54, 57	FMNH, MPEG, MZUSP
<i>Chloroceryle aenea</i>	R GF VZ		S	#, 28, 50, 54	MPEG
MOMOTIDAE					
<i>Momotus momota</i>	TF VZ DF	(GUI)	S	#, 2, 28, 37, 42, 50, 54, 57	FMNH, LACMNH, MNHW, MPEG, MZUSP
GALBULIDAE					
<i>Brachygalba lugubris</i>	GF SF		S	#, 2, 6, 37, 42, 54	FMNH, LACMNH, MNHW, MPEG, MZUSP
<i>Galbula albibrostris</i>	TF	(GUI)	S	#, 54, 57	FMNH, MPEG
<i>Galbula ruficauda</i>	GF		S	#, 37, 49	MNHW
<i>Galbula galbula</i>	VZ DF GF IG		S	#, 2, 6, 13, 28, 37, 42, 50, 54, 57	FMNH, LACMNH, MNHW, MPEG, MZUSP
<i>Galbula leucogastra</i>	CAM		T	#, 57	
<i>Galbula dea</i>	TF	(GUI)	S	#, 28, 50, 57	FMNH
<i>Jacamerops aureus</i>	TF	(GUI)	S	#, 28, 50, 54	FMNH, MPEG
BUCCONIDAE					
<i>Notharchus hyperrhynchus</i>	TF	WAM	S	(50, 54) ^a	
<i>Notharchus macrohynchos</i>	TF	GUI	T	#, 37	MNHW
<i>Notharchus tectus</i>	TF SF		S	#, 2, 6, 42, 50, 54	FMNH, LACMNH, MPEG, MZUSP
<i>Bucco macrodactylus</i>	TF IG		S	28, 50, 54	
<i>Bucco tamatia</i>	TF IG		S	#, 6, 37, 42, 57	FMNH, LACMNH, MNHW, MPEG, MZUSP
<i>Bucco capensis</i>	TF		S	54	
<i>Nonnula rubecula</i>	TF	(WAM)	S	54	
<i>Monasa atra</i>	TF DF	GUI	S	#, 2, 6, 28, 37, 42, 50, 54, 57	FMNH, LACMNH, MNHW, MPEG, MZUSP
<i>Monasa nigrifrons</i>	VZ IG		T	#	
<i>Chelidoptera tenebrosa</i>	X		S	#, 2, 6, 28, 37, 42, 50, 54, 57	FMNH, LACMNH, MNHW, MPEG, MZUSP
CAPITONIDAE					
<i>Capito niger</i>	TF	GUI	S	#, 57	
<i>Capito auratus</i>	TF VZ	WAM	S	#, 11, 42 (2, 28, 50, 54) ^b	CP, MPEG, MZUSP
RAMPHASTIDAE					
<i>Ramphastos toco</i>	SAV DF		S	#, 28, 37, 42, 50, 54	LACMNH, MNHW, MPEG, MZUSP

Family and bird species	Habitat	Dis/Migr.	Evidence	References	Ornithological collections
<i>Ramphastos tucanus</i>	TF VZ IG DF	(WAM)/(GUI)	S	#, 2, 28, 37, 42, 50, 54, 57	LACMNH, MNHW, MPEG, MZUSP
<i>Ramphastos vitellinus</i>	TF	(WAM)/(GUI)	S	#, 2, 28, 50, 54, 57	LACMNH, MPEG
<i>Aulacorhynchus derbianus</i>	MF	TEP	S	11, 41	CP
<i>Selenidera piperivora</i>	TF	GUI	#	#	MNHW, MPEG, MZUSP
<i>Pteroglossus viridis</i>	TF	GUI	S	#, 2, 28, 37, 42, 50, 54, 57	MPEG
<i>Pteroglossus azara</i>	TF SF GF	WAM	S	28, 50, 54	MPEG
<i>Pteroglossus aracari</i>	TF VZ	(GUI)	S	#, 28, 54	FMNH, MPEG
<i>Pteroglossus pluricinctus</i>	TF SF GF	WAM	S	28, 50, 54	
PICIDAE					
<i>Picumnus exilis</i>	TF SF		S	#, 6, 11, 28, 41, 42, 50, 54	CP, FMNH, LACMNH, MPEG, MZUSP
<i>Picumnus spilogaster</i>	DF GF		S	#, 6, 28, 37, 49, 50, 54, 78	FMNH, INPA, MNHW
<i>Picumnus cirratus</i>	GF DF		S	#	INPA
<i>Melanerpes cruentatus</i>	TF SF VZ IG		S	#, 2, 28, 42, 50, 54	LACMNH, MPEG, MZUSP
<i>Veniliornis passerinus</i>	VZ GF DF		S	#, 28, 42, 50, 54, 73	AMNH, FMNH, LACMNH, MZUSP
<i>Veniliornis kirkiti</i>	MF	TEP	S	41, 49	CP
<i>Veniliornis affinis</i>	TF	WAM	S	51	MPEG
<i>Veniliornis cassini</i>	TF	GUI	S	#, 41, 50, 54	FMNH, LACMNH, MPEG
<i>Picus flavigula</i>	TF VZ		S	#, 2, 6, 28, 42, 50, 54, 57	FMNH, MPEG, MZUSP
<i>Picus chrysochloros</i>	TF		S	#	CP, FMNH
<i>Picus rubiginosus</i>	MF	TEP	S	11, 39, 49, 54	FMNH, LACMNH, MPEG, MZUSP
<i>Colaptes punctigula</i>	VZ GF		S	#, 42, 54, 57	MPEG
<i>Celeus grammicus</i>	TF VZ IG	WAM	S	#, 50, 54	FMNH, LACMNH, MNHW, MPEG
<i>Celeus elegans</i>	TF VZ CAM		S	#, 6, 28, 37, 50, 51, 54, 57	LACMNH, MPEG, MZUSP
<i>Celeus flavus</i>	TF VZ DF		S	#, 28, 42, 50, 54, 57	FMNH, MPEG
<i>Celeus torquatus</i>	TF CAM DF		S	#, 28, 50, 54	FMNH, LACMNH, MNHW, MPEG, MZUSP
<i>Dryocopus lineatus</i>	TF SF DF GF VZ IG		S	#, 2, 6, 28, 37, 42, 50, 54, 57	CP, FMNH, LACMNH, MPEG, MZUSP
<i>Campophilus rubricollis</i>	TF VZ IG MF		S	#, 2, 6, 11, 28, 42, 50, 54, 57	FMNH, LACMNH, MPEG, MZUSP
<i>Campophilus melanoleucos</i>	TF SF VZ IG CAM DF		S	#, 6, 28, 42, 50, 54, 57	FMNH, LACMNH, MPEG, MZUSP
THAMNOPHILIDAE					
<i>Cymbilaimus lineatus</i>	TF SF		S	#, 2, 54	MPEG
<i>Frederickena viridis</i>	TF	GUI	S		MPEG
<i>Taraba major</i>	VZ DF SF		S	#, 8, 28, 37, 42, 50, 54	FMNH, LACMNH, MNHW, MPEG, MZUSP
<i>Sakesphorus canadensis</i>	SAV VZ IG DF GF CAM		S	#, 2, 8, 13, 28, 37, 42, 50, 54, 62, 57, 78	ANSP, FMNH, LACMNH, MNHW, MPEG, MZUSP, UMMZ
<i>Thammophilus doloiatus</i>	VZ GF DF		S	#, 8, 28, 37, 42, 50, 54, 62	AMNH, FMNH, LACMNH, MNHW, MPEG, MZUSP
<i>Thammophilus nigrocinereus</i>	VZ IG		S	#, 44	MPEG
<i>Thammophilus aethiops</i>	TF	WAM	S	#, 28, 42, 50, 54	FMNH, MNHW, MPEG, MZUSP
<i>Thammophilus murinus</i>	TF		S	#, 2, 28, 50, 54	FMNH, MPEG
<i>Thammophilus punctatus</i>	DF GF CAM TF	GUI	S	#, 8, 28, 37, 41, 42, 50, 54, 57	CP, FMNH, LACMNH, MNHW, MPEG, MZUSP
<i>Thammophilus amazonicus</i>	TF IG CAM	(WAM)	S	#, 57	FMNH
<i>Thammophilus insignis</i>	MF	TEP	S	41, 49	CP
<i>Dysithamnus mentalis</i>	MF	TEP	S	11, 41, 54	CP
<i>Thamnomanes ardeaciatus</i>	TF		S	2, 28, 37, 42, 50, 54	FMNH, LACMNH, MNHW, MPEG, MZUSP
<i>Thamnomanes caesiatus</i>	TF		S	#, 2, 8, 42, 54	FMNH, MPEG, MZUSP
<i>Pygiptila stellaris</i>	TF VZ	WAM	S	#, 28, 50, 54	
<i>Myrmotherula gutturalis</i>	TF	GUI	T	#	

Family and bird species	Habitat	Dist/Migr.	Evidence	References	Ornithological collections
<i>Mymotherrula haematonota</i>	TF	WAM	S	49, 50, 54	FMNH, MPEG
<i>Mymotherrula brachyura</i>	TF VZ IG		S	#, 28, 50, 54	FMNH
<i>Mymotherrula ambigua</i>	TF	WAM	S	49, 54	FMNH
<i>Mymotherrula surinamensis</i>	SF	GUI	S	#, 8	FMNH
<i>Mymotherrula cherriei</i>	CAM IG		T	#, 57	
<i>Mymotherrula klagesi</i>	VZ		T	#	
<i>Mymotherrula guttata</i>	TF	GUI	S	2, 28, 50, 54, 57	FMNH, MPEG
<i>Mymotherrula axillaris</i>	TF DF GF CAM	(GUI)	S	#, 2, 8, 42, 50, 54, 57	FMNH, LACMNH, MPEG, MZUSP
<i>Mymotherrula longipennis</i>	TF		S	#, 54	FMNH, MPEG
<i>Mymotherrula behni</i>	MF	TEP	S	11	CP
<i>Mymotherrula menetriesii</i>	TF	(WAM)/(GUI)?	S	#, 50, 54	FMNH, MPEG
<i>Mymotherrula assimilis</i>	VZ IG		S	#	
<i>Herpsilochmus dorsimaculatus</i>	TF CAM		S	#, 54	FMNH, INPA, MPEG
<i>Herpsilochmus roraimae</i>	MF	TEP	S	11, 40, 41, 49	CP
<i>Herpsilochmus rufimarginatus</i>	TF VZ		S	#, 28, 50, 51, 54	FMNH, INPA, MPEG
<i>Microtopias quitxensis</i>	TF GF		S	#, 57	FMNH, MPEG
<i>Formicivora grisea</i>	CAM SAV GF DF		S	#, 28, 29, 37, 42, 50, 54	FMNH, LACMNH, MNHW, MPEG, MZUSP
<i>Terenura sspodiopila</i>	TF		S	#, 54	FMNH
<i>Cercomacra cinerascens</i>	TF SF VZ IG		S	#, 2, 50, 54	FMNH, MPEG
<i>Cercomacra tyrannina</i>	SF CAM	(GUI)	S	#, 2, 28, 50, 54	LACMNH, MPEG
<i>Cercomacra laeta</i>	SF	(GUI)	S	#, 1	FMNH
<i>Cercomacra nigrescens</i>	VZ		S	#	MPEG
<i>Cercomacra carbonaria</i>	GF VZ		S	#, 4, 12, 13, 37, 42, 44, 49, 54, 78	FMNH, INPA, LACMNH, MNHW, MPEG, MZUSP
<i>Mymoborus leucophrys</i>	TF GF		S	#, 8, 28, 42, 50, 54, 57	FMNH, MPEG, MZUSP
<i>Mymoborus lugubris</i>	VZ		S	#, 44	MPEG
<i>Mymoborus myotherinus</i>	TF		S	54	FMNH, MPEG
<i>Hypocnemis cantator</i>	TF	(WAM)/(GUI)	S	#, 2, 8, 28, 40, 42, 50, 54, 57	FMNH, MPEG, MZUSP
<i>Hypocnemoides melanopogon</i>	VZ IG GF CAM		S	#, 8, 42, 50, 54, 57	FMNH, LACMNH, MPEG, MZUSP
<i>Scoteria naevia</i>	IG SF		T	#	
<i>Pernostola rufifrons</i>	TF	(WAM)?(GUI)	S	#, 57	MPEG
<i>Schistocichla leucostigma</i>	TF	(WAM)?(GUI)	S	41	CP, FMNH
<i>Schistocichla saturata</i>	MF	TEP	S	41	CP
<i>Mymeciza longipes</i>	TF DF GF		S	#, 8, 13, 28, 42, 49, 50, 54	FMNH, LACMNH, MPEG, MZUSP
<i>Mymeciza ferruginea</i>	TF	GUI	S	#, 57	FMNH, MPEG
<i>Mymeciza atrothorax</i>	TF SF	(GUI)	S	#, 2, 28, 42, 50, 54	LACMNH, MPEG, MZUSP
<i>Mymeciza disjuncta</i>	CAM		S	#	INPA
<i>Mymornis torquata</i>	TF		S	2, 57	MPEG
<i>Pithys albifrons</i>	TF	(GUI)	S	50, 54, 57	FMNH, MPEG
<i>Gymnophrys rufigula</i>	TF CAM	GUI	S	#, 2, 28, 37, 42, 50, 54, 57	FMNH, MNHW, MPEG, MZUSP
<i>Hylophylax naevius</i>	TF		S	42, 54	FMNH, MPEG, MZUSP
<i>Hylophylax punctulatus</i>	VZ		S	#, 54	FMNH, MPEG
<i>Hylophylax poecilnotus</i>	TF CAM	(GUI)	S	#, 2, 11, 28, 50, 54	CP, FMNH, MPEG
CONOPOPHAGIDAE					
<i>Conopophaga aurita</i>	TF		S	44	MPEG
GRALLARIIDAE					
<i>Hyllopezus macularius</i>	TF			57	

Family and bird species	Habitat	Dist/Migr.	Evidence	References	Ornithological collections
<i>Myrmothera campanisona</i>	TF CAM		S	#, 2, 28, 54	FMNH, MPEG
<i>Myrmothera simplex</i>	MF	TEP	S	11, 41, 49	CP
FORMICARIIDAE					
<i>Formicarius colina</i>	TF		S	#, 2, 8, 28, 42, 50, 54, 57	FMNH, LACMNH, MPEG, MZUSP
<i>Formicarius analis</i>	TF		S	#	
<i>Chamaeza campanisona</i>	MF	TEP	S	11, 50	CP
SCLERURIDAE					
<i>Sclerurus mexicanus</i>	TF		S	#	MPEG
<i>Sclerurus rufigularis</i>	TF		S	54	FMNH
<i>Sclerurus caudatus</i>	TF		S	11, 28, 50	CP, MPEG
DENDROCOLAPTIDAE					
<i>Dendrocincla fuliginosa</i>	TF CAM	(WAM)/(GUI)	S	#, 9, 28, 37, 42, 50, 54, 57	FMNH, LACMNH, MNHW, MPEG, MZUSP
<i>Dendrocincla merula</i>	TF CAM	(WAM)?/(GUI)	S	#, 2, 28, 50, 51, 54	LACMNH, MPEG
<i>Deconychura longicauda</i>	TF	(WAM)?/(GUI)	S	28, 50, 54	MPEG
<i>Sittasomus griseicapillus</i>	TF MF	(WAM)/(GUI)?	S	#, 9, 11, 28, 41, 50, 51, 54	CP, FMNH, MPEG
<i>Glyphorhynchus spirurus</i>	TF	(WAM)/(GUI)	S	#, 2, 9, 28, 42, 50, 54, 57	FMNH, LACMNH, MPEG, MZUSP
<i>Nasica longirostris</i>	VZ IG GF		S	#, 42, 57	LACMNH, MPEG, MZUSP
<i>Dendrexetastes rufigula</i>	TF		S	2, 28, 50	
<i>Hylexetastes perrotii</i>	TF	GUI	S	#, 28, 50, 54	INPA
<i>Xiphocolaptes promeropyrhychnus</i>	TF MF		T	#, 28, 50	
<i>Dendrocolaptes certhia</i>	TF CAM	(GUI)	S	#, 9, 28, 37, 50, 54	FMNH, LACMNH, MNHW, MPEG
<i>Dendrocolaptes picumnus</i>	TF MF	(GUI)	S	#, 9, 28, 37, 42, 49, 50, 54	MNHW, MPEG, MZUSP
<i>Xiphorhynchus picus</i>	VZ IG DF GF		S	#, 2, 9, 28, 37, 42, 50, 54, 78	FMNH, LACMNH, MNHW, MPEG, MZUSP
<i>Xiphorhynchus kienerii</i>	VZ IG		S	#, 44	MPEG
<i>Xiphorhynchus obsolentus</i>	VZ IG CAM		S	#, 9, 42, 54	FMNH, LACMNH, MPEG, MZUSP
<i>Xiphorhynchus pardalotus</i>	TF	GUI	S	#, 2, 11, 41, 42, 50, 54	CP, FMNH, LACMNH, MPEG
<i>Xiphorhynchus guttatus</i>	TF CAM DF GF MF		S	#, 9, 28, 42, 50, 54	FMNH, INPA, LACMNH, MPEG, MZUSP
<i>Lepidocolaptes souleyetii</i>	GF DF		S	#, 9, 13, 49, 54	FMNH
<i>Lepidocolaptes albolineatus</i> ^e	TF	(WAM)/(GUI)	S	#, (9, 37, 50, 51, 54) ^e	FMNH, MNHW, MPEG
<i>Campylorhamphus sp.</i> ^d	TF		S	54, 57	
FURNARIIDAE					
<i>Furnarius leucopus</i>	GF VZ		S	#, 9, 27, 28, 29, 37, 42, 50, 54, 78	FMNH, INPA, LACMNH, MNHW, MNRJ, MPEG, MZUSP
<i>Synallaxis albescens</i>	SAV DF GF CAM		S	#, 9, 37, 41, 42, 54	CP, FMNH, MNHW, MPEG, MZUSP
<i>Synallaxis rutilans</i>	TF	(GUI)	S	#, 2, 9, 28, 42, 50, 54, 57	FMNH, MPEG, MZUSP
<i>Synallaxis propinqua</i>	VZ		S	31	
<i>Synallaxis macconnelli</i>	MF	TEP	S	11, 39, 41	CP
<i>Synallaxis gujanensis</i>	VZ		S	#, 28, 50, 54	MPEG, LACMNH
<i>Synallaxis kollari</i>	GF		S	#, 4, 9, 12, 13, 32, 37, 42, 47, 49, 58	INPA, MPEG, MZUSP
<i>Crantioleuca vulpina</i>	VZ IG		S	#, 33, 37, 42	LACMNH, MNHW, MPEG, MZUSP
<i>Crantioleuca demissa</i>	MF	TEP	S	11, 41, 49	CP
<i>Crantioleuca gutturata</i>	VZ		S	#	
<i>Certhiaxis cinnamomeus</i>	VZ W		S	#, 28, 33, 37, 50, 54	MNHW, MPEG
<i>Roraimia adusta</i>	MF	TEP	S	11, 41, 49	CP

Family and bird species	Habitat	Dist/Migr.	Evidence	References	Ornithological collections
<i>Berlepschia rikeri</i>	SAV		T	#	CP
<i>Hylocistes subulatus</i>	TF MF	WAM	S	42, 54	FMNH, MPEG, MZUSP
<i>Philydor ruficaudatum</i>	TF		S	54	FMNH
<i>Philydor pyrrodus</i>	TF		S	#	FMNH, MPEG
<i>Automolus ochrolaemus</i>	TF CAM		S	50, 54	FMNH, LACMNH, MPEG
<i>Automolus infuscatus</i>	TF	(GUI)	S	11, 39, 49	CP
<i>Automolus roraimae</i>	MF	TEP	S	54	CP, FMNH, MPEG
<i>Automolus rubiginosus</i>	TF		S	#, 28, 50, 54	MPEG, MZUSP
<i>Automolus rufipileatus</i>	VZ TF	TEP	S	41	CP
<i>Lochmita nematara</i>	MF		S		FMNH
<i>Xenops tenuirostris</i>	TF		S	#, 2, 9, 11, 28, 42, 50, 54, 57	CP, FMNH, MPEG, MZUSP
<i>Xenops minutus</i>	TF	(GUI)	S		
TYRANNIDAE					
<i>Phyllomyias griseiceps</i>	SF		S	54	FMNH
<i>Tyrannulus elatus</i>	TF VZ IG CAM		S	#, 2, 28, 50, 54, 57	LACMNH, MPEG
<i>Myiopagis gainardii</i>	TF VZ IG DF CAM		S	#, 2, 28, 50, 51, 54, 78	FMNH, LACMNH, MPEG
<i>Myiopagis caniceps</i>	TF		T	#	
<i>Myiopagis flavivertex</i>	VZ IG		S	#, 54	FMNH
<i>Myiopagis viridicata</i>	GF DF		S	#, 54	FMNH, INPA
<i>Elaenia flavogaster</i>	SAV		S	#, 2, 10, 28, 42, 50, 54, 71	AMNH, FMNH, LACMNH, MZUSP
<i>Elaenia parvirostris</i>	GF DF SF	AUS	S	#, 37, 42, 54	MNH, MZUSP
<i>Elaenia cristata</i>	SAV		S	#, 10, 37, 41, 42	CP, FMNH, MNHW, MZUSP
<i>Elaenia chiriquiensis</i>	SAV		S	#, 10, 28, 37, 50, 54	FMNH, INPA, MNHW, MPEG
<i>Elaenia ruficeps</i>	CAM		S	#, 11, 28, 50	CP, FMNH
<i>Elaenia pallatangae</i>	MF	TEP	S	11, 40, 41, 49	CP
<i>Ornithion inermis</i>	TF		S	#, 28, 50, 54	FMNH, MPEG
<i>Campostoma obsoletum</i>	SAV VZ GF DF AA		S	#, 2, 28, 42, 50, 54	MPEG, MZUSP
<i>Mecocerculus leucophrys</i>	MF	TEP	S	41, 49	CP
<i>Serpophaga hypoleuca</i>	VZ		S	#, 31	
<i>Phaeomyias murina</i>	SAV GF DF AA		S	#, 2, 10, 28, 37, 42, 50, 54, 70	AMNH, FMNH, INPA, LACMNH, MNHW, MPEG, MZUSP
<i>Capsiempis flaveola</i>	VZ GF		S	#, 10, 54	FMNH, LACMNH, MPEG
<i>Polystictus pectoralis</i>	SAV		S	#, 30, 42	FMNH, MPEG, MZUSP
<i>Corythopis torquatus</i>	TF		S	2, 42, 54	FMNH, LACMNH, MPEG, MZUSP
<i>Stigmatura napensis</i>	VZ		S	A. Whitaker (in litt.)	
<i>Zimmerius gracilipes</i>	TF GF VZ	(GUI)	S	#, 2, 42, 54	FMNH, MPEG, MZUSP
<i>Phylloscartes chapmani</i>	MF	TEP	S	11, 39, 49	CP
<i>Phylloscartes nigrifrons</i>	MF	TEP	S	11, 49	CP
<i>Mionectes oleagineus</i>	TF		S	#, 10, 28, 50, 54, 57	FMNH, MPEG
<i>Mionectes macconnelli</i>	TF MF		S	#, 11, 54	CP
<i>Leptopogon amaurocephalus</i>	MF		S	54	FMNH, MPEG
<i>Sublegatus obscurior</i>	SF		S	54	FMNH
<i>Sublegatus modestus</i>	SAV		S	#	FMNH, INPA
<i>Inezia subflava</i> ^d	VZ IG		S	#	
<i>Inezia caudata</i>	GF		S	#, 10, 42, 68 (13, 28, 50, 54, 78) ^e	FMNH, INPA, LACMNH, MPEG, MZUSP
<i>Myiornis ecaudatus</i>	TF		T	#, 28, 50, 54	
<i>Lophortyx galeatus</i>	TF DF SF CAM		S	#, 28, 42, 50, 54	FMNH, LACMNH, MPEG, MZUSP

Family and bird species	Habitat	Dist/Migr.	Evidence	References	Ornithological collections
<i>Atalapha pilaris</i>	DF		S	#, 12, 13, 49, 61	INPA
<i>Hemitriccus minor</i>	VZ IG		T	#	
<i>Hemitriccus zosterops</i>	TF	(GUI)	T	#	
<i>Hemitriccus margaritaceiventer</i>	CAM		S	#, 11	CP
<i>Hemitriccus inornatus</i>	CAM		T	#	
<i>Poecilotriccus russatus</i>	MF	TEP	S	41, 49	CP
<i>Poecilotriccus sylvia</i>	GF DF		S	#, 5, 8, 24, 44, 48	FMNH, INPA, LACMNH, MPEG
<i>Taeniopteryx andrei</i>	GF		S	7, 10, 28, 44, 50, 54	CP, MPEG
<i>Todirostrum maculatum</i>	VZ IG DF AA		S	#, 10, 28, 37, 42, 50, 54, 69, 57, 78	AMNH, FMNH, LACMNH, MNHW, MPEG, MZUSP
<i>Todirostrum cinereum</i>	SAV DF GF		S	#, 10, 37, 41, 42, 50, 51, 54	CP, FMNH, LACMNH, MNHW, MPEG, MZUSP
<i>Todirostrum pictum</i>	TF	GUI	S	#, 28, 50, 54	FMNH
<i>Rhynchochelys olivaceus</i>	TF		S		MPEG
<i>Tolmomyias sulphurescens</i>	VZ IG GF		S	#, 28, 42, 50, 51, 54	CP, FMNH, MPEG
<i>Tolmomyias assimilis</i>	TF	(GUI)	S	#, 2, 54	FMNH, MPEG
<i>Tolmomyias poliocephalus</i>	TF VZ SF	(GUI)	S	#, 2, 28, 50, 54	MPEG, LACMNH
<i>Tolmomyias flaviventris</i>	DF GF VZ IG CAM		S	#, 10, 28, 29, 42, 50, 54, 67	AMNH, FMNH, LACMNH, MPEG, MZUSP
<i>Platyrinchus saturatus</i>	TF		S	54	MPEG
<i>Platyrinchus coronatus</i>	TF		S	42, 54	MPEG, MZUSP
<i>Platyrinchus platyrhynchos</i>	TF		S	10, 37, 54	FMNH, MNHW, MPEG
<i>Oryzorhynchus coronatus</i>	TF	(GUI)	S	#, 10, 37, 42	FMNH, MNHW, MPEG, MZUSP
<i>Myiophobus roraimae</i>	MF	TEP	S	11, 39, 49	CP
<i>Myiophobus fasciatus</i>	SF		S	#, 28, 50, 54	
<i>Myiobius barbatus</i>	TF		S	#, 28, 50, 54	FMNH, MPEG
<i>Myiobius atricaudus</i>	TF		S	50	MPEG
<i>Terenotriccus erythrus</i>	TF	(GUI)	S	#, 2, 10, 50, 51, 54	FMNH, MPEG
<i>Hirundinea ferruginea</i>	MF	TEP	S	41	CP
<i>Lathrotriccus euleri</i>	VZ SF		S	#, 28, 42, 50, 54	MPEG, MZUSP
<i>Cnemotriccus fuscatus</i>	GF CAM		S	#, 37, 42, 54	FMNH, INPA, LACMNH, MNHW, MPEG, MZUSP
<i>Contopus cooperi</i>	SF	NEA	S	54, 55	
<i>Contopus fumigatus</i>	MF	TEP	S	11, 49	CP
<i>Contopus virens</i>	MF TF	NEA	S		CP
<i>Pyrocephalus rubinus</i>	SAV	AUS?	S	#, 2, 10, 27, 28, 42, 50, 54	FMNH, LACMNH, MNRI, MPEG, MZUSP
<i>Knipolegus poecilocercus</i>	VZ IG GF		S	10, 37, 42	FMNH, LACMNH, MNHW, MPEG, MZUSP
<i>Knipolegus poecilurus</i>	IG MF	TEP	S	41, 49	CP
<i>Ochthornis littoralis</i>	VZ R		S	#, 10, 28, 49, 50	FMNH, LACMNH, MNHW, MPEG
<i>Fluvicola pica</i>	VZ WR		S	#, 10, 28, 37, 42, 50	FMNH, LACMNH, MNHW, MPEG, MZUSP
<i>Arundinicola leucocephala</i>	VZ WR		S	#, 2, 28, 50, 54	FMNH, LACMNH, MPEG
<i>Colonia colonus</i>	MF SF		S	54	MPEG
<i>Legatus leucophaeus</i>	X		S	#, 2, 10, 28, 50, 54, 57	FMNH, MPEG
<i>Myiozetetes cayanensis</i>	X		S	#, 2, 10, 28, 42, 50, 54, 57	FMNH, LACMNH, MPEG, MZUSP
<i>Myiozetetes similis</i>	VZ SF AA		S	28, 50, 54	MPEG
<i>Myiozetetes granadensis</i>	SF		S	49, 54	
<i>Myiozetetes luteiventris</i>	SF		S	54	
<i>Pitangus sulphuratus</i>	VZ IG R W		S	#, 2, 10, 27, 28, 37, 42, 50, 54, 65, 57	AMNH, FMNH, LACMNH, MNHW, MNRI, MPEG, MZUSP
<i>Philohela lictor</i>	TF IG R W		S	#, 2, 28, 37, 42, 50, 54, 57	FMNH, LACMNH, MNHW, MPEG, MZUSP
<i>Conopias parvus</i>	TF IG CAM		S	#, 2, 11, 28, 50, 54	CP, FMNH

Family and bird species	Habitat	Dist/Migr.	Evidence	References	Ornithological collections
<i>Conopias trivirgatus</i>	VZ		T	A. Whittaker (<i>in litt.</i>)	
<i>Myiodiastres maculatus</i>	DF GF VZ IG	AUS?	S	#, 2, 10, 28, 37, 42, 50, 54, 57	FMNH, LACMNH, MNHW, MPEG, MZUSP
<i>Megarynchus pitangua</i>	X		S	#, 2, 10, 28, 41, 50, 54	CP, FMNH, MPEG
<i>Tyrannopsis sulphurea</i>	SAV		S	#, 2, 28, 42, 50	MZUSP
<i>Empidonomus varius</i>	X	AUS	S	#, 2, 10, 28, 42, 50, 54	FMNH, MPEG, MZUSP
<i>Tyrannus albogularis</i>	SAV VZ AA	AUS	S	#, 50, 54	FMNH, MPEG, LACMNH
<i>Tyrannus melancholicus</i>	X	AUS	S	#, 2, 10, 28, 41, 42, 50, 54, 57, 64	AMNH, CP, LACMNH, FMNH, MPEG, MZUSP
<i>Tyrannus savana</i>	X	AUS/RES?	S	#, 2, 10, 28, 41, 42, 50, 54, 57, 64	AMNH, CP, FMNH, INPA, LACMNH, MPEG, MZUSP
<i>Tyrannus dominicensis</i>	SAV	NEA	S	28, 49	
<i>Rhytipterna simplex</i>	TF IG		S	#, 2, 28, 42, 50, 54	MPEG, MZUSP
<i>Rhytipterna immunda</i>	CAM		T	#	
<i>Syrystes sibilator</i>	TF		S	#, 2, 54	FMNH
<i>Myiarchus tuberculifer</i>	SAV GF DF		S	#, 10, 28, 50, 54, 66	AMNH, FMNH, MPEG
<i>Myiarchus swainsoni</i>	SAV	AUS	S	#, 10, 11, 41, 42, 66	AMNH, CP, FMNH, INPA, MZUSP
<i>Myiarchus ferox</i>	X		S	#, 28, 42, 50, 54, 66	AMNH, LACMNH, MPEG, MZUSP
<i>Myiarchus tyrannulus</i>	SAV DF GF		S	#, 10, 37, 42, 54, 66	AMNH, FMNH, INPA, MNHW, MZUSP
<i>Ramphortyx ruficauda</i>	TF CAM		S	#, 28, 42, 50, 54	FMNH, MPEG, MZUSP
<i>Artita cinnamomeus</i>	VZ IG TF CAM		S	#, 28, 42, 50, 54	MPEG, MZUSP
<i>Artita spadiceus</i>	TF		S	#, 2, 28, 50, 54	MPEG
OXYRUNCIDAE					
<i>Oxyruncus cristatus</i>	MF	TEP	S	11, 39	CP
COTINGIDAE					
<i>Rupicola rupicola</i>	MF		S	2, 11, 27, 42, 54	CP, MNRJ, MPEG, MZUSP
<i>Cotinga cotinga</i>	TF		S	#	
<i>Cotinga cayana</i>	TF		S	#, 54	FMNH, MPEG
<i>Procnias albus</i>	MF TF		S		MPEG
<i>Procnias averano</i>	MF	TEP	S	11, 41, 49, 54	CP, MPEG
<i>Lipaugus vociferans</i>	TF		S	#, 2, 15, 28, 42, 50, 54, 57	FMNH, LACMNH, MPEG, MZUSP
<i>Lipaugus streptophorus</i>	MF	TEP	S	41, 49	CP
<i>Xipholena punicea</i>	TF		S	2, 54, 57	FMNH
<i>Gymnoderus foetidus</i>	VZ TF DF		S	#, 28, 50, 57	
<i>Querula purpurata</i>	TF		S	#, 2, 11, 15, 28, 37, 50, 54	CP, FMNH, MNHW, MPEG
<i>Pterisocephalus tricolor</i>	TF	GUI	S	#, 11, 28, 37, 49, 50, 54, 57	CP, MNHW
<i>Cephalopterus ornatus</i>	VZ GF		S	15, 28, 37, 50	FMNH, MNHW
PIPRIDAE					
<i>Neopelma chrysocephalum</i>	CAM		S	#, 54	FMNH
<i>Tyrannetes stolzmanni</i>	TF	WAM	S	42, 50, 54	FMNH, MPEG, MZUSP
<i>Tyrannetes virescens</i>	TF	GUI	T	#	
<i>Piprites chloris</i>	TF		T	#, 54	
<i>Corapipo gutturalis</i>	TF MF	GUI	S	40, 54	CP, MPEG
<i>Machaeropterus regulus</i>	MF	WAM	S	54	FMNH
<i>Machaeropterus pyrocephalus</i>	TF	WAM	S	28, 50	MPEG
<i>Lepidothrix coronata</i>	TF	WAM	S	50, 54	FMNH, MPEG
<i>Lepidothrix suavisima</i>	MF	TEP	S	41, 49	CP
<i>Manacus manacus</i>	TF SF		S	#, 28, 42, 50, 54, 57	FMNH, LACMNH, MPEG, MZUSP

Family and bird species	Habitat	Dist/Migr.	Evidence	References	Ornithological collections
<i>Chiroxiphia pareola</i>	DF GF TF CAM	(GUI)	S	#, 15, 28, 37, 42, 50, 54	FMNH, LACMNH, MNHW, MPEG, MZUSP
<i>Xenopipo uniformis</i>	MF	TEP	S	11, 41, 49	CP
<i>Xenopipo atronitens</i>	CAM		S	#, 37	FMNH, MNHW
<i>Heterocercus flavivertex</i>	CAM IG		S	#, 42, 49, 57	MPEG, MZUSP
<i>Dixiphia pipra</i>	TF SF CAM		S	#, 2, 15, 42, 50, 54, 57	FMNH, LACMNH, MPEG, MZUSP
<i>Pipra flicauda</i>	VZ GF		S	#, 15, 28, 42, 50, 54	FMNH, MPEG, MZUSP
<i>Pipra cornuta</i>	MF	TEP	S	11, 41, 49	CP
<i>Pipra erythrocephala</i>	TF SF CAM MF		S	#, 2, 15, 27, 28, 42, 50, 54, 57	FMNH, LACMNH, MNRI, MPEG, MZUSP
TITYRIDAE					
<i>Schiffornis major</i>	VZ		S	#	MPEG
<i>Schiffornis turdina</i>	TF CAM	(WAM)?/(GUI)	S	#, 54	FMNH, MPEG
<i>Laniocera hypopyrra</i>	TF		S	#, 2, 28, 42, 50, 54, 57	FMNH, MPEG, MZUSP
<i>Iodopleura fusca</i>	TF	GUI	S	2, 49, 50, 54	
<i>Tityra inquisitor</i>	TF		S	2, 28, 50, 54	MPEG
<i>Tityra cayana</i>	TF SF VZ IG VZ		S	#, 2, 28, 29, 37, 42, 50, 54, 57	FMNH, LACMNH, MNHW, MPEG, MZUSP
<i>Pachyrhamphus rufus</i>	VZ SF		S	#, 37, 42, 50, 54	LACMNH, MNHW, MPEG, MZUSP
<i>Pachyrhamphus polychropterus</i>	DF GF VZ TF SF		S	#, 15, 28, 37, 42, 50, 54, 63	AMNH, FMNH, MNHW, MPEG, MZUSP
<i>Pachyrhamphus marginatus</i>	TF		S	#, 42, 54	FMNH, MZUSP
<i>Pachyrhamphus surinamus</i>	TF		S	#	FMNH
<i>Pachyrhamphus minor</i>	TF		S	#, 2, 54	FMNH, MPEG
<i>Xenopsaris albinucha</i>	SAV		S	#, 49, 50, 51	MPEG
VIREONIDAE					
<i>Cyclarhis gujanensis</i>	X		S	#, 28, 37, 41, 42, 50, 54, 78	CP, FMNH, LACMNH, MNHW, MPEG, MZUSP
<i>Vireolanus leucotis</i>	TF		S	28, 50, 54	
<i>Vireo olivaceus</i> ^f	X	RES/NEA	S	# (2, 17, 28, 41, 42, 50, 54, 72) ^f	(CP, FMNH, LACMNH, MPEG, MZUSP) ^f AMNH
<i>Hylophilus thoracicus</i>	TF SF		T	#	
<i>Hylophilus semicinctus</i>	VZ IG		T	#	
<i>Hylophilus pectoralis</i>	GF DF		S	#, 17, 28, 37, 42, 50, 54, 78	FMNH, LACMNH, MNHW, MPEG, MZUSP
<i>Hylophilus sclateri</i>	MF	TEP	S	11, 41, 49	CP
<i>Hylophilus brunneiceps</i>	CAM		S	49, 54	FMNH
<i>Hylophilus muscicapinus</i>	TF	GUI	S	#, 2, 50, 54	FMNH, MPEG
<i>Hylophilus ochraceiceps</i>	TF	(WAM)/(GUI)	S	54	FMNH, MPEG
CORVIDAE					
<i>Cyanocorax violaceus</i>	TF SF		S	#, 28, 49, 50, 54	MPEG
<i>Cyanocorax cayanus</i>	TF		S	#, 2, 37, 49	MNHW
HIRUNDINIDAE					
<i>Tachycineta albiventer</i>	R W		S	#, 2, 17, 28, 42, 50, 54, 57	FMNH, LACMNH, MPEG, MZUSP
<i>Progne tapera</i>	R SAV W AA	AUS/RES	S	#, 28, 42, 50, 54, 57	LACMNH, MZUSP
<i>Progne chalybea</i>	R SAV AA		S	#, 2, 17, 28, 42, 50, 54, 57	FMNH, LACMNH, MPEG, MZUSP
<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	MF	TEP	S	41	CP
<i>Atticora fasciata</i>	R		S	#, 17, 28, 42, 50, 54, 57	FMNH, LACMNH, MPEG, MZUSP
<i>Atticora melanoleuca</i>	R		S	#, 50	
<i>Neochelidon tibialis</i>	TF		S		MPEG

Family and bird species	Habitat	Dist/Migr.	Evidence	References	Ornithological collections
<i>Aloucheidon fucata</i>	SAV		S	41, 50, 54	CP
<i>Stelgidopteryx ruficollis</i>	SAV R		S	#, 28, 42, 50, 54, 57	LACMNH, MPEG, MZUSP
<i>Riparia riparia</i>	R	NEA		#, 28, 50, 54, 55	
<i>Hirundo rustica</i>	SAV CAM W R	NEA	S	#, 17, 28, 42, 50, 54, 55	FMNH, LACMNH, MPEG, MZUSP
TROGLODYTIDAE					
<i>Microcerculus ustulatus</i>	MF	TEP	S	11, 39, 41, 49	CP
<i>Microcerculus bambila</i>	TF	(GUI)		28, 50, 54	
<i>Troglodytes musculus</i>	X		S	#, 2, 16, 28, 37, 41, 42, 50, 54, 57	CP, FMNH, LACMNH, MNHW, MPEG, MZUSP
<i>Troglodytes rufulus</i>	MF	TEP	S	41, 49	CP
<i>Cistothorus platensis</i>	MF	TEP	S	41	CP
<i>Campylorhynchus griseus</i>	SAV DF GF		S	#, 2, 16, 27, 28, 37, 42, 49, 50, 54	FMNH, LACMNH, MNHW, MNRJ, MPEG, MZUSP
<i>Thryothorus coraya</i>	TF VZ		S	#, 2, 11, 41, 50, 54, 57	CP, MPEG
<i>Thryothorus leucotis</i>	VZ IG GF DF		S	#, 2, 16, 28, 37, 42, 50, 54, 57, 78	FMNH, LACMNH, MNHW, MPEG, MZUSP
<i>Henicorhina leucosticta</i>	TF		S	11, 49, 54	CP, FMNH, MPEG
<i>Cyphorhinus arada</i>	TF	(GUI)	S	28, 50, 57	MPEG
POLIPTILIDAE					
<i>Microbates collaris</i>	TF		S	50, 54	FMNH, MPEG
<i>Ramphocaeus melanurus</i>	TF CAM		S	#, 28, 50, 54	CP, MPEG
<i>Poliptila plumbea</i>	SAV DF GF VZ IG		S	#, 2, 16, 27, 28, 37, 42, 50, 54, 74, 78, 57	AMNH, FMNH, MNHW, MNRJ, MPEG, MZUSP
<i>Poliptila guttatenis</i>	TF CAM		S	54	FMNH
INCERTAE SEDIS*					
<i>Donacobius atricapilla</i>	VZ W		S	#, 16, 28, 37, 42, 50, 54	FMNH, LACMNH, MNHW, MPEG, MZUSP
TURDIDAE					
<i>Catharus fuscescens</i>	SF	NEA	S	50, 51, 54	MPEG
<i>Catharus minimus</i>	SF SAV	NEA	S	50	
<i>Platycichla flavipes</i>	MF	TEP	S	41	CP
<i>Platycichla leucops</i>	MF	TEP	S	40, 49	CP
<i>Turdus olivater</i>	MF	TEP	S	28, 41, 49, 50	CP
<i>Turdus leucomelas</i>	SAV GF DF AA		S	#, 2, 16, 27, 28, 37, 42, 50, 54	FMNH, MNHW, MNRJ, MPEG, MZUSP
<i>Turdus ignobilis</i>	CAM MF		S	#, 11, 41, 54	CP
<i>Turdus fumigatus</i>	VZ		S	#, 42, 50, 51, 54, 57	MPEG, MZUSP
<i>Turdus nudigenis</i>	DF GF		S	#, 16, 28, 37, 42, 50, 54	MNHW, MPEG, MZUSP
<i>Turdus albicollis</i>	TF VZ IG CAM		S	#, 2, 16, 28, 42, 50, 54	FMNH, MPEG, MZUSP
MIMIDAE					
<i>Mimus gilvus</i>	SAV AA		S	#, 2, 16, 27, 28, 37, 42, 49, 50, 54	FMNH, INPA, LACMNH, MNHW, MNRJ, MPEG, MZUSP
MOTACILIIDAE					
<i>Anthus lutescens</i>	SAV		S	#, 17, 28, 41, 42, 50, 54	CP, FMNH, MPEG, MZUSP
COREBIDAE					
<i>Coereba flavicola</i>	X		S	#, 2, 11, 17, 28, 41, 42, 50, 54, 57	CP, FMNH, LACMNH, MPEG, MZUSP

Family and bird species	Habitat	Dist/Migr.	Evidence	References	Ornithological collections
THRAUPIDAE					
<i>Schistochlamys melanopsis</i>	CAM SAV		S	#, 28, 41, 50, 54	CP, FMNH, MPEG
<i>Cissopis leverianus</i>	TF SF		S	#, 2, 42, 50, 54	MZUSP
<i>Nemosia pileata</i>	SAV GF DF VZ		S	#, 2, 37, 50, 54	FMNH, LACMNH, MNHW, MPEG
<i>Eucometis penicillata</i>	VZ GF		S	#, 18, 42, 54	FMNH, MPEG, MZUSP
<i>Tachyphonus cristatus</i>	TF	(GUI)	S	#, 27, 50, 54	MNRJ, MPEG
<i>Tachyphonus luctuosus</i>	VZ GF DF		S	#, 2, 18, 28, 42, 50, 54, 57	FMNH, LACMNH, MPEG, MZUSP
<i>Tachyphonus surinamus</i>	TF SF		S	#, 50, 54	FMNH, MPEG
<i>Tachyphonus phoenicius</i>	CAM		S	#, 11, 41, 54	CP
<i>Lanio fulvus</i>	TF	GUI	S		CP, MPEG
<i>Ramphocelus carbo</i>	X		S	#, 2, 18, 28, 42, 50, 54, 57	FMNH, LACMNH, MPEG, MZUSP
<i>Thraupis episcopus</i>	X		S	#, 2, 18, 27, 28, 41, 42, 50, 54, 57, 77	AMNH, CP, FMNH, LACMNH, MNRJ, MPEG, MZUSP
<i>Thraupis palmarum</i>	X		S	#, 2, 18, 28, 37, 42, 50, 54, 57	FMNH, LACMNH, MNHW, MPEG, MZUSP
<i>Cyanicterus cyanicterus</i>	TF CAM		S	54	
<i>Pipraeidea melanota</i>	MF		S	40	CP
<i>Tangara mexicana</i>	TF SF MF VZ GF	TEP	S	#, 2, 28, 42, 50, 54	FMNH, LACMNH, MPEG, MZUSP
<i>Tangara chilensis</i>	TF	(GUI)	S	2, 27, 50, 54	FMNH, MNRJ, MPEG
<i>Tangara schrankii</i>	MF	WAM	S	54	CP
<i>Tangara xanthogastra</i>	MF TF	WAM	S	49, 50, 54	FMNH, MPEG
<i>Tangara punctata</i>	TF MF		S	#, 2, 54	CP, MPEG
<i>Tangara guttata</i>	MF	TEP	S	41, 49, 54	CP
<i>Tangara gyrola</i>	MF TF		S	40, 41, 54	CP
<i>Tangara varia</i>	TF MF	GUI	S		CP
<i>Tangara cayana</i>	SAV GF DF		S	#, 2, 18, 27, 41, 42, 50, 54, 76	AMNH, FMNH, LACMNH, MNRJ, MPEG, MZUSP
<i>Tangara nigrocincta</i>	TF	WAM	S	2, 49, 54	FMNH, MPEG
<i>Tangara cyanoptera</i>	MF	TEP	S	11, 27, 41, 49	CP, MNRJ
<i>Tangara velia</i>	TF	(GUI)	S	#, 50, 54	FMNH, MPEG
<i>Tersina viridis</i>	SF	AUS?	S	#, 28, 50, 54	MPEG
<i>Dacnis cayana</i>	TF SAV GF DF VZ IG CAM		S	#, 2, 28, 37, 42, 50, 54, 57	CP, FMNH, LACMNH, MNHW, MPEG, MZUSP
<i>Dacnis lineata</i>	TF		S	50, 54, 57	MPEG
<i>Dacnis flaviventer</i>	VZ		S	57	
<i>Cyanerpes nitidus</i>	TF		S	#, 54	FMNH, MPEG
<i>Cyanerpes caeruleus</i>	TF DF	(GUI)	S	#, 2, 42, 50, 54, 57	FMNH, MPEG, MZUSP
<i>Cyanerpes cyaneus</i>	TF DF		S	#, 28, 50, 54	
<i>Chlorophanes spiza</i>	TF		S	#, 2, 28, 42, 50, 54, 57	MPEG, MZUSP
<i>Hemithraupis guira</i>	TF DF		S	#, 2, 28, 42, 50, 54	FMNH, MZUSP
<i>Hemithraupis flavicollis</i>	TF		S	#, 28, 50, 54	FMNH, MPEG
<i>Conirostrum speciosum</i>	GF DF		S	#, 37, 42, 54	FMNH, MNHW, MPEG, MZUSP
<i>Conirostrum bicolor</i>	VZ		S	#, 31	
<i>Diglossa major</i>	MF	TEP	S	27, 41, 49	CP, MNRJ
INCERTAE SEDIS ^b					
<i>Piranga flava</i>	SAV DF MF		S	#, 2, 18, 27, 28, 41, 42, 50	CP, FMNH, LACMNH, MNRJ, MPEG, MZUSP
<i>Piranga rubra</i>	SAV	NEA	S	55	
<i>Piranga leucoptera</i>	MF	TEP	S	41, 49	CP

Family and bird species	Habitat	Dist/Migr.	Evidence	References	Ornithological collections
<i>Mitrospingus oleagineus</i>	MF	TEP	S	41, 49	CP
EMBERIZIDAE					
<i>Zonotrichia capensis</i>	MF CAM		S	#, 11, 41, 54	CP, FMNH, MPEG
<i>Ammodramus humeralis</i>	SAV		S	#, 2, 20, 28, 37, 41, 42, 49, 50, 54	CP, FMNH, LACMNH, MNHW, MPEG, MZUSP
<i>Ammodramus aurifrons</i>	VZ		T	#	
<i>Sicalis citrina</i>	SAV W		S	28, 41, 50, 54	CP
<i>Sicalis columbiana</i>	VZ		T	#	
<i>Sicalis luteola</i>	SAV		S	#, 20, 28, 37, 42, 50, 54	FMNH, INPA, LACMNH, MNHW, MPEG, MZUSP
<i>Emberizoides herbicola</i>	CAM SAV		S	#, 28, 41, 50, 54	CP, FMNH, MPEG
<i>Volatinia jacarina</i>	SAV SF VZ AA		S	#, 2, 28, 42, 50, 51, 54	LACMNH MPEG, MZUSP
<i>Sporophila schistacea</i>	VZ W		S	#, 28, 50, 54	FMNH, LACMNH
<i>Sporophila intermedia</i>	SAV W		S	#, 2, 13, 49, 50, 51, 52, 54	FMNH, MPEG
<i>Sporophila plumbea</i>	SAV W		S	#, 28, 49, 50, 51, 54	FMNH, MPEG
<i>Sporophila americana</i>	SAV		S		LACMNH
<i>Sporophila bouvronides</i>	SAV W		S	50	
<i>Sporophila lineola</i>	VZ W		S	#, 2, 28, 42, 50, 54	FMNH, MZUSP
<i>Sporophila nigricollis</i>	SF		S	20, 41, 54	CP
<i>Sporophila leucoptera</i>	SAV W		S	2	
<i>Sporophila minuta</i>	SAV SF W		S	#, 2, 28, 41, 42, 50, 51, 54	CP, FMNH, LACMNH, MPEG, MZUSP
<i>Sporophila castaneiventris</i>	VZ SAV W		S	28, 50	
<i>Sporophila angolensis</i>	SAV CAM SF		S	#, 2, 20, 28, 42, 50, 51, 54	FMNH, LACMNH, MPEG, MZUSP
<i>Sporophila crassirostris</i>	SAV		S	28, 50, 54	
<i>Catamenia homochroa</i>	MF	TEP	S	41, 49	CP
<i>Arremonops contrirostris</i>	VZ		S	#, 28, 42, 49, 50, 54	ANSP, LACMNH, MZUSP
<i>Arremon taciturnus</i>	TF		S	#, 2, 11, 28, 37, 41, 42, 50, 54	CP, FMNH, LACMNH, MNHW, MPEG, MZUSP
<i>Atlapetes personatus</i>	MF	TEP	S	11, 49	CP
<i>Paroaria gularis</i>	VZ IG GF R AA		S	#, 2, 20, 28, 42, 50, 54, 57	FMNH, LACMNH, MPEG, MZUSP
CARDINALIDAE					
<i>Caryothraustes canadensis</i>	TF		S	#, 2, 54	FMNH, MPEG
<i>Saltator grossus</i>	TF CAM		S	#, 50, 54	
<i>Saltator maximus</i>	TF SF		S	#, 2, 28, 42, 50, 54	MPEG, MZUSP
<i>Saltator coerulescens</i>	VZ GF DF SF		S	#, 20, 27, 28, 37, 42, 50, 54	LACMNH, MNHW, MNRJ, MPEG, MZUSP
<i>Cyanocompsa cyanoides</i>	TF SF		S	#, 28, 50, 54	FMNH, MPEG
<i>Spiza americana</i>	SAV	NEA	S	30, 49	MPEG
PARULIDAE					
<i>Parula pitiayumi</i>	SAV DF MF		S	#, 11, 37, 41, 49	CP, MNHW
<i>Dendroica petechia</i>	GF SF	NEA	S	#, 17, 28, 37, 49, 50, 54, 55	FMNH, LACMNH, MNHW, MPEG
<i>Dendroica striata</i>	GF DF SF	NEA	S	#, 2, 28, 37, 42, 49, 50, 54	MNHW, MZUSP
<i>Dendroica fusca</i>	TF SF DF MF	NEA	S	39, 49	CP
<i>Setophaga ruticilla</i>	DF TF SF MF	NEA	S	11, 40, 49, 50, 54, 55	CP, LACMNH
<i>Geothlypis aequinoctialis</i>	SAV VZ W		S	28, 37, 50, 54	FMNH, MNHW
<i>Myioborus miniatus</i>	MF	TEP	S	11, 49	CP
<i>Myioborus castaneocapillus</i>	MF	TEP	S	41, 49	CP

Family and bird species	Habitat	Dis/Migr.	Evidence	References	Ornithological collections
<i>Basileuterus bivittatus</i>	MF	TEP	S	11, 40, 41, 49	CP
<i>Basileuterus culicivorus</i>	MF DF		S	41, 54	CP
<i>Basileuterus flavescens</i>	DF GF		S	#	INPA
<i>Phaeothlypis rivularis</i>	TF		S	#, 17, 28, 42, 50, 54	FMNH, MPEG, MZUSP
INCERTAE SEDIS					
<i>Granatellus pelzelni</i>	TF CAM		S	#, 17, 54	FMNH
ICTERIDAE					
<i>Psarocolius viridis</i>	TF MF		S	2, 19, 28, 37, 50, 54, 57	FMNH, MNHW, MPEG
<i>Psarocolius decumanus</i>	TF VZ IG CAM		S	#, 28, 42, 50, 54, 57	LACMNH, MPEG, MZUSP
<i>Psarocolius bifasciatus</i>	VZ		S	#, 54	FMNH, MPEG
<i>Prociacicus solitarius</i>	VZ GF		S	#, 28, 50	
<i>Cacicus cela</i>	X		S	#, 2, 19, 28, 37, 42, 50, 54, 57	FMNH, LACMNH, MNHW, MPEG, MZUSP
<i>Cacicus haemorrhous</i>	TF		S	#, 28, 50, 54, 57	MPEG
<i>Icterus croconotus</i>	GF DF		S	#, 27	FMNH, MNRJ
<i>Icterus chrysoccephalus</i>	SAV CAM		S	#, 2, 19, 27, 28, 42, 49, 50, 54, 57	FMNH, LACMNH, MNRJ, MPEG, MZUSP
<i>Icterus nigrogularis</i>	SAV DF GF		S	#, 2, 19, 27, 28, 37, 42, 49, 50, 54	FMNH, LACMNH, MNHW, MNRJ, MPEG, MZUSP
<i>Macroagelaius inthurnii</i>	MF	TEP	S	41, 49, 54	CP
<i>Lamprosax tanagrinus</i>	GF VZ		S	28, 50	
<i>Chrysomus icterocephalus</i>	VZ W		S	28, 50	MPEG
<i>Gymnomystax mexicanus</i>	VZ R		S	28, 50	
<i>Molothrus bonariensis</i>	VZ IG GF		S	#, 2, 28, 37, 42, 50, 54	FMNH, LACMNH, MNHW, MPEG, MZUSP
<i>Molothrus oryzivorus</i>	VZ IG SF		S	#, 2, 19, 50, 54, 57	FMNH, MPEG
<i>Sturnella militaris</i>	SAV W SF		S	#, 2, 19, 28, 37, 42, 50, 54	FMNH, LACMNH, MNHW, MPEG, MZUSP
<i>Sturnella magna</i>	SAV		S	#, 2, 26, 27, 28, 37, 41, 42, 49, 50, 54	CP, FMNH, LACMNH, MNHW, MNRJ, MPEG, MZUSP
FRINGILLIDAE					
<i>Carduelis magellanic</i>	MF	TEP	S	41, 49, 54	CP
<i>Euphonia plumbea</i>	CAM		S	#, 54	FMNH
<i>Euphonia chlorotica</i>	TF SF		T	50 (2, 28)*	
<i>Euphonia finschi</i>	SAV		S	#, 18, 37, 49, 50, 54, 75	AMNH, FMNH, MNHW, MPEG
<i>Euphonia violacea</i>	TF SF		S	#, 2, 27, 28, 42, 50, 54	LACMNH MNRJ, MPEG, MZUSP
<i>Euphonia chrysopasta</i>	TF		S	2, 50, 54	MPEG
<i>Euphonia minuta</i>	TF		S	#, 54	FMNH
<i>Euphonia xanthogaster</i>	MF		S	11, 28, 41, 50	CP
<i>Euphonia rufiventris</i>	TF	WAM	S	54	MPEG
<i>Euphonia ceyrenensis</i>	TF	GUI	S	#	
<i>Chlorophonia cyanea</i>	MF	TEP	S	11, 41	CP

- ^a Previous sight records from Maracá are likely to represent *N. hyperrhynchus*, which should be present west of the Rio Branco.
- ^b Previous records mention *Capito niger*, but are likely to represent *C. auratus*.
- ^c Our records represent *L. a. albolineatus*; previous records likely to represent *L. a. duidae*.
- ^d Unidentified to species by Stotz (1997) and Trolle and Walther (2004).
- ^e Previous records mention *Inezia subflava*, but are likely to represent *I. caudata*.
- ^f Our records are likely to refer to the resident form *Vireo olivaceus chivi* (as well as a skin at AMNH); previous records referred as belonging to the nominate migratory form.
- ^g Included within the Troglodytidae by the CBRO, but we follow the SACC (Renssen et al. 2006) and place it as *Incertae sedis* until its taxonomic relationships are better understood.
- ^h Included within the Thraupidae by the CBRO, but we follow the SACC (Renssen et al. 2006) and place it as *Incertae sedis* until its taxonomic relationships are better understood.
- ⁱ The records for the state represent the form *roraimae*, which has been suggested to represent a valid species (Hilty 2003)
- ^j Included within the Parulidae by the CBRO, but we follow the SACC (Renssen et al. 2006) and place it as *Incertae sedis* until its taxonomic relationships are better understood.
- ^k Original records mention *E. lanirostris*, but are likely to represent *E. chlorotica* (see *Hypothetical species*)

Habitat

TF: terra firme forest; SF: secondary forest, forest edge, and clearings within terra firme forest; MF: montane forest (includes humid forests above 600 m, and all montane habitats present in the Tepuis); VZ: varzea forest; IG: igapo forest; CAM: campina and campinarana; SAV: savanna; GF: gallery forest; DF: dry forest; R: associated to rivers; W: wetlands; AA: antropic areas; X: virtually all habitats.

Distribution/migration

GUI: species restricted to the Guianan area of endemism; (GUI): subspecies restricted to the Guianan area of endemism; WAM: species with distributions typical of western Amazonia, and generally absent from the Guianan area of endemism; (WAM) subspecies with distributions typical of western Amazonia, and generally absent from the Guianan area of endemism; ?: taxon possibly present (but not confirmed) in Roraima; TEP: species or subspecies restricted to the Tepuis; NEA: Nearctic migrant (species breeding in North America that reach Roraima during the boreal winter [Sept-April]); AUS: Austral migrant (species breeding in southern South America that spend the Austral winter [April-August] in Amazonia and northern South America).

Evidence

S: specimen available (see Ornithological collections); T: tape-recordings available at the INPA Archive of Bird Sounds; P: photograph available.

References

- 1: Bierregaard et al. (1997), 2: Borges (1994), 3: Cohn-Haft et al. (1997), 4: Collar et al. (1992), 5: Cory (1918), 6: Cory (1919), 7: Cory (1920), 8: Cory and Hellmayr (1924), 9: Cory and Hellmayr (1925), 10: Cory and Hellmayr (1927), 11: Dickerman and Phelps (1982), 12: Forrester (1993), 13: Forrester (1995), 14: Hellmayr (1906), 15: Hellmayr (1929), 16: Hellmayr (1934), 17: Hellmayr (1935), 18: Hellmayr (1936), 19: Hellmayr (1937), 20: Hellmayr (1938), 21: Hellmayr and Conover (1942), 22: Hellmayr and Conover (1948a), 23: Hellmayr and Conover (1948b), 24: Hellmayr and Conover (1949), 25: Joseph (1992), 26: Joseph (2001), 27: Miranda-Ribeiro (1929), 28: Moskovits et al. (1985), 29: Naumburg (1930), 30: Novaes (1967), 31: Pacheco (1995a), 32: Pelzeln (1856), 33: Pelzeln (1859), 34: Pelzeln (1861), 35: Pelzeln (1862), 36: Pelzeln (1863), 37: Pelzeln (1868-71), 38: Peters (1937), 39: Phelps (1973), 40: Phelps and Phelps (1948), 41: Phelps and Phelps (1962), 42: Pinto (1966), 43: Ruschi (1961), 44: Santos (2004), 45: Schattuck (1926), 46: Schlegel (1864), 47: Sclater (1874), 48: Sick (1965), 49: Sick (1997), 50: Silva (1998), 51: Silva and Oren (1990), 52: Silva and Willis (1986), 53: Spix (1824-25), 54: Stotz (1997), 55: Stotz et al. (1992), 56: Teixeira et al. (1986), 57: Trolle and Walther (2004), 58: Vaurie (1980), 59: Whittaker (1995), 60: Whittaker (1996), 61: Willis (2003), 62: Zimmer (1933), 63: Zimmer (1936), 64: Zimmer (1937a), 65: Zimmer (1937b), 66: Zimmer (1938), 67: Zimmer (1939a), 68: Zimmer (1939b), 69: Zimmer (1940), 70: Zimmer (1941a), 71: Zimmer (1941b), 72: Zimmer (1941c), 73: Zimmer (1942a), 74: Zimmer (1942b), 75: Zimmer (1943a), 76: Zimmer (1943b), 77: Zimmer (1944), 78: Zimmer et al. (1997).

Ornithological collections

AMNH: American Museum of Natural History; ANSP: Academy of Natural Science of Philadelphia; CP: Colección Phelps; FMNH: Field Museum of Natural History; INPA: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia; LACMNH: Los Angeles County Museum of Natural History; MNHW: Museum of Natural History of Wien; MNRJ: Museu Nacional de Rio de Janeiro; MPEG: Museu Paraense Emílio Goeldi; MZUSP: Museu de Zmologia da Universidade de São Paulo; UMMZ: University of Michigan Museum of Zoology.

Distribuição e tamanho populacional do papagaio-de-cara-roxa *Amazona brasiliensis* no estado de São Paulo

Mauro Galetti^{1,2,5}, Fabio Schunck², Marcelo Ribeiro², Antônio Adão Paiva, Renato Toledo³ e Leandro Fonseca⁴

¹ Laboratório de Biologia da Conservação, Departamento de Ecologia, Universidade Estadual Paulista (UNESP), CP 199, 13506-900 Rio Claro, SP, Brasil. E-mail: mgaletti@rc.unesp.br

² Instituto de Biologia da Conservação (IBC), Av. P-13, 293, Vila Paulista, Rio Claro, SP, Brasil

³ Largea, Departamento de Ciências Florestais, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ-USP), Av: Pádua Dias, Piracicaba, SP, Brasil.

⁴ Departamento de Botânica, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Rio Claro, SP, Brasil.

⁵ Autor para correspondência.

Recebido em 28 de abril de 2005; aceito em 12 de dezembro de 2005

ABSTRACT. Distribution and population size of the Red-tailed Amazon *Amazona brasiliensis* in the state of São Paulo, Brazil. The Red-tailed Amazon *Amazona brasiliensis* is one of most threatened psittacid in the world. In the state of São Paulo, SE Brazil, it is restricted to a narrow coastal zone. The total population of *A. brasiliensis* has been estimated to be around 4,000 birds, but no detailed information is known for São Paulo. We studied the population status and mapped the distribution of *A. brasiliensis* in the state of São Paulo. Simultaneous censuses were carried out in three main islands (Cananéia, Ilha do Cardoso and Ilha Comprida) with *A. brasiliensis* populations in 2003 and 2004. We searched the parrots in an area of 1413.28 km² and visited 69 sites. *Amazona brasiliensis* were recorded in 55 localities and 12 sleeping roosts. Our census estimated a population of at least 1,221 parrots in the stronghold of their distribution in the state of São Paulo. The highest number of parrots were recorded outside the main protected areas in the region (64% of the population), which may threaten the future of this population. Urban growing is the main threat for the population of São Paulo, and the creation of protected areas in Cananéia and Comprida island is critical for the future of the *A. brasiliensis* in the area.

KEY WORDS: Psittacidae, Cananéia, Atlantic forest, census, GIS, restinga

RESUMO. O papagaio-de-cara-roxa (*Amazona brasiliensis*) é uma das espécies de psitacídeos mais ameaçadas do mundo e sua ocorrência no estado de São Paulo está limitada a uma faixa estreita de restinga do litoral sul do estado. O presente trabalho, que teve a duração de um ano, estudou a população e fez um mapeamento georeferenciado da distribuição atual dos grupos de papagaios-de-cara-roxa no estado de São Paulo. Em 2003 e 2004 foram realizados censos simultâneos nas principais áreas de ocorrência desta espécie no estado, as ilhas de Cananéia, Cardoso e Comprida. Os trabalhos de mapeamento foram feitos numa área de 1413.28 km² onde foram visitadas 69 localidades. Destas, o papagaio-de-cara-roxa foi observado em 55 localidades e 12 dormitórios. O censo indicou uma população de pelo menos 1221 papagaios no centro de sua distribuição em São Paulo e uma população de pelo menos 1674 para todo o estado. Um grande número de papagaios foi registrado fora de áreas protegidas (64% da população), o que pode ameaçar o futuro dessa espécie no estado. O crescimento urbano e a degradação das áreas das florestas de restinga são as principais ameaças para as populações do papagaio-de-cara-roxa no estado de São Paulo e a criação de novas áreas protegidas na Ilha de Cananéia e Comprida é fundamental para a conservação desta espécie no estado.

PALAVRAS-CHAVE: Psittacidae, Cananéia, Mata Atlântica, censo, SIG, restinga

Estima-se que a Mata Atlântica cobria cerca de 1 milhão de quilômetros quadrados quando os primeiros europeus chegaram ao Brasil (SOS Mata Atlântica e INPE 1992). Apesar de grande parte da floresta encontrada pelos europeus ter sofrido forte impacto pelos indígenas (Dean 1996), ainda não se conhece nenhuma espécie extinta na Mata Atlântica antes de 1500 (veja Broughton 2004 para exemplo na América do Norte). Restam atualmente menos de 8% da Mata Atlântica, ou cerca de 60,000 km² (SOS Mata Atlântica e INPE 1992), e menos de 2% de sua área está protegida em Unidades de Conservação.

A Mata Atlântica possui diversos endemismos em todos os grupos taxonômicos, como aves (Goerck 1997), primatas (Kinsey 1982) e plantas (Mori 1989). Esse bioma possui 188 espécies endêmicas de aves, sendo 104 ameaçadas de extinção (Go-

erck 1997). Uma das famílias com maior número de endemismo na Mata Atlântica é a Psittacidae. Essas aves são especialmente vulneráveis à destruição e distúrbios ambientais, sendo a perda de habitat o principal fator para o declínio de muitas populações, além de outras causas secundárias não menos importantes como a introdução de espécies predadoras ou competidoras, populações naturalmente reduzidas, perseguição humana para comércio, caça e coleta de ovos, dentre outras (veja Galetti e Pizo 2002). Galetti *et al.* (2002) mostram que uma vez que uma espécie é classificada como ameaçada, dificilmente ela sai dessa categoria e apenas agrava seu *status* com o tempo.

Uma das espécies de psitacídeos endêmicos mais ameaçadas é o papagaio-de-cara-roxa *Amazona brasiliensis* que é classificado como ameaçado (Snyder *et al.* 2000; Stattersfield

e Capper 2000) ou vulnerável (VU) (www.redlist.org). Martuscelli (1995) estimou que este papagaio está distribuído em uma área de apenas 3.000 km², e que seu hábitat preferencial se restringe às florestas de planície e restingas do litoral sul do estado de São Paulo e norte do Paraná. Dentre as áreas com maior população do Papagaio-de-cara-roxa em São Paulo é evidente a importância das Ilhas de Cananéia, Comprida e do Cardoso (Martuscelli 1995). Além de possuir uma distribuição altamente restrita, esta espécie vem sendo ameaçada devido ao tráfico ilegal e à destruição de seu hábitat. Martuscelli (1995) estimou que 356 filhotes de papagaios foram capturados em apenas um ano em Cananéia.

A situação do papagaio-de-cara-roxa é extremamente preocupante devido ao crescimento desordenado que vêm ocorrendo nos arredores das cidades e municípios que estão localizadas dentro da área de distribuição desta espécie no estado de São Paulo. A população humana cresceu 48% nos últimos 20 anos em Cananéia e Ilha Comprida (Seade 2004) e uma das principais ameaças é a destruição das restingas para a construção de loteamentos, hotéis e casas de veraneio. Mesmo loteamentos embargados pelo Departamento Estadual de Proteção aos Recursos Naturais (DEPRN) estão sendo ocupados por novas casas (M. Galetti, F. Schunck e M. Ribeiro obs. pess.).

As estimativas globais da população do papagaio-de-cara-roxa eram de 4.000 papagaios em 1989 (Scherer-Neto 1989), caindo substancialmente reduzida em 1992 para 3.000 aves, aumentando, porém, para 5.500 aves em 1995 (Cavalheiro *et al.* dados não publicados). Essa grande variação não implica necessariamente em flutuação populacional, mas pode refletir deslocamentos locais que não são detectados devido a amostragens não padronizadas nem simultâneas. Na verdade, não existem informações publicadas a respeito do tamanho populacional do papagaio-de-cara-roxa em São Paulo desde 1995. Os trabalhos de Scherer-Neto (1989) e Martuscelli (1995) não apresentam informações precisas da distribuição geográfica dos sub-grupos de papagaios para monitoramento constante, o que torna qualquer estimativa imprecisa.

Portanto, o objetivo desse trabalho foi de levantar informações sobre a distribuição exata do papagaio-de-cara-roxa em São Paulo e estimar a densidade e o tamanho populacional desse psitacídeo na sua área de ocorrência no estado para que seja possível um monitoramento constante da espécie.

ÁREA DE ESTUDO E MÉTODOS

Distribuição geográfica. Entre maio de 2003 e maio de 2004 foram realizadas sete campanhas com 10 dias cada totalizando 358 h de trabalhos de campo. Foram visitadas 69 localidades em um total de 179 visitas no município de Cananéia (Ilha e continente), Ilha do Cardoso, Ilha Comprida, Iguape e Pariquera-açú, locais onde existiam informações prévias de grupos de papagaio-de-cara-roxa (Scherer-Neto 1989, Collar *et al.* 1992, Martuscelli, 1995). Apesar de haver registros de grupos do papagaio-de-cara-roxa na Estação Ecológica Juréia-Itatins e Peruíbe (Martuscelli 1995) essas áreas não fo-

ram amostradas sistematicamente nesse trabalho. Em maio de 2005 foi realizada uma visita de campo de dois dias ao município de Itanhaém, onde existe um dormitório do papagaio-de-cara-roxa com uma população de aproximadamente 80 papagaios (Buzzetti 1996).

A escolha das áreas amostradas e principalmente dos dormitórios (definidos aqui como agrupamentos crepusculares de pelo menos 10 papagaios) existentes na região seguiu dados da literatura, indicações de outros pesquisadores e conversas e entrevistas com moradores locais. Todos os pontos de amostragem foram georeferenciados utilizando-se um receptor GPS com precisão de 5 a 10 m. Na confecção dos mapas foram digitalizadas as cartas topográficas do IBGE da área de estudo e a base topográfica da Ilha do Cardoso (Bernardi 2001), na escala 1:50.000. A criação do banco de dados e o processamento das informações foram realizados utilizando-se o programa ArcGis 9.0.

Os dados de campo coletados no município de Itanhaém não foram inseridos nos mapas de distribuição, mas foram acrescentados na estimativa populacional para o estado de São Paulo.

Censo. Para estimar o tamanho populacional do papagaio-de-cara-roxa utilizamos em um projeto piloto o método de pontos de escuta com raio variado (VCPM ou *Variable circular plot method*; ver Bibby *et al.* 1992, 1998). Entretanto, esse método se mostrou inadequado, pois superestima a densidade e o tamanho populacional de psitacídeos florestais (Nunes e Betini 2002, Nunes 2002). O tamanho populacional do papagaio-de-cara-roxa foi então estimado através de contagens de pontos estratégicos em dormitórios ou rotas conhecidas (Nunes e Betini 2002). Esse método tem se mostrado a melhor opção para amostragem de psitacídeos florestais e de difícil visualização e vem sendo empregado para diversas espécies de psitacídeos (Aguilera *et al.* 1999, Nunes 2002).

Censo parcial e escolha do hábitat. A realização do censo parcial da população do papagaio-de-cara-roxa, foi feita em sua principal área de ocorrência no estado de São Paulo (Ilha de Cananéia, Ilha do Cardoso e Ilha Comprida) (Martuscelli 1995). Foram realizadas duas contagens sistemáticas e simultâneas, sendo a primeira em julho de 2003 (com a participação de 15 pesquisadores) e a segunda em junho de 2004 (com a participação de 20 pesquisadores). Em cada amostragem foram distribuídos dois pesquisadores para cada ponto estratégico localizados no entorno dos dormitórios ou em áreas de deslocamento dos papagaios entre as Ilhas e localidades próximas do continente. Cada observador estava equipado com um binóculo, uma bússola, um relógio digital e uma ficha de anotação padronizada. Para cada contato com um ou mais papagaios foi anotado o número de aves, a hora e a direção do deslocamento. As amostragens foram realizadas simultaneamente em 10 pontos. Foram realizadas quatro contagens por ponto, sendo duas no período da manhã (entre 06:00 e 8:30 h) e duas no período da tarde (entre 16:00 e 18:30 h). No final de cada período de observação, os observadores foram reunidos e

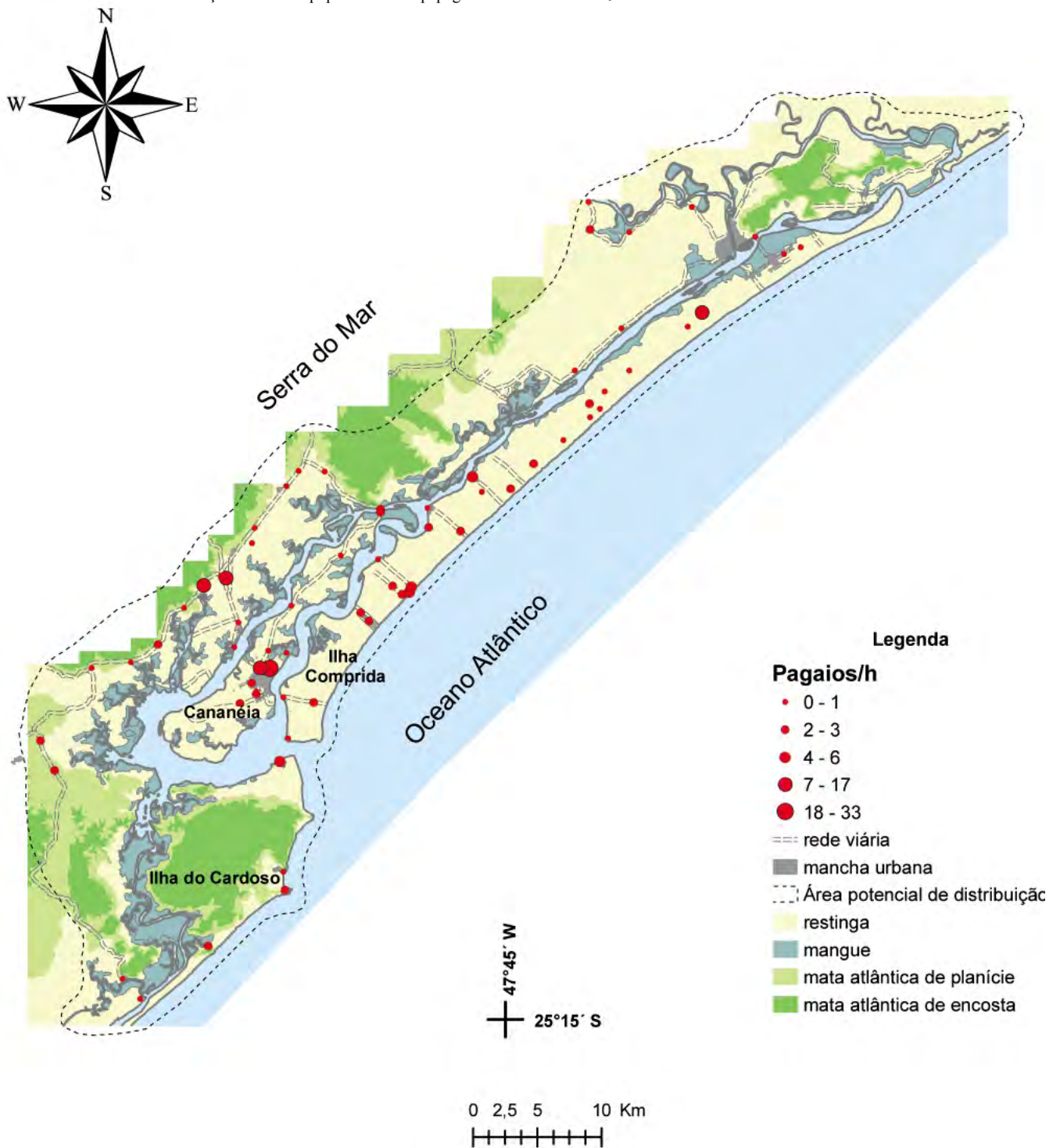


Figura 1. Área amostrada na distribuição do papagaio-de-cara-roxa (*Amazona brasiliensis*) no sul do Estado de São Paulo e número de papagaios registrados por hora de campo.

Figure 1. Area sampled within the distribution of the Red-tailed Amazon (*Amazona brasiliensis*) in the south of the state of São Paulo, SE Brazil, and number of amazons recorded per sampling hour.

os dados coletados comparados a fim de eliminar possíveis erros de interpretação geográfica e os papagaios contados mais de uma vez por observadores distintos. Para calcular a densidade e estimativa populacional do papagaio-de-cara-roxa, foram considerados apenas os números mínimos registrados em cada ponto de contagem eliminando assim as recontagens.

Informações sobre o tipo de hábitat usado pelos papagaios avistados foram obtidas para cada registro de uma ou mais aves. Os habitats foram classificados em (a) manguezal, (b) caxetal, (c) guanandizal, (d) restinga alta, (e) restinga baixa,

(f) floresta transicional e (g) área urbana. As descrições desses ambientes podem ser encontradas em Martuscelli (1995). Esses dados foram então comparados com os habitats disponíveis nas áreas e testado se os papagaios preferem sobrevoar algum tipo de vegetação.

Censo ao longo da distribuição geográfica. Para estimarmos o tamanho populacional do papagaio-de-cara-roxa ao longo de sua distribuição no estado de São Paulo, foi somado o número de papagaios registrados durante os trabalhos de

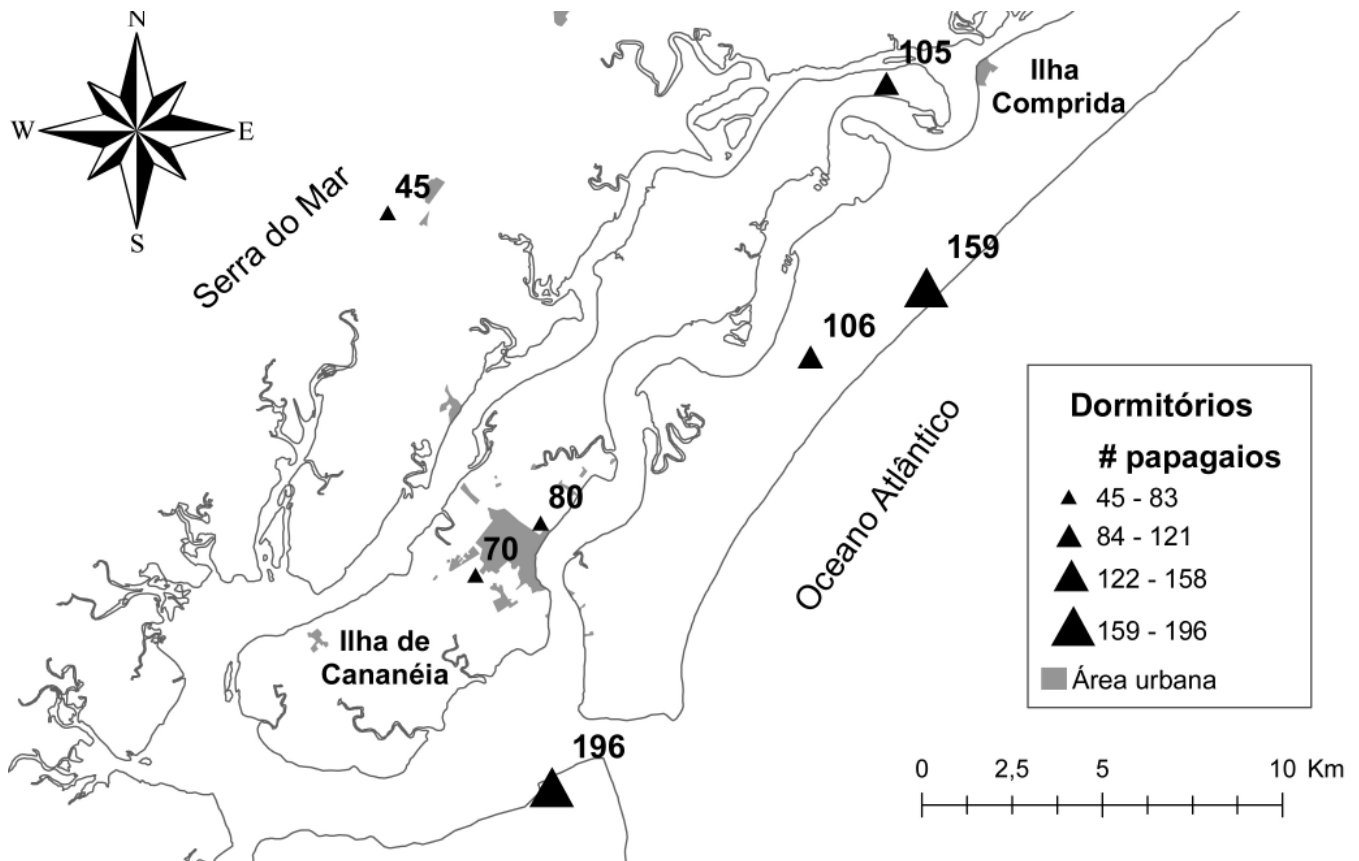


Figura 2. Distribuição dos principais dormitórios do papagaio-de-cara-roxa (*Amazona brasiliensis*) e número de aves registradas no sul do Estado de São Paulo.

Figure 2. Distribution of the main roosts of the Red-tailed Amazon (*Amazona brasiliensis*) and number of amazons recorded in the south of the state of São Paulo, SE Brazil.

campo relativos à distribuição geográfica (55 localidades, considerando o dormitório dos papagaios de Itanhaém) aos dados do censo populacional nas Ilhas de Cananéia, Ilha Comprida e Ilha do Cardoso. As datas das amostragens destes pontos possuem uma variação mensal, dentro do período de um ano, pois cada localidade foi visitada apenas uma vez. Porém, como as áreas estudadas são isoladas e distantes entre si (média de 4,5 km), assumimos que os grupos de papagaios registrados são independentes dos existentes para as três ilhas. Além disso, observadores foram posicionados entre as ilhas para registrar possíveis deslocamentos entre as ilhas. Foram definidos como dormitórios agrupamentos de pelo menos 10 papagaios.

RESULTADOS

Distribuição geográfica. Foi constatada a ocorrência do papagaio-de-cara-roxa em 54 dos 69 pontos dentro de uma área de 1413,28 km² (Figura 1) e mais uma localidade (Itanhaém) que está fora da principal região de ocorrência desta espécie no estado de São Paulo. O número médio de papagaios observados em cada localidade foi de $29,07 \pm 21,85$ ($n = 14$ localidades em que foi possível contar todos os indivíduos dos bandos), variando de 4 a 87 papagaios (Figura 1, Apêndice 1). Quinze áreas amostradas não apresentaram ocorrência deste papagaio na época visitada (Figura 1). Os principais dormitórios estão localizados em Cananéia (três na Ilha e dois no continente), Ilha do Cardoso (três), Ilha Comprida (dois) e Pa-

riquera-açú (um) (Figura 2) e o dormitório de Itanhaém (que não está na Figura 2).

Todos os dormitórios do papagaio-de-cara-roxa amostrados estavam em floresta de restinga, que atualmente é composta por um mosaico de vegetação secundária com grandes árvores, como o guanandi (*Calophyllum brasiliensis*), que servem como árvore de pouso, descanso, nidificação e alimentação e diversas espécies de Myrtaceae. Os dormitórios não se restringem a apenas uma única árvore e diversos indivíduos também utilizam árvores baixas para abrigo e alimentação.

População parcial e uso de hábitat. O censo de 2003 registrou 278 papagaios, enquanto que em 2004 foram registrados 1221 papagaios para a três ilhas amostradas (Cardoso, Cananéia e Comprida). A baixa contagem de 2003 foi devido ao número reduzido de pesquisadores envolvidos nas contagens (15 pesquisadores) e principalmente às más condições meteorológicas nos dias de amostragem, com alta pluviosidade e vento. Portanto, todos os dados e discussões referentes ao tamanho populacional desta espécie foram baseados no censo de 2004 e na visita realizada a Itanhaém em 2005.

Existe diferença estatisticamente significativa entre o número de papagaios amostrados nas três ilhas (ANOVA: $F = 7,34$, $P = 0,0013$) (Figura 2). Em 2004 registramos 445 papagaios na Ilha do Cardoso (Perequê e Marujá), 384 para a Ilha Comprida e 392 para a Ilha de Cananéia (Figura 3), porém as amostragens por ponto e período de amostragem variaram

entre as áreas. Como essas contagens foram realizadas simultaneamente em pontos estratégicos, podemos dizer com total segurança que a população atual do papagaio-de-cara-roxa na sua principal região de ocorrência no estado de São Paulo é de no mínimo 1.221 indivíduos. Existe outro dormitório de pelo menos 40 papagaios na região do Cambriú, na Ilha do Cardoso, porém não foi possível amostrá-lo no censo de 2004.

Não foi encontrada nenhuma diferença significativa entre o número de papagaios amostrados pela manhã e à tarde (Teste t: $F = -1,28$, $P = 0,20$). Porém, à tarde os bandos que chegavam foram um pouco menores, variando de 1 a 4,03 papagaio/bando ($n = 51$ bandos) e, de manhã, de 1,5 a 4,7 papagaio/bando ($n = 60$ bandos).

Os ambientes mais utilizados pelos papagaios durante a chegada ou saída dos dormitórios foram estatisticamente diferentes (ANOVA: $F = 8,57$, $P < 0,0001$) sendo que o maior número de aves foram observadas no manguezal-floresta de transição, manguezal-caixetal-floresta de transição e caxetal-floresta de transição. O ambiente com menor número de aves observadas e que diferiu de todos os outros ambientes foi o ambiente urbano.

Densidade e Tamanho Populacional. A Ilha de Cananéia apresenta uma área ocupada por restinga e floresta de transição-manguezal-caxetal de 56,1 km² onde foram amostrados 384 papagaios, resultando na densidade de cerca de 7,0 papagaios/km². Na Ilha do Cardoso a área de restinga é de cerca de 21,75 km², abrigando 445 papagaios numa densidade de 20,5 papagaios/km². Toda a Ilha Comprida tem 154 km² de restinga com uma população de 384 papagaios ou 2,5 papagaios/km² em toda a Ilha, porém na porção sul da ilha a densidade pode chegar a 5,6 papagaios/km² dependendo da estação do ano.

A parte do município de Cananéia que fica no continente possui 146,5 km² de restinga, porém os dados do censo abrangem uma pequena área na divisa do continente e ilha de Cananéia (Balsa - Continente) com um total de apenas nove papagaios. A variação de densidade entre as localidades deve ser afetada pela migração sazonal dos papagaios entre as ilhas e ilha-continente (Martuscelli 1995).

A população do papagaio-de-cara-roxa de Itanhaém está concentrada na porção sul deste município, numa região de restinga e pequenas áreas de caxetal existentes entre a divisa deste com o município de Peruíbe. O dormitório localizado próximo do rio Preto está localizado numa área de restinga alta e caxetal e possui uma população de pelo menos 80 papagaios (Buzzetti 1996). No entanto, para a contagem final da população do papagaio-de-cara-roxa no estado de São Paulo não foram considerados os dados de literatura e sim as informações coletadas em campo e, neste caso, consideramos o total de 46 papagaios (F. Schunck e L. Malagoli obs. pess.).

DISCUSSÃO

A população atual do papagaio-de-cara-roxa em sua principal área de ocorrência no estado de São Paulo (Ilha de Cana-

néia, Ilha Comprida e Ilha do Cardoso) foi estimada em pelo menos 1221 aves. Porém, incluindo as informações de outras 15 localidades na amostragem de toda a distribuição geográfica (407 aves) e informações de um dormitório localizado em Itanhaém (46 aves) (conforme Apêndices 1 e 2), estimamos que ocorram no mínimo 1674 papagaios-de-cara-roxa no estado de São Paulo. Apesar do tamanho populacional desta espécie indicar possível estabilidade ou mesmo incremento desde 1995 quando foram estimadas 1550 aves distribuídas em 16 “populações” variando de 20 a 115 aves (Martuscelli 1995), nós encontramos 12 dormitórios e 55 localidades, variando de 4 a 368 papagaios. A maior diferença entre nossos dados e os de Martuscelli (1995) é a estimativa do número de papagaios na Ilha do Cardoso: 138 aves em 1993 e cerca de 500 aves em nosso estudo. É difícil saber se essa diferença é resultado de um incremento na população devido à proteção dessa Unidade de Conservação, ao número de localidades amostradas ou à sazonalidade da amostragem dos dormitórios (Cougill e Marsden 2004). Como Martuscelli (1995) não indicou as localidades visitadas, nossos dados não podem indicar se a população aumentou ou diminuiu em São Paulo.

Estima-se que a população do papagaio-de-cara-roxa no Paraná seja de 4.915 aves distribuídas em seis dormitórios (ilhas do Pinheirinho e barra do Ararapira no Parque Nacional de Superagui, Ilha Rasa, Ilha do Mel, Ilha Rasa da Cotinha e Ilha do Capim na Bahia de Guaratuba; Bóçon *et al.* 2004, Sipinski *et al.* 2004). As populações do papagaio-de-cara-roxa em São Paulo são mais fragmentadas e menores que as populações paranaenses e, portanto, mais críticas quanto à conservação. A população do papagaio-de-cara-roxa em Santa Catarina é desconhecida, porém dificilmente maior que nos outros estados, pois a disponibilidade de hábitat é reduzida se comparada às demais regiões de ocorrência desta espécie. Também inexistem informações sobre o fluxo gênico entre essas populações, nem mesmo entre as “subpopulações” de cada estado.

Portanto, a população global na natureza de *Amazona brasiliensis* é de no mínimo 6.589 aves, sendo que 26% corresponde à população de São Paulo e 74% à do Paraná. Existe muita controvérsia sobre o tamanho populacional mínimo para se conservar uma espécie a longo prazo. População mínima viável é definida como uma população com probabilidade de 99% de persistência por 40 gerações (Reed *et al.* 2003). Estimativas recentes sugerem que pelo menos 7.000 indivíduos são necessários para garantir a sobrevivência a longo prazo de uma espécie (Reed *et al.* 2003). Apesar de não existirem modelos de viabilidade populacional (PVA) de *Amazona brasiliensis*, estima-se que sejam necessárias 15.802 aves para manter a viabilidade populacional de *Amazona vittata*, um psitacídeo altamente ameaçado em Porto Rico (Reed *et al.* 2003).

Grande parte (61%) da área de ocorrência do papagaio-de-cara-roxa em São Paulo está localizada fora de Unidades de Conservação de Proteção Integral. A Ilha do Cardoso (hoje Parque Estadual), as Estações Ecológicas de Chauás e Parque

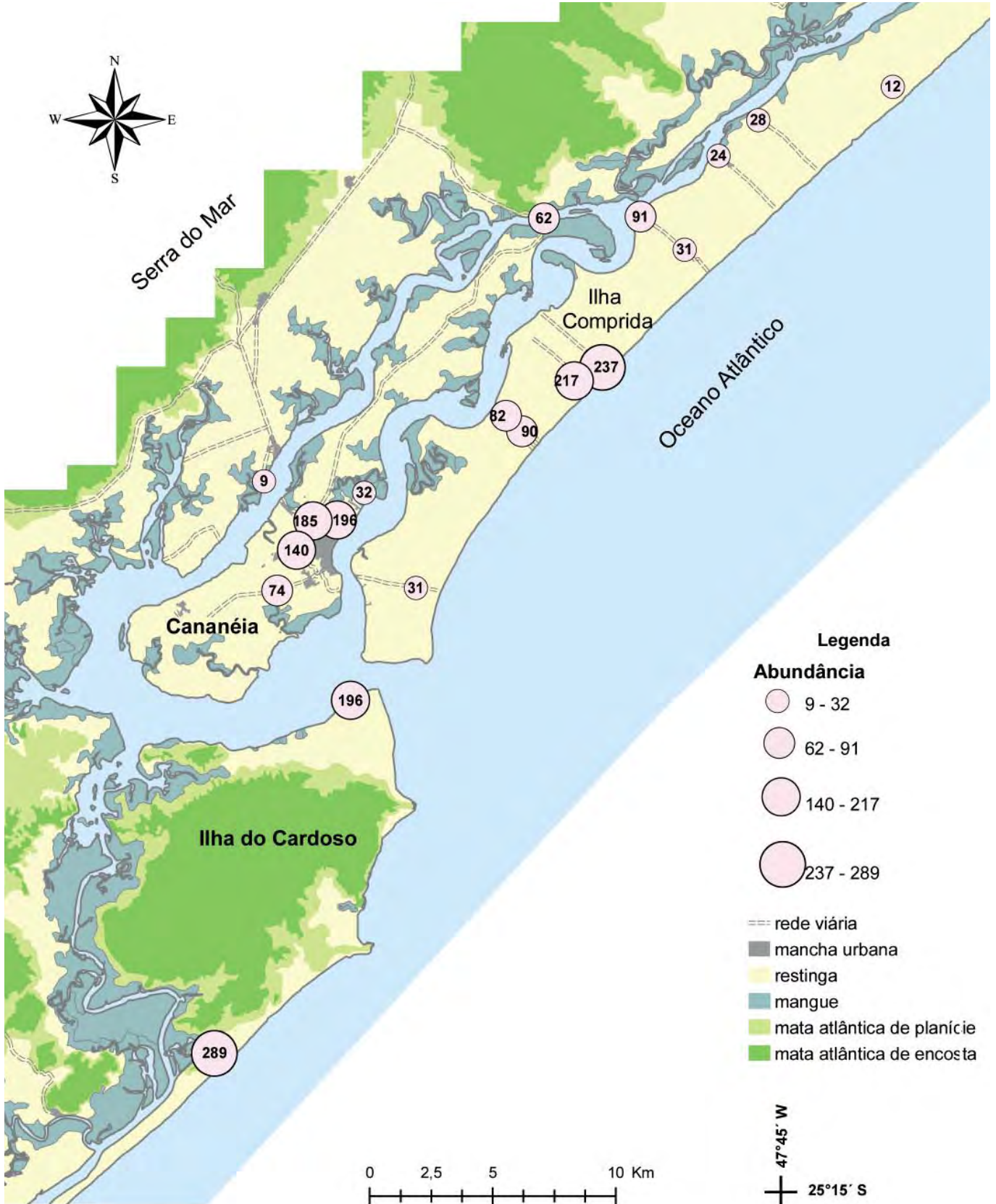


Figura 3. Localização dos principais bandos e abundância de papagaios-de-cara-roxa (*Amazona brasiliensis*) no sul do Estado de São Paulo.

Figure 3. Location of the main flocks and abundance of the Red-tailed Amazon (*Amazona brasiliensis*) in the south of the state of São Paulo, SE Brazil

Estadual da Campina do Encantado compreendem 39% da área de distribuição do papagaio-de-cara-roxa no estado de São Paulo. Considerando que a maior parte da vegetação da Ilha do Cardoso não é restinga, apenas 14% do hábitat preferencial desse psitacídeo encontra-se protegido em Unidades

de Conservação de Proteção Integral. A faixa do litoral sul do estado de São Paulo vem sofrendo um considerável aumento na população humana nos últimos anos, o que ameaça diretamente a presença do papagaio-de-cara-roxa na região. Mesmo dentro das Unidades de Conservação, como o Parque Estadual

Ilha do Cardoso e o Parque Nacional de Superagui, a permanência de comunidades indígenas Guarani Mbya ameaçam toda a biodiversidade, já que essas comunidades podem caçar, retirar palmito e queimar a floresta e restinga sem restrições (Olmos *et al.* 2002, 2004, Olmos e Galetti 2004).

Em Cananéia, as principais ameaças aos principais dormitórios localizados no entorno da cidade são o crescimento desordenado de bairros como o Acaraú e Carijó. Nestas áreas, diversas famílias estão destruindo a vegetação nativa para construir casas, plantações e extrair palmito e madeira de maneira irregular. Na região do Brocuãinha, a principal área de alimentação e reprodução na Ilha de Cananéia, um condomínio residencial (“Jardim dos Lagos”) é a principal ameaça a esse dormitório. Nesta área foram observados 368 papagaios em fevereiro de 2003. Uma das propostas de mitigação desse empreendimento foi deixar as árvores grandes de guanandis (*Calophyllum brasiliensis*), porém sacrificar o sub-bosque. A floresta de restinga nessa área é composta por um mosaico de vegetação secundária e grandes guanandis, além de outras árvores de grande porte. A construção de vias de acesso (ruas) e casas está drenando a restinga paludosa e afetando toda a vegetação. Além do papagaio-de-cara-roxa, essa área abriga outras espécies de aves ameaçadas de extinção no estado de São Paulo como a araponga (*Procnias nudicollis*), o pavó (*Pyroderus scutatus*), a maria-da-restinga (*Phylloscartes kronei*), a saíra-da-restinga (*Tangara peruviana*), o saí-de-perna-preta (*Dacnis nigripes*) e o curió (*Sporophila angolensis*) (São Paulo 1998). Apenas a manutenção dos guanandis não garante a persistência dos papagaios nessa área (nem dos guanandis a longo prazo), já que eles também utilizam do estrato baixo da restinga para alimentação.

Além disso, nossos dados mostram que os papagaios-de-cara-roxa não utilizam aleatoriamente o mosaico de habitats das Ilhas de Cananéia e Comprida e são bem menos numerosos em ambientes urbanos. Apesar de moradores locais observarem os papagaios sobrevoando a cidade, existem mais papagaios nos ambientes naturais, principalmente no manguezal-caxetal e floresta de transição e o crescimento urbano nessas duas ilhas ameaça diretamente esses ambientes.

Apesar de toda a área do município de Cananéia estar dentro de uma Unidade de Conservação (Parque Estadual da Ilha do Cardoso e APA Cananéia-Iguape-Peruíbe), não existe nenhuma Unidade de Conservação mais restritiva que garanta a permanência do papagaio-de-cara-roxa na Ilha de Cananéia ou na Ilha Comprida, onde tem sido encontrada a maior concentração de ninhos desse psitacídeo (Martuscelli 1995, Cavalheiro *et al.* 1998). Portanto a situação de conservação do papagaio-de-cara-roxa ainda é preocupante, já que é uma espécie que necessita de grandes áreas de restinga paludosa, um ambiente altamente ameaçado no estado de São Paulo.

A principal ameaça da população do papagaio-de-cara-roxa localizada em Itanhaém é a destruição da restinga existente nestas áreas para a implantação de casas de veraneio, loteamentos e principalmente pelas ocupações irregulares que estão acontecendo nestas regiões (F. Schunck e L. Malagoli obs. pess.).

É prioritário que os municípios da região de distribuição do papagaio-de-cara-roxa no estado de São Paulo destinem áreas-chaves de restinga para a conservação deste psitacídeo, assim como para outras espécies ameaçadas desse ecossistema. Além disso, a conservação dessa espécie depende de um monitoramento constante através de censos regulares em São Paulo, Paraná e Santa Catarina que produzam informações a serem disponibilizadas para a fiscalização e inibição de tráfico.

AGRADECIMENTOS

Gostaríamos de agradecer aos voluntários do CEO - Centro de Estudos Ornitológicos e aos alunos dos cursos de Biologia e Ecologia da UNESP -campus de Rio Claro além de diversos voluntários que nos ajudaram no censo dos papagaios. Ao Instituto Florestal pela permissão em trabalhar nas Unidades de Conservação por ele administradas. A SPVS, em especial Elenise Sipinski pela colaboração e discussão desse projeto. Ao Departamento de Meio Ambiente da prefeitura de Itanhaém pelo suporte logístico durante as visitas de campo do projeto cara-roxa na região. Esse projeto obteve apoio financeiro da Fundação Loro Parque (Espanha) e Chester Zoo (Inglaterra) através do Instituto de Biologia da Conservação. Mauro Galetti é bolsista de produtividade 1B do CNPq e também recebe apoio da Fapesp. F. Olmos, M. A. Pizo e revisores anônimos pelas críticas construtivas ao manuscrito.

REFERÊNCIAS

- Aguillera, X.G., V.B. Alvarez, J.W. Wiley e J.R. Rosales (1999) Population size of Cuban Parrots *Amazona leucocephala* and Sandhill Cranes *Grus canadensis* and community involvement in their conservation in northern Isla de la Juventud, Cuba. *Bird Conservation International* 9: 97-112.
- Bernardi, J. V. E. (2001) *Estudo quantitativo da estrutura florestal do Parque Estadual da Ilha do Cardoso, SP*. Tese de Doutorado. Rio Claro: Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista.
- Bibby, C., N.D. Burgess e D. A. Hill (1992) *Bird census techniques*. Londres: Academic Press.
- _____, M. Jones e S. Marsden (1998) *Expedition Field techniques: Bird surveys*, Londres: Expedition Advisory Centre, Royal Geographical Society.
- Broughton, J. M. (2004) Prehistoric human impact on Californian birds: evidence from the Emeryville Shellmound Avifauna. *Ornithological Monographs* nº 56.
- Bóçon, R., E. A. B. Sipinski, R. L. Boss e R. Rivera (2004) A importância do Parque Nacional do Superagui na Conservação do Papagaio de Cara roxa. *In: Anais V con-*

- gresso Brasileiro de Unidades de Conservação. Curitiba: FBPN/Rede Pró Unidades de Conservação.
- Collar, N. J., L. A. P. Gonzaga, N. Krabbe, A. Madroño Nieto, L. G. Naranjo, T. A. Parker e D. C. Wege (1992). *Threatened birds of the Americas: the ICBP/IUCN Red Data Book*. Cambridge: International Council for Bird Preservation.
- Cougill, S. e S. J. Marsden (2004) Variability in roost size in an Amazona parrot: implications for roost monitoring. *J. Field Ornithol.* 75: 67-73.
- Buzzetti, D.R.C. (1996) Aves de floresta de restinga em Itanhaém, litoral sul do Estado de São Paulo, Brasil, p. 17. Em: Resumos V Congresso Brasileiro de Ornitologia. Campinas: Universidade Estadual de Campinas.
- Dean, W. (1996) *A ferro e fogo: a história e a devastação da Mata Atlântica brasileira* São Paulo: Companhia das Letras.
- Galetti, M. e M. A. Pizo (eds). (2002) *Ecologia e Conservação de Psitacídeos*. Belo Horizonte: Melopsittacus Publicações Científicas.
- _____, P. R. Guimarães Jr e S.J. Marsden (2002) Padrões de riqueza, risco de extinção e conservação dos psitacídeos neotropicais, p. 17-26. Em: *Ecologia e conservação de psitacídeos no Brasil*. M. Galetti e M. A. Pizo (eds.) Belo Horizonte: Melopsittacus Publicações Científicas.
- Goerck, J. M. (1997) Patterns of Rarity in the Birds of the Atlantic Forest of Brazil. *Cons. Biol.* 11: 112-118.
- Kinsey, W. G. (1982) Distribution of primates and forest refuges, p. 455-482. Em: *Biological diversification in the tropics*. G. T. Prance (ed.) New York: Columbia University Press.
- Martuscelli, P. (1995) Ecology and conservation of the red-tailed Amazon *Amazona brasiliensis* in south-eastern Brazil. *Bird Cons. Int.* 5: 225-240.
- Mori, S. A. (1989). Eastern, Extra-Amazonian Brazil, p. 428-454. Em: D. G. Campbell. e H. D. Hammond (eds.) *Floristic inventory of tropical countries: the status of plant systematics, collections, and vegetation, plus recommendations for the future*. New York: The New York Botanical Garden.
- Nunes, M. F. C. (2000) *Ecologia e conservação do maracanã-verdadeiro Propyrrhura maracana (Psittacidae) em um fragmento florestal no sudeste do Brasil*. Bachelor monograph. Rio Claro: Universidade Estadual Paulista.
- _____, e G. S. Betini (2002) Métodos de estimativa de abundância de psitacídeos, p. 99-112. Em: M. Galetti e M.A. Pizo (eds.) *Ecologia e conservação de psitacídeos no Brasil*, Belo Horizonte: Melopsittacus Publicações Científicas.
- Olmos, F. e M. Galetti (2004). A conservação e o futuro da Juréia: isolamento ecológico e impacto humano, p. 386. Em: O.A.V. Marques e W. Duleba (eds.) *Estação Ecológica Juréia-Itatins: Ambiente Físico, Flora e Fauna*, São Paulo: Holos Editora.
- _____, C. S. S. Bernardo e M. Galetti (2004). O impacto dos guaranis sobre Unidades de Conservação em São Paulo, p. 246-261. Em: F. Ricardo e V. Macedo (eds) Terras Indígenas e Unidades de Conservação da Natureza - O desafio das sobreposições territoriais. São Paulo: Instituto Socioambiental.
- _____, M. Milano, J. L. B. Albuquerque, I. G. Câmara, A. F. Coimbra-Filho, M. Galetti, C.G. Pena, M. A. Pizo, A. Aleixo, J.F. Pacheco, C. Bauer e T.R.O. Freitas (2002) Correção Política e Biodiversidade: a crescente ameaça das "Populações Tradicionais" à Mata Atlântica, p. 279-312. . Em: J.L.B. Albuquerque, J. F. Cândido Jr., F. C. Straube e A. L. Roos (eds.) *Ornitologia e conservação da ciência as estratégias*. Florianópolis: Editora Unisul.
- Reed, D, H., J. J. O'Gradya, B. W. Brookb, J. D. Ballou e R. Frankhama. (2003) Estimates of minimum viable population sizes for vertebrates and factors influencing those estimates. *Biol. Cons.* 113: 23-34.
- São Paulo (1998) *Fauna ameaçada no Estado de São Paulo. Secretaria do Estado do Meio Ambiente*. São Paulo: Documentos Ambientais, Série Probio.
- Scherer-Neto, P. (1989) *Contribuição à biologia do papagaio-da-cara-roxa Amazona brasiliensis (Linnaeus, 1758) (Psittacidae, Aves)*. Dissertação de Mestrado. Curitiba: Universidade Federal do Paraná.
- Seade – Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados (2004) Dados de densidade populacional de algumas cidades do Estado de São Paulo. Disponível em www.seade.gov.br (acesso em 22/01/2005).
- Sipinski, E. A. B., R. Bóçon, R. Boss, P. Serafini e R. Rivera (2004) População de *Amazona brasiliensis* (papagaio-de-cara-roxa) no estado do Paraná. In: Resumos XII Congresso Brasileiro de Ornitologia, Blumenau: FURB.
- Snyder, N., P. McGowan, J. Gilardi, A. Grajal (Eds.) (2000) *Status Survey and Conservation Action Plan: Parrots*. Suíça: IUCN/SSC, Gland.
- SOS Mata Atlântica e INPE. (1992) *Atlas da evolução dos remanescentes florestais e ecossistemas associados do domínio da Mata Atlântica no período de 1985-1990*. São Paulo: Fundação SOS Mata Atlântica.
- Stattersfield, A. J. e D. R. Capper (2000) *Threatened Birds of the World*. Barcelona: Lynx Edicions and BirdLife International.

Apêndice 1. Localidades, data e número de papagaios-de-cara-roxa (*Amazona brasiliensis*) no estado de São Paulo entre maio de 2003 e julho de 2004.

Appendix 1. Localities, census date and number of Red-tailed Amazons (*Amazona brasiliensis*) in the state of São Paulo, SE Brazil, between May 2003 and July 2004.

Localidade	Data	Número de papagaios observados
Cananéia, Estrada da Arueira	26/05/2003	11
Cananéia - Continente, Vila do Itapitanguí	28/05/2003	34
Cananéia - Continente, Estrada do Itapitanguí - Ariri, km 04	28/05/2003	06
Ilha do Cardoso, Praia do Cambriú	18/07/2003	40
Ilha Comprida, Bairro de Ubatuba	01/09/2003	43
Ilha Comprida, Bairro de Ubatuba, Escola	02/09/2003	38
Ilha Comprida, Boqueirão Norte, Jardim da Iha	03/09/2003	28
Ilha Comprida, 5 km ao Norte do Bairro de Ubatuba	03/09/2003	06
Ilha Comprida, entre os bairros de Ubatuba e Sítio Artur	03/09/2003	12
Ilha Comprida, Boqueirão Norte	24/09/2003	33
Cananéia - Continente, Estrada do Itapitanguí - Ariri, Boacica (Escola)	28/09/2003	87
Cananéia - Continente, Estrada do Itapitanguí - Ariri, Taquari-Tabatinguera	28/09/2003	39
Estrada Ivo Zanella, km 75	05/04/2004	04
Iguape - Estrada do Mamuna	15/05/2004	26
Total de papagaios amostrados		407

Apêndice 2. Estimativa populacional do papagaio-de-cara-roxa (*Amazona brasiliensis*) em 2003 e 2004 na Ilha de Cananéia, Ilha Comprida e Ilha do Cardoso, sul do Estado de São Paulo.

Appendix 2. Population estimates for the Red-tailed Amazon (*Amazona brasiliensis*) in 2003 and 2004 at Ilha de Cananéia, Ilha Comprida and Ilha do Cardoso, south of the state of São Paulo, SE Brazil.

Município	Local	2003	2004
Cananéia	Estrada Quarentenária km 3	5	74
	Escola Torre	16	140
	Balsa Continente	17	9
	Rotatória	45	185
	Jardim dos Lagos	30	196
	Santa Clara	15	32
	Ponte Aroeira	46	62
	Estação Quarentenária	5	
	Chiqueirinho	15	
Ilha do Cardoso	Marujá - Tapera		289
	Perequê		156
Ilha Comprida	Estrada da balsa	16	31
	Ancora D'Ouro fundo	13	82
	Juruvaúva 2ª curva	92	237
	Pedrinhas Porto	95	91
	Ancora D'Ouro tubos		90
	Juruvaúva 1ª curva		217
	Pedrinhas Rio Candapuí		31
	Ubatuba		24
	Barra Nova		28
Castelo Canal		12	

Composição da avifauna em complexos estuarinos no estado da Paraíba, Brasil

Helder Farias Pereira de Araujo¹, Roberta Costa Rodrigues², Alberto Kioharu Nishida³

^{1, 3} Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas (Zoologia), Universidade Federal da Paraíba, CCEN, 58059-900 João Pessoa, PB, Brasil. e-mail: hfparaujo@yahoo.com.br, guy@dse.ufpb.br

² Centro Nacional de Pesquisa para Conservação das Aves Silvestres - CEMAVE, BR 230, Km 10, Mata da Amem, 58300-000 Cabedelo, PB, Brasil. e-mail: roberta.rodrigues@ibama.gov.br

Recebido em 29 de março de 2006; aceito em 21 de julho de 2006

ABSTRACT. Avifauna of mangroves in Paraíba, northeastern Brazil. Bird surveys were carried in mangrove ecosystems in the north coast of Paraíba, northeastern Brazil. Both mist-net captures and sight/voice records were used to assess the bird community in two large mangrove areas associated with the rivers Mamanguape and Paraíba do Norte. One hundred and one species of birds were recorded in the areas, with another 19 species likely to occur. Tyrannidae (13 species), Ardeidae and Scolopacidae (8 each), Columbidae (6) and Thraupidae (5) had the largest number of species. Twelve northern migrants were recorded. Ninety-four bird species were mentioned in interviews with local people, but 20 of those were not found in the surveys. About 40% of the species have some degree of forest dependence. However, the community as a whole has such a relationship with the ecosystem dynamics that justifies a great number of species with low sensitivity.

KEY WORDS: Birds, Brazil, community, estuaries, habitat use, mangroves, Paraíba, species richness.

RESUMO. Este trabalho apresenta um inventário da avifauna em ecossistemas de manguezais na costa norte do estado da Paraíba, Nordeste do Brasil. Os registros foram realizados nas duas áreas de manguezais mais representativas (estuários dos rios Mamanguape e Paraíba do Norte) com auxílio de redes de neblina e observação direta. Um total de 101 espécies foi registrado, com aproximadamente mais 19 espécies estimadas. As famílias que apresentaram um maior número de espécies foram: Tyrannidae (13 espécies), Ardeidae e Scolopacidae (8), Columbidae (6) e Thraupidae (5). Foram registradas 12 espécies migrantes neárticas. Informantes locais relataram a ocorrência de 94 espécies conhecidas por eles, dessas, 20 não estavam presentes no inventário e foram comentadas. Cerca de 40% das espécies observadas apresentam um certo grau de dependência de floresta. No entanto, um grande número dessas espécies apresenta uma baixa sensibilidade, que pode ser justificada pela sua relação com a dinâmica do ecossistema.

PALAVRAS-CHAVE: Aves, Brasil, comunidade, estuários, manguezais, Paraíba, riqueza de espécies, uso de habitat.

Os complexos estuários-manguezais são ecossistemas costeiros de transição, característicos de regiões tropicais e subtropicais, sujeitos ao regime das marés (Schaeffer-Novelli 1995). Apresentam peculiaridades que permitem a sobrevivência de muitas espécies animais e abrigam condições propícias para alimentação, proteção e reprodução (Schaeffer-Novelli 1995).

Os manguezais têm avifauna característica, com espécies restritas a estes habitats. A figuinha-do-mangue (*Conirostrum bicolor* Vieillot, 1809) é uma exclusividade do manguezal e de florestas inundadas (várzeas) da bacia amazônica. O guará (*Eudocimus ruber* Linnaeus, 1758), o gavião-caranguejeiro (*Buteogallus aequinoctialis* Gmelin, 1788) e o socó-caranguejeiro (*Nyctanassa violacea* Linnaeus, 1758) são outras espécies típicas nesse ecossistema (Sick 2001).

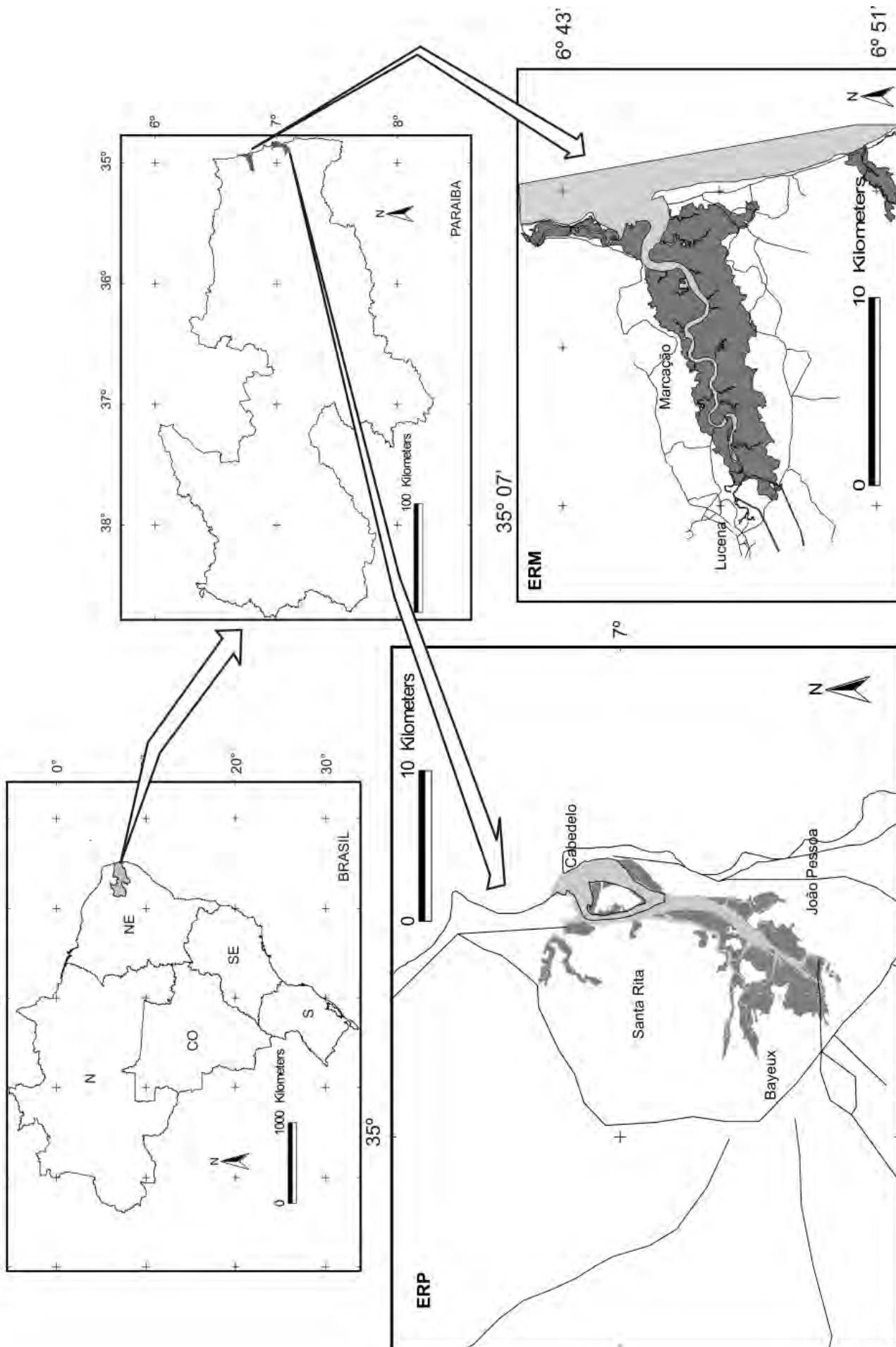
Estudos de diversidade avifaunística não são comuns em ambientes estuarinos da América do Sul, apesar dos manguezais neotropicais apresentarem uma diversidade expressiva, inclusive de Passeriformes (Haverschmidt 1965, ffrench 1966, Tostain 1986, Lefebvre *et al.* 1992, Lefebvre *et al.* 1994, Wa-

rkenting e Hernández 1995, Stotz *et al.* 1996, Lefebvre e Poulin 1997, Sick 2001). No Brasil, Olmos e Silva e Silva (2001, 2003) realizaram trabalhos com esse enfoque em manguezais da região sudeste.

A avifauna dos manguezais do nordeste do Brasil em geral, e do estado da Paraíba em particular, permanece pouco conhecida, embora a região abrigue algumas das principais áreas úmidas do país (Antas *et al.* 1989).

Tendo em vista que as aves estuarinas influenciam os componentes da rede alimentar em ecossistemas tão ameaçados como os manguezais e que, sob o ponto de vista da conservação, as três principais áreas de conservação e manejo da vida silvestre (conservação, manutenção e controle) requerem o conhecimento da composição da diversidade biológica (Caughley e Sinclair 1994), o presente trabalho descreve a composição da avifauna em dois estuários no estado da Paraíba. Foram realizadas comparações entre esses dois estuários para demonstrar suas semelhanças em relação às comunidades de aves e justificar a adoção dessas áreas como representativas para caracterização da avifauna dos manguezais do norte do Estado.

Figura 1. Localização da Área de Estudo. ERM: Estuário do rio Mamanguape, ERP: Estuário do rio Paraíba.
 Figure 1. Localization of the study areas: ERM, the estuary of the Mamanguape River and ERP, the estuary of the Paraíba do Norte River, in the state of Paraíba, Northeast Brazil.



ÁREAS DE ESTUDO

O trabalho foi realizado na Área de Proteção Ambiental da Barra do rio Mamanguape e no complexo estuário-manguezal do rio Paraíba do Norte, estado da Paraíba, Nordeste do Brasil (Figura 1).

Estuário do rio Mamanguape (ERM). O estuário do rio Mamanguape está localizado entre as coordenadas geográficas 6°43'02" a 6°51'54" S e 35°07'46" a 34°54'04" W. A área de manguezal é, com aproximadamente 5.721 ha, a mais representativa no estado da Paraíba, que no total apresenta cerca de 10.080 ha de manguezais (Paludo e Klonowski 1999). Está situada na porção norte do estado, nos municípios de Rio Tinto e Marcação.

Existe um bosque de manguezal na porção superior do estuário, cuja estrutura é constituída por árvores de *Avicennia germinans* Learn. e *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn. com altura estimada superior a 25 m. Além destas espécies, nesse manguezal encontra-se *Rhizophora mangle* L., *Avicennia schaueriana* Stap. & Lechman. e *Conocarpus erectus* L..

Estuário do rio Paraíba do Norte (ERP). Os manguezais presentes nas margens do rio Paraíba do Norte localizam-se sob as coordenadas geográficas de 6°54'14" e 7°07'36" S e 34°58'16" e 34°49'31" W, incluindo os municípios João Pessoa, Santa Rita, Bayeux e Cabedelo.

Além das espécies vegetais comumente encontradas nos manguezais brasileiros; como mangue vermelho (*Rhizophora mangle*), mangue canoé (*Avicennia germinans* e *A. schaueriana*), mangue branco (*Laguncularia racemosa*) e mangue de botão (*Conocarpus erectus*), nas proximidades da terra firme é freqüente a presença de *Dalbergia ecastophillum* (L.) Taubert. ("cipó bugi") e *Annona glabra* L. ("panã").

MATERIAL E MÉTODOS

No período de abril de 2004 a abril de 2005, foram realizadas seis excursões bimensais a cada estuário, cada uma com duração de dois dias. No inventário foram utilizadas observações diretas com auxílio de binóculos, identificação de vocalizações, capturas com redes de neblina (*mist-nets*) e entrevistas com pescadores. As áreas estuarinas que foram foco dos registros correspondem às florestas de mangues, rios e lagoas influenciadas pela ação da maré.

Aves de sub-bosque das florestas de mangues foram capturadas com 12 redes de neblina (seis de malha 36 mm e seis de malha 61 mm, tamanho 12 x 2,5 m) abertas entre 5 h e 17 h, totalizando 24 h por excursão. As redes foram montadas nas bordas e no interior das florestas de mangues.

Utilizando a grandeza e a unidade sugerida por Straube e Bianconi (2002), onde é sugerida uma padronização através do tempo x área de rede, foi realizado um esforço de captura de 51.840 h.m² para cada estuário. Definiu-se o dia de captura como unidade amostral, totalizando 12 unidades de 4.320 h.m² cada.

Para estimar a riqueza de espécies foi admitida a adição do

esforço de captura dos dois estuários. Deste modo tem-se um esforço de 103.680 h.m² com 24 amostras de 4.320 h.m² cada, correspondentes as 24 visitas nos dois estuários.

A estimativa de riqueza de espécies foi obtida através do método ICE (*Incidence-based Coverage Estimator*), com auxílio do software EstimateS 7.5 (Colwell 2005). Esse estimador é uma modificação de Chao e Lee (1992) discutidos por Colwell e Coddington (1994), Chazdon *et al.* (1998), Chao *et al.* (2000) e Chao (2004). ICE é baseado nas espécies encontradas em < 10 unidades amostradas (Chazdon *et al.* 1998). A escolha desse método foi baseada em testes de performances que o determinou como estimador ideal para as características das comunidades de sub-bosque em questão (dados não publicados). Como esse estimador é baseado em dados de incidência, a estimativa total se deu com a adição dos registros de presença e ausência das espécies não capturadas em cada visita.

Após a captura e identificação, os espécimes foram marcados com anilhas metálicas fornecidas pelo Centro Nacional de Pesquisa para Conservação das Aves Silvestres - CEMA-VE/IBAMA.

Foram realizadas 60 entrevistas livres e abertas, direcionadas com formulários semiestruturados que abordavam indagações sobre a composição e identificação da avifauna encontrada nos ambientes dos complexos estuários-manguezais (Bernard 1998, Montenegro 2001, Viertler 2002, Albuquerque e Lucena 2004a).

Os formulários foram dirigidos a todos os informantes em momentos próximos com o intuito de confrontar e comparar os resultados, o que se refere à técnica da informação repetida em situação sincrônica. A diacrônica ocorreu quando as entrevistas foram conduzidas aos mesmos informantes em momentos temporalmente distantes (Mello 1989, Marques 1999, Montenegro 2001, Albuquerque e Lucena 2004b).

A escolha dos informantes foi inicialmente aleatória. Ao passo que informantes especialistas foram evidenciados e a seleção passou a ser através da técnica "bola de neve" (*snow ball*: Bailey 1994, Albuquerque e Lucena 2004b).

Para adquirir os nomes das aves conhecidas pelos informantes foi adotada a técnica lista livre, que parte do princípio que os elementos culturalmente mais importantes aparecem em muitas das listas em uma ordem de importância cultural (Albuquerque e Lucena 2004a). Para suprir as limitações existentes com a lista livre procurou-se a indução não específica ("*Nonespecific prompting*") e a nova leitura ("*Reading back*": Brewer 2002, Albuquerque e Lucena 2004a).

A nomenclatura utilizada nesse trabalho segue a taxonomia sugerida pelo Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos (CBRO 2005).

As espécies foram categorizadas quanto à sua dependência de floresta em três categorias: (1) independente: espécie associada apenas a vegetações abertas; (2) semidependente: espécie que ocorrem nos mosaicos formados pelo contato entre florestas e formações vegetais abertas e semi-abertas; (3) dependente: espécie que só ocorre em ambientes florestais.

Tal classificação foi baseada em informações contidas na literatura (Ridgely e Tudor 1994, Silva 1995, Stotz *et al.* 1996, Sick 2001, Silva *et al.* 2003).

De acordo com Parker III *et al.* (1996) e com poucas modificações de Silva *et al.* 2003, a classificação das espécies quanto à sensibilidade aos distúrbios causados pelas atividades humanas seguiu as seguintes categorias: (A) sensibilidade alta, (M) sensibilidade média, (B) sensibilidade baixa. O teste de Spearman foi utilizado para verificar uma correlação entre dependência de floresta e sensibilidade, cujas categorias numéricas foram: 1 para independente e sensibilidade baixa, 2 para semidependente e sensibilidade média e 3 para dependente e sensibilidade alta, respectivamente.

A comparação da composição da avifauna nos dois estuários foi realizada através dos coeficientes de similaridade (Jaccard e Sorensen) de acordo com Krebs (1999). Esses são coeficientes binários que utilizam apenas dados de presença/ausência das espécies evidenciadas na comunidade. Os registros de entrevistas não fizeram parte desses testes.

Como os registros de aves do sub-bosque nos dois estuários foram sistematizados através de capturas, foram realizadas comparações de suas riquezas de espécies. Para isso, utilizaram-se os respectivos S_{obs} (riqueza observada) mais intervalos de confiança de 95% com auxílio do software Estimates 7.5 (Colwell 2005).

A composição da avifauna de sub-bosque foi comparada através de índices de similaridade baseados em estimativas com dados de abundância. Esses índices são modificações realizadas por Chao *et al.* (2005) dos clássicos Jaccard e Sorensen. As variâncias dos índices estimados foram baseadas no método de Bootstrap (Chao *et al.* 2005). As análises de similaridade foram realizadas através do software SPADE (Species Prediction And Diversity Estimation) desenvolvido por Chao e Shen (2003-2005).

RESULTADOS

Nos dois estuários foram registradas 101 espécies de aves distribuídas em 38 famílias, com 77 espécies registradas no estuário do rio Mamanguape (ERM) e 89 no estuário do rio Paraíba (ERP; Tabela 1). Foram estimadas, através de ICE, cerca de 120 (± 3) espécies no total (Figura 2). As famílias que apresentaram maior número de espécies foram: Tyrannidae (13 espécies), Ardeidae e Scolopacidae (8 cada), Columbidae (6) e Thraupidae (5).

Os dois estuários mostraram-se muito similares quanto à composição específica da avifauna registrada (Tabela 2). Houve 80% de semelhança, baseando-se em Sorensen, quanto à composição qualitativa das espécies de aves nas duas áreas. No entanto, essa semelhança ainda pode ser mais expressiva, já que os clássicos índices de similaridade são sensíveis ao tamanho da amostra e não computam as espécies não observadas (Chao *et al.* 2005). Isto pode ser observado na amostragem do sub-bosque, onde os índices de Jaccard e Sorensen

revelaram similaridades menores que os índices de estimativa baseados nas espécies raras.

As comparações das riquezas de espécies observadas no sub-bosque em relação ao esforço amostral são apresentadas na Figura 3. Foram capturados 320 indivíduos distribuídos entre 49 espécies. Nota-se que não houve diferenças significativas ($P > 0,05$) para S_{obs} no sub-bosque das florestas de mangues nos dois estuários.

Seguindo a categorização de Olmos e Silva e Silva (2001) foram registradas 38 espécies que dependem localmente de habitats aquáticos. Dessas, oito são ardeídeos, 14 forrageiam por invertebrados no substrato (*Aramides spp.*, os charadriídeos e os scolopacídeos), sete são piscívoros que pescam em vôo (*Fregata magnificens*, *Pandion haliaetus*, *Sterna hirundo* e os alcendínídeos), duas são aves de rapina (*Buteogallus aequinoctialis* e *Buteogallus urubitinga*), um passeriforme de ambientes úmidos (*Fluvicola nengeta*) e um especialista de manguezais (*Conirostrum bicolor*).

Registrou-se a ocorrência de 12 espécies migrantes neárticas: *Pandion haliaetus*, *Pluvialis squatarola*, *Charadrius semipalmatus*, *Charadrius collaris*, *Limnodromus griseus*, *Numenius phaeopus*, *Catoptrophorus semipalmatus*, *Actitis macularius*, *Arenaria interpres*, *Calidris alba*, *Calidris pusilla* e *Sterna hirundo*.

Ocorreu captura de um espécime de *Cyanocorax cyanopogon* e outros dois foram observados. Essa espécie tem ampla ocorrência na região este-setentrional e centro-oriental do Brasil, porém, no Nordeste, ela habita preferencialmente as caatingas e sua presença no estuário do rio Paraíba está diretamente relacionada com a soltura de animais silvestres. Funcionários do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais - IBAMA - relataram que indivíduos dessa espécie, capturados como produtos comerciais em feiras livres, foram liberados na área.

Entre as espécies inventariadas, 60 (59,4 %) são independentes de floresta, 28 (27,7 %) semidependentes e 13 (12,8%) dependentes. Quanto à sensibilidade, oito espécies apresentaram sensibilidade alta, 22 média e 71 baixa. Não houve correlação significativa entre a dependência de floresta e a sensibilidade ($R_s = 0,006$, $t(n-2) = 0,061$, $P = 0,950$).

Os informantes citaram um total de 94 espécies de aves que habitam o complexo estuário-manguezal dos rios Paraíba e Mamanguape. No entanto, 20 das espécies citadas não compõem a lista dos registros ornitológicos e merecem comentários.

A garça-vermelha, espécie não identificada, foi citada por seis informantes, os quais afirmam que essa espécie raramente freqüenta a região. O padrão de coloração comentado para essa garça remete ao fenótipo de *Egretta tricolor*; no entanto, seu registro de ocorrência no Brasil está restrito à região Norte e aos estados do Piauí e Ceará (Sick 2001). Os informantes também podem estar se referindo a *Egretta caerulea* em plumagem reprodutiva, que é caracterizada pelo vináceo de sua coloração. O gavião peneira (*Elanus leucurus*) e o acauã (*Herpetotheres cachinnans*) foram identificados, respectivamente, a partir da descrição do vôo peneirado e da vocalização

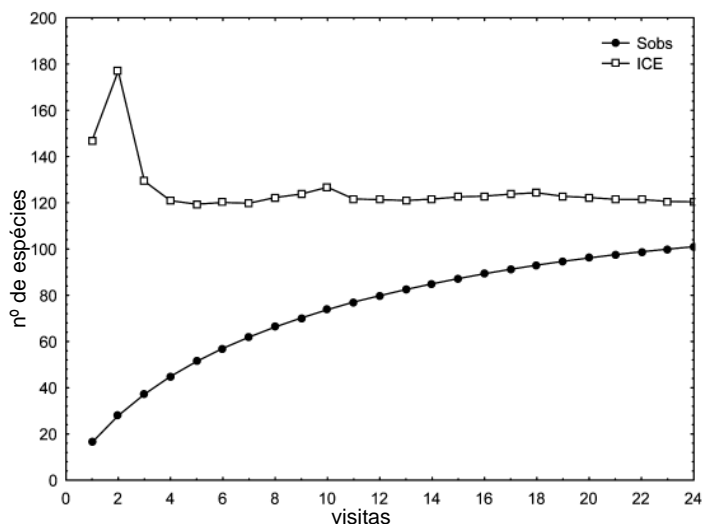


Figura 2. Riqueza de espécies observada (S_{obs}) e estimada (ICE) da comunidade de aves dos manguezais do litoral norte da Paraíba – Brasil.

Figure 2. Observed species richness (S_{obs}) and estimated (ICE) of bird communities of the mangrove ecosystems in northern coast of state of Paraíba, Brazil.

característica. São espécies com distribuição ampla que habitam zonas abertas e matas e podem adentrar nos manguezais. *Porphyrio martinica* é uma espécie conhecida como camboje ou cambonje na região. Sua identificação foi resultado da descrição de sua coloração e de seu agrupamento com *Gallinula chloropus*, devido à morfologia. Já a galega, espécie não identificada da família Columbidae, foi referenciada pelos informantes como semelhante a *Leptotila rufaxilla*, porém com maior porte. O bacurau *Nyctidromus albicollis* foi diferenciado de *Caprimulgus rufus* como “qualidade de bacurau com gola branca”. Após o período de amostragem, *N. albicollis* foi avistado nas imediações do manguezal do rio Mamanguape. Cinco espécies de *Sporophila* foram citadas e suas identificações foram possíveis devido à presença de espécimes em algumas residências, visto que são aves apreciadas para criação. Apesar da possibilidade de todas as espécies citadas atingirem naturalmente os manguezais, sua ocorrência, principalmente nos manguezais do rio Paraíba, pode estar influenciada por essas criações domésticas, o que ocorre, por exemplo, com *Paroaria dominicana*, conhecida como galo-de-campina. Essa espécie pode ampliar sua distribuição ocupando novas áreas conjuntamente com espécimes oriundos de cativeiro, pois também é um animal bastante apreciado pelos criadores e comerciantes ilegais de aves silvestres (Sick 2001). *Cyanocopsa brissonii*, *Icterus jamacaii* e *Gnorimopsar chopi* foram espécies citadas que também são desejadas por criadores. Outra citação é a corda-negra, *Sturnella superciliaris*, que é facilmente encontrada próximo aos canais adjacentes dos manguezais. *Passer domesticus* foi evidenciado apenas por informantes do estuário do rio Paraíba e outras três citações, correspondentes aos canário-de-chão, caga-cego e prensa, não foram possíveis identificar de acordo com as características fornecidas.

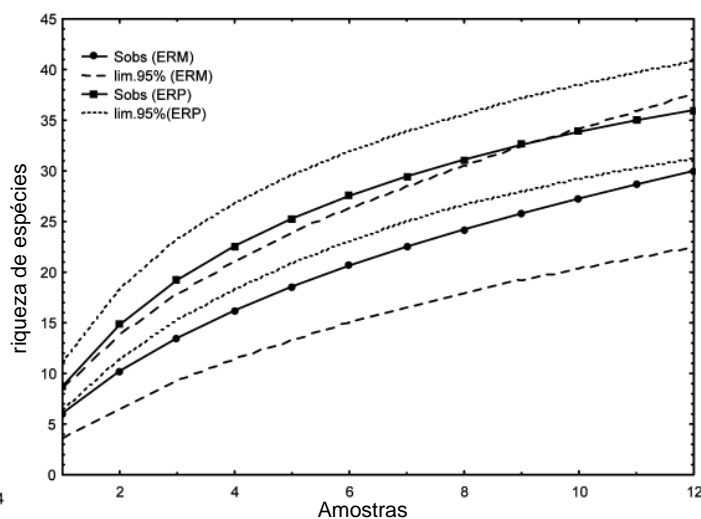


Figura 3. Comparações de riqueza de espécies observadas S_{obs} das comunidades de aves de sub-bosque das florestas de mangues dos estuários do rio Mamanguape (ERM) e do rio Paraíba (ERP) – Paraíba / Brasil.

Figure 3. Comparisons of observed species richness (S_{obs}) in bird communities of the mangrove understory forests in Mamanguape River (ERM) and Paraíba do Norte River (ERP), in the state of Paraíba, Brazil.

DISCUSSÃO

Mais de 40% das espécies de aves registradas nos estuários são dependentes ou semidependentes de floresta, o que evidencia a importância das próprias florestas de mangues e de matas adjacentes na manutenção dessa fauna. A maioria das espécies presentes apresenta uma baixa sensibilidade aos distúrbios provocados pelo homem, o que pode ser resultado da seleção de um ecossistema que sofre modificações rápidas (Balmford 1996) e do longo histórico de impacto humano que resultou em extinções locais de espécies sensíveis na maior parte do nordeste (Olmos 2003, Silveira *et al.* 2003).

Os manguezais do estuário do rio Paraíba, embora sejam área de preservação permanente, sofrem pressões antrópicas devido à proximidade imediata com centros urbanos. São visíveis o acúmulo de lixo, escoamentos de esgotos, poluição atmosférica resultante de atividades urbanas e contaminação nos corpos de água associados à monocultura da cana-de-açúcar e a atividades industriais (Watanabe *et al.* 1994).

Os manguezais do estuário do rio Mamanguape são parte de uma Área de Proteção Ambiental (APA) e aparentam estar em melhor estado de conservação, quando comparados aos do rio Paraíba. Entretanto, a comunidade de aves das duas áreas apresenta grande similaridade. Isto pode ser devido ao fato das atividades humanas não influenciarem as condições que favorecem a manutenção dessas comunidades nas florestas de mangues, visto que a maior parte das espécies presentes podem ser resilientes às atividades humanas impostas até o momento.

Vários componentes florestais da avifauna de manguezais

Tabela 1. Lista da composição da avifauna do complexo estuário-manguezal dos rios Mamanguape e Paraíba, Paraíba – Brasil. AO: Área de ocorrência do registro – P: rio Paraíba / M: rio Mamanguape; Abundância relativa das espécies capturadas – ERP: estuário do rio Paraíba / ERM: estuário do rio Mamanguape; UH: Uso do habitat – IND: independente, espécie associada apenas a vegetações abertas; SDE: semi-dependente, espécies que ocorrem nos mosaicos formados pelo contato entre florestas e formações vegetais abertas e semi-abertas; DEP: dependente, espécie que só ocorre em ambientes florestais; Sens: Sensitividade – A: alta, M: média, B: baixa.

Table 1. Avifauna composition of Mamanguape River and Paraíba River mangroves in the state of Paraíba, Brazil. AO: Area of record – P: Paraíba River / M: Mamanguape River; Abun. Rel. Cap: Relative abundance of captured bird – ERP: mangrove of Paraíba River / ERM: mangrove of Mamanguape river; UH: Habitat use – IND: independent, species just associated to open vegetations / SDE: semi-dependent, species that happen in the mosaics formed by forests and open vegetation / DEP: dependent, species that only happens in forest; Sens: Sensitivity – A: High, M: Medium, B: Low.

Nome do táxon	A O	Abun. Rel. Cap		U H	Sens
		ERP	ERM		
Anatidae Leach, 1820					
<i>Dendrocygna viduata</i> (Linnaeus, 1766)	P M	–	–	IND	B
<i>Dendrocygna autumnalis</i> (Linnaeus, 1758)	P	–	–	IND	B
Podicipedidae Bonaparte, 1831					
<i>Tachybaptus dominicus</i> (Linnaeus, 1766)	P M	–	–	IND	M
<i>Podilymbus podiceps</i> (Linnaeus, 1758)	P M	–	–	IND	M
Fregatidae Degland & Gerbe, 1867					
<i>Fregata magnificens</i> Mathews, 1914	P M	–	–	IND	A
Ardeidae Leach, 1820					
<i>Tigrisoma lineatum</i> (Boddaert, 1783)	P M	–	–	IND	M
<i>Cochlearius cochlearius</i> (Linnaeus, 1766)	P M	–	–	IND	A
<i>Nycticorax nycticorax</i> (Linnaeus, 1758)	P M	–	–	IND	B
<i>Butorides striata</i> (Linnaeus, 1758)	P M	–	0,014	IND	B
<i>Ardea cocoi</i> Linnaeus, 1766	P M	–	–	IND	B
<i>Ardea alba</i> Linnaeus, 1758	P M	–	–	IND	B
<i>Egretta thula</i> (Molina, 1782)	P M	–	–	IND	B
<i>Egretta caerulea</i> (Linnaeus, 1758)	M	–	–	IND	M
Cathartidae Lafresnaye, 1839					
<i>Cathartes aura</i> (Linnaeus, 1758)	P M	–	–	IND	B
<i>Cathartes burrovianus</i> Cassin, 1845)	M	–	–	IND	M
<i>Coragyps atratus</i> (Bechstein, 1793)	P M	–	–	IND	B
Pandionidae Bonaparte, 1854					
<i>Pandion haliaetus</i> (Linnaeus, 1758)	P M	–	–	IND	M
Accipitridae Vigors, 1824					
<i>Buteogallus aequinoctialis</i> (Gmelin, 1788)	P M	–	–	DEP	M
<i>Buteogallus urubitinga</i> (Gmelin, 1788)	P	–	–	SDE	M
<i>Rupornis magnirostris</i> (Gmelin, 1788)	P M	–	–	IND	B
Falconidae Leach, 1820					
<i>Caracara plancus</i> (Miller, 1777)	P M	–	–	IND	B
<i>Milvago chimachima</i> (Vieillot, 1816)	P	–	–	IND	B
<i>Falco sparverius</i> Linnaeus, 1758	PM	–	–	IND	B
Rallidae Rafinesque, 1815					
<i>Aramides mangle</i> (Spix, 1825)	P M	–	–	DEP	A
<i>Aramides cajanea</i> (Statius Muller, 1776)	P M	–	–	SDE	A
<i>Gallinula chloropus</i> (Linnaeus, 1758)	P	–	–	IND	B
Charadriidae Leach, 1820					
<i>Vanellus chilensis</i> (Molina, 1782)	–	–	–	IND	B

Nome do táxon	A O	Abun. Rel. Cap		U H	Sens
		ERP	ERM		
<i>Pluvialis squatarola</i> (Linnaeus, 1758)	M	–	–	IND	B
<i>Charadrius semipalmatus</i> Bonaparte, 1825	P M	–	–	IND	M
<i>Charadrius collaris</i> Vieillot, 1818	P M	–	–	IND	A
Scolopacidae Rafinesque, 1815					
<i>Gallinago paraguaiiae</i> (Vieillot, 1816)	M	–	0,007	IND	B
<i>Limnodromus griseus</i> (Gmelin, 1789)	P M	–	–	IND	A
<i>Numenius phaeopus</i> (Linnaeus, 1758)	P M	–	–	DEP	M
<i>Catoptrophorus semipalmatus</i> (Gmelin, 1789)	P M	–	–	IND	M
<i>Actitis macularius</i> (Linnaeus, 1766)	P M	–	0,054	IND	B
<i>Arenaria interpres</i> (Linnaeus, 1758)	M	–	–	IND	A
<i>Calidris alba</i> (Pallas, 1764)	P M	–	–	IND	M
<i>Calidris pusilla</i> (Linnaeus, 1766)	M	–	0,007	DEP	M
Sternidae Vigors, 1825					
<i>Sterna hirundo</i> Linnaeus, 1758	P M	–	–	SDE	M
Columbidae Leach, 1820					
<i>Columbina passerina</i> (Linnaeus, 1758)	P	0,017	0,007	IND	B
<i>Columbina minuta</i> (Linnaeus, 1766)	M	–	–	IND	B
<i>Columbina talpacoti</i> (Temminck, 1811)	P	0,122	–	IND	B
<i>Columbina squammata</i> (Lesson, 1831)	P M	–	0,007	IND	B
<i>Columbina picui</i> (Temminck, 1813)	P	0,006	–	IND	B
<i>Leptotila rufaxilla</i> (Richard & Bernard, 1792)	P M	0,012	0,007	DEP	M
Cuculidae Leach, 1820					
<i>Crotophaga ani</i> Linnaeus, 1758	P M	0,064	–	IND	B
<i>Guira guira</i> (Gmelin, 1788)	P M	–	–	IND	B
Tytonidae Mathews, 1912					
<i>Tyto alba</i> (Scopoli, 1769)	P M	–	–	IND	B
Strigidae Leach, 1820					
<i>Megascops choliba</i> (Vieillot, 1817)	P M	–	–	SDE	B
<i>Rhinoptynx clamator</i> (Vieillot, 1808)	P M	–	–	IND	B
Nyctibiidae Chenu & Des Murs, 1851					
<i>Nyctibius griseus</i> (Gmelin, 1789)	P M	–	–	SDE	B
Caprimulgidae Vigors, 1825					
<i>Caprimulgus rufus</i> Boddaert, 1783	P M	–	–	SDE	B
Trochilidae Vigors, 1825					
<i>Eupetomena macroura</i> (Gmelin, 1788)	P M	–	–	IND	B
<i>Chrysolampis mosquitus</i> (Linnaeus, 1758)	M	–	0,007	IND	B
<i>Amazilia leucogaster</i> (Gmelin, 1788)	P M	0,041	0,034	DEP	B
Alcedinidae Rafinesque, 1815					
<i>Ceryle torquatus</i> (Linnaeus, 1766)	P M	–	0,02	IND	B
<i>Chloroceryle amazona</i> (Latham, 1790)	P M	0,006	0,081	SDE	B
<i>Chloroceryle americana</i> (Gmelin, 1788)	P M	0,029	0,122	SDE	B
<i>Chloroceryle aenea</i> (Pallas, 1764)	P M	0,012	0,007	DEP	M
Bucconidae Horsfield, 1821					
<i>Nystalus maculatus</i> (Gmelin, 1788)	P M	–	–	SDE	M
Picidae Leach, 1820					
<i>Picumnus exilis</i> (Lichtenstein, 1823)	P	0,012	–	DEP	M
<i>Veniliornis passerinus</i> (Linnaeus, 1766)	P M	–	0,034	SDE	B
<i>Colaptes melanochloros</i> (Gmelin, 1788)	P	0,023	–	SDE	B

Nome do táxon	A O	Abun. Rel. Cap		U H	Sens
		ERP	ERM		
Thamnophilidae Swainson, 1824					
<i>Formicivora grisea</i> (Boddaert, 1783)	M	0,006	0,014	SDE	B
Dendrocolaptidae Gray, 1840					
<i>Xiphorhynchus picus</i> (Gmelin, 1788)	P M	0,058	0,041	SDE	B
Furnariidae Gray, 1840					
<i>Furnarius figulus</i> (Lichtenstein, 1823)	P	0,012	–	IND	B
Tyrannidae Vigors, 1825					
<i>Todirostrum cinereum</i> (Linnaeus, 1766)	P	0,023	–	SDE	B
<i>Elaenia flavogaster</i> (Thunberg, 1822)	P M	0,017	0,014	SDE	B
<i>Elaenia cristata</i> Pelzeln, 1868	M	–	0,014	IND	M
<i>Camptostoma obsoletum</i> (Temminck, 1824)	P M	0,006	0,007	IND	B
<i>Tolmomyias flaviventris</i> (Wied, 1831)	P	0,029	–	DEP	B
<i>Fluvicola nengeta</i> (Linnaeus, 1766)	P M	0,023	–	IND	B
<i>Myiozetetes similis</i> (Spix, 1825)	P	0,012	–	SDE	B
<i>Pitangus sulphuratus</i> (Linnaeus, 1766)	P M	0,11	0,027	IND	B
<i>Myiodynastes maculatus</i> (Statius Muller, 1776)	P M	0,047	0,034	DEP	B
<i>Tyrannus melancholicus</i> Vieillot, 1819	M	–	0,02	IND	B
<i>Myiarchus swainsoni</i> Cabanis & Heine, 1859	M	–	–	IND	B
<i>Myiarchus ferox</i> (Gmelin, 1789)	P M	0,006	0,007	SDE	B
<i>Myiarchus tyrannulus</i> (Statius Muller, 1776)	P M	0,012	0,027	SDE	B
Pipridae Rafinesque, 1815					
<i>Chiroxiphia pareola</i> (Linnaeus, 1766)	P	0,006	–	DEP	A
Vireonidae Swainson, 1837					
<i>Cyclarhis gujanensis</i> (Gmelin, 1789)	P M	0,029	0,014	SDE	B
<i>Vireo olivaceus</i> (Linnaeus, 1766)	P	0,029	–	DEP	B
Corvidae Leach, 1820					
<i>Cyanocorax cyanopogon</i> (Wied, 1821)	P	0,006	–	SDE	M
Hirundinidae Rafinesque, 1815					
<i>Tachycineta albiventer</i> (Boddaert, 1783)	P M	–	–	IND	B
<i>Progne tapera</i> (Vieillot, 1817)	P M	–	–	IND	B
Troglodytidae Swainson, 1831					
<i>Troglodytes musculus</i> Naumann, 1823	P	0,029	–	IND	B
Turdidae Rafinesque, 1815					
<i>Turdus rufiventris</i> Vieillot, 1818	P M	–	–	IND	B
<i>Turdus leucomelas</i> Vieillot, 1818	P M	–	–	SDE	B
Coerebidae d'Orbigny & Lafresnaye, 1838					
<i>Coereba flaveola</i> (Linnaeus, 1758)	P M	0,047	0,007	SDE	B
Thraupidae Cabanis, 1847					
<i>Thlypopsis sordida</i> (d'Orbigny & Lafresnaye, 1837)	P	0,023	–	SDE	B
<i>Thraupis sayaca</i> (Linnaeus, 1766)	P M	0,006	0,014	SDE	B
<i>Thraupis palmarum</i> (Wied, 1823)	P M	0,006	0,014	SDE	B
<i>Tangara cayana</i> (Linnaeus, 1766)	P M	0,058	0,02	IND	M
<i>Conirostrum bicolor</i> (Vieillot, 1809)	P M	0,041	0,324	SDE	B
Emberizidae Vigors, 1825					
<i>Sicalis flaveola</i> (Linnaeus, 1766)	P	–	–	IND	B
<i>Volatinia jacarina</i> (Linnaeus, 1766)	P	0,012	–	IND	B
Icteridae Vigors, 1825					
<i>Cacicus cela</i> (Linnaeus, 1758)	P M	–	–	IND	B

Nome do táxon	A O	Abun. Rel. Cap		U H	Sens
		ERP	ERM		
<i>Icterus cayanensis</i> (Linnaeus, 1766) Fringillidae Leach, 1820	P M	–	–	SDE	M
<i>Euphonia chlorotica</i> (Linnaeus, 1766)	P M	–	–	SDE	B
<i>Euphonia violacea</i> (Linnaeus, 1758) Estrildidae Bonaparte, 1850	P M	–	–	DEP	B
<i>Estrilda astrild</i> (Linnaeus, 1758)	P	0,012	–	IND	B

são originários de matas próximas, e são geralmente as espécies mais sensíveis. No entanto, os dois manguezais estão localizados em uma matriz de monocultura da cana-de-açúcar e suas florestas adjacentes encontram-se restritas a pequenos fragmentos. Isto influencia a ocorrência dessas espécies mais sensíveis nos manguezais e justifica a manutenção de uma comunidade mais resiliente.

Existe uma dificuldade de dimensionar, comparativamente, a riqueza de espécies dos estuários estudados, pois o número de espécies revelado para uma dada área está submetido à qualidade e quantidade do esforço amostral e do número de habitats acessados num ecossistema. Foram registradas 101 espécies nos dois estuários mais 19 (± 3) espécies estimadas, enquanto Olmos e Silva e Silva (2001) elencaram 200 espécies para estuários no litoral de São Paulo. Entretanto, neste trabalho foram abordados mais ambientes que no presente estudo, como campos úmidos, ilhas de restinga, brejos e lagoas de água doce, curso superior dos rios que deságuam nos manguezais, áreas ruderais (beiras de estradas, jardins, gramados, etc) e depósitos de lixo adjacentes aos manguezais. Quando inferimos as espécies observadas nas florestas de mangues, lagos e rios, temos um número de 116 espécies habitando essas áreas no litoral de São Paulo.

Lefebvre *et al.* (1994) avaliaram a dinâmica temporal das comunidades de aves em três áreas de manguezais no nordeste da Venezuela utilizando redes de neblina para captura das aves, porém com esforços distintos. Em Cachopota (1984-1985) com um esforço de aproximadamente 84.672 h.m², foram capturados indivíduos de 19 espécies; já em Muelle de Cariaco (1986-1987) 60 espécies foram registradas com um esforço de 208.656 h.m²; em Chiguana as atividades ocorreram em dois momentos, no primeiro (1984-1985) foram capturadas 62 espécies com 197.568 h.m² e no segundo (1986-1987), com um esforço um pouco maior de 208.656 h.m², foram inventariadas 41 espécies. Estes resultados evidenciam novamente a dificuldade de atribuir uma amplitude para riqueza de espécies de sub-bosque demonstrada no presente trabalho, além dos variáveis esforços de captura observados nas diferentes áreas possíveis de comparação, temos uma alteração de 21 espécies para um mesmo local (Chiguana) em diferentes momentos e esforços.

Lefebvre e Poulin (1997) evidenciam a comunidade de aves em dois manguezais no Panamá. Os autores trabalharam com pontos de contagem e com redes de neblina e registraram 104 espécies de aves. No entanto o esforço de captura não foi

Tabela 2. Comparação da composição da avifauna dos estuários do rio Paraíba e do rio Mamanguape, através dos índices de similaridade. Os índices de Jaccard e Sorensen são obtidos com dados de presença e ausência de espécies entre as assembleias comparadas. Os *J abd* e *S abd* são modificações desses índices obtidos com dados de abundância e a partir de estimativas baseados no n° de espécies raras. Estes índices foram obtidos para a assembleia de sub-bosque, pois apenas essa região foi amostrada e contabilizada sistematicamente. s.e.: erro padrão

Table 2. Comparison, by similarity index, of avifauna composition of Mamanguape River and Paraíba River mangroves. The Jaccard and Sorensen indexes are obtained with incidence data. The *J abd* and *S abd* estimatives are modifications of those indexes for the abundance data. Those indexes were used in understory mangrove, where abundance data were collected with sistematic samples. s.e.: standard error

Índices de similaridade	Amostragem qualitativa	Amostragem quantitativa (sub-bosque)
<i>Jaccard</i>	0,667	0,354
<i>Sorensen</i>	0,800	0,523
<i>J abd</i>	–	0,528 (s.e. 0,121)
<i>S abd</i>	–	0,691 (s.e. 0,105)

mencionado, apenas comentado que foi bimensal entre setembro de 1993 e março de 1995.

Ao se buscar comparar os resultados deste estudo com outros fica constatada a necessidade de uma padronização do esforço mínimo a ser aplicado com os diferentes métodos de inventariar a comunidade avifaunística, possibilitando comparações da riqueza de espécies entre áreas, independente das diferentes formas e quantificações de amostragem. Estudos feitos com métodos ou amostragens distintos podem ser comparados desde que apresentem a performance da curva acumulativa de espécies ou de uma curva de rarefação, permitindo inferir as possíveis estimativas de números de espécies ainda não amostradas (Gotelli e Colwell 2001, Rodrigues *et al.* 2005). Levantamentos avifaunísticos devem ter esta preocupação como uma de suas premissas.

Além dessas premissas, que permitem uma maior confiabilidade na comparação de riqueza de espécies, é importante comentar sobre a distribuição latitudinal dos ecossistemas. O

desenvolvimento estrutural máximo dos manguezais ocorre próximo à linha do Equador (Schaeffer-Novelli, 1995). No Brasil, os ecossistemas mais ao norte apresentam-se com florestas de mangues mais altas e complexas que nas regiões mais ao sul (Olmos e Silva e Silva 2003). Essa complexidade e, como vimos, a proximidade com habitats-fonte, como matas adjacentes, influenciam tanto na riqueza como na diversidade das comunidades de aves dos manguezais. Em estuários que apresentam um contínuo com matas, ocorre um maior número de espécies florestais que em manguezais com poucos adjacentes florestais, como os de Cubatão-SP (Olmos e Silva e Silva 2001, 2003) e os estudados na Paraíba.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao CEMAVE pelo apoio técnico e logístico, à equipe da APA da Barra do Rio Mamanguape pela disponibilidade de alojamento, material e pela permissão de trabalhar na área, a CAPES por subsidiar financeiramente H.F.P. Araujo e aos revisores do artigo pelas contribuições.

REFERÊNCIAS

- Albuquerque, U. P. e R. F. Lucena (2004a) Métodos e técnicas para coleta de dados, p. 37-62. Em: U. P. Albuquerque e R. F. Lucena (org.) Métodos e técnicas na pesquisa etnobotânica. Recife: Ed. Livro Rápido.
- _____ (2004b) Seleção e escolha dos informantes, p. 19-35. Em: U. P. Albuquerque e R. F. Lucena (org.) Métodos e técnicas na pesquisa etnobotânica. Recife: Ed. Livro Rápido.
- Antas, P. T. Z., F. Silva, M. A. S. Alves e S. M. Lara-Resende (1989) Brasil, p. 63-111. Em: Morrison, R.I.G. & R.K. Ross (eds.) Atlas of Nearctic Shorebirds on the Coast of South America. Vol. 1. Canadian Wildlife Service Special Publication
- Bailey, K. (1994) *Methods of social research*. 4º ed. New York: The Free Press.
- Balmford, A. (1996) Extinction filters and current resilience: the significance of past selection pressures for conservation biology. *Trends in Ecology and Evolution* 11: 193–196.
- Bernard, H. R. (1998) *Research Methods in Cultural Anthropology*. Newbury Park: SAGE Publication.
- Brewer, D. D. (2002) Supplementary interviewing techniques to maximize output in free listing tasks. *Field Methods* 14: 108-118.
- Caughley, G. e A. R. E. Sinclair (1994) *Wildlife Ecology and Management*. Oxford: Blackwell Scientific Publications.
- Chao, A. (2004) Species richness estimation, p. 7907-7916. Em: N. Balakrishnan, C. B. Read e B. Vidakovic (eds.) *Encyclopedia of Statistical Sciences*. New York: Wiley.
- _____ e S. M. Lee (1992) Estimating the number of classes via sample coverage. *Journal of the American Statistical Association* 87: 210-217.
- _____ e T. -J. Shen (2003-2005) Program SPADE (Species Prediction And Diversity Estimation). Program and User's Guide published at <http://chao.stat.nthu.edu.tw>.
- _____, W. H. Hwang, Y. C. Chen e C. Y. Kuo (2000) Estimating the number of shared species in two communities. *Statistica Sinica* 10: 227-246.
- _____, R. L. Chazdon, R. K. Colwell e T. -J. Shen (2005) A new statistical approach for assessing similarity of species composition with incidence and abundance data. *Ecology Letters* 8: 148-159.
- Chazdon, R. L., R. K. Colwell, J. S. Denslow e M. R. Guariguata (1998) Statistical methods for estimating species richness of woody regeneration in primary and secondary rain forests of NE Costa Rica, p. 285-309. Em: F. Dallmeier e J. A. Comiskey (eds.) *Forest biodiversity research, monitoring and modeling: Conceptual background and Old World case studies*. Paris: Parthenon Publishing.
- Colwell, R. K. (2005) User's guide to EstimateS 7.5 statistical. Estimation of species richness and shared species from samples. Version 7.5. Copyright 2005.
- _____ e J. A. Coddington (1994) Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Phil. Trans. Royal Soc. London (Ser. B)* 345: 101-118.
- Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos (2005) Listas das aves do Brasil. Versão 1/2/2005. Disponível em <http://www.ib.usp.br/cbro> (acesso em 03/02/2005).
- ffrech, R. P. (1966) The utilization of mangrove in Trinidad. *Ibis* 108: 423-424.
- Gotelli, N. J. e R. K. Colwell (2001) Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. *Ecology Letters* 4: 379 – 391.
- Haverschmidt, F. (1965) The utilization of mangrove by South American birds. *Ibis* 107: 540-542.
- Krebs, C. J. (1999) *Ecological methodology*. 2th ed. New York: Addison Wesley Longman.
- Lefebvre, G. e B. Poulin (1997) Bird communities in Panamanian black mangroves: potential effects of physical and biotic factors. *J. Trop. Ecol.* 13: 97-113.

- _____, _____ e R. Mecneil (1992) Abundance, feeding behavior, and body condition of nearctic warblers wintering in venezuelan mangroves. *Wilson Bull.* 104: 400-412.
- _____, _____ e _____ (1994) Temporal dynamics of mangrove bird communities in venezuela with special reference to migrant warblers. *The Auk* 111: 405-415.
- Marques, J. G. (1999) *Da Gargalhada ao Pranto. Inserção Etnoecológica da Vocalização de Aves em Ecossistemas Rurais do Brasil*. Tese de doutorado. Feira de Santana: Universidade Estadual de Feira de Santana.
- Mello, L. C. (1989) *Antropología Cultural. Iniciação Teoria e Temas*. Petrópoles: Vozes.
- Montenegro, S. C. (2001) *A Conexão Homem/Camarão (Macrobanchium acanthurus e M. carcinus) no Baixo São Francisco Alagoano: uma abordagem etnoecológica*. Tese de doutorado. São Carlos: Universidade Federal de São Carlos.
- Olmos, F. (2003) Birds of Mata Estrela Private Reserve, Rio Grande do Norte, Brazil. *Cotinga* 20: 26-30.
- _____, R. Silva e Silva (2001) The avifauna of south-eastern Brazilian mangrove swamp. *International Journal of Ornithology* 4: 135-205.
- _____, _____ e _____ (2003) *Guará: Ambiente, flora e fauna dos manguezais de Santos Cubatão – Brasil*. São Paulo: Empresa das artes.
- Paludo, D. e V. Klonowski (1999) Barra de Mamanguape. Estudo do impacto do uso e madeira de manguezal pela população extrativista e da possibilidade de reflorestamento e manejo dos recursos madeireiros. *Cadernos de Reserva da Biosfera da Mata Atlântica*. Caderno nº16.
- Parker III, T., D. Stotz e J. Fitzpatrick (1996) Ecological and Distributional Databases for Neotropical Birds. Em: D. Stotz, T. Parker III, J. Fitzpatrick (eds.) *Neotropical Birds: Ecology and Conservation*. Chicago: University of Chicago Press.
- Ridgely, R. S. e G. Tudor (1994) *The birds of South America*. Austin: University of Texas Press.
- Rodrigues, M, L. A. Carrara, L. P. Faria e H. B. Gomes (2005) Aves do Parque Nacional da Serra do Cipó: o Vale do Rio Cipó, Minas Gerais, Brasil. *Revista Brasileira de Zootologia* 22: 326 – 338.
- Schaeffer-Novelli, Y. (1995) *Manguezal. Ecossistema entre a terra e o mar*. São Paulo: Caribbean Ecological Research.
- Sick, H. (2001) *Ornitologia Brasileira*. Rio de Janeiro: Editora Nova Fronteira.
- Silva, J. M. C. (1995) Birds of the Cerrado Region, South América. *Steenstrupia* 21: 69-92.
- _____, M. A. Souza, A. G. D. Bieber e C. J. Carlos (2003) Aves da Caatinga: status, uso do habitat e sensibilidade, p. 237-273. En: I. R. Leal, M. Tabarelli e J. M. C. Silva (eds) *Ecologia e Conservação da Caatinga*. Recife: Ed Universitária da UFPE.
- Silveira, L.F., F. Olmos e A. Long. (2003) Birds in Atlantic Forest fragments in north-eastern Brazil. *Cotinga* 20: 32-46.
- Stotz, D., T. Parker III, J. Fitzpatrick (1996) *Neotropical Birds: Ecology and Conservation*. Chicago: University of Chicago Press.
- Straube, F. C. e G. V. Bianconi (2002) Sobre a grandeza e a unidade utilizada para estimar esforço de captura com utilização de rede de neblina. *Chiroptera Neotropical* 8: 150-152.
- Tostain, O. (1986) Etude d'une succession terrestre en milieu tropical: Les relations entre la physiologies vegetale et la structure du peuplement avien en mangrove Guyanaise. *Terre Vie*. 41:315-342.
- Viertler, R. B. (2002) Métodos Antropológicos como Ferramentas para Estudos em Etnobiologia e Etnoecologia, p. 11-29. Em: M. C., Amorozo, L.C., Ming, S.P. Silva (orgs) *Métodos de Coleta e Análise de Dados em Etnobiologia, Etnoecologia e Disciplinas Correlatas*. Rio Claro: UNESP/CNPq.
- Warketin, L. G. e D. Hernández (1995) Avifaunal composition of a Costa Rican mangrove forest during the boreal winter. *Vida Silv. Neotropical* 4: 140-143.
- Watanabe, T., R. B. de Oliveira, R. Sassi, G. N. Melo, G. F. Moura, E. L. Gadelha e V.M.N. Machado (1994) Evidence of contamination caused by sugar-cane monoculture and associated industrial activities in water bodies of the state of Paraíba, Northeast Brazil. *Acta Limnol. Brasil.* 5: 85-181.

Sooty tern nesting success as a function of nest location, density and vegetation type in a neotropical atoll

Maria Carolina Hazin¹ and Regina H. Macedo^{2,3}

¹Departamento de Ecologia, Universidade de Brasília, 70910-900 Brasília, DF, Brazil. Current address: Ministério do Meio Ambiente, Diretoria de Áreas Protegidas, Esplanada dos Ministérios, Bl. B, 7º andar, s/714, 70068-900 Brasília, D.F. Brazil

²Departamento de Zoologia, Universidade de Brasília – IB, 70910-900 Brasília, DF, Brazil. E-mail: rhfmacedo@unb.br

³Corresponding author.

Recebido em 05 de fevereiro de 2006; aceito em 25 de julho de 2006

RESUMO. Sucesso reprodutivo de *Sterna fuscata* em função da localização do ninho, densidade e tipo de vegetação em um atol neotropical. A densidade de ninhos e o sucesso reprodutivo são usados como indicadores da preferência de habitat por animais. No entanto, o tratamento isolado desses fatores pode ser incorreto. Estudamos seleção de habitat no Trinta-réis de Manto Negro (*Sterna fuscata*) em um atol composto pelas Ilhas do Farol e do Cemitério, no Brasil. As ilhas foram usadas separadamente para avaliar a escolha de habitat através da análise de densidade de ninhos, sucesso reprodutivo, local de nidificação e tipos de vegetação onde ninhos foram construídos. As diferenças de densidade de ninhos não se relacionaram com o sucesso de nidificação. Na Ilha do Farol, a densidade de ninhos mostrou-se semelhante em duas vegetações (*Cyperus ligularis* e *Portulaca oleracea*), mas foi mais baixa em uma terceira vegetação (*Iresine portulacoides*), apesar da grande abundância desta última. O sucesso de nidificação, no entanto, foi significativamente maior em *C. ligularis*, indicando que essa vegetação é vantajosa para a reprodução da espécie. Na Ilha do Cemitério, onde predomina um tipo de vegetação, a densidade de ninhos foi mais alta na periferia do que no centro da colônia. No entanto, o sucesso de nidificação foi equivalente nessas duas localidades e sem relação com a cobertura vegetal. Aqui argumentamos que a avaliação de qualidade de habitat pode ser imprecisa se baseada sobre indicadores isolados; efeitos inter-relacionados de diversos parâmetros reprodutivos associados a outras características, tais como tipo de vegetação, podem ser mais úteis. Outros fatores também devem ser considerados. Nesse estudo, por exemplo, a distribuição de predadores nas ilhas pode ter afetado a escolha de habitat para nidificação do Trinta-Réis-de-Manto-Negro.

PALAVRAS-CHAVE: seleção de habitat, sucesso de nidificação, sucesso reprodutivo, *Sterna fuscata*, Trinta-Réis-de-Manto-Negro

ABSTRACT. Nest density and reproductive success are used as indicators of habitat preference by animals. However, isolated treatment of these factors may be misleading. We studied habitat selection by Sooty Terns (*Sterna fuscata*) in an atoll in Brazil, composed of Farol and Cemitério Islands. The islands were used separately to assess habitat choice, by analyzing nest density, nesting success, nesting locations and types of vegetation used for nesting. Differences in nest density were unrelated to nesting success. On Farol Island, nest density was similar in two vegetations (*Cyperus ligularis* and *Portulaca oleracea*), but higher in these than in a third vegetation (*Iresine portulacoides*), despite the latter's high abundance. Nesting success, however, was significantly higher on *C. ligularis*, indicating that this vegetation is advantageous for reproduction. On Cemitério Island, covered largely with one vegetation type, nest density was higher at the periphery of the colony than at the center. Nesting success was similar at these two localities, and unrelated to vegetation coverage. We argue that the assessment of habitat quality may be inaccurate if based upon isolated indicators; inter-related effects of several reproductive parameters in association with other characteristics, such as vegetation type, are more useful. Other factors should also be considered. In this study, for instance, the differential distribution of predators in the islands may have affected nesting habitat choice by the Sooty Terns.

KEY WORDS: habitat choice, nesting success, reproductive success, *Sterna fuscata*, Sooty Tern

One fundamental aspect associated with reproduction concerns habitat choice, since nesting site characteristics may directly affect the survival of nestlings (Cody 1985, Saliva and Burger 1989, Ens et al. 1992). Habitat choice involves a decision-making process that includes the choice of the habitat within a finite area, followed by territory acquisition and specific nest site selection (Burger 1985).

Several approaches have been applied in the investigation of avian-habitat associations, particularly the assessment of habitat quality. Many factors contribute to what may be considered habitat quality. Often applied, but seldom questioned, is the assumption that the density of a species in a habitat is directly correlated with the quality of the habitat (Vickery et al. 1992). This is due to the notion that the increased number of individuals reflects the larger amount of resources necessary for the species in that locality.

Fretwell and Lucas (1970) suggest that in the most advantageous locations a density limitation occurs since the quality of these areas will decrease as density increases. Consequently, other initially less advantageous areas would acquire the same qualitative potential, given the smaller number of competitors. Another consideration is that density may not simply reflect a better resource base, but result from less discernible ecological contingencies, such as timing of arrival of individuals at a colony, social factors, and environmental characteristics (substrate, vegetation, slope of the ground, etc.) (Wiens 1976, Burger 1986, Vermeer et al. 1992, Sutherland 1996). The specific location of a nest within a colony is also a factor that may be indicative of habitat quality. The "selfish herd" hypothesis (Hamilton 1971) proposes that centrally-located individuals may be at an advantage because they will suffer less predation than those located at the borders of the colony.

Thus, it would be erroneous to make assumptions about habitat selection and quality based only upon nest density (Van Horne 1983, Vickery et al. 1992). Several factors, though often considered independently, may have inter-related effects. For instance, vegetation type may affect the density of nests in a given area, which may, in turn, bias nesting success. It appears that not only are several factors important in determining habitat quality, but their inter-related effects may play a substantial role.

Sooty Terns (*Sterna fuscata*) reproduce in large colonies in the tropics. However, extensive reductions in colony and breeding numbers have occurred due to human exploitation and habitat modification (Feare et al. 1997). Typically, Sooty Terns nest in large colonies on oceanic islands; a single egg is laid in the nest, which is a simple scraped depression in the substrate, often composed of coral, exposed rocks, sand or low vegetation (Dinsmore 1971, Feare et al. 1997). Studies of Sooty Terns have examined habitat selection as a function of vegetation type and/or reproductive success (Ashmole 1963, Robertson 1969, Dinsmore 1971, Feare 1976, Morris 1984), or based solely upon nest density (Burger and Gochfeld 1988, Feare et al. 1997).

The objective of this study was to elucidate nest site preference of Sooty Terns in two islands located in the Rocas Atoll of northeastern Brazil by analyzing the inter-related effects of habitat and reproductive characteristics: nest density, nesting success, vegetation type, and nest location within the colony. In the Farol Island colony, analyses were based on: (1) nest density and nesting success within different vegetation types; (2) nest density and its association with nesting success; and (3) percentage coverage of each vegetation type. In the other colony, located on Cemitério Island, we analyzed: (1) nest density and nesting success relative to location (periphery vs. center); (2) nest density and its association with nesting success; and (3) percentage coverage of each vegetation type. Because this latter island is covered almost exclusively with one type of vegetation, variability due to this factor was practically eliminated.

MATERIALS AND METHODS

Study site. In Brazil the Sooty Tern reproduces in northeastern regions, with its major nesting area located at Rocas Atoll (03°45' to 03°56' S and 33°37' to 33°56' W). In 1982 there were approximately 115,000 breeding adults on the two islands of the atoll (Antas 1991). This study took place during two breeding cycles in 1997, one initiated in February and the other in September, on colonies located on Farol Island (approximately 34.6 ha) and Cemitério Island (approximately 31.5 ha). We did not ring adult birds during the study, and thus it is unclear whether the birds in the two reproductive cycles represent different groups or the same group of re-nesting birds.

The vegetation of the islands is mostly herbaceous, and consists chiefly of *Portulaca oleracea* (Portulacaceae), *Cype-*

rus ligularis (Cyperaceae) and *Iresine portulacoides* (Amaranthaceae). On Cemitério Island the vegetation is composed almost exclusively of *C. ligularis*. Timing of hatching relative to vegetation type was assessed on Farol Island, since it exhibits the more diverse vegetation. It was assessed relative to location (periphery vs. center) on Cemitério Island, where vegetation is mostly of one type and could not be an influencing factor. Due to time constraints we applied this assessment only in the September breeding cycle, which was divided into six-day periods, in which we monitored daily the number of hatchings that took place. Timing of hatching was used to estimate the timing of occupation of each type of vegetation during the laying period.

Nesting success relative to vegetation and nest density. We monitored nests on Farol Island to assess nesting success relative to the type of vegetation used by the birds. We defined nesting success in terms of both hatching rate as well as the survival of chicks until the tenth day. Only the three vegetation types indicated above are used for nesting on this island. To choose nests for monitoring, we established transects (50 cm wide) along the east-west axis of the island at 40 m intervals. In one section of the island the intervals were of 20 m, due to the low density of nests found in *I. portulacoides*. We selected the first 50 nests found within each vegetation type for monitoring (we considered the vegetation selected by individuals as that closest to the nest). Due to the loss of a few nest markers, at the end of the census period sample sizes varied from 41 to 46 nests in the vegetation types. The single egg at each nest was marked with an identification number using a non-toxic marker.

We monitored nests on alternate days, and characterized them as: (1) depredated when egg predation was obvious (egg shell remains were found) or when the egg disappeared (no egg shell remains found); (2) hatched; (3) presence or absence of nestling; and (4) nest deserted, when at the end of the incubation period the egg did not hatch and parents deserted. Because in the first 10 days of life chicks remain very close to their location of hatching, absence is a good indicator of mortality. Thus, we considered nestlings as dead if they were not seen on two consecutive nest checks. A small possibility exists that, due to human disturbance, some adults may have relocated chicks. However, we consider this unlikely for the majority of cases, because our observations suggest that chicks that left their nest areas were attacked by other nesting adults. Thus, the survival and feeding of chicks away from their nests would apply only to a negligible number of cases.

Nestlings were marked with a single, plastic colored ring on their second or third day post hatching. Feare (1976) verified that nestling mortality in this species in the Seychelles Islands is greatest during the ten-day period post hatching. Results concerning nesting success are shown as rates and probabilities of survival according to Mayfield's (1961, 1975) method.

To assess how nest density affected nesting success, on Farol Island we counted nests found within a 2 m radius of

each of the 50 nests marked in each vegetation type. Fewer nests were used in analyses due to the loss of some markers. These measures were performed in the February and September breeding cycles. In February we also measured the distance to the nearest neighbor for each of the marked nests.

We determined the percentage coverage for each vegetation type on Farol Island, relating this to the number of nests present in each vegetation type. We established 99 transects, spaced 10 m apart, along the east-west axis of the island. Along each transect a tape-measure was used to record the extension of each vegetation coverage, which included the three vegetation types above as well as grass and sand. Nests were counted in each vegetation type.

Nesting success relative to location and nest density. At Cemitério Island we evaluated nesting success relative to location of the nests, which were distributed from the periphery to the center of the island. The colony occupied about the whole island. The periphery was considered to be a 30 m-wide strip along the water. We randomly established eight 50 m² squares along the periphery of the island and three squares in the center (two with 200 m² and one with 400 m²). On hundred nests were marked randomly within each square at each location (periphery versus center). Each nest was monitored in the same way as described above.

To evaluate nest density in the two areas, center and periphery, two methods were used. The first method was used to determine the density distribution patterns within the island, moving from the periphery toward the center. This allowed an appraisal of gradual changes along a distance gradient from the island's edge. For this method we established two 5 m wide transects along the north-south and east-west axes of the island, divided each transect into 25 m² squares and counted nests in each one, thus obtaining a measure of density in each square. To analyze the density along these distance gradients, the island was divided into four concentric ellipses. The outermost ellipse was classified as 'A', followed by ellipses 'B' through 'D', the last at the very center of the island. We evaluated the different densities of nests in each category by using the mean density values recorded for the squares within each elliptically bounded area. We also measured percentage of vegetation coverage to establish whether there was a pattern of association between vegetation coverage and nest density. Measures were carried out within the same 25 m² squares in each of the two transects cited above. A tape-measure was placed along the diagonals of each square and the extent of sand and *C. ligularis* (the only vegetation on this island) were measured.

The second method was used to compare density values between the outermost area of the island and the central portion, and to associate each nest's success with the neighboring density of nests. In this second methodology, we counted the number of nests within a 2 m radius for each of the 200 nests marked at the periphery and at the center. These nests were used to assess nesting success, allowing the comparison of average density around successful and unsuccessful nests.

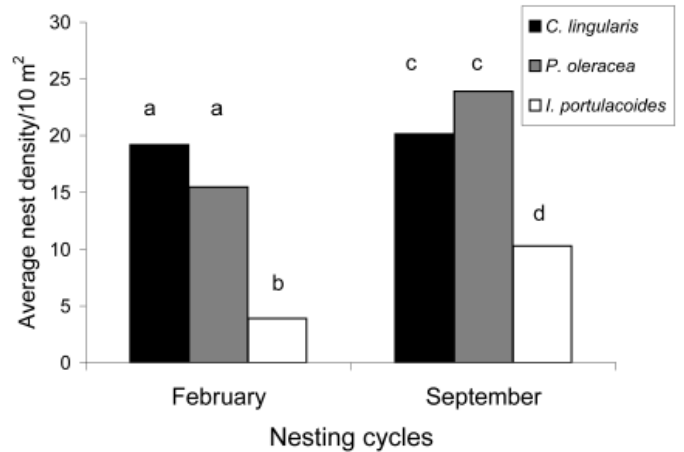


Figure 1. Average nest density in the three vegetation types found in Farol Island. The different letters above each bar indicate significant differences ($P < 0.001$) in nest density between specific vegetation types.

Fewer nests were used in the analyses due to the loss of some markers.

Timing of hatching (Farol and Cemitério Islands). If habitats in a colony differ in quality, reproductive individuals should attempt to first occupy the area that offers the greatest advantages. In this light, our expectations were that in the areas occupied first, eggs should be first to hatch. To indirectly verify whether there was laying synchrony among the three vegetation types in Farol Island, we compared the number of hatchings that occurred within each of five consecutive periods (each period = 6 days) in the September cycle, in each of the vegetation types.

Statistical analyses. We used SYSTAT 7.0 (SPSS 1997) software for all analyses. We used ANOVA and Tukey HSD tests to examine differences in nest density between each of the vegetation types. Chi-square tests were used to assess the differences in the absolute number of nests among vegetation types, for survival rates of nestlings in different vegetation and colony localities (periphery vs. center), and in considering hatching rates among the three vegetation types and among localities. We used a Student's two-tailed *t*-test (when data were distributed normally) to examine the difference in nest density between peripheral and central locations in the islands. When the data were not normally distributed, for example when comparing timing of hatching in peripheral versus central locations, we used the non-parametric Mann-Whitney *U*-test or the Kruskal-Wallis *H*-test. All data are presented as means \pm SD.

RESULTS

Nest density relative to vegetation types (Farol Island). There was a significant difference in nest density among vegetation types used for nesting (February: $F_{2,72} = 20.15$, $P < 0.001$; and September: $F_{2,142} = 48.12$, $P < 0.001$; Fig. 1). A Tukey HSD test was applied to identify the differences in nest density among vegetation types, and indicated that densities

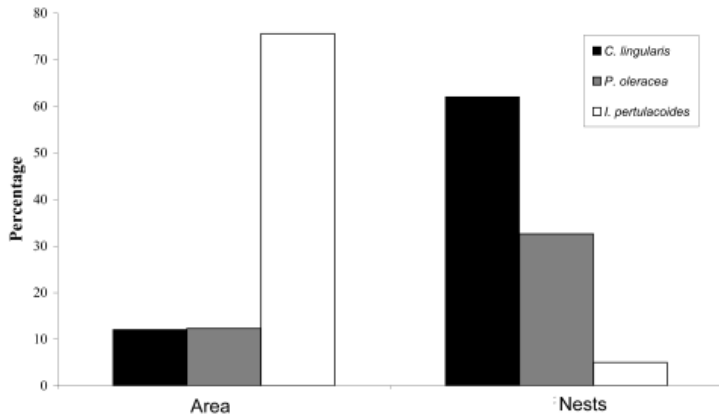


Figure 2. Percentage of area covered with each vegetation type and percentage of nests found in each vegetation type in Farol Island (15 to 17 February 1997).

were the same in *C. ligularis* and *P. oleracea* (February: $P = 0.22$; September: $P = 0.25$), and that nest density in *I. portulacoides* was significantly lower than in the other two (February and September: $P < 0.001$ for both comparisons).

In February the average inter-nest distance found in *I. portulacoides* was 152.1 ± 112.2 cm ($N = 19$). In *P. oleracea* and *C. ligularis* distances were 95.5 ± 71.0 cm ($N = 29$) and 63.5 ± 26.2 cm ($N = 32$), respectively. A significant difference was found among the distance values in the three vegetation types ($H = 9.75$, $N = 80$, $P < 0.01$).

On Farol Island 49.2% of the area was covered by *I. portulacoides*, 31.4% by sand, 8.0% by *P. oleracea*, 7.9% by *C. ligularis* and 3.6% by grass. Excluding sand and grass, which were not used for nesting, the three main vegetation types that occupied the area of the island were (Fig. 2): *C. ligularis* (12.2%), *P. oleracea* (12.3%) and *I. portulacoides* (75.6%). In the February cycle, the greatest number of nests (2,023) was found in *C. ligularis*, suggesting that this is possibly the most advantageous area for nesting. In *P. oleracea* 1,060 nests were

counted, while only a few Sooty Terns used *I. portulacoides* (166). The number of nests found in each vegetation type is significantly different from expected if nests occurred in equal proportions ($X^2_2 = 1592.8$, $P < 0.001$; Fig. 2). If we exclude the vegetation category with the smallest number of nests (*I. portulacoides*) from this analysis, and compare the number of nests found in the two vegetation types that occurred in almost equal proportions, we find that the number of nests in each vegetation still differed from the expected equal proportions ($X^2_1 = 300.8$, $P < 0.001$).

Nest density relative to peripheral versus central locations (Cemitério Island). To assess the patterns of nest density relative to specific locality, in the September reproductive cycle we monitored density from the periphery to the center, using the concentric ellipses A-D (A = periphery; D = center). Density values during this cycle were measured one month apart (28 September and 28 October). These nest density values differed among ellipses in both periods (September: $F_{3,70} = 6.16$, $P < 0.001$; October: $F_{3,70} = 11.21$, $P < 0.001$), with nest density gradually declining from the periphery (A) towards the center (D) of the island (Table 1). We found no variation in vegetation cover among the four categories (A to D): ($F_{3,69} = 2.05$, $P = 0.12$), which indicates that nest density was not associated with vegetation coverage in this island.

In the second methodology used, we found that the nest density of the periphery was significantly greater than that at center for both February ($t_{77} = 8.43$, $P < 0.001$) and September ($t_{194} = 11.43$, $P < 0.001$). Average nest density at the periphery was 8.5 ± 4.0 nests/10m² ($N = 58$) in February, and 6.8 ± 2.9 nests/10 m² ($N = 100$) in September. At the center of the island these values were 1.0 ± 0.8 nests/10 m² ($N = 21$) in February and 2.9 ± 1.6 nests/10m² ($N = 96$) in September.

Nesting success relative to vegetation types (Farol Island). The type of vegetation used for nesting on Farol Island was strongly associated with the nesting success of the terns. Not only did hatching rate differ among the three vegetation types

Table 1. Values for P (Tukey HSD Test for unequal sample sizes) when comparing nest densities among classes A to D (from the periphery to enter) of Cemitério Island, and average nest density for each class, given for two sampling periods (September and October 1997).

	A	B	C	D	Average nest density / 25 m ²
28 Sept 97					
A	—	0.605	0.051	0.001	17.38
B	—	—	0.511	0.040	14.05
C	—	—	—	0.549	10.55
D	—	—	—	—	7.10
28 Oct 97					
A	—	0.442	0.000	0.000	29.00
B	—	—	0.010	0.014	25.05
C	—	—	—	0.999	16.61
D	—	—	—	—	16.90

(*C. ligularis*: $N = 40/48$ (81.6%); *P. oleracea*: $N = 27/46$ (57.4%); and *I. portulacoides*: $N = 23/46$ (50%); $X^2_2 = 12.54$, $P < 0.005$), but when considering nestlings that reached 10 days of age, there was also a significantly higher success for the terns in *C. ligularis* ($N = 26/40$ [65.9%]) than for those nesting in either *P. oleracea* ($N = 0/27$ [0%]) or in *I. portulacoides* ($N = 9/23$ [39.0%]; $X^2_2 = 32.42$, $P < 0.001$; Fig. 3).

According to Mayfield's method, which was used to reinforce the results, the probability of survival to hatching in *C. ligularis* was 0.78, and 0.50 to 10 days of age. In the other two vegetation types there was a greatly reduced nestling survival. In *I. portulacoides*, the probability of hatching was 0.43 and 0.16 to 10 days of age. Nests in *P. oleracea* presented the lowest rate of nesting success: hatching probability was 0.52, with a survival rate to 10 days of age of only 0.02.

Nesting success relative to peripheral versus central locations (Cemitério Island). The hatching rates found for the periphery ($N = 76/98$ [77.6%]) and for the center ($N = 71/100$ [71.0%]) of Cemitério Island were similar ($X^2_1 = 0.74$, $P > 0.05$). The survival rate from hatching to 10 days of age for the two areas, 81.8% and 78.8%, respectively, was also similar (periphery: $N = 62/76$; and center: $N = 56/71$; $X^2_1 = 0.18$, $P > 0.05$). We found hatching probabilities (Mayfield) of 0.73 and 0.67 for the periphery and center of the island, respectively, and survival probabilities from incubation to 10 days of age of 0.58 and 0.53, respectively.

Nesting success relative to nest density (Cemitério and Farol Islands). To verify whether nesting success could be associated with a greater nest density around focal nests, we compared the average nest density, measured within a 2 m radius of successful nests with the average density around those that were unsuccessful. On Cemitério Island we did not find any difference between these two categories ($F_{1,175} = 0.74$, $P = 0.39$). On Farol Island density also appeared unrelated to the hatching probability in the three vegetation categories, as shown by the independent analysis for each vegetation type (*C. ligularis*: $F_{1,44} = 0.27$, $P = 0.61$; *P. oleracea*: $F_{1,42} = 0.82$, $P = 0.37$; *I. portulacoides*: $F_{1,39} = 0.15$, $P = 0.70$).

Timing of hatching (Farol and Cemitério Islands). The indirect assessment of laying synchrony among the three vegetation types in Farol Island, using a comparison of the number of hatchings that occurred within each of five consecutive 6-day periods in the September cycle in each of the vegetation types, yielded no significant difference between periods ($H = 0.06$, $N = 15$, $P = 0.97$). Nevertheless, about 50% of hatchings that occurred in *C. ligularis* were restricted to the last period, a pattern that was the opposite of that found for *I. portulacoides* and *P. oleracea* (30% and 17% hatchings in last period, respectively). The same analysis, relative to periphery versus center in Cemitério Island, indicates that in the two localities hatching rates were similar through time periods ($U = 11.0$, $N = 10$, $P = 0.75$).

Nest predators (Farol Island). There are several species in the island that commonly consume eggs, the chief predator

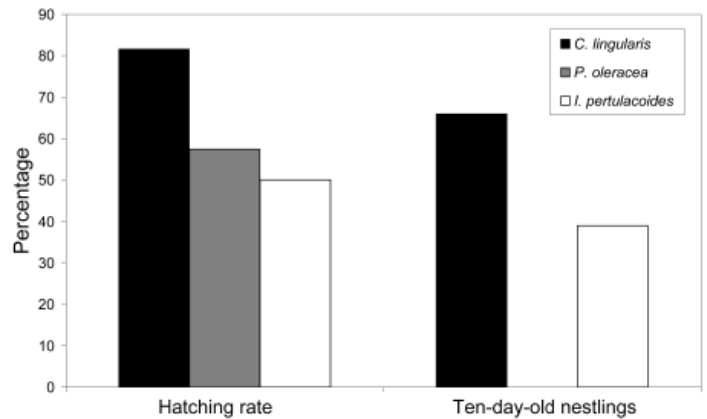


Figure 3. Sooty Tern nesting success, as indicated by hatching rate (number of hatched eggs) and number of nestlings surviving to 10 days, in the three vegetation types in Farol Island (September 1997).

being the terrestrial crab *Geocarcinus lagostoma*. The crabs were very numerous on both islands and their depredation of eggs occurred mostly at night. Eggs were consumed either at the nest site or were dragged away from the nest. We also found evidence of chick predation (partially digested tern chicks in regurgitations on several occasions) by the Masked Booby *Sula dactylatra*. The only mammal found in the islands is the mouse *Mus musculus*, and there are no reptiles of large size. Predation and nest desertion were lowest in *C. ligularis* vegetation (Table 2). Although our evidence is highly circumstantial, we suspect that the predation of nestlings by boobies may be high in the studied colony. Eleven of the nests studied in *I. portulacoides* were monitored in an isolated part of the island, which was not frequently used by boobies. The survival of nestlings in this area was much higher than for the rest of nests located in the same vegetation type ($X^2_1 = 6.64$, $P < 0.01$). Of the six nestlings that hatched in this area, five reached 10 days of age (83.3%) while of the 17 eggs that hatched in other areas of *I. portulacoides*, where boobies were frequently found, only four attained 10 days of age (23.5%).

DISCUSSION

Impact of vegetation type on reproduction. In this study, the difference in nest density found in each habitat had no association with nesting success. In Farol Island, in both the February and September reproductive periods, the nest density found in *C. ligularis* and in *P. oleracea* was similar. We found, however, that nesting success was much higher in the former vegetation, similarly to what was found by Vickery et al. (1992). If nest density alone was considered the measure of habitat quality, then *C. ligularis* and *P. oleracea* would be the best habitats. However, when nesting success is also considered, *C. ligularis* should be preferred.

What factors influence nest density in the three habitats? If vegetation structure is the major factor, then birds should

Table 2. Percentage of nests lost through egg predation and desertion in Farol and Cemitério Islands, by location (periphery and center) and vegetation types.

	Cemitério Island		Farol Island		
	Periphery	Center	<i>C. ligularis</i>	<i>P. oleracea</i>	<i>I. portulacoides</i>
Depredated eggs (%)	15.3	18	14.3	38.3	39.1
Deserted nests (%)	7.1	11	4.1	4.3	10.0

select the preferred vegetation type, whenever it is available. Feare et al. (1997) found in the Seychelles Islands that terns nest in *P. oleracea* at a density five times greater than in *C. ligularis*, and conclude that this species prefers this type of habitat. In contrast, we found that in Farol Island the density of nests in these two vegetation types was similar for two consecutive reproductive cycles, denoting that this may be a frequent distribution pattern for the island.

The high number of nests found in *C. ligularis* and in *P. oleracea* is not explained by the absence of other vegetation types on the island. By the end of the laying period we observed that much of the *I. portulacoides* vegetation remained empty of nesting birds, which indicates that space is not a limiting factor for this species in the atoll. The similar nest densities found in *C. ligularis* and *P. oleracea* vegetations could be explained by the sequential occupation of each area, by a possible optimal distance between nests, by the quality of individuals in each area, and even by elements involving individual reproductive strategies.

We used timing of hatching to analyze the sequence of occupation of each of the three vegetation types used for nesting. The expectation was that the preferred habitat should have been occupied first. The statistical tests show that hatching, and thus indirectly laying, occurred within similar periods. However, results revealed that in the *I. portulacoides* vegetation the number of hatchings was more evenly spread out than in the *C. ligularis* vegetation. In the latter, only 10.5% of hatchings occurred within the first three periods, as compared to 45.8% in *I. portulacoides*. Thus, we conclude that the occupation of *C. ligularis* occurred later than in *I. portulacoides*. This is perplexing, in face of the greater reproductive advantages offered by the *C. ligularis* vegetation. We suggest that these contradictory results may be explained by a difference in the incubation period among the three vegetation types. *Cyperus ligularis* offers greater shading for nests, when compared to the other two vegetations. Thus, the incubation period in this vegetation may be slightly longer, since temperature is one of the factors that determines incubation length.

Impact of peripheral versus central location on reproduction. Nesting success in Cemitério Island was not associated with nest density. The nest density found at the periphery was significantly higher than that found for the central area, but nesting success was similar in the two localities. Since one of

the factors that may influence nest density is vegetation cover, we evaluated a possible difference in this variable in the central and peripheral areas. We found no variation in vegetation cover, thus rejecting this as a possible factor to explain the difference in nest density.

A possible hypothesis to explain differential nest densities among nesting areas is that the preferred area is occupied by higher quality adults that exclude others (as in Coulson 1968). Lower-quality individuals would be forced to cluster in sub-optimal areas. Hence, if the central area is more advantageous, then there will be a greater density in the periphery; likewise, if the periphery is better, then there will be a greater density in the central area. The distribution of individuals in Cemitério Island could be explained by the former. However, because territory defense involves energetic costs, one supposes that there should be some benefits available in the central area to justify its defense, e.g. resources, mating opportunities or defense against predators. However, none of these benefits were measured in this study.

Impact of predation on reproduction. Results in this study strongly suggest that alternative factors should be considered when examining habitat choice questions. For example, nest predation may be responsible for the majority of nest losses (Ricklefs 1969), thus habitat choice could be a function of a reduced probability of predation in some habitats (Martin 1993). The presence of predators could stimulate individuals to search for areas where they are absent or are found in reduced numbers.

Studies about nesting-site choice that take predation risk into account have been conducted with Roseate Terns (*Sterna dougallii*; Burger and Gochfeld 1988) and Sooty Terns (Saliva and Burger 1989). In the latter study the authors found that individuals select habitats with a specific proportion of plant coverage and avoid nesting in very open spaces. When comparing their findings with studies conducted in other localities, they verified that different choices occur in other colonies, and concluded that these differences are based upon the types of predators that occur in these areas.

Hamilton (1971) suggested that individuals should preferentially choose central areas of a colony for nesting, because of a presumed lower predation pressure. Some studies have shown that nest predation at the periphery is really the determining factor leading to a lower reproductive success (Pat-

terson 1965, Tenaza 1971, Feare 1976, Hoogland and Sherman 1976). However, the opposite trend has been observed in Least Terns (*Sterna antillarum*; Brunton 1997). Since different predators use strikingly different approaches to a colony, as well as prey capturing strategies, this may determine the relative nesting success values of peripheral versus central nesting.

In the present study, predation was the most influential factor contributing to egg loss in the colony of Cemitério Island. The main egg predator on the island is the terrestrial crab. With the exception of one rocky outcrop in the northern part of the island, where there was a large aggregation of crabs, they were apparently distributed evenly throughout the island. Given this uniform distribution, we found similar predation rates in the central versus peripheral areas of the colony. Thus, if there is a preference for a given locality in the colony, it is unlikely to be based on the probability of egg predation.

The Masked Booby may be one, and perhaps the main, avian predator of Sooty Tern nestlings. If so, chick survival would probably be reduced due to the thousands of these birds that occur in Farol Island. These birds reproduce in the atoll from around April until August (Antas 1991) and thousands feed in the area at other times of the year. Boobies were confined mostly to the *P. oleracea* and *I. portulacoides* vegetations, similarly to previous observations in the area (Andrade 1998). Nest site preference by Sooty Terns in Farol Island may be influenced by the presence of boobies in two of the vegetation types available. The hypothesis that the presence of boobies may affect habitat choice is consistent with our results: areas within the same vegetation but with different concentrations of boobies had different nesting success rates.

Conclusions. Our results provide a strong argument that vegetation type and nest site location are key components associated with habitat quality for the Sooty Tern. It is important to point out that our study site exhibited two crucial habitat variables that should be considered. Sooty Terns were faced with a very limited choice of vegetation types for nesting, in addition to the presence of predators. These selective factors may differ from those faced by birds nesting in other locations. For example, in the Seychelles Islands Sooty Terns use various types of habitats, ranging from open areas with low vegetation to the ground underneath closed canopy in woodland (Feare et al. 1997). In Hawaii, nesting of Sooty Terns occurred on bare sand, grass and rock while in Puerto Rico they nested in dense vegetation (Burger and Gochfeld 1986). These studies, however, gave no indication of nesting success relative to choice of habitat. In our study, nest density was different among the three vegetation types found on Farol Island, this being due to the low level of occupation for *I. portulacoides*, despite its availability. However, nesting in one type of vegetation, *C. ligularis*, conferred a higher nesting success. Additionally, it is important to consider that the characteristics of vegetation at hatching may differ from those at nest site selection and laying. This may especially be the case for *Portulaca*, which changes through the season due to

trampling by the birds and drying. Thus, seasonal variation in vegetation is a factor that should be considered in further studies. We found that, although nest density decreased with distance from the periphery of the colony, this was not associated either with vegetation cover or the pattern of nesting success. The costs in reproductive investment by parents in these localities may relate to microhabitat differences (e.g. temperature, flight costs, etc.). For instance, we observed that the structure of *C. ligularis* offers the most shade, in comparison to the other two vegetation types. Sooty Tern nestlings do not have good thermo-regulatory capacity and, without shade from vegetation and parents, suffer a dangerous increase in body temperature. Sooty Tern parents are increasingly absent after nestlings hatch (Dinsmore 1971; Feare 1976), and chicks seek shade within the vegetation (Saliva and Burger 1989). We also suggest that the chief predators of Sooty Tern eggs and chicks in this atoll, terrestrial crabs and Masked Boobies, and their differential distribution patterns on the islands, may strongly influence habitat choice for nesting purposes.

ACKNOWLEDGEMENTS

We are grateful to J. B. Bosi, V. Barros, F. Mota, G. Yukelson, P. Oliveira, João and C. Henrique for valuable assistance during the field work. We thank Maurizélia Brito, coordinator of Reserva Biológica do Atol das Rocas, and IBAMA/RN for authorization to work at the atoll. R. B. Machado offered statistical advice. A. Souto, G. Colli, M. Marini, C. A. Bianchi, R. J. Subirá, M. Gochfeld, C. C. Sznell, E. W. M. Stienen, and C. Feare provided valuable comments during the development of the study and the manuscript. Financial support was received from Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq (scholarship for MCH and fellowship for RHM), and logistical support was provided by Universidade de Brasília.

REFERENCES

- Andrade, R. S. (1998) *Estudo da bioecologia das aves marinhas residentes no Atol das Rocas - RN*. Masters thesis. Natal, Brazil: Universidade Federal do Rio Grande do Norte.
- Antas, P. T. Z. (1991) Status and conservation of seabirds breeding in Brazilian waters. Seabirds: Status and conservation - A supplement, p. 141-158. In: J.P. Croxall (ed.) *ICBP Technical Publication No. 11*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Ashmole, N. P. (1963) The biology of the widewake or Sooty Tern *Sterna fuscata* on Ascension Island. *Ibis* 103:297-364.
- Brunton, D. H. (1997) Impacts of predators: center nests are less successful than edge nests in a large nesting colony of Least Terns. *Condor* 99:372-380.

- Burger, J. (1985) Habitat selection in temperate marsh-nesting birds, p. 253-281. In: M. L. Cody (ed) *Habitat selection in birds*. New York: Academic Press.
- _____ (1986) The role of perception in habitat selection in colonial birds. *Ann. New York Acad. Sci.* 474:170-186.
- _____ and M. Gochfeld (1986) Nest site selection in Sooty Terns (*Sterna fuscata*) in Puerto Rico and Hawaii. *Colonial Waterbirds* 9:31-45.
- _____ and _____ (1988) Nest-site selection by Roseate Terns in two tropical colonies on Culebra, Puerto Rico. *Condor* 90:843-851.
- Cody, M. L. (1985) An introduction to habitat selection in birds, p. 4-52. In: M. L. Cody (ed) *Habitat selection in birds*. New York: Academic Press.
- Coulson, J. C. (1968) Differences in the quality of birds nesting in the centre and on the edge of a colony. *Nature* 217:478-479.
- Dinsmore, J. J. (1971) Sooty Tern behavior. *Bull. Florida State Mus., Biol. Sci.* 16:129-179.
- Ens, B. J., M. Kersten, A. Brenninkmeijer, and J. B. Hulscher (1992) Territory quality, parental effort and reproductive success of Oystercatchers (*Haematopus ostralegus*). *J. Anim. Ecol.* 61:703-715.
- Feare, C. J. (1976) The breeding of the Sooty Tern *Sterna fuscata* in the Seychelles and the effects of experimental removal of its eggs. *J. Zoology* 179:317-360.
- _____, E. L. Gill, P. Carty, H. E. Carty and V. J. Ayrton (1997) Habitat use by Seychelles Sooty Terns *Sterna fuscata* and implications for colony management. *Biol. Conser.* 81:69-76.
- Fretwell, S. D. and J. H. J. Lucas (1970) On territorial behavior and other factors influencing habitat distribution in birds. *Acta Biotheorica* 19:16-36.
- Hamilton, W. D. (1971) Geometry of the selfish herd. *J. Theor. Biol.* 31:295-311.
- Hoogland, J. L. and P. W. Sherman (1976) Advantages and disadvantages of Bank Swallow (*Riparia riparia*) coloniality. *Ecol. Monogr.* 46:33-58.
- Martin, T. E. (1993) Nest predation and nest sites: new perspectives on old patterns. *BioScience* 43:523-532.
- Mayfield, H. F. (1961) Nesting success calculated from exposure. *Wilson Bull.* 73:255-261.
- _____ (1975) Suggestions for calculating nesting success. *Wilson Bull.* 87:456-465.
- Morris, R. D. (1984) Breeding chronology and reproductive success of seabirds on Little Tobago, Trinidad, 1975-1976. *Col. Waterbirds* 7:1-9.
- Patterson, I. J. (1965) Timing and spacing of broods in the Black-headed Gull *Larus ridibundus*. *Ibis* 107:433-459.
- Ricklefs, R. E. (1969) An analysis of nesting mortality in birds. *Smiths. Contrib. Zool.* 9:1-48.
- Robertson, W. B. (1969) Transatlantic migration of juvenile Sooty Terns. *Nature* 222:632-634.
- Saliva, J. E. and J. Burger (1989) Effect of experimental manipulation of vegetation density on nest-site selection in Sooty Terns. *Condor* 91:689-698.
- SPSS Inc. (1997). *SPSS Version 7.5*. SPSS Inc., Chicago.
- Sutherland, W. J. (1996) *From individual behaviour to population ecology*. Oxford: Oxford University Press.
- Tenaza, R. (1971) Behavior and nesting success relative to nest location in Adélie Penguins (*Pygoscelis adeliae*). *Condor* 73:81-92.
- Van Horne, B. (1983) Density as a misleading indicator of habitat quality. *J. Wildl. Manag.* 47:893-901.
- Vermeer, K., K.H. Morgan and G. E. J. Smith (1992) Black Oystercatcher habitat selection, reproductive success, and their relationship with Glaucous-winged Gulls. *Col. Waterbirds* 15:14-23.
- Vickery, P. D., M.L. Hunter Jr. and J. V. Wells (1992) Is density an indicator of breeding success? *Auk* 109:706-710.
- Wiens, J. A. (1976) Population responses to patchy environments. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 7:81-120.

Avifauna do Rio Grande do Sul e doenças emergentes: conhecimento atual e recomendações para a vigilância ornitológica da Influenza Aviária e da Febre do Nilo Ocidental

Roseli Petry, Ângela Schmitz Peter e Demétrio Luis Guadagnin

Laboratório de Ecologia e Conservação de Ecossistemas Aquáticos, Universidade do Vale do Rio dos Sinos, 93022-000, São Leopoldo, RS, Brasil. E-mail: rosepetry@gmail.com; angela.peter@gmail.com; dl@unisin.br

Recebido em 06 de junho de 2006; aceito em 22 de setembro de 2006

ABSTRACT. Avifauna of Rio Grande do Sul and emerging diseases: current knowledge and recommendations for the ornithological surveillance of Avian Influenza and West Nile Virus. Many human infectious diseases originate in wildlife species, some of them involving birds as reservoirs, such as two emerging diseases – the West Nile Virus fever (VNO) and the Avian Influenza (VIA) in the severe pathological form H5N1. The spread of these diseases may also become a problem for the conservation of biodiversity. The objective of this review is to identify potential hosts and vectors for the VNO and VIA in South Brazil, as well as potential vulnerable areas. Until May 2006, positive serology for VNO was confirmed in 95 species of birds in the United States and Mexico, seven of them occurs in Brazil. At the same time, VIA was confirmed in 99 wild or domestic species in South Asia. From these, 15 are native from Brazil. The VIA did not reach the geographic distribution of any wild bird population that migrate to Brazil, except for some vagrant pelagic species. The movements of Brazilian migratory species are in general restricted to the American continent, making difficult the introduction of the H5N1 VIA through birds. Otherwise the spread of VNO to Brazil is highly probable. The possibility of two emerging diseases that affect wild birds reaching Brazil, and the challenge of identifying potential vectors call for a comprehensive strategy of ornithological surveillance.

KEY WORDS: waterbirds, migration, environmental health, epidemiologic surveillance, bird flu, Nile fever, biodiversity, conservation.

RESUMO. Doenças de vida silvestre estão na origem de muitas doenças infecciosas em humanos, algumas das quais envolvem aves como reservatórios, como duas importantes doenças emergentes - a Febre do Nilo Ocidental (VNO) e a Influenza Aviária (VIA) na forma hiperpatógena (cepa H5N1). A chegada destas doenças no Brasil pode se tornar também um problema para a conservação da biodiversidade. O objetivo deste trabalho é identificar os potenciais hospedeiros e vetores do VNO e VIA no Rio Grande do Sul e os prováveis ambientes de surgimento de focos destas doenças, através de uma ampla revisão da literatura existente sobre o tema. Até maio de 2006 foi confirmada a sorologia positiva para o VNO nos Estados Unidos e México em 95 espécies de aves, sete das quais ocorrem no Brasil. Também foi confirmada a sorologia positiva para o VIA em 99 espécies de aves silvestres ou domésticas no sul da Ásia, em cativeiro ou em vida livre. Destas, 15 espécies são nativas do Brasil. Não existe nenhum registro de espécies migratórias com populações compartilhadas com o Brasil infectadas com VIA e a doença ainda não alcançou nenhuma região de distribuição geográfica de populações de espécies migratórias que se deslocam pelo país, com exceção de algumas espécies vagantes pelágicas. Os deslocamentos das espécies migratórias brasileiras são de um modo geral restritos ao continente americano, o que dificulta a introdução e expansão do VIA através do transporte por estas aves. A expansão do VNO até o Brasil, entretanto, é bastante provável. A possibilidade de introdução de duas doenças emergentes que afetam aves silvestres e as dificuldades associadas à identificação de espécies potencialmente vetoras impõem a necessidade de uma estratégia ampliada de vigilância ornitológica.

PALAVRAS-CHAVE: aves aquáticas, migrações, zoonoses, saúde ambiental, vigilância epidemiológica, gripe aviária, febre do Nilo, biodiversidade, conservação.

Doenças emergentes são doenças que surgiram recentemente ou que, já existindo, aumentaram significativamente sua incidência e alcance geográfico (Morse 1995). Doenças existentes na vida silvestre estão na origem de muitas doenças humanas (Forattini 1996), algumas das quais envolvendo aves como reservatórios, como duas importantes doenças emergentes - a Febre do Nilo Ocidental e a Influenza Aviária na forma hiperpatógena. Ambas são de interesse mundial, dados os importantes problemas sanitários e econômicos que causam e o grande poder de disseminação de seus agentes.

O Vírus do Nilo Ocidental (VNO) utiliza aves como reservatórios naturais e mosquitos ornitofílicos como vetores obrigatórios, geralmente do gênero *Culex* (Hubalek e Halouzka 1999, Devine 2003, Chevalier *et al.* 2004, Mackenzie *et al.* 2004). Esse gênero de mosquitos tem distribuição cosmopolita e inclui muitas espécies antropofílicas e adaptadas ao convívio humano (Forattini *et al.* 1995). As pessoas infecta-

das parecem produzir baixos títulos do vírus, o que dificulta o diagnóstico e não se constitui em fonte de infecção (Couzin 2003). A transmissão do VNO entre humanos foi reportada apenas como resultado de transfusões de sangue e transplantes de órgãos (Zuckerman 2003). Essas características permitiram a ocorrência do vírus em praticamente todo o mundo. O VNO permanece com status de desequilíbrio na América do Norte, com contínuas mudanças ecológicas e com potencial de expansão. A cada ano surgem informações sobre novas manifestações clínicas, variedades de hospedeiros e modos de transmissão, incluindo a possibilidade de transmissão não vetorial por exposição oral ao vírus (Glaser 2004).

O Vírus da Influenza Aviária (VIA), quer em formas brandas ou hiperpatógenas, se apresenta como zoonose entre aves selvagens e domésticas, reservatórios virais que atualmente têm sido uma das grandes preocupações das autoridades sanitárias mundiais, dada a grande capacidade de disseminação

(Webby e Webster 2003, Enserink 2004). As características biológicas e a complexidade do processo de transmissão do VIA tornam a vigilância dessa doença um grande desafio. Anatídeos domésticos e selvagens, especialmente marrecas do gênero *Anas* (Olsen *et al.* 2006), além de pelo menos outras 105 espécies de diferentes famílias, são comumente portadores de vários subtipos de vírus influenza aviária, frequentemente de forma assintomática (Davidson e Nettles 1988, Horimoto e Kawaoka 2001). Embora esses vírus normalmente não infectem seres humanos, podem ocorrer casos quando o vírus emerge em criadouros de aves de corte e suínos e humanos são expostos ao vírus através da manipulação ou ingestão de carne infectada mal cozida (Capua e Alexander 2002, Claas 1998, Subbarao 1998, Horimoto e Kawaoka 2001).

O planejamento de estratégias de vigilância epidemiológica implica em conhecer quais são as espécies potencialmente vetoras e os prováveis ambientes de surgimento de focos da doença (Luna *et al.* 2003). A avifauna do Brasil inclui um grande contingente de espécies compartilhado com outros continentes, formado por espécies migratórias e espécies residentes com distribuição cosmopolita, que são vias potenciais de introdução de doenças emergentes. Ainda não existe uma análise abrangente da situação atual de infecção de aves brasileiras pelo VNO e VIA na forma hiperpatógena (H5N1) ou da ocorrência destes vírus na área de distribuição de espécies nativas do Brasil. O objetivo deste trabalho é identificar os potenciais hospedeiros e vetores do VNO e VIA no Rio Grande do Sul através de uma ampla revisão da literatura existente sobre o tema. Adicionalmente são sugeridas pautas para o planejamento de uma estratégia de vigilância ornitológica destas doenças emergentes no Rio Grande do Sul.

MÉTODOS

Foi compilada uma lista das aves migratórias que transitam entre o Brasil e outros continentes, cruzando a lista oficial de aves migratórias brasileiras publicada pelo Centro de Pesquisa para Conservação das Aves Silvestres – (CEMAVE 2005), a lista de aves brasileiras publicada pelo Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos (CBRO 2006) e publicações específicas (Hayman *et al.* 1986, Belton 1994, Vooren e Brusque 1999, Bencke 2001). A nomenclatura segue a lista de aves do Brasil (CBRO 2006).

A lista de aves migratórias que transitam no Brasil foi cruzada com as listas mais atualizadas de espécies hospedeiras confirmadas ou potenciais do VNO nas Américas (CENAVE 2005, CDC 1999, 2006, OMS 2005a) e o VIA em escala global (OMS 2005b, USGS 2006).

Foi realizada uma ampla revisão nas bases *ISI Web of Science* e *Science Direct Online*, entre os anos 1995 e 2006, complementada com consultas em outras fontes de informação disponíveis na internet, como relatórios e boletins técnicos, utilizando as palavras “west Nile virus”, “bird flu”, “avian influenza”, “influenza A vírus”, “fowl plague”, “migratory birds”, “aquatic birds”, entre outras. A busca não foi restrita

a nenhuma língua. Especial atenção foi dada aos portais da Organização Mundial da Saúde (OMS), Organização Panamericana da Saúde (OPAS), Organização Mundial de Sanidade Animal (OIE) e Centro de Controle e Prevenção de Doenças (CDC), entre outras. A partir desta revisão procuramos inferir os potenciais hospedeiros, vetores, rotas e áreas de risco no Rio Grande do Sul.

Foi compilada uma lista de espécies de mosquitos hospedeiras potenciais do VNO no Rio Grande do Sul, cruzando os resultados da revisão sobre doenças emergentes com a literatura disponível sobre a fauna de culicídeos do Estado (Cardoso *et al.* 2004, 2005).

RESULTADOS

Padrões de deslocamento de aves com distribuição além do Brasil. As espécies migrantes foram agrupadas em quatro padrões gerais de deslocamento – migrantes neárticos, migrantes austrais, espécies vagantes ou nômades e espécies residentes migrantes parciais (Belton 1994, Bencke 2001, Stotz *et al.* 1996). As espécies e seus deslocamentos sazonais são de um modo geral restritos ao continente americano, porém existem várias conexões, episódicas ou sazonais, com outros continentes.

Cerca de uma centena de espécies de aves migratórias que se reproduzem no Hemisfério Norte ocorrem no Brasil, das quais 44 ocorrem no Rio Grande do Sul, especialmente entre a primavera e o outono austrais. Dentre estas, sete espécies ocorrem também na Europa e África – o maçarico-branco (*Calidris alba*), maçarico-de-colete (*Calidris melanotos*), maçarico-de-papo-vermelho (*Calidris canutus*), maçarico-de-bico-fino (*Calidris bairdii*), batuiruçú (*Pluvialis squatarola*), maçarico-de-perna-amarela (*Tringa flavipes*), vira-pedras (*Arenaria interpres*) e o maçarico-acanelado (*Tryngites subruficollis*). Com exceção das duas primeiras, as populações destas espécies parecem compartilhar indivíduos entre o novo e o velho mundo (Hyman *et al.* 1986).

Os migrantes austrais incluem três espécies de Charadriidae e quatro Laridae exclusivos do novo mundo (Belton 1994). A batuira-de-coleira-dupla (*Charadrius falklandicus*) e o maçarico-de-peito-avermelhado (*Zonibyx modestus*) apresentam populações consideradas pequenas entre os Charadriidae (Vooren e Brusque 1999) e merecem atenção especial de conservação.

A avifauna do Estado inclui ainda espécies vagantes, de hábitos diversos, com ocorrência em outros continentes. Algumas espécies ocorrem em regiões costeiras também na África e no Hemisfério Norte, como o maçarico-do-campo (*Bartramia longicauda*), maçarico-do-bico-torto (*Numenius phaeopus*), pisa-n'água (*Phalaropus tricolor*), narceja (*Gallinago gallinago*), e a narceja-de-costas-brancas (*Limnodromus griseus*) (Hyman *et al.* 1986, Vooren e Brusque 1999). Aproximadamente 20 outras espécies apresentam hábitos pelágicos, nidificam na região subantártica ou ilhas do Atlântico Sul e freqüentam a zona costeira brasileira e de outros continentes,

Tabela 1. Número de espécies brasileiras com confirmação (co) ou suspeita (su) de infecção pelo Vírus do Nilo Ocidental nos Estados Unidos (CDC 2006, OMS 2005a) ou México (CENAVE 2005).

Table 1. Number of brazilian bird species confirmed (co) or suspected (su) of been infected by West Nile Virus in the United States of America (CDC 2006, OMS 2005a) and Mexico (CENAVE 2005).

	Status	Aquáticas		Terrestres		Total
		co	su	co	Su	
Brasil	Migrantes	3	1	3	4	11
	Residentes	1	0	0	0	1
Rio Grande do Sul	Migrantes	2	1	2	4	9
	Residentes	1	0	0	0	1

como duas espécies de gaivotas-rapeiras *Catharacta antarctica* e *C. maccormicki* e várias espécies de Procellariiformes (Harrison *et al.* 1986, Vooren e Brusque 1999). Quatro espécies pelágicas nidificam em ilhas do Atlântico Norte e são eventualmente encontradas nas costas do sul do Brasil – o bobo-de-bico-amarelo (*Puffinus puffinus*), bobo-grande (*Calonectris diomedea borealis*), bobo-de-Cabo-Verde (*C. d. edwardsii*) e o painho-da-ilha-da-Madeira (*Oceanodroma Leucorhoa*).

As espécies migrantes parciais e migrantes austrais estão restritas ao Hemisfério Sul, com exceção da marreca-caneleira (*Dendrocygna bicolor*), da marreca-piadeira (*Dendrocygna viduata*), galinhola (*Gallinula chloropus*) e frango-d'água-azul (*Porphyrio martinica*). Não existem evidências de migrações regulares destas espécies entre os continentes.

Vírus do Nilo Ocidental. A última atualização da lista oficial da OMS de aves com sorologia positiva para o VNO foi realizada em 2002, incluindo 95 espécies de aves infectadas (CDC 1999, CDC 2006, OMS 2005a). Desde então a epidemia continua se alastrando e alcançando novas áreas, podendo ter atingido mais espécies. Após três anos da introdução na América do Norte, o VNO foi isolado nos trópicos (Dupuis *et al.* 2003, Komar, O. *et al.* 2003, CENAVE 2005). Quatro espécies migrantes e uma residente com sorologia positiva ocorrem no Brasil (Tabelas 1 e 2), das quais três espécies ocorrem no Rio Grande do Sul – o maçarico-branco (*Calidris alba*), o vira-pedras (*Arenaria interpres*) e o bacurau-norte-americano (*Chordeiles minor*). O maçarico-branco é a mais abundante dentre elas, com ampla distribuição na zona costeira e registros de bandos ao longo da Lagoa dos Patos e cercanias de Itapuã, próxima a área metropolitana de Porto Alegre (Belton 1994).

Os bandos são observados a partir de fins agosto, chegando antes que as outras espécies migratórias. O vira-pedra ocorre ao longo das praias e enseadas costeiras e foi registrado em todos os meses na Lagoa do Peixe (Belton 1994). O bacurau-norte-americano foi registrado em Mostardas, São Leopoldo e nas proximidades do Pólo Petroquímico, regularmente de setembro a março (Belton 1994). Dentre as espécies suspeitas de infecção pelo VNO, cinco ocorrem no Rio Grande do Sul, sendo a andorinha-de-bando (*Hirundo rustica*) a mais abundante. Esta espécie é visitante de verão encontrada em campos e áreas úmidas em quase todas as regiões do Estado, eventualmente em bandos de milhares (Belton 1994).

O VNO já foi isolado em mais de 50 espécies de mosquitos (Mackenzie *et al.* 2004), das quais três espécies também ocorrem no Estado – *Aedes albopictus* e *Culex quinquefasciatus*, ambos amplamente distribuídas, e *Psorophora ferox*, atualmente concentrada na região da Depressão Central, com registros eventuais em grandes centros urbanos como Porto Alegre e Viamão (Cardoso *et al.* 2004, 2005). *C. quinquefasciatus* tem potencial para desempenhar importante papel na veiculação do VNO no Brasil, pois é um vetor muito ativo principalmente em ambientes modificados (Natal e Ueno 2004). Os dois gêneros mais representados na lista publicada pela OMS (OMS 2005a), incluem várias espécies com ocorrência no Rio Grande do Sul – seis do gênero *Ochlerotatus sp.*, com ampla distribuição na Depressão Central, grandes centros urbanos e na zona costeira e cinco do gênero *Culex*, com ampla distribuição em todo o Estado.

Influenza Aviária. A última listagem de espécies infectadas pela cepa H5N1 no planeta inclui 99 espécies de aves silves-

Tabela 2. Número de espécies brasileiras infectadas em cativeiro (cat) ou vida livre (vl) pelo Vírus da Influenza Aviária hiperpatógena (H5N1) no sudoeste da Ásia (OMS 2005b, USGS 2006).

Table 2. Number of brazilian bird species infected in captivity (cat) or in the wild (vl) by H5N1 avian influenza in Southwestern Asia (OMS 2005b, USGS 2006).

Região		Aquáticas		Terrestres		Total
		cat	vl	cat	vl	
Brasil	Migrantes	5	2	1	1	6
	Residentes	10	1	2	1	12
Rio Grande do Sul	Migrantes	3	0	1	1	4
	Residentes	10	1	2	1	12

Tabela 3. Espécies da avifauna do Brasil com registros confirmados ou suspeitos de infecção pelo Vírus do Nilo Ocidental (VNO) ou Vírus da Influenza Aviária hiperpatógena (VIA-H5N1) nas regiões de origem destas doenças. Em nenhum caso existem aves infectadas ou suspeitas de infecção no continente Sul-americano.

Table 3. Brazilian bird species confirmed or suspected of been infected by West Nile Virus (VNO) in the Americas or H5N1 avian influenza (VIA-H5N1) in Asia. There are no records of either disease in South America.

Espécie	Nome popular	Habitat ^a	Status ^b	VIA (H5N1) ^c	VNO ^d
Ardeidae					
<i>Ardea cinerea</i>	Garça-real-européia	Aq	VA (N)	ca, vl	Co
<i>Ardea cocoi</i>	Garça-moura	Aq	R		Co
<i>Egretta garzetta</i>	Garça-branca-pequena-européia	Aq	VA (N)	ca, vl	
Phoenicopteridae					
<i>Phoenicopus ruber</i>	Flamingo-andino	Aq	R#	ca	
Anatidae					
<i>Amazoneta brasiliensis</i>	Marreca-pé-vermelho	Aq	R	ca	
<i>Anas bahamensis</i>	Marreca-toicinho	Aq	R	ca	
<i>Anas platalea</i>	Marreca-colhereira	Aq	VS (R?)	ca	
<i>Anas platyrhynchos</i>	Marreco-doméstico	Aq	R, Int	ca	
<i>Anas sibilatrix</i>	Marreca-oveira	Aq	VS#	ca	
<i>Anas versicolor</i>	Marreca-cricri	Aq	R	ca	
<i>Anas cyanoptera</i>	Marreca-colorada	Aq	VA (S)		su
<i>Callonetta leucophrys</i>	Marreca-de-coleira	Aq	R	ca	
<i>Coscoroba coscoroba</i>	Capororoca	Aq	R	ca	
<i>Cygnus melanocoryphus</i>	Cisne-de-pescoço-preto	Aq	R	ca	
<i>Dendrocygna viduata</i>	Marreca-piadeira	Aq	R	ca	
<i>Netta peposaca</i>	Marrecão	Aq	VO (R)	ca	
Rallidae					
<i>Gallinula chloropus</i>	Galinhola	Aq	R(P)	ca, vl	
Accipitridae					
<i>Buteo swainsoni</i>	Gavião-papa-gafanhoto	Te	VN		su
<i>Buteo platypterus</i>	Gavião-de-asa-larga	Te	VN		co
Falconidae					
<i>Falco peregrinus</i>	Falcão-peregrino	Te	VN	ca, vl	su
Scolopacidae					
<i>Calidris alba</i>	Maçarico-branco	Aq	VN		co
<i>Arenaria interpres</i>	Vira-pedra	Aq	VN		co
Columbidae					
<i>Columba livia</i>	Pomba-doméstica	Te	R, Int	ca, vl	
Caprimulgidae					
<i>Chordeiles minor</i>	Bacurau-norte-americano	Te	VN		co
Emberezidae					
<i>Passer domesticus</i>	Pardal	Te	R, Int	ca	
Hirundinidae					
<i>Hirundo rustica</i>	Andorinha-de-bando	Te	VN		su
Parulidae					
<i>Seiurus noveboracensis</i>	Mariquita-boreal	Te	VA (N)		co
Icteridae					
<i>Dolichonyx oryzivorus</i>	Triste-pia	Te	VN		su

^a Hábitat preferencial (adaptado de Stotz *et al.* (1996): Aq = aquático; Te = terrestre.

^b Status de ocorrência (adaptado de CBRO (2006): R = residente (evidências de reprodução no país disponíveis); (P) migrante parcial (Stotz *et al.* 1996); VS = visitante sazonal oriundo do sul do continente; VN = visitante sazonal oriundo do hemisfério norte; VO = visitante sazonal oriundo de áreas a oeste do território brasileiro; VA = vagante (espécie de ocorrência aparentemente irregular no Brasil; pode ser um migrante regular em países vizinhos, oriundo do sul [VA (S)] ou do norte [VA (N)]); # = status presumido mas não confirmado; Int = Espécie exótica introduzida no Brasil.

^c Infecção pelo Vírus da influenza Aviária hiperpatógena (H5N1) no sul da Ásia (USGS 2006, OMS 2005): ca = infecção em cativeiro; vl = infecção em vida livre.

^d Infecção pelo Vírus do Nilo Ocidental nos Estados Unidos e México (OMS 2005, CDC 2005, CENAVE 2005): co = infecção confirmada; su = infecção suspeita.

tres ou domésticas, além de diversas espécies de mamíferos (OMS 2005b, USGS 2006). Entre estas se encontram 15 espécies nativas do Brasil, 14 das quais com ocorrência no RS, além de duas exóticas introduzidas no Estado (Tabelas 2 e 3). Existem registros de infecção em vida livre de três espécies cosmopolitas com ocorrência no Brasil e no Sul da Ásia – a garça-real-européia (*Ardea cinerea*), espécie vagante e rara; a galinhola (*Gallinula chloropus*), espécie residente; e o falcão-peregrino (*Falco peregrinus*), espécie migratória. Apenas as duas últimas ocorrem no Rio Grande do Sul. Até a última atualização da literatura, em maio de 2006, não houve nenhum registro de espécie migratória com população compartilhada com o Brasil infectada com esta cepa. Além disso, a doença também não alcançou nenhuma região de distribuição geográfica de populações de espécies migratórias que se deslocam pelo país. Até o momento, o vírus está confirmado em varias regiões da Ásia e desde 2005 na Europa e África (Rappole e Hubálek 2006, OMS 2006).

DISCUSSÃO

Vírus do Nilo Ocidental. Existem poucas espécies ocorrentes no Brasil e no Rio Grande do Sul com sorologia positiva confirmada ou suspeita para o Vírus do Nilo Ocidental, especialmente considerando um contingente migratório que alcança mais de 170 espécies compartilhadas com o Hemisfério Norte (Sick 1997) e não é possível afirmar com segurança que aves silvestres, mesmo as aquáticas migratórias, tenham tido o papel mais importante na propagação do VNO na América do Norte. A evidência de propagação do VNO por aves migratórias está baseada em um estudo de simulação ecológica e geográfica (Peterson *et al.* 2003) que não teve suporte nos padrões observados na propagação do vírus nos Estados Unidos, que seguiu um modelo radial (Peterson *et al.* 2004), diferente do padrão das rotas migratórias. Assim, outras possibilidades de introdução têm igual importância hipotética e devem ser igualmente consideradas nas estratégias de vigilância, em especial a paulatina expansão geográfica da zoonose em direção ao sul. O monitoramento das informações de vigilância nos Estados Unidos, México e Caribe indicará o momento a partir do qual devem se intensificar as ações de vigilância no Brasil. A análise da introdução do VNO nos Estados Unidos é sugestiva das dificuldades existentes em entender os processos de surgimento e expansão de doenças emergentes e do papel das aves silvestres. As circunstâncias exatas de como o VNO foi introduzido na cidade de Nova Iorque em 1999 ainda são desconhecidas (Rappole *et al.* 2000). A hipótese mais aceita sugere que o vírus foi introduzido por uma ave infectada ou por um mosquito infectado, via aeroporto ou porto, pois Nova Iorque é uma capital internacional e a emergência do vírus ocorreu nas proximidades de um grande aeroporto (CDC 1999). A hipótese da introdução do vírus por uma rota normal ou acidental de aves migratórias defendida por Rappole *et al.* (2000) e Luna *et al.* (2003) também é aceita, apesar de um tanto surpreendente, pois parece improvável aliar uma infecção

aguda das aves com a migração de longa distância, especialmente no caso de espécies sem história prévia de adaptação ao vírus. Existem ainda as possibilidades do vírus ter chegado primeiro na América Tropical e depois ter sido levado para a América do Norte e da introdução ter-se iniciado pela importação legal ou ilegal de aves exóticas (Peterson *et al.* 2004). De fato, as arboviroses são caracterizadas por complexas relações ecológicas, cujos cenários variam de paisagens naturais ou silvestres a antropogênicas, incluindo também áreas urbanizadas (Weaver e Barret 2004, Chevalier *et al.* 2004), o que dificulta o entendimento e a previsão do processo de propagação.

Uma vez confirmada sua expansão geográfica além da região caribenha, as regiões litorânea, da depressão central e metropolitana de Porto Alegre, devem ser consideradas áreas prioritárias de vigilância epidemiológica para VNO no Rio Grande do Sul. Nos EUA as epidemias ocorreram em regiões pantanosas ou próximas, onde se estabelece contato entre concentrações de aves com grande número de mosquitos, que por sua vez são capazes de infectar humanos (Rappole *et al.* 2000). Admite-se que o VNO se adapta a dois ciclos de infecção: um rural-silvestre e outro urbano. O rural-silvestre é mantido por aves de terrenos pantanosos e mosquitos ornitofílicos, enquanto que o urbano envolve aves sinantrópicas ou domésticas e mosquitos que se alimentam nesses animais e no homem (Hubalek e Halouska 1999). A agricultura irrigada também parece favorecer o incremento de endemias veiculadas por mosquitos (Forattini *et al.* 1993). No Rio Grande do Sul, as regiões mencionadas recebem a maior parte de aves migratórias terrestres e aquáticas provenientes do Hemisfério Norte e que poderiam funcionar como transporte do vírus. Além disso, abrigam as maiores concentrações de áreas úmidas do Estado (Maltchik *et al.* 2003) e diversas espécies de mosquitos potencialmente importantes como vetores e incluem as principais aglomerações urbanas do Estado. Quantidades significativas de terras usadas para plantação de arroz e reservatórios para irrigação, juntamente com áreas úmidas naturais, fornecem um bom habitat para aves aquáticas (Belton 1994). A planície litorânea abriga um extenso e complexo sistema de lagoas, lagunas e áreas úmidas associadas, além de extensas áreas cultivadas com arroz irrigado e inúmeros reservatórios para irrigação. O litoral norte apresenta características de conurbação e recebe grande população urbana nos meses de verão, época que estão também presentes diversas espécies migrantes neárticas (Vooren e Brusque 1999).

O táxon que representa o principal reservatório na manutenção da transmissão local do VNO ainda permanece obscuro e depende muito da estrutura das comunidades locais de aves. Sabe-se da importância de passeriformes como importantes reservatórios para o VNO (Komar, N. *et al.* 2003). Além disso, a maioria das espécies de passeriformes está associada a ambientes terrestres, aproximando-se mais das áreas urbanizadas, podendo assim introduzir o VNO em cidades que percorram durante seu deslocamento. Atenção especial deve ser dada à andorinha-de-bando (*Hirundo rustica*), que aparece em bando de milhares e é encontrada em campos e áreas úmidas

ao longo do litoral e em quase todas as regiões do Rio Grande do Sul, incluído áreas urbanas (Belton 1994).

Não se tem uma clara noção dos efeitos do VNO nas áreas tropicais, que junto com a América do Sul constituem os principais locais de alimentação das aves migratórias do Hemisfério Ocidental. As evidências sugerem efeitos menos negativos do que os apresentados nos EUA (Peterson *et al.* 2004), o que poderia ser explicado por um possível contato prévio com outros vírus da família *Flaviviridae* (como por exemplo Dengue, Febre Amarela e Rocio) ou pela possibilidade de uma dissolução dos efeitos do vírus em função de uma maior diversidade de espécies, comparando com o Hemisfério Norte. Existe ainda a possibilidade de casos de mortalidade em aves simplesmente não terem sido noticiados.

Vírus da Influenza Aviária Hiperpatógena. A expansão do VIA até o Brasil e, em especial, o Rio Grande do Sul, transportada por aves aquáticas migratórias, é uma possibilidade remota. A cepa H5N1 surgiu em 1997 está ainda restrita às rotas migratórias que coincidem com a região de surgimento da cepa – Ásia Central, Austrália-Ásia Oriental e África Oriental-Ásia Ocidental (Olsen *et al.* 2006). Apenas duas espécies que ocorrem no Rio Grande Sul já apresentaram viremia confirmada, ambas na região asiática – a galinhola e o falcão-peregrino.

Além disso, a avifauna do Hemisfério Sul do continente americano é composta por populações e espécies consideravelmente isoladas de outros continentes, conforme demonstrado acima. Este padrão de isolamento se reflete nas linhagens evolutivas do vírus de influenza aviária, que podem ser separadas entre linhagens americanas e eurásianas (Olsen *et al.* 2006). Algumas poucas espécies de aves são compartilhadas com a África e nenhuma espécie migra entre estes continentes. A maioria das espécies compartilhadas com a Europa e Ásia é tipicamente residente de distribuição cosmopolita e apresenta populações isoladas em cada continente. Mesmo as espécies migrantes neárticas que ocorrem na Europa e nas Américas utilizam diferentes regiões de reprodução (Hayman *et al.* 1986). Um caso especial é o do maçarico-de-papo-vermelho e do maçarico-de-bico-fino, cujas populações americanas e europeias são parcialmente mescladas na época de reprodução. Outra possibilidade seria a introdução pelas espécies nômades. Estas, entretanto, são relativamente raras, ocorrendo como indivíduos isolados quase que exclusivamente avistados no mar. As espécies de distribuição intercontinental subantártica são um caso especial, uma vez que um mesmo indivíduo pode circular desde o sul da Ásia até as Américas (Martin Sander, com. pessoal). De qualquer modo, a prevalência de viremia é baixa em procelariiformes e charadriiformes, os subtipos são diferentes dos encontrados em aves continentais como os Anseriformes e de difícil transmissão entre estas ordens (Olsen *et al.* 2006).

Considerando que as rotas migratórias que incluem o Rio Grande do Sul são exclusivamente americanas, a introdução do VIA no estado dependerá da sua introdução primeiro em

espécies que tenham contato com as que aqui ocorrem. Neste caso, são espécies candidatas à introdução as migrantes neárticas com rotas migratórias também pela Europa-África, especialmente quando as populações dessas espécies compartilham parcialmente as áreas de reprodução.

Finalmente, não é possível afirmar com segurança que aves silvestres, migratórias ou aquáticas, tenham um papel central na propagação do VIA, mesmo que existam evidências de sua participação como principais hospedeiros (Olsen *et al.* 2006). Os vários tipos de VIA circulam por aves silvestres em todo o planeta, normalmente sem causar epidemias em aves ou humanos. A hipótese atual considera as aves aquáticas, especialmente da ordem Anseriformes, como os reservatórios principais de influenza A na natureza, pois não apresentam sintomas aparentes de infecção e podem alcançar longos vôos infectando outras aves (Webster *et al.* 1992, Horimoto e Kawakita 2005, OMS 2005b). Dessas espécies haveria a transmissão para outras espécies de aves e mamíferos (OMS 2005b). Foi sugerido que as aves migratórias estariam implicadas na propagação da cepa H5N1 do VIA em vários países (Liu *et al.* 2005). A recente confirmação de casos na Europa ocorreu numa área úmida de grande importância para aves migratórias provenientes da Rússia e Escandinávia, onde também existem focos de infecção (CMS 2006). Por outro lado, as evidências indicam contágio local das aves, pois estas chegaram saudáveis e morreram poucos dias depois (BIRDLIFE 2006b). Portanto, não existem provas suficientemente sólidas para descartar a hipótese de propagação por outros meios, como transporte humano ou até mesmo por outras espécies de aves (Olsen *et al.* 2006). O fato de haver alto índice de mortalidade em aves aquáticas demonstra que aquelas espécies são suscetíveis à nova cepa do vírus e não necessariamente que elas estiveram implicadas na introdução do vírus naquelas áreas. A expansão da cepa H5N1 na Ásia parece estar mais relacionada com o movimento de aves domésticas infectadas, pois os padrões de expansão não são coerentes com a sincronização e direção dos movimentos de aves migratórias (BIRDLIFE 2006a).

A vigilância do VIA inclui a preocupação com a interação entre aves silvestres e criações de aves domésticas, em especial dado que o Rio Grande do Sul apresenta uma grande riqueza e abundância de aves aquáticas (Belton 1994, Guadagnin *et al.* 2005) e também concentra a criação de aves de corte. Contudo, no Rio Grande do Sul, as áreas de concentração de aves aquáticas e áreas úmidas não correspondem às regiões de criação intensiva de aves de corte, que se concentram na região das escarpas da Serra Geral, no Nordeste do Estado. A localização de criadouros fora das rotas de aves migratórias constitui uma estratégia importante de prevenção para o VIA, pois se acredita que a transmissão ocorra no contato das aves de corte com aves de vida livre através de fontes de água contaminadas (OMS 2005c), porém mais estudos são necessários com a finalidade de conhecer quais espécies poderiam estar envolvidas nessa transmissão.

A propagação da cepa H5N1 representa um importante problema de conservação da biodiversidade, dada a já de-

REFERÊNCIAS

monstrada susceptibilidade de diversas espécies silvestres a quadros agudos de infecção e mortalidades massivas (Liu *et al.* 2005). Aves aquáticas que normalmente portam vários subtipos de VIA têm-se mostrado particularmente vulneráveis a cepa H5N1. Do ponto de vista da conservação deve ser dada especial atenção às espécies que apresentam populações pequenas e às espécies ameaçadas que compartilham a distribuição geográfica e os habitats com as espécies mais propensas a introduzir o VIA (CMS 2006). No Hemisfério Sul, as espécies migrantes austrais são menos abundantes que as neárticas, sendo que particular atenção deve ser dada a particularmente à batuíra-de-coleira-dupla e o maçarico-de-peito-avermelhado (Vooren e Brusque 1999).

Recomendações para a vigilância ornitológica. A emergência de novas doenças a partir de espécies silvestres é um fenômeno que requer vigilância permanente e ações de controle para impedir que se transformem em ameaças para a saúde pública e a para a conservação da biodiversidade. A ocorrência do VNO e, principalmente, a possibilidade de introdução da VIA nas Américas têm suscitado ações de vigilância de aves silvestres, em particular de aves aquáticas migratórias. Existem entretanto muitas incertezas quanto ao real papel desempenhado pelas aves silvestres em diferentes aspectos epidemiológicos destas doenças (CMS 2006, Olsen *et al.* 2006). É urgente a necessidade de pesquisas que associem de forma inequívoca a migração de aves com a propagação do VNO e do VIA. Enquanto isso, é prudente estabelecer uma estratégia de vigilância ampliada, incluindo um leque maior de vetores e de áreas potenciais. Igual peso deve ser dado à vigilância de um leque ampliado de mecanismos de propagação, em especial a todos os aspectos ligados ao comércio legal e ilegal de aves silvestres e domésticas (CDC 2003, OMS 2005a, 2005c). Cabe lembrar também que é prudente vigiar não apenas o VIA, mas também o VNO (Luna *et al.* 2003). Este último já está presente no continente americano, está em expansão geográfica e também pode provocar mortalidade massiva em aves silvestres e quadros de doença aguda em humanos, especialmente em populações sem história prévia de contato com o vírus. A vigilância ornitológica conjunta destas doenças pode evitar interpretações e alertas confusos, condutas inadequadas ou atrasos na adoção de medidas pertinentes a cada caso. Finalmente, respeitada a primazia das ações voltadas à saúde coletiva, devem ser também iniciadas ações dirigidas à proteção das espécies que já é possível considerar como vulneráveis a estas doenças emergentes, particularmente ao VIA. Pelo menos 25 espécies de aves aquáticas estão ameaçadas de extinção no Rio Grande do Sul e são portanto, vulneráveis à introdução destas doenças emergentes.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Martin Sander e Eliana Wendland pelas idéias e pela revisão das primeiras versões do manuscrito.

- Belton, W. (1994) *Aves do Rio Grande do Sul, Distribuição e Biologia*. São Leopoldo: Unisinos.
- Bencke, G.A. (2001) *Lista de Referência das Aves do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre: FZBRS.
- BIRDLIFE (2006a) *BirdLife Statement on Avian Influenza, 28 February 2006*. http://www.birdlife.org/action/science/species/avian_flu/birdlife_ai_statement_28_02_06.pdf (acesso em 28/06/2006).
- _____ (2006b) *Fish farming and the risk of spread of avian influenza, March 2006*. http://www.birdlife.org/action/science/species/avian_flu/fish_farming_review.pdf (acesso em 17/03/2006).
- Enserink, M. (2004) Avian influenza: Catastrophe waiting in the wings? *Science* 306: 2016.
- Capua, I. e D.J. Alexander (2002) Avian influenza and human health. *Acta Tropica* 83: 1-6.
- Cardoso, J.D., E. Corseuil e J.M.S. Barata (2004) Anophelinae (Diptera, Culicidae) ocorrentes no Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. *Entomol. Vect.* 11: 159-177.
- _____ (2005) Culicinae (Diptera, culicidae) occurring in the State of Rio Grande do Sul, Brazil. *Ver. Brasil. Entomol.* 49: 275-287.
- CBRO - Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos (2006) *Lista Primária das Aves do Brasil*. <http://www.cbro.org.br/CBRO/listapri.htm> (acesso em 06/06/2006).
- CDC - Center for Disease Control and Prevention (1999) Update: West Nile-like viral encephalitis –New York, 1999. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep.* 48:890-5.
- _____ (2003) Epidemic/Epizootic West Nile Virus in the United States: Guidelines for Surveillance, Prevention, and Control. U.S. Department of Health and Human Services. Centers for Disease Control and Prevention. <http://www.cdc.gov/ncidod/dvbid/westnile/resources/wnv-guidelines-aug-2003.pdf> (acesso em 21/09/2006).
- _____ (2006) West Nile Virus - Vertebrate Ecology: Bird Species. <http://www.cdc.gov/ncidod/dvbid/westnile/birdspecies.htm> (acesso em 21/09/06).
- _____ (2005b) Virus del Nilo Occidental – Estadísticas, vigilancia y control 2005 (Hasta el 23 de Agosto de 2005). http://www.cdc.gov/ncidod/dvbid/westnile/spanish/2005casecount_spanish.htm (acesso em 21/09/2006).
- CEMAVE - Centro de Pesquisa para Conservação das Aves Silvestres (2005) Lista de aves migratórias ocorrentes no Brasil. <http://www.ibama.gov.br/cemave> (acesso em 27/07/2005).

- CENAVE - Comité Intersectorial para la Vigilancia, Prevención y Control Del Virus Del Oeste Del Nilo (2005) Vigilancia Ornitológica. <http://cenave.gob.mx/von/> (acesso em 09/09/2005).
- Chevalier, S.R., L. Baldet, L. Vial e F. Roger (2004) Epidemiological processes involved in the emergence of vector-borne disease: West Nile fever, Rift Valley fever, Japanese encephalitis and Crimean-Congo haemorrhagic fever. *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz.* 23: 535-555.
- Claas, E.C.J. (1998) Human influenza A H5N1 virus related to a highly pathogenic avian influenza virus. *Lancet* 351: 472-477.
- CMS Scientific Council – Convention on Migratory Species (2006) International Scientific Task Force on Avian Influenza (AI) to analyze links between Migratory Water Birds and AI. http://www.cms.int/news/PRESS/nwPR2005/Technical_Note_rev1.pdf (acesso em 17/03/2006).
- Couzin, J. (2003) West Nile virus: Blood banks in a ‘race against the mosquitoes’. *Science* 299: 1824.
- Davidson, W.R. e V.F. Nettles (1988) *Field manual of Wildlife Disease in the Southeastern United States*. Southeastern Cooperative Wildlife Disease Study.
- Devine, P.A. (2003) West Nile Virus Infection. *Infectious Diseases Update*. 10:191-195.
- Dupuis, A.P., P.P. Marra e L.D. Kramer (2003) Serologic evidence of West Nile virus transmission, Jamaica, West Indies. *Emerg. Infect. Dis.* 9: 860-863.
- Forattini, O.P. (1996) *Epidemiologia Geral*. São Paulo: Artes Médicas, 2ª ed.
- _____, I. Kakitani, E. Massad e D. Marucci (1993) Studies on mosquitoes (Diptera: Culicidae) and anthropic environment. 3- Survey of adult stages at the rice irrigation system and the emergence of *Anopheles albitalis* in South-Eastern, Brazil. *Revista de Saúde Pública* 27: 313-325.
- _____, _____, _____ e _____ (1995) Studies on Mosquitos (Diptera, Culicidae) and Anthropic Environment - 10- Survey of Adult Behavior of *Culex Nigripalpus* and Other Species of *Culex* (*Culex*) in South-Eastern Brazil. *Revista de Saúde Pública* 29: 271-278.
- Glaser, A. (2004) West Nile virus and North America: An unfolding story. *Revue Scientifique et Technique de l'Office International des Epizooties* 23: 557-568.
- Guadagnin, D.L., A.S. Peter, L.F.C. Perello e L. Maltchik (2005) Spatial and temporal patterns of waterbird assemblages in fragmented wetlands of Southern Brazil. *Waterbirds* 28:261-272.
- Harrison, B.A.; P.T.Z. Antas e F. Silva (1986) Northward shorebird migration on the Atlantic coast of southern Brazil. *Vida Silvestre Neotropical* 1: 45-54.
- Hayman, P., J. Marchant e T. Prater (1986) *Shorebirds - an identification guide*. London: A&C Black.
- Horimoto, T. e Y. Kawaoka (2001) Pandemic threat posed by avian influenza A viruses. *Clinical Microbiology Reviews* 14: 129-133.
- _____. (2005) Influenza: Lessons from past pandemics, warnings from current incidents. *Nature Reviews Microbiology* 3: 591-600.
- Hubalek, Z. e J. Halouzka (1999) West Nile fever - a re-emerging mosquito-borne viral disease in Europe. *Emerg. Infect. Dis.* 5: 643-650.
- Komar, N., S. Langevin, S. Hinten, N. Nemeth, E. Edwards, D. Hettler, B. Davis, R. Bowen e M. Bunning (2003) Experimental infection of north American birds with the New York 1999 strain of West Nile virus. *Emerg. Infect. Dis.* 9: 311-322.
- Komar, O. M.B. Robbins, K. Klenk, B.J. Blitvich, N.L. Marlenee, K.L. Burkhalter, D.J. Gubler, G. Gonzalvez, C.J. Pena, A.T. Peterson e N. Komar (2003) West Nile virus transmission in resident birds, Dominican Republic. *Emerg. Infect. Dis.* 9: 1299-1302.
- Liu, J., H. Xiao, F. Lei, Q. Zhu, K. Qin, X.W. Zhang, X.L. Zhang, D. Zhao, G. Wang, Y. Feng, J. Ma, W. Liu, J. Wang e G.F. Gao (2005) Highly pathogenic H5N1 influenza virus infection in migratory birds. *Science* 309: 1206.
- Luna, E.J.A., L.E. Pereira e R.P.D. Souza (2003) Encefalite do Nilo Ocidental, nossa próxima epidemia? *Epidemiologia e Serviços de Saúde* 12: 7-19.
- Mackenzie, J.S., D.J. Gubler e L.R. Petersen (2004) Emerging flaviviruses: the spread and resurgence of Japanese encephalitis, West Nile and dengue viruses. *Nature Medicine Supplement* 10: 98-108.
- Maltchik, L.F., G. Schneider, G. Becker e A. Escobar (2003) Inventory of wetlands of Rio Grande do Sul (Brazil). *Pesquisas Botânica* 53: 89-100.
- Morse, S.S. (1995) Factors in the Emergence of Infectious Diseases. *Emerg. Infect. Dis.* 1: 7-15.
- Natal, D. e H.M. Ueno (2004) Vírus do Nilo Ocidental: características da transmissão e implicações vetoras. *Entomol. Vect.* 11: 417-433.
- Olsen, B., V.J. Munster, A. Wallensten, J. Waldenstrom, A.D.M.E. Osterhaus e R.A.M. Fouchier (2006) Global patterns of influenza A virus in wild birds. *Science* 312: 384-388.

- OMS – Organização Mundial da Saúde (2005a) Diretrizes para vigilância, prevenção e controle do Vírus do Nilo Ocidental. <http://www.paho.org/Portuguese/AD/DPC/CD/wnv-info.htm> (acesso em 26/05/2005).
- _____ (2005b) Propagación geográfica del virus de la gripe aviar H5N1 en las aves. Actualización nro. 28. http://who.int/csr/don/2005_08_18/es/print.html (acesso em 26/08/2005).
- _____ (2005c) Influenza pandemic preparedness plan: the role of WHO and guidelines for national and regional planning. <http://www.who.int/crs/resources/publications/influenza/en/whocdscsredc991.pdf> (acesso em 16/05/2005).
- _____ (2006) Situation updates – Avian influenza. http://www.who.int/csr/disease/avian_influenza/updates/en/index.html (acesso em 22/09/2006).
- Peterson, A.T., D.A. Vieglaiss e J.K. Andreasen (2003) Migratory birds modeled as critical transport agents for West Nile Virus in North America. *Vector-Borne and Zoonotic Diseases* 3: 27-37.
- _____, N. Komar, O. Komar, A. Navarro-Singüenza, M.B. Robbins e E. Martinez Meyer (2004) West Nile virus in the New World: potential impacts on bird species. *Bird Conservation International* 14: 215-232.
- Rappole, J.H., S.R. Derrickson e Z. Hubalek (2000) Migratory birds and spread of West Nile Virus in the Western Hemisphere. *Emerg. Infect. Dis.* 6: 319-328.
- _____ e Z. Hubálek, Z. (2006) Birds and influenza H5N1 virus movement to and within North America. *Emerg. Infect. Dis.* [serial on the Internet]. <http://www.cdc.gov/ncidod/EID/vol12no10/05-1577.htm>
- Subbarao, K.; A. Klimov, J. Katz, H. Regnery, W. Lim, H. Hall, M. Perdue, D. Swayne, C. Bender, J. Huang, M. Hemphill, R. Rowe, M. Shaw, X.Y. Xu, K. Fukuda e N. Cox (1998) Characterization of an avian influenza A (H5N1) virus isolated from a child with a fatal respiratory illness. *Science* 279: 393-396.
- Sick, H. (1997) *Ornitologia Brasileira*. Rio de Janeiro: Nova Fronteira.
- Stotz, D.F., J.W. Fitzpatrick, T.A. Parker III e D.K. Moskovits (1996) *Neotropical birds: Ecology and Conservation*. Chicago and London: The University of Chicago.
- USGS – United States Geological Service (2006) List of Species Affected by H5N1 (Avian Influenza). USGS National Wildlife Health Center. http://www.nwhc.usgs.gov/disease_information/avian_influenza/affected_species_chart.jsp (acesso em 21/09/2006).
- Vooren, C.M. e L.F. Brusque (1999) As Aves do Ambiente Costeiro do Brasil: Biodiversidade e Conservação. Relatório técnico: Avaliação e Ações Prioritárias para Conservação da Biodiversidade das Zonas Costeiras e Marinha, 1999.
- Weaver, S.C. e A.D.T. Barrett (2004) Transmission cycles, host range, evolution and emergence of arboviral disease. *Nature Reviews Microbiology* 2: 789-801.
- Webby, R.J. e R.G. Webster (2003) Are we ready for pandemic influenza? *Science* 302: 1519-1522.
- Webster, R.G; W.J. Bean, O.T. Gorman, T.M. Chambers e Y. Kawaoka (1992) Evolution and Ecology of Influenza A Viruses. *Microbiological Reviews* 56: 152-179.
- Zuckerman, J.N. (2003) The traveller and West Nile virus. *Travel Medicine and Infectious Disease* 1: 149-152.

Novos registros de *Spizaetus ornatus* (Accipitridae) no sul do Brasil

André de Mendonça-Lima¹, Felipe Zilio¹, Cristian Marcelo Joenck¹ e André Barcellos²

¹ Bourscheid S. A. Engenharia e Meio Ambiente, Rua Miguel Tostes 962, Porto Alegre, RS. E-mail: meioambiente@bourscheid.com.br ou mendoncalima@hotmail.com

² Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Av. Bento Gonçalves, 9500, Prédio 43422, CEP 91540-000, Porto Alegre, RS, Brasil. E-mail: abarcellos@ecologia.ufrgs.br

Recebido em 24 de outubro de 2005; aceito em 07 de abril de 2006

ABSTRACT. New records of the Ornate Hawk-Eagle *Spizaetus ornatus* (Accipitridae) in southern Brazil. We present new records of the Ornate Hawk-Eagle for the states of Rio Grande do Sul and Santa Catarina, southern Brazil. Records were made in the townships of Bom Jesus and Esmeralda (Rio Grande do Sul), Capão Alto and Campo Belo do Sul (Santa Catarina), in the period between September 2002 and February 2006. The observation of a young bird suggests the existence of an area of reproduction in the state of Rio Grande do Sul.

KEY WORDS: Ornate Hawk-Eagle; *Spizaetus ornatus*; new records; Brazil.

PALAVRAS CHAVE: gavião-de-penacho; *Spizaetus ornatus*; novos registros; Brasil.

De acordo com Thiollay (1994) e Sick (1997), o gavião-de-penacho (*Spizaetus ornatus*) ocorre do sul da América do Norte (México) à Argentina e em todo o território brasileiro. Essa espécie habita regiões florestadas, onde caça aves, pequenos mamíferos e répteis (Robinson 1994, Sick 1997, Ferguson-Lees e Christie 2001).

Em meados da década de 1980, a despeito da existência de habitats propícios nas florestas da Serra do Mar e de Missões, a presença de populações remanescentes de *S. ornatus* nos estados do sul do Brasil (Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná) foi considerada duvidosa (Albuquerque 1986). Atualmente, *S. ornatus* é considerado provavelmente extinto no Rio Grande do Sul (Bencke *et al.* 2003) e raro em Santa Catarina (Rosário 1996), embora seu *status* de conservação não tenha sido avaliado neste último estado. Nas demais regiões do Brasil, o gavião-de-penacho é considerado ameaçado ou provavelmente extinto em todos os estados que possuem estudos elaborados (listas ou livros vermelhos) sobre o *status* das espécies ocorrentes em seus territórios (Machado *et al.* 1998, São Paulo 1998, Bergallo *et al.* 2000, Mikich e Bérnills 2004, Espírito Santo 2005), ainda que não figure nas listas mundial e nacional de espécies ameaçadas de extinção (Ministério do Meio Ambiente 2003, BirdLife International 2005). No Rio Grande do Sul, o registro mais recente é o divulgado por Kindel (1996 *apud* Bencke *et al.* 2003) para a Estação Ecológica de Aracuri, município de Muitos Capões, no início da década passada, enquanto para Santa Catarina tem-se o registro de Albuquerque (1995), em 30/08/1987. Dados históricos de Berlepsch e Ihering (1885 *apud* Bencke *et al.* 2003) informam que este gavião nidificava nos arredores de Taquara, em uma região que atualmente pertence ao município de Igrejinha, no Rio Grande do Sul.

Os registros de *S. ornatus* aqui divulgados ocorreram no período entre junho/2002 e fevereiro/2006 durante a execução do Projeto de Monitoramento e Salvamento de Fauna do Aproveitamento Hidrelétrico Barra Grande (AHE Barra Grande),

realizado pela equipe da Bourscheid S. A. Engenharia e Meio Ambiente. A área trabalhada situa-se às margens do rio Pelotas e, abrange os municípios de Pinhal da Serra, Esmeralda, Vacaria e Bom Jesus, no Estado do Rio Grande do Sul, e Anita Garibaldi, Cerro Negro, Campo Belo do Sul, Capão Alto e Lages, em Santa Catarina. Foi possível verificar a ocorrência do gavião-de-penacho em ambos os Estados, apresentando-se os registros a seguir.

Para Campo Belo do Sul/SC foram contabilizados 21 registros do gavião-de-penacho, sendo considerado o município com maior número de registros para esta espécie. Salienta-se que todos os registros foram realizados em duas localidades no interior da Fazenda Florestal Gateados, que atua na área da silvicultura, denominadas de Canoas e Pedras Brancas. A primeira ocorrência foi em 05/09/2002 através de contato visual e auditivo com um indivíduo adulto que voava alto em círculos sobre a floresta nativa na calha do rio Pelotas (AML - 50°55'17.762"W,27°59'33.209"S). No segundo registro, em 24/03/2003, foi possível a observação de dois indivíduos que vocalizam e voavam em círculos sobre borda entre plantação de *Pinus* sp. e floresta nativa (AML - coordenada 50°55'6.036"W,27°58'57.941"S). Em 06/04/2003 foi efetuado novamente o registro de dois indivíduos que sobrevoavam em círculos e vocalizavam sobre borda entre plantação de *Pinus* sp. e floresta decidual (AB - 50°53'39.864"W,27°59'31.128"S). Assume-se que se tratava de um casal adulto, dada a plumagem e ao tamanho diferente das duas aves. O quarto registro deu-se em 09/01/2004 com a observação e audição de um indivíduo adulto voando alto (AML - 50°55'17.107"W,27°59'27.554"S). Posteriormente, em 10/03/2004, foi efetuado registro visual e auditivo de um indivíduo voando muito alto (AML - 50°51'3.413"W,28°1'52.74"S). O sexto registro, em 31/03/2004, ocorreu a partir de contato visual e auditivo com um indivíduo adulto (AML - 50°51'10.212"W,28°2'2.042"S). No dia 01/06/2004 foi observado e escutado um indivíduo adulto voando, a cerca de 20 m de altura, que atravessou área de borda

de floresta em direção ao vale do rio Pelotas (AML - 50°51'1.948"W, 28°1'52.381"S). Dois dias após, em 03/06/2004, foi observado no mesmo ponto um indivíduo vocalizando e voando muito alto (AML - 50°51'1.948"W, 28°1'52.381"S). O nono registro foi efetuado no dia 16/10/2004, com a observação de um indivíduo sobrevoando e vocalizando sobre o vale do arroio Limeira (FZ - 50°54'26.365"W, 27°59'26.547"S). Em 01/06/2005 foi efetuado registro auditivo de um indivíduo às 10:43 h (FZ - 50°55'20.3"W, 27°59'15.889"S) e um dia após, em 02/06/2005, foi assinalado o mesmo tipo de registro, porém em outra localização (FZ - 50°54'26.365"W, 27°59'26.547"S). O décimo segundo registro foi em 01/07/2005 através de visualização e audição de um indivíduo sobre o vale do rio Pelotas (CMJ - 50°56'21.846"W, 27°56'56.729"S). Posteriormente, em 16/07/2005, foi efetuado o registro vocal de um indivíduo (FZ - 50°51'3.119"W, 28°1'52.902"S). No dia 26/07/2005 foram efetuadas duas observações, ambas foram audição e visualização de um indivíduo com plumagem adulta, sendo o primeiro às 12:30 h (CMJ - 50°53'36.223"W, 27°59'48.642"S) e o segundo às 13:32 h (CMJ - 50°54'20.569"W, 27°59'39.023"S). Um dia após, em 27/07/2005, foi efetuado registro visual e auditivo de um indivíduo com plumagem adulta às 14:37 h. (CMJ e FZ - 50°53'41.727"W, 27°59'36.297"S). No dia 18/10/2005, às 13:30 h e posteriormente às 14:58 h, um indivíduo foi observado sobrevoando, a cerca de 20m de altura, uma área intermediária entre mata nativa e plantação de *Pinus* sp. (FZ - 50°53'41.727"W, 27°59'36.297"S). No dia seguinte, 19/10/2005, dois registros foram efetuados, o primeiro foi auditivo às 10:21 h (FZ - 50°53'48.962"W, 27°59'12.611"S) e o segundo, um indivíduo vocalizando e voando alto sobre uma plantação de *Pinus* sp., às 11:31 h (FZ - 50°53'45.456"W, 27°59'41.825"S). Em 29/01/2006, às 12:17 h, foi realizado o registro vocal de um indivíduo sobrevoando o vale do arroio Limeira (FZ - 50°54'26.365"W, 27°59'26.547"S).

Para o Município de Capão Alto foram efetuados dois registros em dias subseqüentes, 03 e 04/10/2002, sendo constatada, para ambos os dias, a vocalização alta de um indivíduo que não foi avistado (AML - 50°57'49.5"W, 27°56'42.168"S). Ainda foi registrado, em 26/10/2005, um indivíduo adulto vocalizando pousado no alto de uma árvore nas margens catarinense do rio Pelotas próximo às coordenadas 50°52'30,0"W, 28°07'44.1"S (CMJ).

No dia 31/10/2003, em Bom Jesus, foi capturado acidentalmente em armadilha para mamíferos de médio porte, na borda de floresta ombrófila mista, um indivíduo adulto (Figura 1) atraído por um camundongo albino (*Mus musculus*) utilizado como isca (AB - 50°43'8.049"W, 28°17'10.301"S). Posteriormente, em 02/11/05 uma vocalização (CMJ - 50°42'55.626"W, 28°17'57.331"S), em 05/11/05, às 8:30, visualização de um indivíduo adulto sobrevoando as margens do rio Santana (CMJ - 50°44'7.37"W, 28°19'25.67"S). Em 7/11/2005 um indivíduo foi visualizado em vôo circular (a cerca de 10 m de altura) sobre a borda de uma mata às 14:40 h. Em seguida o indivíduo pousou em um galho horizontal de uma árvore emergente no interior da mata, onde permaneceu por cerca de 5 min for-

rageando (olhando para o solo com movimentos laterais da cabeça como que procurando algo) até alçar vôo e o contato visual ser perdido (FZ - 50°42'54.968"W, 28°18'37.528"S). Em 17/02/2006, às 11:10 h, um indivíduo foi visualizado no mesmo local que o do registro anterior (FZ - 50°42'54.968"W, 28°18'37.528"S).

Em 23/09/2005 foi encontrado um filhote e pelo menos um adulto próximo no lajeado Taipinha, Município de Esmeralda no Rio Grande do Sul (CMJ, FZ e AML - 51°1'57.556"W, 27°57'19.09"S).

Thiollay (1989) verificou um território máximo de *S. ornatus* em 1374 ha (comprimento máximo de 6900 m). A localização geográfica de nossos registros, adicionada a ocorrência de indivíduos adultos e juvenil, sugere que o tamanho mínimo da população do gavião-de-penacho para a área de influência do AHE Barra Grande seja de pelo menos três indivíduos abrangendo os municípios de Capão Alto/SC e Esmeralda/RS, dois indivíduos para Campo Belo do Sul/SC e um indivíduo para Bom Jesus/RS.

Os registros aqui apresentados sugerem que a espécie *Spizaetus ornatus* tenha sido subamostrada no Rio Grande do Sul ao longo das últimas décadas ou que a espécie esteja recolonizando esse estado a partir de áreas florestadas mais ao norte. A existência de uma expressiva cobertura florestal (matas primárias alteradas e matas secundárias) nos vales com encostas íngremes das porções média e superior da bacia do rio Pelotas, principalmente em Santa Catarina, reforça a primeira hipótese. Ou seja, os indivíduos observados durante os trabalhos de campo representariam populações remanescentes que sobreviveram em áreas de difícil acesso, onde a supressão da cobertura florestal original foi limitada. Deste modo, indivíduos desta espécie estariam utilizando áreas florestais do vale do rio Pelotas e seus afluentes para sobrevivência, formando, assim, extensos territórios que abrangem o Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Como afirmado anteriormente, porções de florestas mais preservadas encontram-se no lado catarinense, logo há maior probabilidade de ocorrerem registros do gavião-de-penacho em regiões onde seu hábitat está mais preservado. A observação de um filhote no Município de Esmeralda evidencia a reprodução desta espécie no Estado do Rio Grande do Sul, bem como pode ocorrer em Santa Catarina onde há registros de pares de indivíduos adultos localizados. A partir das informações aqui divulgadas, *S. ornatus* não mais pode ser considerado provavelmente extinto no Rio Grande do Sul, sugerindo-se que sejam realizados esforços para se determinar a real situação da espécie nos estados do sul do Brasil. Como medida de conservação imediata considera-se essencial o estabelecimento de unidades de conservação capazes de assegurar a proteção dos remanescentes de matas com araucária ainda presentes ao longo do rio Pelotas, região onde se tem registro de outras espécies consideradas ameaçadas de extinção no Rio Grande do Sul (Bencke *et al.* 2003).

Os registros do gavião-de-penacho apresentados neste trabalho foram efetuados durante a execução do trabalho de "Monitoramento e Salvamento de Fauna no AHE Barra Gran-



Figura 1. Indivíduo de *Spizaetus ornatus* capturado acidentalmente em Bom Jesus, RS, em 31 de outubro de 2003.

Figure 1. *Spizaetus ornatus* accidentally caught in Bom Jesus, RS, in 31 October 2003.

de” ou seja, durante as fases de construção de um empreendimento hidrelétrico. Sabe-se que a realização de uma obra desta grandeza causa diversos impactos para a fauna local, tais como: diferenças no uso e perda de hábitat, aumento de predação, aumento de competição, causar o Efeito Estendido de Represa (danos causados em consequência da fuga ou soltura de animais em áreas adjacentes à represa), fragmentação, entre outros (Willis e Oniki 1988, Brown *et al.* 1998, Larue 1999, Kingsford 2000, Shimada, 2000). Willis e Oniki (1988) relatam a ocorrência do gavião-de-penacho caçando aves ao longo das matas remanescentes no reservatório de Balbina, mesmo após o desmatamento. Salienta-se que os registros efetuados para Campo Belo do Sul/Esmeralda foram efetuados em uma região com áreas florestadas em melhor estado de preservação da área do AHE Barra Grande, principalmente no lado catarinense, porém esta foi a fração florestal que sofreu os maiores impactos advindos do alagamento, onde a coluna de água atingiu cerca de 70 metros de altura. Logo, os indivíduos deste local podem sofrer os impactos da perda de hábitat e deixar esta região a procura de locais mais íntegros. Já o registro em Bom

Jesus, local com florestas secundárias em bom estado de conservação, foi no final do lago deste barramento, onde os efeitos diretos do enchimento serão menos impactantes com relação ao alagamento de porções florestais. A possibilidade desta espécie em manter-se presente nesta área depende de medidas conservadoras, já que as áreas contempladas com sua presença sofrem ameaças como caça, desmatamento, supressão de áreas naturais com plantio de *Pinus* sp. e outras espécies arbóreas como suprimentos para indústria madeireiras e celulose, agropecuária, além da supressão exercida pelo lago formado pela barragem. Deste modo, a continuidade dos trabalhos de monitoramento de fauna é de extrema importância para o acompanhamento dos efeitos desta barragem sobre a população de *S. ornatus* que ocorre na área do AHE Barra Grande, indicando possíveis meios de conservação para esta espécie que atualmente não encontra-se mais extinta, mas ainda está correndo sérias ameaças no Rio Grande do Sul.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a todos os colegas da Bourscheid S. A. Engenharia e Meio Ambiente pelo companheirismo durante todo este tempo. Ao pessoal da BAESA - Barra Grande Energética S.A. pela autorização para divulgação dos dados aqui apresentados. Dedicamos esta nota ao biólogo Carlos Daniel Peixoto, nosso colega e grande amigo que faleceu durante a execução dos trabalhos de monitoramento.

REFERÊNCIAS

- Albuquerque, J. L. B. (1986) Conservation status of raptors in southern Brazil. *Birds of Prey Bulletin*: 88-94.
- _____ (1995) Observations of rare raptors in southern atlantic rainforest of Brazil. *Journal of Field Ornithology* 66: 363-369.
- Belton, W. (1994) *Aves do Rio Grande do Sul: distribuição e biologia*. São Leopoldo: UNISINOS.
- Bencke, G. A., C. S. Fontana; R. A. Dias; G. N. Mauricio e J. K. F. Mähler, Jr. (2003) Aves, p. 189-479. Em: Fontana, C. S.; G. A. Bencke e R. E. Reis (2003) *Livro vermelho da fauna ameaçada de extinção no Rio Grande do Sul*. Porto Alegre: EDIPUCRS.
- Bergallo, H. G.; C. F. D. Rocha; M. A. S. Alves e M. V. Sluys (2000) *A fauna ameaçada de extinção do Estado do Rio de Janeiro*. Rio de Janeiro: Ed. UERJ.
- Bildstein, K. L.; W. Schelsky e J. Zalles (1998) Conservation status of tropical raptors. *Journal of Raptor Research* 32: 3-18.

- BirdLife International (2005) Species factsheet: *Spizaetus ornatus*. Disponível em: www.birdlife.org (acesso em 25/09/2005).
- Espírito Santo (2005) Decreto nº 1499-R, de 14 de junho de 2005. *Diário Oficial do Estado do Espírito Santo*.
- Brown, B. T., L. E. Stevens e T. A. Yates (1998) Influences of fluctuating river flows on Bald Eagle foraging behavior. *Condor* 100: 745-748.
- Ferguson-Lees, J. e D. A. Christie (2001) *Raptors of the world*. New York: Houghton Mifflin Company.
- Kingsford, R. T. (2000) Ecological impacts of dams, water diversions and river management on floodplain wetlands in Australia. *Austral Ecology* 25: 109-127.
- Larue, M. (1999) Effect of habitat fragmentation on frugivorous forest birds populations in French Guyana. *Alauda* 67: 297-306.
- Lyon, B. e A. Kuhnigk (1985) Observations of nesting Ornate-hawk Eagles in Guatemala. *Willson Bulletin* 97:141-147.
- Machado, A. B. M.; G. A. B. Fonseca; R. B. Machado; L. M. S. Aguiar e L. V. Lins (Eds.) (1998) *Livro vermelho das espécies ameaçadas de extinção da fauna de Minas Gerais*. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas.
- Mikich, S. B. e R. S. Bérnils (2004) *Livro vermelho da fauna ameaçada no Estado do Paraná*. Curitiba: Instituto Ambiental do Paraná.
- Ministério do Meio Ambiente (2003) Lista nacional das espécies da fauna brasileira ameaçadas de extinção. Disponível em: www.mma.gov.br/port/sbf/fauna/index.cfm (acesso em 25/09/2005).
- Robinson, S. K. (1994) Habitat selection and foraging ecology of raptors in Amazonian Peru. *Biotropica* 26: 443-458.
- Rosário, L. A. (1996) *As aves em Santa Catarina: distribuição geográfica e meio ambiente*. Florianópolis: FATMA.
- São Paulo (1998) *Fauna ameaçada no Estado de São Paulo*. São Paulo: SMA/CED.
- Shimada, T., A. Bowman e M. Ishida (2000) Effects of flooding on a wetland bird community. *Ecological Research* 15: 229-235.
- Sick, H. (1997) *Ornitologia brasileira*. Rio de Janeiro: Ed. Nova Fronteira.
- Thiollay, J. M. (1989) Area requirements for the conservation of rain forest raptors and game birds in French Guiana. *Conserv. Biol.* 3: 128-137.
- _____ (1994) Family Accipitridae (Hawks and Eagles), p. 52-215. Em: Del Hoyo, J.; A. Elliott; J. Sargatal. *Handbook of the birds of the world. Vol. 2. New World Vultures to Guineafowl*. Barcelona: Lynx Edicions.
- Willis, E. O. e Y. Oniki (1988) Aves observadas em Balbina, Amazonas e os prováveis efeitos da barragem. *Ciência e Cultura* 40: 280-284

Registros do atobá-mascarado (*Sula dactylatra*) no Estado de São Paulo, Brasil.

Robson Silva e Silva¹ e Fausto Rosa de Campos²

¹ Rua São José, 48 apt. 31, 11040-200, Santos, SP, E-mail: rsilvaesilva@uol.com.br

² Parque Estadual Marinho Laje de Santos, Santos, SP, Av. Bartolomeu de Gusmão, 192, 11030-600, Santos, SP, E-mail: faustinhotrindade@uol.com.br

Recebido em 02 de janeiro de 2006; aceito em 22 de maio de 2006

ABSTRACT. Records of Masked Booby (*Sula dactylatra*) in the State of São Paulo, Brazil. The first records of Masked Booby in the state of São Paulo, based in four specimens, are presented. One sub-adult and one immature were found alive on the beaches of Santos and São Vicente during the summer months of 2001 and 2002, and two dead immatures were found at Laje de Santos islet in 2005. Two specimens are now housed in the collections of the Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (MZUSP).

KEY WORDS: Brazil, distribution, Masked Booby, records, São Paulo State, *Sula dactylatra*

PALAVRAS-CHAVE: Atobá-mascarado, Brasil, distribuição, Estado de São Paulo, registros, *Sula dactylatra*

O atobá-mascarado (*Sula dactylatra*) é uma espécie de ampla distribuição, que ocorre em todos os oceanos tropicais e possui, juntamente com *Sula sula*, os hábitos mais pelágicos entre os representantes da família Sulidae (Nelson 1978). No Brasil, nidifica no Atol das Rocas (RN), Arquipélago de Fernando de Noronha (PE), Arquipélago dos Abrolhos (BA) e Ilha da Trindade (ES) (Sick 1997, Fonseca-Neto 2004). No nordeste do Brasil a espécie alimenta-se principalmente de peixes pelágicos que ocorrem em águas oceânicas, como vários peixes-voadores (Schulz-Neto 2004), mas também de outros peixes de hábitos costeiros (Serrano e Azevedo-Júnior 2005).

Sula dactylatra dificilmente é encontrada nas praias ao longo de nosso litoral, mesmo nos Estados brasileiros onde se localizam as colônias de reprodução. Por exemplo, nas praias da Bahia foram encontrados apenas dois espécimes, mortos ou debilitados, por ano (Lima e Lima 2000, Lima *et al.* 1997) e em Pernambuco também são raramente observados na costa (Azevedo-Júnior *et al.* 1994).

A presença desta espécie ao longo das praias do litoral brasileiro pode ser considerada acidental, uma vez que se trata de uma ave eminentemente oceânica. Os indivíduos adultos tendem a permanecer próximos aos locais de reprodução, enquanto que os imaturos e jovens podem realizar os maiores deslocamentos (Anderson 1993, Del Hoyo *et al.* 1992). No Arquipélago dos Abrolhos, estudos com aves anilhadas mostraram deslocamentos para os Estados da Bahia, Espírito Santo e Rio de Janeiro (Alves *et al.* 1996). Outros dados apresentados por Oliveira *et al.* (2002) mostraram que um jovem anilhado em setembro de 1995 no Arquipélago dos Abrolhos foi recuperado no Uruguai em janeiro de 1996. Portanto sua ocorrência é esperada para o litoral dos Estados das regiões sudeste e sul. Porém, provavelmente devido aos seus hábitos pelágicos, ainda não havia sido registrado em alguns destes Estados.

No Rio de Janeiro é considerado um visitante regular, mas não freqüente, em alguns locais do litoral como Cabo Frio, no banco de São Tomé, e Macaé, sendo inclusive cogitado a possibilidade de reprodução nestas áreas (Sick 1997), porém

sem comprovação. O primeiro registro desta espécie no Rio de Janeiro foi obtido por Aristides Pacheco Leão em Cabo Frio, no dia 30 de janeiro de 1965, enquanto que no norte do Estado, próximo ao Farol de São Tomé, um indivíduo de *S. dactylatra* foi observado junto a muitos *S. leucogaster* em 17 de novembro de 1990 (J. F. Pacheco *in litt.*).

No Paraná, *S. dactylatra* consta da lista das espécies do Estado, porém sem nenhuma documentação (Scherer-Neto e Straube 1995). Em Santa Catarina foi registrado em janeiro de 1983 nas Ilhas Moleques do Sul (Sick 1997), Este era até então o limite sul reconhecido para a espécie no Brasil, mas recentemente, nos dias 7 e 28 de fevereiro de 2006 dois exemplares foram encontrados no litoral do Rio Grande do Sul, oriundos, respectivamente, de Capão da Canoa e Mostardas. Um dos espécimes foi depositado no Museu de Ciências Naturais da Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul (MCN. 2791) (Franz *et al.* 2006). Ambos portavam anilhas do CEMAVE, tendo sido provavelmente anilhados em Abrolhos.

Apesar da ocorrência provável, a presença de *S. dactylatra* em São Paulo ainda não havia sido registrada (Olmos *et al.* 1995). Willis e Oniki 2003 citam a presença do atobá-mascarado, mas sem detalhes, a partir da comunicação pessoal de RSS. O primeiro espécime de *S. dactylatra* registrado para o Estado foi um sub-adulto encontrado vivo nas praias de São Vicente (23°58'S, 46°23'W) em 21 de março de 2001, sendo encaminhado ao Orquidário Municipal de Santos (um parque zoobotânico) onde foi mantido em cativeiro até a data de sua morte, em 8 de fevereiro de 2002. Outro espécime, um imaturo, foi encontrado nas praias de Santos (23°57'S, 46°20'W) em 2 de janeiro de 2002, e também foi levado ao Orquidário Municipal de Santos. Este morreu no dia seguinte, e a necropsia realizada revelou que a ave havia engolido um grande anzól. Os dois exemplares de *S. dactylatra* se encontram depositados nas coleções do Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (MZUSP.75502 e MZUSP.75503, respectivamente). Os outros dois exemplares foram encontrados mortos no Parque Estadual Marinho Laje de Santos (24°19'S, 46°10'W), uma

pequena ilha sem vegetação situada a cerca de 36 km da costa de Santos, no dia 1 de outubro de 2005. Os dois espécimes possuíam anilhas do CEMAVE, sendo ambos procedentes do Arquipélago dos Abrolhos (17°58'S, 38°42'W), onde foram anilhados como ninhegos no ano anterior (2004). Segundo informações fornecidas pelo CEMAVE, o exemplar com a anilha U-38683 foi anilhado no dia 12 de setembro de 2004, e o exemplar U-38533 foi anilhado no dia 3 de novembro de 2004. Apenas o segundo foi conservado, e será encaminhado ao Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, enquanto que o primeiro foi descartado por se encontrar em avançado estado de decomposição.

Além de constituírem os primeiros registros estaduais, estes exemplares mostram que indivíduos de *S. dactylatra* podem se deslocar para as regiões no litoral sudeste e sul do Brasil em números que podem, eventualmente, permitir seu estabelecimento nestas áreas. Isto possivelmente ainda não aconteceu por razões ecológicas associadas à oceanografia e clima da região (como a entrada de frentes frias no inverno). Será interessante verificar se, com a tendência de aquecimento global, estes registros se tornarão mais frequentes.

AGRADECIMENTOS

Greicilene Regina Pedro e Amália Ribeiro Pires (Orquidário Municipal de Santos) forneceram os dados referentes aos espécimes de *S. dactylatra*, bem como permitiram a doação dos mesmos ao MZUSP. José Fernando Pacheco ofereceu valiosas informações sobre a espécie no Rio de Janeiro. Fábio Olmos revisou o manuscrito, contribuindo com importantes sugestões. Fausto Pires de Campos propiciou a oportunidade de estudos com aves insulares a FRC. Julio Wilson Vacárcel Vellardi (Instituto Florestal/SMA-SP) pela participação nos trabalhos do PEM da Laje de Santos e autorização da doação de espécime ao MZUSP.

REFERÊNCIAS

- Alves, V. S., A. B. A. Soares, G. S. Couto, M. A. Efe, M. M. dos Santos, A. P. M. de Souza, M. da C. Moreira e C. M. Musso (1996) Análise das recapturas e recuperações de Atobás *Sula leucogaster* e *Sula dactylatra* no Arquipélago dos Abrolhos, Bahia, Brasil, p.6. Em: Resumos do V Congresso Brasileiro de Ornitologia, Campinas.
- Anderson, D. J. (1993) Masked Booby (*Sula dactylatra*). Em: *The Birds of North America*, no. 73 (A. Poole e F. Gill, Eds.). Philadelphia: The Academy of Natural Sciences; Washington, D.C.: The American Ornithologists' Union.
- Azevedo-Júnior, S. M. de, W. R. Telino-Júnior e R. M. de L. Neves (1994) Primeiro registro de aves oceânicas *Sula dactylatra*, *Sterna fuscata* e *Anous stolidus* na costa de Pernambuco, p.81. Em: Resumos do IV Congresso Brasileiro de Ornitologia, Recife.
- Del Hoyo, J., A. Elliott e J. Sargatal, (eds.) (1992) *Handbook of the Birds of the World*. vol. 1. Barcelona: Lynx Edicions.
- Fonseca-Neto, F. P. (2004) Aves marinhas da Ilha Trindade. Pp. 119-146. Em: J. O. Branco (org.) *Aves marinhas insulares brasileiras: bioecologia e conservação*. Itajaí: Editora da UNIVALI.
- Franz, I., P. H. Ott, R. Machado e I. V. Fausto (2006) *Sula dactylatra* Lesson, 1831 (Pelecaniformes: Sulidae) no Estado do Rio Grande do Sul, Brasil: Primeiros registros, p. 68. Em: Resumos do XIV Congresso Brasileiro de Ornitologia, Ouro Preto.
- Lima, P. C. e R. Lima (2000) Ocorrência e mortandade de aves oceânicas no litoral baiano em 1998 e o primeiro encontro de *Catharacta chilensis* e *Daption capense* para o norte e nordeste do Brasil, pp.389-390. Em: Resumos do VIII Congresso Brasileiro de Ornitologia, Florianópolis.
- _____, _____, F. P. Fonseca-Neto e S. S. Santos (1997) Ocorrência e mortandade de aves oceânicas no litoral baiano em 1996, e segundo encontro de *Phaeobertia fusca* (Hilsenberg, 1822) para o Brasil, p. 77. Em: Resumos do VI Congresso Brasileiro de Ornitologia, Belo Horizonte.
- Nelson, J. B. (1978) *The Sulidae Gannets and Boobies*. Oxford: Oxford University Press.
- Oliveira, A. C., M. F. Kanegae, M. A. Efe, V. S. Alves e L. A. Rosário (2002) Análise dos dados de recuperação do gênero *Sula* (Pelecaniformes, Sulidae) ocorridas no Brasil entre 1981 e 2000, pp.168-169. Em: Resumos do X Congresso Brasileiro de Ornitologia, Fortaleza.
- Olmos, F., P. Martuscelli, R. Silva e Silva e T. S. Neves (1995) The Sea-birds of São Paulo, southeastern Brazil. *Bull. Brit. Orn. Cl.* 115: 117-128.
- Scherer-Neto, P. e F. C. Straube (1995) *Aves do Paraná História, Lista Anotada e Bibliografia*. Curitiba: Editora dos autores.
- Schulz-Neto, A. (2004) Aves marinhas do Atol das Rocas. Pp. 169-192 Em: J. O. Branco (org.) *Aves marinhas insulares brasileiras: bioecologia e conservação*. Itajaí: Editora da UNIVALI.
- Serrano, I. L. e S. M. Azevedo-Júnior (2005) Dietas das aves marinhas no Parque Nacional dos Abrolhos, Bahia, Brasil. *Ornithologia* 1: 75-92.
- Sick, H. (1997) *Ornitologia Brasileira*. Rio de Janeiro: Editora Nova Fronteira.
- Willis, E. O. e Y. Oniki (2003) *Aves do Estado de São Paulo*. Rio Claro: Editora Divisa.

The fishing rhea: a new food item in the diet of wild greater rheas (*Rhea americana*, Rheidae, Aves)

Cristiano Schetini de Azevedo ¹, Herlandes Penha Tinoco ², João Bosco Ferraz ² and Robert John Young ^{1,3}

¹ Conservation, Ecology and Animal Behaviour Group, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Pós-graduação em Zoologia de Vertebrados, Prédio 41, Av. Dom José Gaspar, 500, Bairro Coração Eucarístico, 30535-610, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil. E-mail addresses: cristianoroxette@yahoo.com, robyoung@pucminas.br

² Fundação Zoo-Botânica de Belo Horizonte, Av. Otacilio Negrão de Lima, 8000, Bairro Pampulha, 31365-450, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil. E-mail addresses: herlandespenha@yahoo.com.br, johnbferraz@yahoo.com.br

³ Corresponding author.

Recebido em 12 de dezembro de 2005; aceito em 21 de junho de 2006

RESUMO. A ema pescadora: um novo item alimentar na dieta de emas selvagens (*Rhea americana*, Rheidae, Aves). A ema (*Rhea americana*, Rheidae, Aves) é a maior ave sul-americana, ocorrendo em grande parte do Brasil. Reconhecidamente onívoras, as emas ingerem preferencialmente matéria vegetal. O presente estudo fornece informações sobre a dieta de emas selvagens do Município de Felixândia, noroeste de Minas Gerais, Brasil. Um novo item alimentar é descrito para as emas; um peixe, identificado por vértebras e uma escama. A grande maioria dos itens consumidos tinha origem vegetal, em especial o capim braquiário (*Brachiaria brizantha*, Gramineae); os insetos foram os itens animais mais consumidos (Coleoptera e Orthoptera).

PALAVRAS-CHAVE: Dieta, ema, *Rhea americana*.

KEY WORDS: Diet, greater rhea, *Rhea americana*.

The greater rhea (*Rhea americana*, Rheidae, Aves) is the largest South American bird. It inhabits open lands of Brazil, Paraguay, Bolivia, Argentina and Uruguay. It was once a common bird, easily seen throughout its range, but now, due to hunting, egg losses, habitat destruction and predation (Dani 1993), the greater rheas appears on the IUCN red list as near threatened (Bird Life International 2004).

Greater rheas are omnivorous birds, eating a great variety of plant matter (leaves, seeds, fruits and flowers), invertebrates and small vertebrates (Del Hoyo *et al.* 1992, Martella *et al.* 1996). The study of an animal's natural diet is important in understanding its role in the ecology of an environment, and to obtain information to enhance *in-situ* and *ex-situ* conservation efforts, because knowing what an animal eats is the first step to maintain the species in captivity (Oftedal and Allen 1996, Pereira *et al.* 2003).

This note presents the results of a 24-month field study (2004-2005) on the diet of wild greater rheas in Brazil, reporting fish as a new food item. The study was conducted in Felixlândia, northwest Minas Gerais State, southeastern Brazil. The study site was a 10,000 ha *Eucalyptus* farm owned by Plantar S.A. Reflorestamentos (79°30'N, 48°23'S) and its surrounding area, which are characterized as *cerrado* (savannah-like vegetation) and pasture lands. The Três Marias Reservoir borders most of the study area. Greater rheas were once abundant in the region, but nowadays, they are vanishing due mainly to hunting and habitat losses.

Data on the diet of the birds were collected through behavioural observations (rhea groups were followed daily for be-

havioural data recording and every plant observed being eaten by rheas was collected for identification; behavioural data will not be explored in this note), scats (the rheas were followed during the day and their scats collected as soon as they were defecated; 55 scat samples from adult birds and three from juveniles) and stomach content analyses (two stomachs were analysed; they were collected from dead rheas found in the study area). Scat search and collection was carried out monthly. In laboratory scat samples were soaked in water and then washed over a fine mesh screen and dried under GE infra-red medical lamps (127 Watts) for an average of five hours. Furthermore, two greater rheas were found dead at the study site, and their stomach contents were also analysed. All food items were separated, analysed with a magnifying glass and identified to species (vegetal matter) and order level (animal matter) when possible. A quantitative analysis of the animal items consumed by the rheas was performed and the results are presented in this note.

Fifty-eight scat samples were collected. Some amphicoelous vertebrae and one ctenoid scale of an actinopterygian fish were found in a scat collected in October (2004). During that month, the water level in Três Marias Reservoir was low enough to exposure more than three meters of margins. At these margins, we found many dead fishes, which the rheas could have been feeding on. A. Faggioli (pers. com., 2005) has observed greater rheas apparently fishing on the margins of the Serra Azul Reservoir (1997) at Juatuba, Minas Gerais State, Brazil.

Twelve animal orders were found in the scats (Coleoptera,

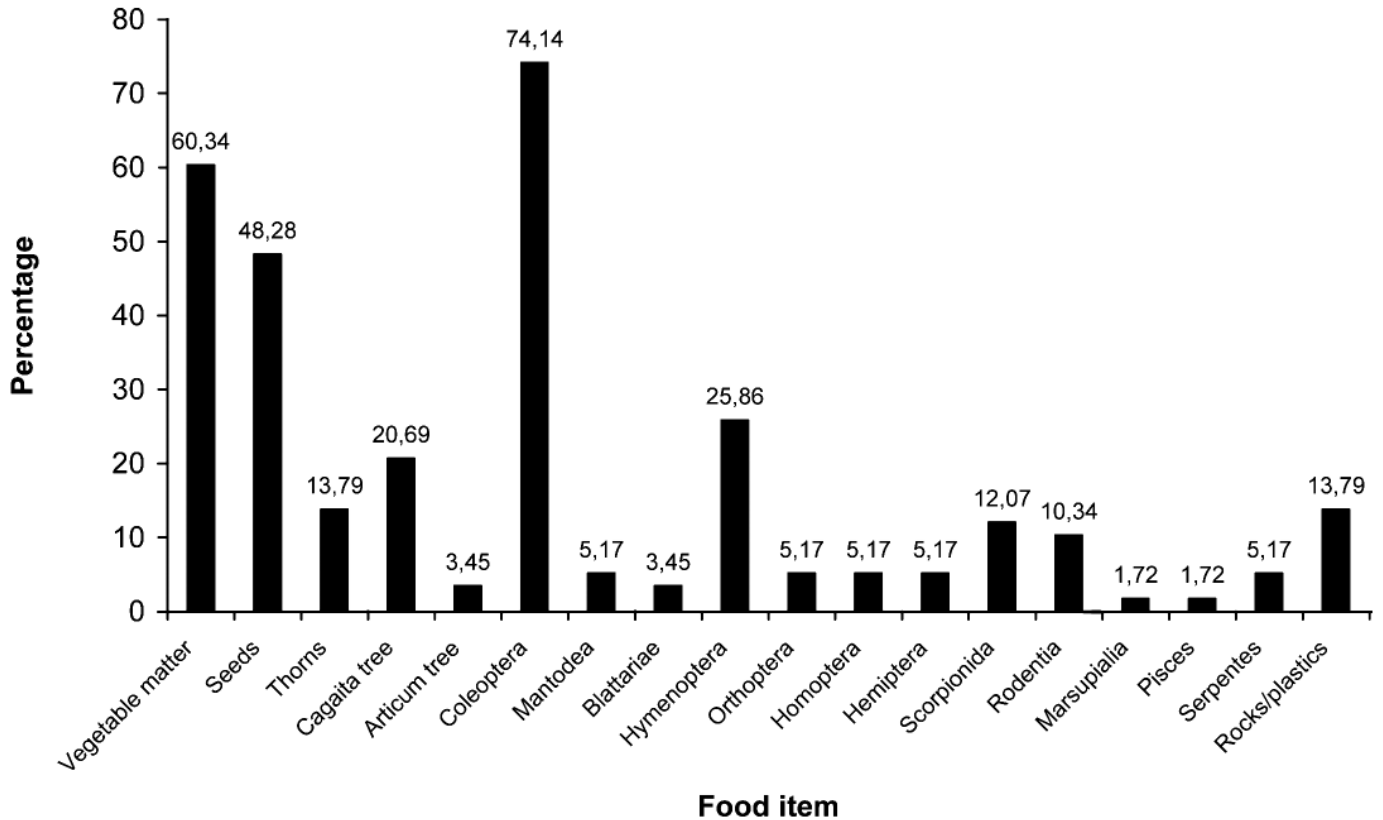


Figure 1. Percentage of food items consumed by greater rheas in an *Eucalyptus* farm and its surroundings in 2004 and 2005. Percentages were calculated based on the number of samples containing the food item divided by total number of scat samples.

Orthoptera, Hymenoptera, Blattariae, Mantodea, Homoptera, Hemiptera, Scorpionida, Rodentia, Serpentes, Actinopterygii and Didelphimorphia). Invertebrates (beetles and locusts) were often found in the scats; whereas vertebrates were rarely found (however, one scat contained a Muridae mouse, one scat containing a Didelphimorphia marsupial and three scats containing snakes' ventral scales). Results of the quantitative analysis are shown in Figure 1.

The consumption of fifteen different plant species was recorded by behavioural observations (*Tabebuia aurea* Bignoniaceae, *Psidium cinereum* Myrtaceae, *Brachiaria brizantha* Poaceae, *Indigofera suffruticosa* Leguminosae/Faboidea, *Albizia lebbek* Leguminosae/Mimosoidea, *Plathymenia foliolosa* Leguminosae/Mimosoidea, *Duguetia furfuracea* Annonaceae, *Eugenia dysenterica* Myrtaceae, *Hytis suaveolens* Labiatae/Lamiaceae, *Smilax brasiliensis* Liliaceae, *Solanum palinacanthum* Solanaceae, *Solanum lycocarpum* Solanaceae, *Persea americana* Lauraceae, and two non-identified species, being one Gramineae and one Angiospermae). Vegetable matter appeared in 60,34% of the total scat samples, being the major food items consumed by the rheas. Palisade grass (*B. brizantha*) was ingested in large quantities; it was common to observe the rheas grazing on palisade grass during all periods of the day, and this item was found in all scats containing green matter and in both stomach contents analysed. Other vegetal items were consumed rarely, and rheas also ate leaves, fruits and seeds, depending of the plant species. Fruits from the Cagaita tree (*Eugenia dysenterica*, Myrtaceae) and Arati-

cum tree (*Duguetia furfuracea*, Annonaceae) were eaten in large quantities. We never observed rheas eating *Eucalyptus* leaves or seeds, and parts of this species were never found in scats or stomach contents, demonstrating that this species does not use *Eucalyptus* as a food resource. Pieces of porcelain, an aluminium soda tin and rocks were also found in stomach contents but not in faeces.

Greater rheas juveniles ate more animal matter than vegetable matter, differing from the adults, who ate more vegetable items than animal ones. Animal meals are known to have large amounts of proteins and energy; besides, it is much more digestible if compared to vegetable matter (Tully and Shane 1996). The differences observed in the diet of juveniles and adults could be related to the energy and protein necessities of the chicks to properly growth, but further studies should be conducted to corroborate this hypothesis.

Our results corroborate the findings of Moojen *et al.* (1941), Schubart *et al.* (1965), and Pereira *et al.* (2003) who found that the diet of greater rheas consisted mainly of vegetables, although variable quantities of animal items were also found. Plant species recorded in the diet differed according to the study site. These results show that greater rheas are opportunistic in their feeding habits, eating a great variety of food items.

Fish as a food item was previously unrecorded for greater rheas and fishing could be performed to acquire this item. Despite some authors report that rheas preyed upon snakes (Ollala 1938, Santos 1990), rests of these animals are find rarely

in scats or in stomach analyses (this study; Silva 2001) and the role of rheas in snake control is doubtful.

ACKNOWLEDGEMENTS

We thank Plantar S.A. Reflorestamentos for the financial support, and Fabiano for encouraging our research. At the Belo Horizonte Zoo, we thank Ângela Bernadete Faggioli and Humberto Espírito Santo de Mello suggestions on the paper.

REFERENCES

- Bird Life International (2004) Threatened birds of the world 2004. CD-Rom. Cambridge, UK.
- Dani, S. (1993) *A ema Rhea americana: biologia, manejo e conservação*. Belo Horizonte: Fundação Acangaú.
- Del Hoyo, J., A. Elliot and J. A. Sargatal (eds.) (1992) *A Handbook of the Birds of the World*, v.1. Barcelona: Lynx Editions.
- Martella, M.B., J.L. Navarro, J.M. Gonnet and S.A. Monge (1996) Diet of greater rheas in an agroecosystem of central Argentina. *J. Wildlife Manage.* 60: 586-592.
- Moojen, J., J. C. M. Carvalho and H. S. Lopes (1941) Observações sobre o conteúdo gástrico das aves brasileiras. *Mem. I. Oswaldo Cruz* 36: 405-444.
- Oftedal, T.O. and M.E. Allen (1996) Nutrition as a major facet of reptile conservation. *Zoo Biol.* 15: 491-497.
- Olalla, A. M. (1938) Família Rheidae, emas, nhandus, avestruzes ou guaripes. *Bibl. Zool. São Paulo* 1: 11-23.
- Pereira, J. A., R. D. Quintana and S. Monge (2003) Diets of plains vizcacha, greater rhea and cattle in Argentina. *J. Range Manag.* 56: 13-20.
- Santos, E. (1990) *Da Ema ao Beija-flor*. 5ª Edição. Belo Horizonte-Rio de Janeiro: Editora Villa Rica.
- Silva, J. B. (2001) *Rheacultura: criação de emas*. Guaíba: Livraria e Editora Agropecuária.
- Schubart, O., A. C. Aguirre and H. Sick (1965) Contribuição para o conhecimento da alimentação da aves brasileiras. *Arquivos de Zoologia* 12: 101-102.
- Tully, T. N. and S. M. Shane (eds.) (1996) *Ratite: management, medicine and surgery*. Florida: Krieger Publishing Company.

Unusual nest site for greater rheas (*Rhea americana*, Rheidae, Aves)

Cristiano Schetini de Azevedo¹, Herlandes Penha Tinoco², João Bosco Ferraz² and Robert John Young^{1,3}

¹ Conservation, Ecology and Animal Behaviour Group, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Pós-graduação em Zoologia de Vertebrados, Prédio 41, Av. Dom José Gaspar, 500, Bairro Coração Eucarístico, 30535-610, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil. E-mail addresses: cristianoroxette@yahoo.com, robyoung@pucminas.br

² Fundação Zoo-Botânica de Belo Horizonte, Av. Otacilio Negrão de Lima, 8000, Bairro Pampulha, 31365-450, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil. E-mail addresses: herlandespenha@yahoo.com.br, johnbferraz@yahoo.com.br

³ Corresponding author

Recebido em 12 de dezembro de 2005; aceito em 22 de maio de 2006

RESUMO. Local incomum de anidamento de emas (*Rhea americana*, Rheidae, Aves). A ema (*Rhea americana*, Rheidae, Aves) é a maior ave sul-americana, ocorrendo em grande parte do Brasil. Habita preferencialmente planícies abertas onde constrói os ninhos. Este trabalho tem como objetivo descrever um novo ambiente utilizado pelas emas na construção de ninhos: uma plantação de eucalipto. Foi encontrado um ninho medindo 132 cm de diâmetro dentro de uma plantação de eucalipto, com árvores medindo sete metros de altura, em outubro de 2004. O ninho se encontrava a 150 m da borda do eucaliptal, ao lado de uma área de cerrado fechado. O ninho, com 17 ovos em final de incubação, foi predado por mão-pelada (*Procyon cancrivorus*, Carnivora).

PALAVRAS-CHAVE: Ema, eucaliptal, ninho, *Rhea americana*.

KEY WORDS: Eucalyptus woodlot, greater rhea, nest, *Rhea americana*.

The greater rhea (*Rhea americana*, Rheidae, Aves) is a South American member of the ratite group; it is a flightless bird that inhabits grasslands of Brazil, Bolivia, Argentina and Uruguay. It lives in large mixed groups, up to 50 individuals (Sick 1997), composed of males and females of all ages. During the reproductive season, these groups split up into small harems of one male and several females. Male than court females and mount many of them, which then lay their eggs in the nests prepared a few days before by males (Del Hoyo *et al.* 1992).

Greater rhea nests are soil depressions covered with leaves and feathers (Dani 1993) and are usually built in open environments (Hasenclever *et al.* 2004). *Eucalyptus* plantations, as any type of forest environment, are not normally considered suitable environments for greater rheas because they detect their predators by sight and use zigzag running strategies to escape from them. In fact, greater rheas are not present in survey lists of birds living in *Eucalyptus* plantations in Brazil (Machado and Lamas 1996; Melo 1997; Antas and Almeida 2003; Willis 2003). However, Accordi (2003) reported greater rheas using *Eucalyptus* forests as passages between open lands.

This note reports the use of an *Eucalyptus* plantation as a nest site for greater rhea, a finding which is new in terms of the reproductive biology of this species. The study was conducted in Felixlândia, northwest Minas Gerais State, south-eastern Brazil, from January to December 2004. The study site was a 10,000 ha *Eucalyptus* farm owned by Plantar S.A. Reflorestamentos (79°30'N, 48°23'S) and its surrounding area,

which are characterized as *cerrado* (savannah-like vegetation) and pasture lands.

One nest was found in the interior of a *Eucalyptus* plantation in October (Figure 1). The nest had a diameter of 132 cm and contained 17 eggs in final incubation phase, which was confirmed by candling. The mean length of the eggs was 11.97 ± 0.63 cm and the mean width was 8.48 ± 0.36 cm. The *Eucalyptus* trees had an average height of seven meters. Dry *Eucalyptus* leaves and feathers covered the nest. The nest surroundings were apparently "maintained" clear of leaves. The nest was built 150 meters from the border of the *Eucalyptus* plantation, which was bordered by a large area of disturbed *cerrado* (savannah-like vegetation).

Behavioural observations showed that the incubating male abandoned the nest few days before hatching of the eggs was due. Disturbance caused by humans, the absence of food resources, low quality of parents, ectoparasite infestation, extreme weather conditions and the presence of predators are listed as possible causes for nest desertion in greater rheas (Fernandez and Rebores, 2000). The last hypothesis being the most probable cause of nest desertion in this case because the nest was later found preyed upon by crab-eating raccoon (*Procyon cancrivorus*, Carnivora), whose presence was confirmed by pugmarks (footprints) in the nest.

The use of an *Eucalyptus* plantation as a nest site by greater rheas seems to be an uncommon event (probably an inexperienced male), however, it does suggest that greater rheas make use of this exotic environment type; perhaps showing a greater degree of behavioural flexibility than previously imagined.



Figure 1. The nest built by a male greater rhea in an *Eucalyptus* woodlot in October 2004, at Felixlândia, State of Minas Gerais, Brazil (left side and detail on the superior right). Candling of an egg (inferior right); the great air cell indicates that the egg was in final incubation stage.

ACKNOWLEDGEMENTS

We thank Plantar S.A. Reflorestamentos for financial support, and Fabiano for encouraging our research. We also thank Humberto Mello for suggestions on the first version of the manuscript.

REFERENCES

- Accordi, I. A. (2003) Levantamento e análise da conservação da avifauna na sub-bacia do baixo Jacuí, Rio Grande do Sul, Brasil. *Atual. Ornito.* 114: 7-7.
- Antas, P. T. Z. and A. C. Almeida (2003) *Aves como bioindicadoras de qualidade ambiental: aplicação em áreas de plantio de eucalipto*. Espírito Santo: Gráfica Santonio.
- Dani, S. 1993. *A ema Rhea americana: biologia, manejo e conservação*. Belo Horizonte: Fundação Acangáú.
- Del Hoyo, J., A. Elliot and J. A. Sargatal (eds.) (1992) *A Handbook of the Birds of the World*, v.1. Barcelona: Lynx Editions.
- Fernández, G. J. and J. C. Reboresda (2000) Egg losses and nest desertion in greater rheas *Rhea americana*. *Ibis* 142: 29-34.
- Hasenclever, L., C. Reiman, G. M. Mourão and Z. M. S. Campos (2004) Densidades, tamanho de grupo e reprodução de emas no Pantanal sul. *Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, Embrapa Pantanal* 55: 1-19.
- Machado, R. B. and I. R. Lamas (1996) Avifauna associada a um reflorestamento de eucalipto no município de Antônio Dias, Minas Gerais. *Ararajuba* 4 (1): 15-22.
- Melo, V. A. (1997) *Poleiros artificiais e dispersão de sementes por aves em uma área de reflorestamento, no Estado de Minas Gerais*. Dissertação de Mestrado. Viçosa: Faculdade de Ciências Agrárias de Viçosa.
- Sick, H. (1997) *Ornitologia Brasileira*. Rio de Janeiro: Editora Nova Fronteira.
- Willis, E. O. (2003) Birds of a eucalyptus woodlot in interior São Paulo. *Braz. J. Biol.* 63: 141-158.

Avifauna dispersora de sementes de *Alchornea glandulosa* (Euphorbiaceae) em uma área de mata ciliar no estado de São Paulo

Márcia Cristina Pascotto

Departamento de Ciências Biológicas e da Saúde, Instituto de Ciências e Letras do Médio Araguaia, Universidade Federal de Mato Grosso. Rod. MT-100 Km 3,5, 78698-000 Pontal do Araguaia, Mato Grosso, Brasil. Email: mcpascot@ufmt.com

Recebido em 17 de fevereiro de 2006; aceito em 10 de maio de 2006

ABSTRACT. Seed dispersal of *Alchornea glandulosa* (Euphorbiaceae) by birds in a gallery forest in São Paulo, southeastern Brazil. I identified the bird species consuming fruits of *Alchornea glandulosa* (Euphorbiaceae) in a gallery forest in São Manuel, state of São Paulo, southeastern Brazil. Twenty bird species in five families of the order Passeriformes were recorded. In total, 192 visits were recorded during which 746 fruits were consumed, with an average of 9,4 visits and 36,5 fruits consumed per hour. The main potential seed disperser was *Thraupis sayaca*, but *Tersina viridis* had the greatest rate of fruit consumption, followed by *Turdus albicollis*, *T. leucomelas* and *Myiodynastes maculatus*. Few aggressive encounters were recorded, being *Thraupis sayaca* the most aggressive species.

KEY WORDS: avian frugivory, seed dispersal, *Alchornea glandulosa*, Euphorbiaceae.

PALAVRAS-CHAVE: dispersão de sementes; frugivoria, *Alchornea glandulosa*, Euphorbiaceae.

Alchornea glandulosa Poepp & Endl. pertence à família Euphorbiaceae que reúne cerca de 5000 espécies amplamente distribuídas por todo o mundo (Lorenzi 1992). Os frutos de muitas euforbiáceas são parte da dieta de diversas espécies de aves (Snow 1981). Popularmente conhecida como tapiá, *Alchornea glandulosa* é uma planta heliófita, perenifólia e pioneira, alcançando de 10 m a 20 m de altura. Frequente em matas ciliares, no Brasil distribui-se do Rio de Janeiro e Minas Gerais até o Rio Grande do Sul (Lorenzi 1992).

Alchornea glandulosa produz frutos pequenos (comprimento médio de 8,7 mm e largura média de 5,9 mm (Valente 2001)), do tipo cápsulas, amplamente distribuídos por toda a copa, os quais amadurecem em meados de setembro a outubro e de dezembro a janeiro (Lorenzi 1992).

Pouco se sabe sobre os mecanismos de dispersão de sementes de *Alchornea glandulosa*. Snow (1981) relatou que tanto aves frugívoras especialistas como oportunistas consomem frutos de plantas do gênero *Alchornea*, mas que nenhum táxon da família Euphorbiaceae contribuiria com a maior parte da dieta de uma ave frugívora especialista. Valente (2001) estudou apenas o comportamento alimentar das aves em um indivíduo de *A. glandulosa* no Horto Florestal Navarro de Andrade, no município de Rio Claro, estado de São Paulo. Durante suas observações, a autora registrou 14 espécies de aves visitando *A. glandulosa*, mas apenas dez espécies consumiram seus frutos ingerindo-os inteiros, ou seja, a semente juntamente com o arilo. Entretanto, a duração das visitas realizadas por cada espécie que se alimentou em *A. glandulosa* não foi quantificada por Valente (2001).

Este estudo visou a identificação das espécies de aves que se alimentaram dos frutos de *Alchornea glandulosa* no período de pico de frutificação em uma área de mata ciliar no estado de

São Paulo, como também avaliar a importância de cada espécie nos processos de dispersão das sementes.

Área de estudo. O estudo foi realizado em uma mata ciliar de propriedade particular no município de São Manuel (22°43'S, 48°34'W), Estado de São Paulo. Os indivíduos amostrados foram localizados na borda dessa mata ciliar, que tem cerca de 30 m de largura e é margeada por áreas de pastagem. Levantamentos prévios registraram um total de 107 espécies de aves na área (obs. pess.), sendo que 60 espécies (ou 56%) pertencem à ordem Passeriformes.

Amostras do material foram coletadas e herborizadas, sendo incorporadas na coleção do Herbário da UNESP – Universidade Estadual Paulista, Campus de Bauru/SP. Foram estudados dois indivíduos de *Alchornea glandulosa* distantes 2 m um do outro mas, pela sobreposição e entrelaçamento dos ramos da copa dos mesmos, eles foram considerados uma amostragem única.

As sementes de *Alchornea glandulosa* são arredondadas, medindo 4,45 mm de diâmetro (Valente 2001). Os frutos possuem, frequentemente, uma ou duas sementes mas, na maioria das vezes, apenas uma se desenvolve completamente (obs. pess.). Por serem deiscentes, os frutos expõem, na porção apical, uma discreta porção da semente que é envolta completamente por um arilo vermelho-vivo. Outro fator que favorece a exposição dos frutos é a queda das folhas, que ocorre quando os frutos estão amadurecendo, conforme observou Valente (2001). Assim, as infrutescências, que se localizam nas extremidades dos galhos, ficam mais expostas.

Amostragem da avifauna. As observações foram realizadas, em dias não consecutivos, entre 14 de setembro e 04 de outubro de 2005, período de pico de frutificação de *Alchornea glandulosa*. A metodologia empregada foi a amostragem “ad

libitum" (Altmann 1973), em que foram registradas todas as ocorrências observadas num determinado período de tempo. As observações foram realizadas por um período mínimo de 60 min por dia, compreendendo o horário das 07:00 às 17:00 h. Ao total, foram realizadas 20 horas e 40 minutos de observações. Com relação ao número e duração das visitas para cada espécie, somente foram registradas aquelas em que pelo menos um fruto foi consumido.

As aves foram identificadas e os seus comportamentos foram registrados desde sua chegada à árvore até sua saída. As coletas dos dados somente se iniciaram cinco minutos após a permanência do observador no local. Novos registros para uma mesma espécie somente foram considerados após cinco minutos do último registro de saída da espécie da árvore, caso esta estivesse representada por somente um indivíduo; quando foram constatados indivíduos diferentes, ignorou-se essa regra.

A frequência de visitas para as espécies de aves registradas foi calculada seguindo a metodologia empregada por Gondim (2001), na qual dividiu-se o número total das visitas realizadas por cada espécie pelo número total de horas de observações. A taxa de consumo por visitas foi calculada dividindo-se o número total de frutos consumidos pelo número de visitas realizadas por cada espécie.

As táticas de forrageamento foram definidas como: colher (*picking*, P), alcançar (*reaching*, R), pendurar (*hanging*, Ha) e em vôo (Ho), padronizadas de acordo com Moermond e Denslow (1985) [ver descrição das categorias em Francisco e Galetti (2001)]. A tática de coleta dos frutos em vôo foi padronizada sem levar em conta se a ave pairava ou não brevemente em frente a ele, ou ainda o coletava com uma investida direta.

A classificação das espécies quanto às dietas alimentares seguiu Motta Junior (1990) e Sick (1997). A classificação e a nomenclatura taxonômica das espécies seguiu Sick (1997).

Durante as observações foram registradas: (1) as espécies de aves que se alimentaram dos frutos de *Alchornea glandulosa*; (2) o número de visitas de cada espécie; (3) o número de frutos consumidos; (4) a duração das visitas; (5) o número de ocorrências de comportamentos agonísticos; (6) o comportamento de coleta dos frutos; e (7) o número de frutos capturados em cada comportamento empregado.

Foram registradas 20 espécies de aves se alimentando dos diásporos de *Alchornea glandulosa*, distribuídas em cinco famílias, todas pertencentes à ordem Passeriformes. Tyrannidae foi a família mais representativa (8 espécies), seguida de Emberizidae, representada pelos Thraupinae (6), Muscicapidae, subfamília Turdinae (3), Vireonidae (2) e Mimidae (1). Ao total, 192 visitas foram registradas e 746 diásporos foram consumidos, resultando em cerca de 9,4 visitas/hora e um consumo de 36,5 diásporos/hora (Tabela 1).

Das 20 espécies de pássaros visitantes, 17 podem ser consideradas como potenciais dispersoras de *Alchornea glandulosa* por engolirem a semente inteira, exceto *Ramphocelos carbo*, *Tachyphonus coronatus* e *Cychlaris gujanensis* que consumiram apenas o arilo, descartando a semente sob a planta-mãe.

Dentre as 20 espécies, cinco são consideradas migratórias na região, sendo as demais residentes (Tabela 1).

Apesar dos frutos serem deiscentes, a maioria dos pássaros não esperava sua total abertura e removia a cápsula com o bico para a retirada e consumo do diásporo, o que demandava um tempo maior para a alimentação e, conseqüentemente, baixo consumo. Exceção foi registrada para as espécies que capturavam as sementes em vôo, técnica empregada principalmente pelos tiranídeos (Tabela 2). Outro fator que contribuiu para um aumento no tempo de forrageamento de algumas espécies, particularmente dos Thraupinae, é a mandibulação dos diásporos antes de ingerí-los, tática empregada tanto por espécies potencialmente dispersoras quanto pelas consumidoras de arilo. Dentre as consumidoras de arilo, *Cychlaris gujanensis* colhia um diásporo e, freqüentemente, o prendia entre os artelhos de um dos pés, removendo o arilo aos pedaços por meio de bica-das; a semente era descartada, em seguida, sob a planta-mãe.

Thraupis sayaca foi a espécie que mais visitou *A. glandulosa*, freqüentemente forrageando em bandos de seis ou mais indivíduos, em média, seguida de *Vireo olivaceus*, *Myiarchus swainsoni* e *Ramphocelos carbo* (Tabela 1), estas forrageando individualmente ou em grupos de dois ou três indivíduos. As menores freqüências de visitas foram registradas para *Mimus saturninus* ($f = 0,05$), *Pachyramphus validus* ($f = 0,05$), *Tyrannus melancholicus*, *Camptostoma obsoletum*, *Tachyphonus coronatus* e *Turdus amaurochalinus*, estas últimas com freqüência de 0,1 visita/hora (Tabela 1).

A taxa de consumo de *Tyrannus melancholicus* ($4,5 \pm 0,7$, Tabela 1) pode estar subestimada, pois essa espécie foi observada, por duas vezes, coletando e ingerindo duas sementes de uma só vez.

Dentre as táticas de captura dos frutos empregadas, a coleta dos frutos em vôo (*hovering*) foi predominante nos Tyrannidae, exceto em *Pachyramphus validus* e *Empidonomus varius*. A principal técnica de captura empregada pelos Thraupinae foi alcançar (*reaching*), seguida por colher (*picking*), salvo em *Tachyphonus coronatus* em que ocorreu na ordem inversa. Já os Turdinae, Mimidae e Vireonidae empregaram principalmente a técnica de colher para coletar os diásporos de *A. glandulosa*. No entanto, Thraupinae e Vireonidae apresentaram a maior diversidade de táticas de captura em relação às outras famílias, sendo empregadas as quatro táticas na coleta dos diásporos, diferentemente dos Tyrannidae que apresentaram a menor diversidade de modos de captura (Tabela 2).

Um indivíduo macho de *Tangara cayana* foi observado, em um único comportamento, removendo a cápsula do fruto com o bico, deixando-o exposto para a fêmea, a qual colheu a semente e a ingeriu inteira.

Durante o período de pico de frutificação, bandos mistos de duas ou mais espécies foram observadas explorando, ao mesmo tempo, os frutos de *A. glandulosa*, diversidade que decrescia com a diminuição da oferta de frutos. No entanto, *Thraupis sayaca* predominou por todo o período de observação sendo, ao final do período de observação, a única espécie que forrageava em bandos de cinco indivíduos, em média. *T.*

Tabela 1. Espécies de aves que visitaram *Alchornea glandulosa* (Euphorbiaceae) em 20 horas e 40 minutos de observações.
Table 1. Bird species that visited *Alchornea glandulosa* (Euphorbiaceae) in 20 hours and 40 minutes of observations

Espécies	Número de visitas	Duração das visitas (a)	Dieta (b)	Status (c)	n° frutos consumidos	n° frutos/ visita (d)	frequência visitas (vis/horas)	modo de consumo (e)
Passeriformes								
Tyrannidae								
<i>Myiarchus swainsoni</i>	12	107,9 ± 90,6	INS	M	32	2,66 ± 1,61	0,59	ESI
<i>Myiodynastes maculatus</i>	6	127,5 ± 39,3	ONI	M	32	5,33 ± 4,59	0,29	ESI
<i>Pitangus sulphuratus</i>	3	75 ± 39,7	ONI	R	7	2,33 ± 1,15	0,15	ESI
<i>Tyrannus melancholicus</i>	2	142,5 ± 53	INS	R	9	4,5 ± 0,70	0,10	ESI
<i>Tyrannus savana</i>	3	36,6 ± 20,8	INS	R	4	1,33 ± 0,58	0,15	ESI
<i>Pachyramphus validus</i>	1	180	INS	R	5	5	0,05	ESI
<i>Camptostoma obsoletum</i>	2	77,5 ± 67,2	INS	R	5	2,5 ± 0,71	0,10	ESI
<i>Empidonomus varius</i>	5	92 ± 57,3	INS	R	15	3 ± 1,87	0,25	ESI
Emberizidae, Thraupinae								
<i>Tersina viridis</i>	5	245 ± 133	ONI	R	56	11,2 ± 5,07	0,25	ESI
<i>Dacnis cayana</i>	7	118,6 ± 97,2	ONI	R	23	3,29 ± 3,35	0,34	ESI
<i>Tangara cayana</i>	8	80 ± 46,7	ONI	R	14	1,75 ± 1,75	0,39	ESI
<i>Ramphocelus carbo</i>	10	228 ± 197,5	ONI	R	24	2,4 ± 2,18	0,49	MEA
<i>Thraupis sayaca</i>	81	204,1 ± 157,8	ONI	R	323	3,99 ± 2,58	3,97	ESI
<i>Tachyphonus coronatus</i>	2	120 ± 0	ONI	R	5	2,5 ± 0,70	0,10	MEA
Muscicapidae, Turdinae								
<i>Turdus albicollis</i>	4	528,7 ± 850,4	ONI	M	40	10 ± 14,09	0,20	ESI
<i>Turdus leucomelas</i>	5	182 ± 165,2	ONI	R	42	8,4 ± 3,97	0,25	ESI
<i>Turdus amaurochalinus</i>	2	90 ± 49,5	ONI	M	4	2 ± 1,41	0,10	ESI
Mimidae								
<i>Mimus saturninus</i>	1	100	ONI	R	1	1	0,05	ESI
Vireonidae								
<i>Vireo olivaceus</i>	28	130,5 ± 72,7	ONI	M	92	3,29 ± 1,76	1,37	ESI
<i>Cychlaris gujanensis</i>	5	145 ± 45,8	INS	R	13	2,6 ± 0,89	0,25	MEA

(a) duração média das visitas, em segundos (média ± desvio padrão); (b) INS = insetívoro, ONI = onívoro; (c) M = migratório, R = residente, em relação à área de estudo (d) média e desvio padrão; (e) ESI = engole a semente inteira, MEA = mandíbula e engole o arilo, descartando a semente.

sayaca também foi a espécie mais agressora, sendo registrados encontros agonísticos intraespecíficos entre *T. sayaca* (n = 9) e entre *Vireo olivaceus* (n = 2). As interações interespecíficas ocorreram entre *Turdus albicollis* e *Myiodynastes maculatus* (n = 1), *T. sayaca* e *Dacnis cayana* (n = 2) e *T. sayaca* e *V. olivaceus* (n = 9), com *T. albicollis* sendo a espécie agressora sobre *M. maculatus* e *T. sayaca* a espécie dominante sobre *D. cayana* e *V. olivaceus*.

Leptotila verreauxi foi observada por diversas vezes forrageando no solo mas, devido às dificuldades na quantificação dos frutos ingeridos, esta espécie não foi incluída na amostragem.

Como inferido por Valente (2001), o pico de frutificação de *A. glandulosa* parece atrair um maior número de espécies de aves em relação ao período final de frutificação, quando diminui a oferta de frutos. No início das observações (meados

de setembro), foi constatado um maior número de espécies e de indivíduos se alimentando ao mesmo tempo, em comparação com as últimas observações realizadas (início de outubro), em que se notou uma diminuição tanto no número de espécies quanto de indivíduos. No entanto, por todo o período das observações houve um predomínio de *Thraupis sayaca*. Considerando-se apenas as espécies de aves que efetivamente se alimentaram durante as observações registradas por Valente (2001) (dez espécies), neste estudo registrou-se o dobro de espécies consumindo os frutos de *A. glandulosa*, fato que pode ser atribuído tanto à diferença do período de realização das observações quanto à diversidade das avifaunas locais.

Myiodynastes maculatus (39 visitas), *Vireo olivaceus* (18 visitas) e *Empidonomus varius* (15 visitas) foram as três espécies que mais visitaram *A. glandulosa* registradas por Valente (2001), enquanto neste trabalho (Tabela 1) foram *Thraupis sayaca* (81 visitas), *Vireo olivaceus* (28 visitas) e *Myiarchus swainsoni* (12 visitas), sendo *T. sayaca* a espécie mais freqüente no local (obs. pess.). No entanto, *V. olivaceus* e *M. swainsoni* são espécies migratórias na região, sugerindo que outros fatores, que não a abundância das espécies, tenha determinado a freqüência de visitas das espécies em *A. glandulosa*. Howe e De Steven (1979) registraram a maior freqüência de visitas em *Guarea glabra* para as espécies migratórias, as quais foram responsáveis por 60% do consumo de sementes em relação às espécies residentes.

Das espécies potenciais dispersoras de sementes de *A. glandulosa*, *Turdus albicollis* teve o maior tempo médio de permanência na árvore, que foi de aproximadamente 9 min, valor elevado em virtude do maior tempo de forrageio de uma fêmea que, em uma das visitas, forrageou por cerca de 30 min. Visitas de longa duração fazem com que haja tempo suficiente para as sementes dos frutos consumidos passarem pelo trato digestivo da ave e serem eliminadas sobre as próprias plantas (Pratt e Stiles 1983), comportamento observado em uma das visitas da fêmea de *T. albicollis* que defecou sobre *A. glandulosa* por cerca de duas vezes. No entanto, não foi possível coletar as fezes para saber se tinham sementes de *A. glandulosa*.

Francisco e Galetti (2001) não registraram nenhuma regurgitação de sementes nas espécies que permaneceram menos de 4 min forrageando em *Rapanea lancifolia*, comportamento também não observado nos pássaros consumidores de sementes de *A. glandulosa*.

Thraupis sayaca foi a espécie com maior duração média de visitas, mas apresentou um número relativamente baixo de consumo de diásporos, fator explicado pelo maior tempo gasto tanto na procura dos frutos maduros quanto na remoção da cápsula, removida por meio de duas a três bicadas, em média, como também na mandibulação dos diásporos antes de ingeri-los. Tal comportamento é diferente daquele registrado em *Trichilia* spp. (Gondim 2001), em que *T. sayaca* foi a terceira espécie no número de visitas e a segunda em consumo, com visitas de curta duração e engolindo os diásporos rapidamente.

O fato de *Thraupis sayaca* ter registrado o maior número de interações agonísticas, tanto intra como interespecíficas,

pode estar relacionado à sua predominância na exploração de *A. glandulosa*, bem como ao maior número de indivíduos forrageando simultaneamente, o que aumenta a competição pelos recursos alimentares. *Vireo olivaceus* foi a segunda espécie mais freqüente em *A. glandulosa*, resultando no maior número de interações agonísticas interespecíficas com *T. sayaca* (n = 9). Porém, o número total de interações agonísticas registradas em *A. glandulosa* (n = 23) é considerado baixo, como também registrado para *Pera glabrata* (n = 9, obs. pess.), *Rapanea ferruginea* (n = 34, obs. pess.), *Cereus peruviano* (n = 10, Silva 1988), *Rapanea lancifolia* (n = 11, Francisco e Galetti 2001), *Trichilia* spp. (n = 29, Gondim 2001) e *Miconia rubiginosa* (n = 2, Marcondes-Machado 2002), se comparado com o número de interações registradas em *Dunalia arborescens* (n = 58, Cruz 1981) e *Cabralea canjerana* (n = 110, Pizo 1997). O baixo número de interações agonísticas interespecíficas registrado neste estudo pode estar relacionado tanto à superabundância de frutos de *A. glandulosa* quanto à disponibilidade de outros recursos alimentares na área.

As interações agonísticas intra e interespecíficas podem constituir um fator negativo para o processo de dispersão de sementes (Francisco e Galetti 2001), sendo a espécie agressora capaz de impedir a aproximação de outras espécies potencialmente dispersoras (Pizo 1997). Para *A. glandulosa*, *Thraupis sayaca* foi tanto a espécie mais agressora quanto a mais freqüente, mas o baixo número de interações agonísticas parece não ter interferido no processo de dispersão de sementes, uma vez que *Vireo olivaceus*, a espécie que mais sofreu agressões de *T. sayaca*, foi a segunda espécie mais freqüente.

Apesar da abundância de frutos produzidos e da participação significativa das aves como dispersores potenciais de sementes de *Alchornea glandulosa*, ela é rara no local, não havendo outro indivíduo em fase de maturação num raio de 500 m, tampouco o banco de plântulas é significativo, o que demonstra a especificidade de hábitat requerido por *A. glandulosa*. Todas as espécies de pássaros que forragearam em *A. glandulosa* são frugívoros generalistas, freqüentadores tanto da mata ciliar como de áreas abertas. Assim, era de se esperar que houvesse um maior número de indivíduos de *A. glandulosa* no local e nas proximidades, bem como no banco de plântulas, já que o número de frutos produzidos é considerável. Porém, deve-se levar em conta a ação antrópica na área como, por exemplo, a criação de gado ao redor da mata ciliar que pode estar se alimentando das plântulas de *A. glandulosa* e impedindo o seu desenvolvimento.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Prof. Dr. Osmar Cavassan, do Departamento de Ciências Biológicas da Universidade Estadual Paulista, campus de Bauru/SP, pela identificação da espécie vegetal, e a um revisor anônimo pela leitura crítica e pelas sugestões ao manuscrito.

Tabela 2. Táticas de captura dos frutos de *Alchornea glandulosa* (Euphorbiaceae) por aves.Table 2. Bird foraging techniques in *Alchornea glandulosa* (Euphorbiaceae).

Espécies	Comportamentos			
	P	R	Ha	Ho
Tyrannidae				
<i>Myiarchus swainsoni</i>	4	0	0	28
<i>Myiodynastes maculatus</i>	7	0	0	25
<i>Pitangus sulphuratus</i>	0	0	0	7
<i>Tyrannus melancholicus</i>	1	0	0	8
<i>Tyrannus savana</i>	0	0	0	4
<i>Pachyramphus validus</i>	4	0	0	1
<i>Camptostoma obsoletum</i>	2	0	0	3
<i>Empidonomus varius</i>	11	0	0	4
Thraupinae				
<i>Tersina viridis</i>	27	28	1	0
<i>Dacnis cayana</i>	8	12	3	0
<i>Tangara cayana</i>	2	6	5	1
<i>Ramphocelus carbo</i>	7	16	1	0
<i>Thraupis sayaca</i>	156	158	7	2
<i>Tachyphonus coronatus</i>	5	0	0	0
Turdinae				
<i>Turdus albicollis</i>	23	15	0	3
<i>Turdus leucomelas</i>	32	7	0	3
<i>Turdus amaurochalinus</i>	3	1	0	0
Mimidae				
<i>Mimus saturninus</i>	1	0	0	0
Vireonidae				
<i>Vireo olivaceus</i>	40	29	20	3
<i>Cychlaris gujanensis</i>	11	2	0	0

P – colher (“picking”); R – alcançar (“reaching”); Ha – pendurar (“hanging”); Ho – em voo.

REFERÊNCIAS

- Altmann, J. (1973) Observational study of behavior: sampling methods. *Behaviour* 49:227-267.
- Cruz, A. (1981) Bird activity and seed dispersal of a montane forest tree (*Dunalia arborescens*) in Jamaica. *Biotropica* 34:34-44.
- Francisco, M. R. e M. Galetti (2001) Frugivoria e dispersão de sementes de *Rapanea lancifolia* (Myrsinaceae) por aves numa área de cerrado do Estado de São Paulo, sudeste do Brasil. *Ararajuba* 9:13-19.
- Gondim, M. J. C. (2001) Dispersão de sementes de *Trichilia* spp. (Meliaceae) por aves em um fragmento de mata mesófila semidecídua, Rio Claro, SP, Brasil. *Ararajuba* 9:101-112.
- Howe, H. F. e D. De Steven (1979) Fruit production, migrant bird visitation, and seed dispersal of *Guarea glabra* in Panama. *Oecologia* 39:185-196.
- Lorenzi, H. (1992) *Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas e árvores nativas do Brasil*. Nova Odessa: Editora Plantarum.

- Marcondes-Machado, L. O. (2002) Comportamento alimentar de aves em *Miconia rubiginosa* (Melastomataceae) em fragmento de cerrado, São Paulo. *Iheringia*, sér. Zool. 92:97-100.
- Moermond, T. C. e J. S. Denslow (1985) Neotropical avian frugivores: patterns of behavior, morphology, and nutrition, with consequences for fruit selection. *Ornithol. Monogr.* 36:865-897.
- Motta Junior, J. C. (1990) Estrutura trófica e composição das avifaunas de três habitats terrestres na região central do estado de São Paulo. *Ararajuba* 1:65-71.
- Pizo, M. A. (1997) Seed dispersal and predation in two populations of *Cabralea canjerana* (Meliaceae) in the Atlantic Forest of southeastern Brazil. *J. Trop. Ecol.* 13:559-578.
- Pratt, T. K. e E. W. Stiles (1983) How long fruit-eating birds stay in the plants where they feed: implications for seed dispersal. *Amer. Nat.* 122:797-805.
- Sick, H. (1997) *Ornitologia brasileira*. Rio de Janeiro: Editora Nova Fronteira.
- Silva, W. R. (1988) Ornitocoria em *Cereus peruvianus* (Cactaceae) na Serra do Japi, estado de São Paulo. *Rev. Bras. Biol.* 48:381-389.
- Snow, D. W. (1981) Tropical frugivorous birds and their food plants: a world survey. *Biotropica* 13:1-14.
- Valente, R. M. (2001) Comportamento alimentar de aves em *Alchornea glandulosa* (Euphorbiaceae) em Rio Claro, São Paulo. *Iheringia*, sér. Zool. 91:61-66.

An extraordinary feeding assemblage of birds at a termite swarm in the Serra da Mantiqueira, São Paulo, Brazil

Storrs L. Olson¹ and Herculano M. F. Alvarenga²

¹ Division of Birds MRC 116, National Museum of Natural History, P. O. Box 37012, Smithsonian Institution, Washington, D. C. 20013-7012. E-mail: olsons@si.edu

² Museu de História Natural de Taubaté, Rua Juvenal Dias de Carvalho, 111, CEP 12070-640, Taubaté, SP Brasil. E-mail: halvarenga@uol.com.br

Recebido em 25 de abril de 2006; aceito em 28 de julho de 2006

RESUMO. Uma notável concentração de aves se alimentando de cupins alados na Serra da Mantiqueira, São Paulo, Brasil. Em 29 de abril de 2001, durante 40 minutos em um trecho de cerca de 100 m ao longo de uma estrada na Serra da Mantiqueira, Estado de São Paulo, Brasil, coberta por floresta montana, observamos 23 espécies de aves atraídas por uma revoada de cupins (Isoptera). Várias espécies dessa agregação não são tidas como importantes caçadoras de insetos, mas estavam ativamente apanhando e devorando os cupins em pleno vôo. A espécie predominante, pela abundância e atividade era o Quete *Poospiza lateralis*, que normalmente forrageia no interior de arbustos.

PALAVRAS-CHAVE: Isoptera, revoadas de cupins, aleluias, aves montanas.

KEY WORDS: Isoptera, montane forest birds, termite swarm.

Swarms of emerging winged termites provide an ephemeral but temporarily abundant source of very rich food that is highly prized by birds, which may aggregate in numbers to take advantage of the abundance in both temperate (Blake 1941) and tropical environments in both the Old (Thiollay 1970, Dial and Vaughan 1987) and New World (Eisenmann 1961, Sazima 1989, Vasconcelos 1999, Gussoni and Campos 2003). Such aggregations are sporadic and short-lived and provoke much aberrant behavior in birds so that any observations of such phenomena deserve careful documentation. We report here a feeding assemblage that included species that may well never have been seen together before in such a manner. This took place in the mountains of the Serra da Mantiqueira that rise up on the northwestern side of the Taubaté Basin in the northeastern extension of the state of São Paulo, Brazil.

The site of our observations (22° 41' 09" S; 45° 35' 37" W, elevation 1,550 m) was on a narrow paved road running from the town of Campos do Jordão to Pedra do Baú, c. 4.9 km almost due north of Campos do Jordão, municipality of São Bento do Sapucaí, SP, Brazil. Vegetation is montane forest that constitutes part of the interior Atlantic Forest, with a predominance of gymnospermous trees such as *Araucaria* and *Podocarpus*. The period of observation was from 13:50 to 14:30 h on 29 April 2001. The weather was cool (c. 17° C) and completely overcast, sometimes with mist. Observations ended with a brief rain shower that coincided with the end of feeding activity.

We had been searching along the same road for most of the morning, but because of inclement weather we noted relatively little avian activity. We then encountered a large flock of

Streptoprocne swifts that were feeding on swarming insects and began to note other birds feeding on the same insects. The intensity of activity built up over a period of 40 minutes and then ended abruptly so that we consider that we must have arrived very near the beginning of the feeding swarm, which took place along no more than 100 m of the road.

The insects were winged termites (Insecta: Isoptera) with orangish bodies and black wings that appeared to be emerging from the ground in great numbers along one side of the road. The air was essentially still and the termites quickly rose to considerable heights. They were also quite fat to judge from the grease stains left on a paper envelope in which we saved a few specimens that were given to a specialist for identification but were subsequently lost.

Observations of the species of birds that were actively feeding at the swarm of alate termites are presented below: White-collared Swift *Streptoprocne zonaris*. These swifts were among the first to be attracted to the termites and their numbers built up until they filled the sky, actively gathering termites. There were between 100 and 150 individuals that eventually moved off, circled in the distance, and then moved on.

Surucua Trogon *Trogon surrucura*. At least two were actively flying out and catching termites over the road, being so intent that they allowed close approach.

Chicli Spinetail *Synallaxis spixi*. At least two birds were part of the assemblage but remained close to the ground catching insects.

Streaked Xenops *Xenops rutilans*. A single individual foraging in the normal manner was later joined by two others, at least one of which was seen actively flycatching.

Buff-fronted Foliage-gleaner *Philydor rufus*. Three to six individuals were present and actively flycatching.

Olivaceous Woodcreeper *Sittasomus griseicapillus*. Two or three were actively flycatching.

Black-capped Piprites *Piprites pileatus*. Three individuals of this rare and poorly known species were very actively engaged in the aerial capture of termites.

Gray-hooded Flycatcher *Mionectes rufiventris*. One was around for most of the time and was not particularly active, although it was definitely seen flycatching termites.

Mottle-cheeked Tyrannulet *Phylloscartes ventralis*. At least three spent most of their time in trees but were also seen hawking insects.

Shear-tailed Gray Tyrant *Muscipipra vetula*. A pair arrived rather late and actively engaged in aerial feeding on termites.

Blue-and-white Swallow *Notiochelidon cyanoleuca*. Perhaps as many as 20 or 30 passed by taking very high-flying termites, although we could not be sure if these numbers included individuals that visited more than once.

Eastern Slaty-Thrush *Turdus subalaris*. One or two individuals were seen to engage in flycatching. One or two individuals of Rufous-bellied Thrush *T. rufiventris* were also present and probably fed on termites as well although we did not specifically note it.

Rufous-crowned Greenlet *Hylophilus poicilotis*. Two birds stayed mainly in the vegetation but occasionally sallied out for flying termites.

Rufous-browed Peppershrike *Cyclarhis gujanensis*. One or two were very actively flycatching.

Golden-crowned Warbler *Basileuterus culicivorus*. At least two were most active in shrubbery close to the ground but were also seen actively flycatching.

Chestnut-headed Tanager *Pyrrhocomma ruficeps*. At least two males were present and very actively catching termites in the air.

Diademed Tanager *Stephanophorus diadematus*. Despite its being very common in the area we saw only three individuals of this species and those were not present the whole time. When they were, they were very actively hawking termites.

Fawn-breasted Tanager *Pipraeidea melanonota*. One was present for a short period only, but was actively flycatching.

Burnished-buff Tanager *Tangara cayana*. A single bird stayed for only a short period but was actively flycatching.

Red-rumped Warbling-Finch *Poospiza lateralis*. These were the most avid feeders on termites of all the birds present. They must have come from far and wide as there were 50 to 70 individuals present. The loud whirring of their wings was the dominant sound during the feeding frenzy and dozens were constantly in the air over our heads for the whole period of activity.

Rufous-collared Sparrow *Zonotrichia capensis*. Two or three were very active on the ground in the vicinity of the emerging termites, especially where these had become entangled in spider webs. Vasconcelos (1999) and Gussoni and Campos (2003) also reported this species feeding on winged termites.

Green-winged Saltator *Saltator similis*. One or two were active and flycatching in the early part of the feeding activity.

Golden-winged Cacique *Cacicus chrysopterus*. Only a single individual arrived even though it called almost constantly. This bird was extremely vigorously engaged in catching termites out of the air.

The following birds appeared to be part of the feeding assemblage but were not observed catching termites. Their presence, usually for an extended period, may have been due to flocking behavior stimulated by the large number of other species actively engaged in feeding.

Red-breasted Toucan *Ramphastos dicolorus*. A pair stayed in evidence for about half the period of observation. We later saw one cross the road and hesitate in flight as though catching an insect, but this was not repeated.

White-spotted Woodpecker *Veniliornis spilogaster*. A single female remained in the area the whole time we were present.

Scaled Woodcreeper *Lepidocolaptes squamatus*. First observed singly but then up to three were seen together in the area of main feeding activity of which they appeared to be a part.

Variable Antshrike *Thamnophilus caeruleus*. One pair was active in the area for most of the period of observation but were not seen to take termites, despite the fact that the Slender Antbird *Rhopornis ardesiaca* and several other species of Thamnophilidae have been seen preying on winged termites (Teixeira 1987).

Rufous-bellied Thrush *Turdus rufiventris*. See *T. subalaris*, above.

Tropical Parula *Parula pitiayumi*. One bird seemed to be part of the general activity.

The presence of single individuals of three other species appears to have been entirely incidental to the termite swarm and its predatory assemblage: Yellow-headed Caracara *Milvago chimachima*, Brazilian Ruby *Clytolaema rubricauda*, and White-throated Woodcreeper *Xiphocolaptes albicollis*.

It is most interesting to compare our observations with those made by Gussoni and Campos at a termite swarm also in the state of São Paulo, only about 100 km to the SW but at a lower elevation (c. 750 m). They observed a similar number of species (26) but only two of these *Notiochelidon cyanoleuca* and *Zonotrichia capensis* were shared between the two assemblages. Over half of the species (16) observed by Gussoni and Campos belong to families that ordinarily capture flying insects (Tyrannidae and Hirundinidae), in contrast with the assemblage we observed.

Thiollay (1970:273) reported that in West Africa each of some 150 species of birds seen feeding at termite swarms "maintains in the swarms his particular hunting habits, strata and even preferred feeding hours, so that any interspecific competition is avoided." This is certainly different from the behavior reported by Dial and Vaughan (1987) in East Africa and what we saw in Brazil. The feeding aggregation we observed took place at a time of day when avian feeding activity is usually minimal, as was also observed by Eisenmann

(1961) and many of the species observed departed markedly from their normal feeding habits and ecological strata.

As with the aggregations seen by Eisenmann (1961), Dial and Vaughan (1987), and Gussoni and Campos (2003), aerial insectivores (swifts, swallows, flycatchers) were present, but they were joined by scansorial, frugivorous, and granivorous species, as well as terrestrial and arboreal insectivores. Unlike African assemblages, raptors were not present. Interspecific competition would probably not have been a factor due to the abundance of the emerging termites.

As noted by Dial and Vaughan (1987), termite emergences are unpredictable and predators must respond immediately in order to benefit from a hatch. Wide-ranging aerial species such as swifts and swallows would be expected to be the first to detect a swarm, as appeared to be the case in our instance. These might then attract other aerial feeders such as flycatchers. The most assiduous, indeed almost frenetic, predator at the swarm we observed was *Poospiza lateralis*, and this may have been the “nucleus” species whose large numbers and constantly whirring wing beats may have drawn the attention of understory and canopy dwelling species.

ACKNOWLEDGMENTS

We thank Gary R. Graves and an anonymous reviewer for calling pertinent references to our attention.

REFERENCES

- Blake, C. H. (1941) Termites taken by birds. *Auk* 58:104.
- Dial, K. P. and T. A. Vaughan (1987) Opportunistic predation on alate termites in Kenya. *Biotropica* 19:185-187.
- Eisenmann, E. (1961) Favorite foods of Neotropical birds: flying termites and *Cecropia* catkins. *Auk* 78:636-638.
- Gussoni, C. O. A., and R. P. de Campos (2003) Registro de uma grande concentração de aves se alimentando de “aleluias” Isoptera. *Lundiana* 4:71.
- Sazima, I. (1989) Peach-fronted Parakeet feeding on winged termites. *Wilson Bull.* 101:656-657.
- Teixeira, D. M. (1987) Notas sobre o “Gravatzeiro”, *Rhopornis ardesiaca* (Wied, 1831) (Aves, Formicariidae). *Rev. Brasil. Biol.* 47:409-414.
- Thiollay, J.-M. (1970) L'exploitation par les oiseaux des essaimages de fourmis et termites dans une zone de contact savane-forêt en Côte-d'Ivoire. *Alauda* 38:255-273.
- Vasconcelos, M. F. (1999) Cupins alados (*Neocapritermes* sp.) como alimento do tico-tico, *Zonotrichia capensis*. *Atualidades Ornitol.* 87:12.

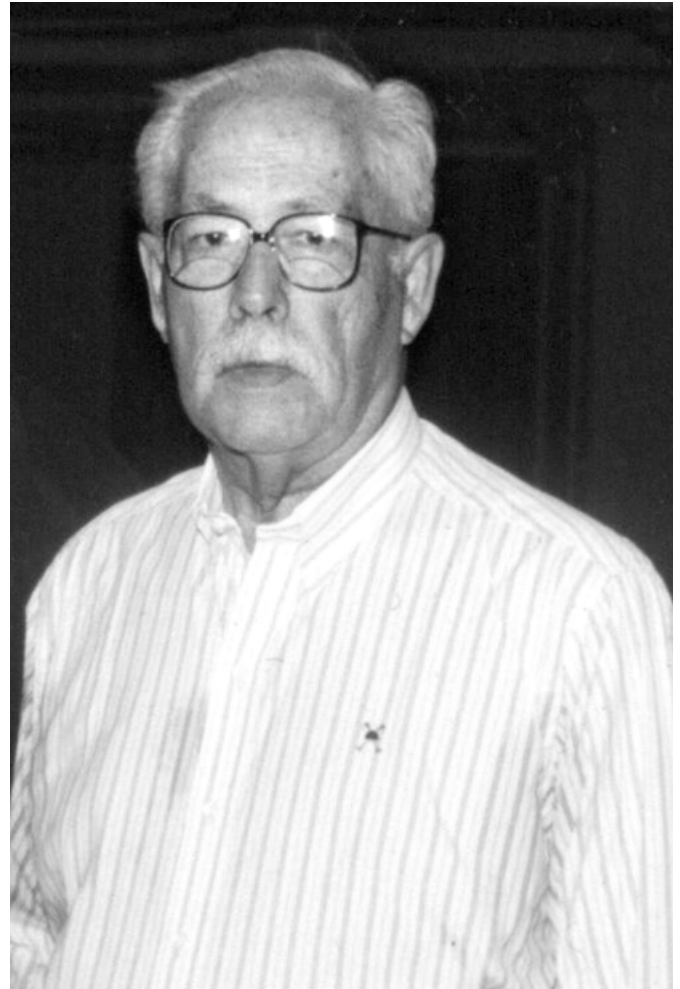
OBITUÁRIO

Hélio Ferraz de Almeida Camargo

Elizabeth Höfling

Departamento de Zoologia, Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, Rua do Matão, trav. 14, no 321, 05508-900, São Paulo – SP, Brasil. E-mail: ehofling@ib.usp.br

Nascido em Piracicaba, SP, em 06 de junho de 1922, o Dr. Hélio Camargo faleceu aos 84 anos em São Paulo, no dia 14 de julho de 2006. Nos últimos 60 anos foi casado com a Sra. Lúcia Maria Gerin de Almeida Camargo e deixou dois filhos: Hélio Ferraz de Almeida Camargo Júnior e Júlio Gerin de Almeida Camargo, além de cinco netos. Bacharel em Direito pela Universidade de São Paulo em 1952, exerceu as atividades de advogado durante algum tempo. Em 1944 ingressou no Departamento de Zoologia da Secretaria de Agricultura do Estado de São Paulo, desde 1969 Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, tendo sido efetivado como biólogo em 1946. Inicialmente, trabalhou com o Dr. Olivério Mário de Oliveira Pinto que ele sempre respeitou e admirou durante a longa convivência de muitos anos. Assumiu a responsabilidade da Seção de Aves após a aposentadoria do Dr. Olivério. Foi Diretor-Substituto do Museu de Zoologia de 1966 a 1979 e aposentou-se em 1980. No entanto, continuou até 2001 com suas atividades de curadoria na Seção de Aves daquele museu, quando, após mais de 50 anos de trabalho, afastou-se de suas atividades. O Dr. Hélio dedicou-se ao estudo das aves brasileiras e teve um papel importante na formação de inúmeros ornitólogos brasileiros, pois auxiliava ao identificar materiais, orientava os trabalhos na coleção e sempre esteve disposto a colaborar com todos que o procuravam. Grande conhecedor da literatura ornitológica à época, quando ainda não se imaginava a bibliografia informatizada, acompanhava as pesquisas desenvolvidas e publicadas nos periódicos pelo mundo, sendo assíduo freqüentador da biblioteca do Museu de Zoologia. Participou de expedições pelos biomas brasileiros e de freqüentes visitas à Estação Biológica de Boracéia, enriquecendo a valiosa coleção de aves do Museu de Zoologia com inúmeras coletas, publicando os resultados de suas observações em campo, bem como da análise criteriosa dos exemplares da coleção. Embora tenha se dedicado durante quase toda a vida ao estudo das aves, durante um curto período trabalhou na Seção de Peixes do Museu de Zoologia e nos anos 50 interessou-se pelas aranhas, inclusive descrevendo três espécies novas da fauna brasileira *Parawixia inopinata* Camargo, 1951, *Wagneriana gavensis* (Camargo, 1951) e *Tetragnatha soaresi*, sinomizada por ele em 1953, como sinônimo júnior de *T. longidens* Mello-Leitão, 1945. Para a Ornitologia foi importante também sua contribuição ao descrever uma nova espécie de papagaio, juntamente com Rolf Grantsau, com o nome de *Amazona kavalli* Grantsau e Camargo, 1989. Pela sua contribuição ao conheci-



mento das aves, recebeu a homenagem de outros pesquisadores com as denominações do beija-flor *Phaethornis ochraceiventris camargoi* Grantsau, 1988 e do furnariídeo *Heliobletus contaminatus camargoi* Silva e Stotz, 1992, cujos holótipos encontram-se na coleção de tipos do Museu de Zoologia. Entre suas últimas publicações estão os livros *Aves na Mantiqueira* (Höfling, Camargo e Imperatriz-Fonseca, 1986) e as três edições, além de uma reimpressão, de *Aves no Campus* (Höfling e Camargo, 1993, 1996, 1999, 2002), cuja 4ª edição está por ser concluída ainda com a sua participação. O Dr. Hélio participou ativamente do Centro de Estudos Ornitológicos (CEO), dele recebendo o título de Associado Honorário em 1985, além de ter exercido o cargo de Presidente durante três mandatos, de 1990 a 1998. Como grande entusiasta das atividades do CEO proferiu inúmeras palestras entre 1984 e 2000 e em 1995 inaugurou no *Boletim CEO* uma seção com as citações bibliográficas recentes sobre aves, principalmente as neotropicais.

Ficam as saudades e a homenagem de seus colegas e amigos que muito o admiravam.

PUBLICAÇÕES

Camargo, H. F. A. (1946) Sobre uma pequena coleção de aves de Boracéia e do Varjão do Guaratuba (Estado de S. Paulo). *Papéis Avulsos de Zoologia* 7: 143-164.

- Camargo, H. F. A. (1947) As anotações ornitológicas de Franco da Rocha. *Revista de Agricultura* 22: 277-290.
- Camargo, H. F. A. (1950) Contribuição ao estudo das aranhas brasileiras (Arachnida-Araneae): três espécies novas e uma pouco conhecida. *Papéis Avulsos de Zoologia* 9: 223-248.
- Camargo, H. F. A. (1951) Descrição de dois alótipos e algumas anotações morfológicas sobre aranhas brasileiras Arachnidae - Araneae (Dysderidae, Argiopidae, Selenopidae e Clubionidae). *Arq. Zool. Est. S. Paulo* 7: 445-464.
- Camargo, H. F. A. (1953) Sobre algumas aranhas que ocorrem no Brasil, com descrição de um alótipo (Arachnida-Araneae). *Papéis Avulsos de Zoologia* 11: 301-340.
- Camargo, H. F. A. e Travassos F^o, L. (1958) A Estação Biológica de Boracéia. *Arquivos de Zoologia* 11: 1-21.
- Camargo, H. F. A. (1962) Sobre as raças geográficas brasileiras de *Amazona brasiliensis* (L., 1758) (Aves Psittacidae). *Papéis Avulsos de Zoologia* 15: 67-77.
- Camargo, H. F. A. (1962) Sobre a viagem de Emil Kaempfer ao Brasil. *Papéis Avulsos de Zoologia* 15: 79-80.
- Camargo, H. F. A. (1967) Dois estudos ornitológicos: I. *Buteo nitidus* (Latham, 1790); II. Sobre as raças geográficas de *Ramphastos vitellinus* Lichtenstein, 1823. *Hornero* 10: 334-338.
- Camargo, H. F. A. e Camargo, E. A. (1964) Ocorrência de *Iodopleura p. pipra* no Estado de São Paulo, Brasil, e algumas notas sobre *Iodopleura isabellae* (Aves, Cotingidae). *Papéis Avulsos de Zoologia* 16: 45-55.
- Camargo, H. F. A. (1976) Sobre o ninho de *Triclaria malachitacea* (Spix, 1824) (Aves, Psittacidae). *Papéis Avulsos de Zoologia* 29: 93-94.
- Camargo, H. F. A. (1978-1985) † Olivério Mário de Oliveira Pinto (1896-1981). *Arq. Zool. Est. S. Paulo* 30: 7-13.
- Camargo, H. F. A. (1978-1985) † Eurico Alves de Camargo (1896-1985). *Arq. Zool. Est. S. Paulo* 30: 15-16.
- Camargo, H. F. A. (1986) Contribuição ao estudo das espécies brasileiras do gênero *Elaenia* (Aves Tyrannidae). *Boletim CEO* 2: 6-19.
- Camargo, H. F. A. (1986) Destaque: Helmut Sick, uma introdução. *Boletim CEO* 1: 9-13.
- Camargo, H. F. A. (1987) *Anodorhynchus leari* Bonaparte, 1856: descoberta ou redescoberta? *Boletim CEO* 3: 13-16.
- Camargo, H. F. A. (1989) Carlos H. Euler, um estudioso dos ninhos e ovos das aves do Brasil. *Boletim CEO* 6: 56-64.
- Camargo, H. F. A. (1992) Helmut Sick (1910-1991). *Boletim CEO* 8: 3.
- Camargo, H. F. A. (1993) Uma tese sobre a ecologia das espécies brasileiras de *Myrmotherula* Sclater, 1858. *Boletim CEO* 9: 42-46.
- Camargo, H. F. A. (1995) Bibliografia. *Boletim CEO* 11: 61-69.
- Camargo, H. F. A. (1995) Bibliografia. *Boletim CEO* 12: 37-44.
- Camargo, H. F. A. (1998) Helmuth Pinder, o primeiro coletor e taxidermista de aves do Museu Paulista. *Ararajuba* 6: 54-57.
- Grantsau, R. e H. F. A. Camargo (1989) Nova espécie brasileira de *Amazona* (Aves, Psittacidae). *Rev. Brasil. Biol.* 49: 1017-1020.
- Höfling, E., H. F. A. Camargo e V. L. Imperatriz-Fonseca (1986) *Aves na Mantiqueira*. São Paulo: ICI-Brasil.
- Höfling, E. e H. F. A. Camargo (2002) *Aves no campus*. 3ª edição (revisada e ampliada), 1ª reimpressão. São Paulo: EDUSP e IB-USP.