



FELIPE ZILIO

COMPOSIÇÃO E DIVERSIDADE DE TAXOCENOSSES DE AVES DE RAPINA DIURNAS DE
PAISAGENS ABERTAS DA SAVANA URUGUAIA E FLORESTA ÚMIDA COM ARAUCÁRIA.

TESE APRESENTADA AO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
EM BIOLOGIA ANIMAL, INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL, COMO
REQUISITO PARCIAL À OBTENÇÃO DO TÍTULO DE DOUTOR
EM BIOLOGIA ANIMAL.

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: BIODIVERSIDADE

ORIENTADOR: PROF.DR.MÁRCIO BORGES MARTINS
CO-ORIENTADOR: PROF^a. DR^a. LAURA VERRASTRO

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
PORTO ALEGRE

2012

COMPOSIÇÃO E DIVERSIDADE DE TAXOCENOSSES DE AVES DE RAPINA DIURNAS DE
PAISAGENS ABERTAS DA SAVANA URUGUAIA E FLORESTA ÚMIDA COM ARAUCÁRIA.

FELIPE ZILIO

Aprovada em _____ de _____ de _____

Dr. José Hernán Sarasola

Dr. André de Mendonça Lima

Dr^a. Helena Piccoli Romanowski

AGRADECIMENTOS

As primeiras pessoas a quem tenho que agradecer são meus orientadores, Dr. Márcio Borges Martins e Dra. Laura Verrastro, que me acolheram no Laboratório de Herpetologia apesar de meu conhecimento pífio sobre répteis e anfíbios e da minha linha de pesquisa ser com aves (ou dinossauros, como queiram). Creio que ambos ganhamos com a troca de conhecimento ao longo destes quatro anos, eu certamente muito mais do que eles.

Aos colegas do laboratório de Herpetologia não agradeço, porque amizade não se agradece, se retribui. Embora minha presença tenha sido efêmera no laboratório, sempre que por lá passei os resultados foram ganhos e nunca perdas. Não cabe citar nomes, mas saibam todos que de alguma forma, em algum momento, em alguma conversa ou celebração, sua amizade foi importante. Espero sempre poder retribuir a altura que vocês merecem.

Nesta mesma linha, não posso deixar de mencionar os amigos que fizeram parte da Equipe de Monitoramento de Avifauna da UFRGS, envolvidos no projeto de monitoramento da UHE Barra Grande. Compartilhamos momentos inenarráveis em campo. Também aprendi muito corrigindo os relatórios de vocês, hehehe.

E os eternos amigos da graduação e amigos da vertente 'metal'? O que dizer? Sempre estiveram presentes, seja em confraternizações, seja compartilhando ou confrontando pontos de vista científicos ou não. Na maioria das vezes assuntos que não contribuíram com a tese, é verdade, mas que contribuíram para a sanidade do autor desta.

Agradeço ao Iggy (também conhecido com Dr. Ignácio Benites Moreno), que além de meu tutor na disciplina de Atividade de Didática, abriu espaço para eu participar das atividades de campo das disciplinas de Ornitologia e Mastozoologia e Manejo de Fauna. Excursões de campo memoráveis. Foi um bom aprendizado de como lidar com alunos sedentos por conhecimento, querendo saber tudo de tudo de tudo.

Agradeço a Dra. Helena P. Romanowski, a Dra. Sandra M. Hartz e a Dra. Carla S. Fontana, que compuseram a banca de seleção do doutorado e contribuíram de modo substancial para elaboração do projeto de pesquisa que resultou nesta tese.

Fica meu agradecimento as Polícias Rodoviária Estadual do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina, a Polícia Rodoviária Federal e a Brigada Militar brasileiras, e a Polícia Caminera do Uruguai, por possibilitarem o desenvolvimento das amostragens nas rodovias e terem sido solícitos sempre que necessário.

Este estudo teve apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), através da concessão da bolsa de doutorado. Auxílio fundamental para que fosse desenvolvido sem maiores preocupações extracientíficas (a sobrevivência do pesquisador, por exemplo).

Por fim agradeço a minha família pelo apoio incondicional às minhas decisões em nível profissional (ao menos depois de se conformarem em ter um biólogo na família) e pelo apoio e suporte pessoal que não se restringiram apenas ao período do doutorado.

SUMÁRIO

ABSTRACT	VIII
RESUMO	IX
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. As Aves de Rapina	1
1.2. Diversidade e Estado do Conhecimento	2
1.3. Os campos Sulinos	4
1.3.1. Floresta Úmida com Araucária.....	6
1.3.2. Savana Uruguaia.....	7
2. OBJETIVOS E ESTRUTURA DOS ARTIGOS	9
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	10
ARTIGO I - RAPTOR ASSEMBLAGES OF SOUTHERN BRAZIL	18
Abstract	20
Introduction	21
Material and Methods	23
Raptors surveys.....	23
Roadside point transect.....	24
Roadside strip transect.....	25
Statistical analyses.....	25
Results	26
Discussion	27
Distribution and abundance of raptors.....	27
Roadside transect methods.....	29
Acknowledgements	34
References	35
Tables and Figures	44
ARTIGO II – INFLUÊNCIA DA PAISAGEM NA DISTRIBUIÇÃO DE AVES DE RAPINA	47
Abstract	48
Resumo	49
Introdução	50
Material e Métodos	53
Área de estudo.....	53

Amostragem de Aves de Rapina	54
Variáveis ambientais	56
Análises Estatísticas	57
Resultados	58
Discussão	60
Conclusão e implicações para conservação	64
Agradecimentos	66
Referências Bibliográficas	67
Tabelas e Figuras	75
ARTIGO III – TAXOCENOSE DE AVES NECRÓFAGAS DOS CAMPOS DO SUDESTE DA AMÉRICA DO SUL	80
Abstract.	81
Resumo	82
Introdução	83
Material e Métodos	86
Área de estudo.....	86
Amostragem de Cathartiformes	88
Variáveis ambientais	89
Análises Estatísticas	90
Resultados	92
Discussão	94
Agradecimentos	99
Referências Bibliográficas	99
Tabelas e Figuras	107
ARTIGO IV – VARIAÇÃO SAZONAL NA ABUNDÂNCIA DE AVES DE RAPINA	111
Abstract.	112
Resumo.	113
Introdução	114
Métodos	116
Área de Estudo	116
Amostragem das aves de rapina.	118
Análises estatísticas	119
Resultados	120

Discussão	124
Conclusão	129
Agradecimentos	130
Referências	130
Tabelas e Figuras	135
4. CONCLUSÕES GERAIS	141
ANEXO I	147
ANEXO II – ZOOLOGICAL STUDIES - INSTRUÇÕES PARA OS AUTORES	149
ANEXO III – PLOS ONE - INSTRUÇÕES PARA OS AUTORES	154
ANEXO IV – BIODIVERSITY AND CONSERVATION - INSTRUÇÕES PARA OS AUTORES	161
ANEXO V – EMU – AUSTRAL ORNITHOLOGY - INSTRUÇÕES PARA OS AUTORES	168

ABSTRACT. Raptors, as top predators, have large home ranges and low population densities. They are sensitive to human perturbation and habitat degradation; hence raptors are sentinel species and biodiversity indicators. Despite their ecological importance, the biology and ecology of most of the 91 South American raptors is poorly known. The main objectives of this study were to examine the assemblage composition in grasslands of southern Brazil and Uruguay and to investigate its relation with topography and habitat features. To achieve this, 44 roadside transects were conducted in 11 areas. Each transect was surveyed four times between autumn/2009 and summer/2011. The 176 transects yielded 18,424 contacts of raptors, belonging to 34 species. Roadside line transect is widely used to survey raptors. However, our results suggest that this method could underestimate the species abundance. Roadside point transect seems to be better, especially to survey rare species. Raptors distribution and assemblage composition were related to altitude and habitat availability, and four assemblages could be identified in southeastern South America. Raptor assemblage at Altitudinal grasslands (in the Araucarian Moist Forest ecoregion) had higher abundances of forest raptors than the other regions. Three assemblages were distinguished in the Uruguayan Savannas ecoregion: 1) south Brazilian coastal plain, with species related wetlands and human modified habitats; 2) Serra do Sudeste grasslands, a mix of forest and grassland raptors assemblage, which showed low abundances and lower sensibility to habitat degradation; 3) Uruguayan Savannas, dominated by grasslands species and few forest species usually found in riparian habitats. Four obligate scavengers (Cathartiformes) were recorded. Landscape features appeared to be more important to the assemblage organization than interspecific hierarchy, but the current distribution and abundance of scavengers could have been driven by species persecution and poisoning in the last century. Raptors abundance changed seasonally. Total abundance was significantly higher during summer than winter, and strategies to deal with seasonality varied between species. Four species are complete migrants (two trans-equatorial and two intratropical), three are partial migrants, but their routes and migration pattern remain poorly understood; and three species are irruptive or nomadic. The grasslands of southern South America have a high diversity of raptors, influenced by topography, habitat availability and seasonality, features that should be taken into account when devising regional conservation policies.

KEYWORDS: Top predators, Scavengers, Raptors, Ecoregion, South America, Brazil, Uruguay, Distribution, Conservation, Land use, Habitat, Seasonality, Roadside transect, Migration.

RESUMO. As aves de rapina, como predadores de níveis superiores na rede trófica, necessitam de grandes áreas de vida e ocorrem em baixa densidade populacional. São sensíveis a alteração e degradação do habitat, sendo bons indicadores de qualidade de habitat e biodiversidade. Apesar da importância ecológica pouco se conhece sobre a biologia e ecologia da maioria das 91 espécies que ocorrem na América do Sul, o que nos leva ao objetivo mais amplo desta tese: descrever a composição das taxocenoses de aves de rapina dos campos do sul do Brasil e Uruguai e sua relação com as características topográficas e ambientais. Para tanto, foram realizadas amostragens de aves de rapina em 11 áreas campestres entre outono de 2009 e verão de 2011. Um total de 44 transectos rodoviários foi amostrado sazonalmente, duas vezes ao ano, totalizando 176 amostragens. Ao todo foram observadas 18.424 aves de rapina, pertencentes a 33 espécies. Os transectos rodoviários são amplamente utilizados para a amostragem de aves de rapina, no entanto, nossos resultados sugerem que este método pode subestimar a abundância das espécies. Pontos de contagem parecem ser mais eficazes, principalmente para a amostragem de espécies raras. A distribuição das espécies foi associada à altitude e disponibilidade de habitat, e quatro taxocenoses puderam ser identificadas no sudeste da América do Sul. A taxocenose dos campos de altitude (na ecorregião Floresta Úmida com Araucária) se caracterizou pela presença de espécies florestais, ausentes ou pouco abundantes nas demais áreas. Na ecorregião Savana Uruguaia foram distinguidas outras três taxocenoses: 1) campos da planície costeira do sul do Brasil, com espécies associadas às áreas úmidas e ambientes alterados; 2) campos da Serra do Sudeste, uma taxocenose mista com espécies campestres e florestais, porém pouco abundantes e com maior tolerância a habitat alterados; 3) campos da Savana Uruguaia, taxocenose com predominância de espécies campestres e presença pontual de espécies florestais associadas a matas ripárias. Foram registradas quatro espécies de necrófagos obrigatórios (Cathartiformes). A organização da taxocenose dos necrófagos aparenta ser mais influenciada pelas características da paisagem que por relações hierárquicas interespecíficas, mas a distribuição atual pode ter sido influenciada pela caça e envenenamento das espécies, ocorrida no século passado. A abundância das aves de rapina variou sazonalmente. A abundância foi significativamente maior no verão que no inverno, mas variou conforme a espécie. Quatro espécies são migratórias (duas migrantes trans-equatoriais e duas intratropicais), três são parcialmente migratórias, mas o padrão de migração e as rotas são pouco conhecidos, e três espécies são nômades ou realizam movimentos irruptivos. Os campos do sudeste da América do Sul tem uma alta diversidade de aves de rapina, influenciada pela topografia, disponibilidade de habitat e sazonalidade, características que devem ser consideradas nas políticas de conservação na região.

PALAVRAS-CHAVE: Predadores topo, Necrófagos, Rapinantes, Ecorregião, América do Sul, Brasil, Uruguai, Distribuição, Conservação, Uso de solos, Habitat, Sazonalidade, Transectos rodoviários, Migração.

1. INTRODUÇÃO

1.1. AS AVES DE RAPINA

O termo aves de rapina diurnas (ou rapinantes diurnos) é utilizado para categorizar as pouco mais de 300 espécies aves das ordens Cathartiformes, Accipitriformes e Falconiformes (Ferguson-Lees e Christie 2001). É um grupo de distribuição cosmopolita encontrado nos mais diversos ambientes, desde habitats extremos como os desertos e a tundra ártica, até as florestas úmidas tropicais (Ferguson-Lees e Christie 2001). São predadores de níveis tróficos superiores nas redes tróficas das comunidades bióticas e a relação predador-presa lhes confere uma relação estreita com o equilíbrio dos ecossistemas (Thiollay 1994). A abundância das presas é um fator limitante as populações das aves de rapina, afetando a densidade de territórios e sucesso reprodutivo das espécies (Newton 1979). Por outro lado, predadores de níveis superiores limitam as abundâncias de espécies de outros níveis tróficos (*e.g.* predadores intermediários, consumidores primários) (Sergio et al. 2008).

As aves de rapina geralmente ocorrem em densidades baixas na natureza e são territorialistas (Newton 1979). Os territórios são áreas defendidas contra co-específicos e/ou outras espécies e geralmente restringem-se a área reprodutiva (Newton 1979). Os indivíduos não reprodutivos, que não possuem territórios estabelecidos, geralmente ocupam regiões limítrofes aos territórios, ocupando os territórios quando estes se tornam disponíveis (morte de um dos adultos reprodutivos, por exemplo), o mantêm as populações reprodutivas estáveis (Newton 1979).

A migração é uma estratégia comum entre as aves de rapina (Bildstein 2006). Migração é o movimento sazonal que um organismo realiza entre sua área reprodutiva (*breeding area*) e sua área não reprodutiva (ou de invernada; *wintering area*), realizado regularmente e em direções alternadas (Bildstein 2006). Ao todo, 66% das espécies de aves de rapina realizam

algum tipo de migração, desencadeada, em última instância, pela variação na oferta de alimento (Newton 1979, Bildstein 2006).

Assim como outros predadores, as aves de rapina desempenham um papel importante na conservação (Sergio et al. 2008). São animais carismáticos e podem ser elencados como ‘espécies bandeira’ e, por possuírem grandes áreas de vida, são consideradas ‘espécies guarda-chuva’, sendo plausível assumir que a conservação de aves de rapina tenha reflexos positivos na conservação de outras espécies (Simberloff 1998, Sergio et al. 2008). Ademais, as aves de rapina são bons indicadores de biodiversidade (Sergio et al. 2006, 2008).

As aves de rapina, por serem pouco tolerantes a fragmentação e alteração do ambiente, são bons indicadores de qualidade de hábitat (Jullien e Thiollay 1996, Thiollay 2006, Sergio et al. 2008). Em geral as populações são estáveis na natureza e reduções ou aumento populacionais, quando persistentes em longo prazo, indicam ou são indicativo de alterações no ecossistema (Thiollay 1994). A degradação do ambiente tende a reduzir a diversidade e abundância de aves de rapina (Palomino e Carrascal 2007, Carrete et al. 2009), porém os resultados podem divergir conforme o hábitat e espécie avaliados. Espécies florestais tendem a ser mais sensíveis que espécies campestres, as quais parecem se adaptar melhor a ambientes alterados (Rodriguez-Estrella et al 1998, Cardador et al. 2011). Contudo, espécies que nidificam no solo parecem ser sensíveis à degradação de áreas campestres (Sanchez-Zapatta et al. 2003). Em resumo, como postulado por Movalli, Duke e Osborn (2008): “It would be too simplistic to say that, if raptors are present, all is well in the environment, but certainly, if raptors are absent from areas where they would naturally occur, then all is not well”.

1.2. DIVERSIDADE E ESTADO DO CONHECIMENTO

A América do Sul possui cerca de 30% da diversidade de aves de rapina do mundo, (Bierregaard 1995, Remsen et al. 2012). A alta diversidade do continente é contrastante com o pouco conhecimento da biologia e ecologia das espécies. Bierregaard (1995, 1998) sintetizou

o estado de conhecimento das espécies da América do Sul e apontou as principais lacunas de conhecimento. Embora o estudo de aves de rapina neotropicais tenha avançado consideravelmente nas últimas décadas, muitas lacunas permanecem e as revisões de Bierregaard (1995, 1998) permanecem atuais, de modo que não cabe se alongar exaustivamente aqui sobre o assunto¹.

O Brasil possui uma alta biodiversidade e 75 espécies de aves rapina ocorrem no país (CBRO 2011), o que representa 82% da riqueza da América do Sul (Remsen et al. 2012). O nível de conhecimento das aves de rapina no Brasil não difere do padrão da América do Sul. Na última década, no entanto, houveram avanços substanciais sobre biologia reprodutiva e descrição de ninhos (*e.g.* Carvalho-Filho et al. 2004, Cabbane e Roesler 2007, Carrara et al. 2007, Canuto 2008, Specht et al. 2008), dieta (*e.g.* Cabral et al. 2006, Granzinolli e Motta-Junior 2006, Cabbane e Roesler 2007), taxonomia e filogenia (*e.g.* Whittaker 2002, Amaral et al. 2006, 2009), migração (*e.g.* Cabanne e Seipke 2005) e distribuição (*e.g.* Roda e Pereira 2006, Amaral et al. 2007, Denes et al. 2011), para citar alguns exemplos. Estudos em nível de taxocenoses, no entanto, ainda são escassos, geralmente desenvolvidos em curto período de tempo (*e.g.* Mañosa et al. 2003, Loures-Ribeiro e Anjos 2006, Alencar-Carvalho e Marini 2007, Salvador-Jr e Silva 2009).

Em uma escala mais regional, considerando Santa Catarina, Rio Grande do Sul e o Uruguai, a maior parte do conhecimento sobre as aves de rapina tem origem em obras gerais de ornitologia (Belton 1994, Rosário 1996, Arballo e Cravino 1999) e observações pontuais (*e.g.* Albuquerque et al. 2006, Barcellos e Accordi 2006, Joenck e Azevedo 2006, Mendonça-Lima et al. 2006). Estudos que abordaram a taxocenose de aves de rapina utilizando métodos

¹ Muito dos avanços no conhecimento da biologia das aves de rapina florestais do Neotrópico pode ser resumido nos resultados do estudo do Peregrine Fund realizado nas florestas da América Central (Whitacre, DF (ed.). 2012. Neotropical birds of prey: biology and ecology of a forest raptor community. Ithaca: Comstock Publishing Associates in association with The Peregrine Fund).

de amostragem sistematizados são escassos. Albuquerque et al. (1986), em um estudo pioneiro, realizaram seis anos de amostragem de rapinantes na região costeira do sul do Rio Grande do Sul. Azevedo et al. (2003) estudaram a taxocenose de rapinantes da Ilha de Santa Catarina. Petersen et al. (2011) realizaram amostragem de rapinantes nos campos de altitude durante três anos e avaliaram as relações das espécies e os habitats ao longo da RS-020. Em ambiente florestal, Meller (2011) estudou a taxocenose de rapinantes do Parque Estadual do Turvo, em Derrubadas – RS, durante dois anos, documentando a ocorrência de espécies raras no estado, como o cauré (*Falco ruficularis*) e o primeiro registro do gavião-de-asa-larga (*Buteo platypterus*) para o Estado (Meller e Bencke 2011). Para o Uruguai não há registro de estudos sistematizados com aves de rapina.

Estudos abordando a biologia e ecologia de espécies de aves de rapina também são escassos e, em geral, pontuais. Estudos abordaram a biologia reprodutiva, ou descrição de ninho, do caracoleiro (*Chondrohierax uncinatus*) (Krügel 2003), do gavião-cinza (*Circus cinereus*) (Mauricio e Dias 1996, Camilotti et al. 2008), do gavião-tesoura (*Elanoides forficatus*) (Azevedo e Di-Bernardo 2005), do sovi (*Ictinia plumbea*) (Jacomassa 2011), do gavião-de-sobre-branco (*Parabuteo leucorrhous*) (Zilio e Mendonça-Lima 2012) e do gavião-de-penacho (*Spizaetus ornatus*) (Joenck et al. in press). A dieta é conhecida para o gavião-peneira (*Elanus leucurus*) (Scheibler 2007) e o quiriquiri (*Falco sparverius*) (Zilio 2006). Azevedo et al. (2006) compilaram dados coletados em campo sobre a biologia do gavião-bombachinha (*Harpagus diodon*) em Santa Catarina.

Em face desta breve revisão, pode-se concluir que ainda há muito que fazer em termos estudos com aves de rapina na região estudada e no restante do Brasil.

1.3. OS CAMPOS SULINOS

Os campos sulinos do Brasil, ou simplesmente “Campos”, contemplam as áreas campestres do Paraná, Santa Catarina e Rio grande do Sul, incluindo os campos do Planalto

Meridional Brasileiro (ou campos de altitude) e os campos do bioma Pampa (Overbeck et al. 2007). Biogeograficamente, os campos de altitude e os campos pampianos são incluídos em regiões distintas na grande maioria das propostas de regionalização biogeográficas da América do Sul (vide revisão de Morrone 2011). Contudo, a expansão da florestal nos campos de altitude é recente e no passado provavelmente a área de conexão com os campos pampianos era mais extensa (Straube e Di Giácomo 2007, Behling et al. 2009), o que fica evidenciado pelo compartilhamento de várias espécies de vertebrados entre os campos de altitude e os campos pampianos (Bencke 2009).

Neste estudo consideramos a classificação das ecorregiões terrestres propostas por Olson et al. (2001), incluindo os campos de altitude na ecorregião Floresta Úmida com Araucária e os campos do bioma Pampa na ecorregião Savana Uruguaia (Figura 1). O uso de unidades biogeográficas como áreas de estudo é mais realista que o uso de fronteiras políticas, portanto o termo campos sulinos foi expandido para toda a extensão da Savana Uruguaia, de modo a contemplar as áreas campestres de ambas as ecorregiões como área de estudo.

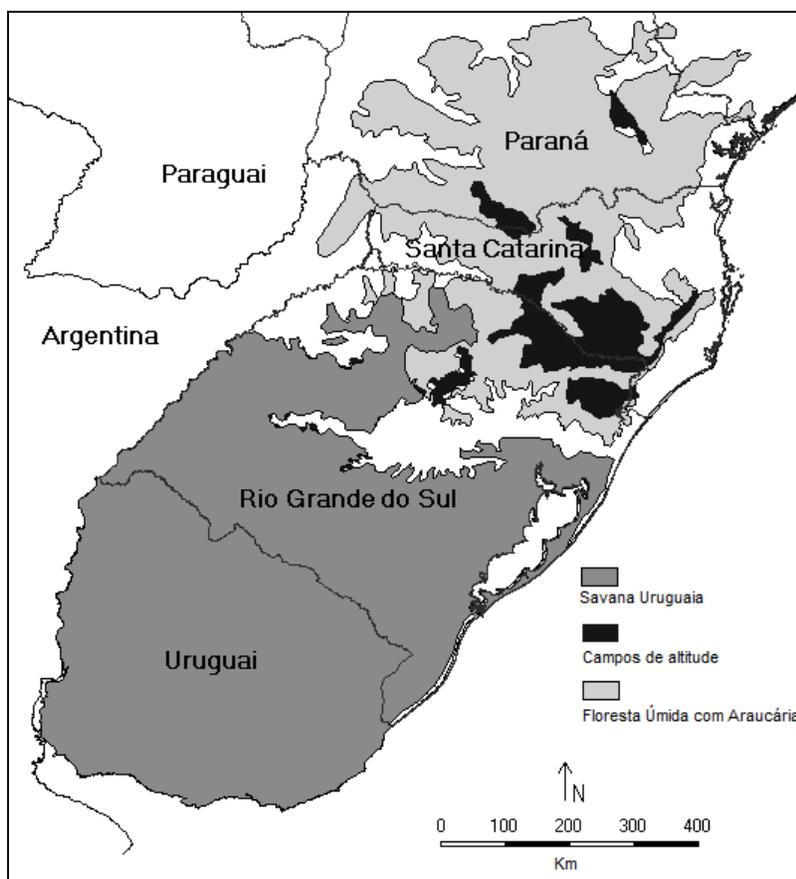


Figura 1. Os campos sulinos: 1) Campos de altitude, na ecorregião Floresta Úmida com Araucária; e 2) Campos pampianos da Savana Uruguaia.

1.3.1. Floresta Úmida com Araucária.

A ecorregião Floresta Úmida com Araucária (Araucarian Moist Forest, *sensu* Olson *et al.* 2001) compreende grande parte da região sul do Brasil, do Paraná ao norte do Rio Grande do Sul, e uma pequena porção da Argentina, na Província de Misiones, totalizando uma área de 216.100 km² (WWF 2001) (Figura 1). O relevo é constituído por platôs de 500m de altitude até porções elevadas próximas a 1800 m. O clima é subtropical, sem estação seca, com precipitação anual entre 1500 e 2000 mm e temperaturas médias entre 16 e 22°C, ocorrendo geadas durante o inverno nas regiões mais altas, onde as temperaturas médias ficam em 10°C (Nimer 1990 *apud* Overbeck *et al.* 2007). A fitofisionomia predominante é a

Floresta Ombrófila Mista, com a presença marcante de *Araucaria angustifolia*. Uma característica importante desta ecorregião é a presença de áreas de campos nativos de altitude.

Os campos de altitude estendem-se por uma área em torno de 13.740 km², em sua maior parte nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (Overbeck et al. 2007). Pertencente ao Planalto das Araucárias apresenta altitudes entre 800 e 1800 m, com o relevo suavemente ondulado nas porções superiores. A pluviosidade é alta e bem distribuída ao longo do ano (2000 a 2300 mm), com temperaturas bastante baixas durante o inverno. Os componentes vegetais são basicamente dois tipos: Campos e Floresta Ombrófila Mista. Os Campos são a paisagem predominante nas porções mais elevadas, representadas pelos campos nativos entrecortados por áreas úmidas e capões de mata. A Floresta Ombrófila Mista, ou mata com Araucária, predomina nos vales, junto aos corpos d'água e na forma de capões. A conversão dos campos nativos em áreas agrícolas e em monoculturas florestais exóticas tem contribuído para perda de grande parte dos campos nativos (Overbeck *et al.* 2007).

1.3.2. Savana Uruguaia.

A ecorregião denominada Savana Uruguaia (Uruguayan Savannas, *sensu* Olson et al. 2001) compreende a metade sul do Rio Grande do Sul e o Planalto das Missões, toda a área do Uruguai e uma pequena parcela da Província de Entre Rios, na Argentina, totalizando uma área aproximada de 355.700 km² (WWF 2001) (Figura 1). A Savana Uruguaia é caracterizada por extensas áreas abertas com predomínio de campo, florestas de galeria junto aos rios e a presença de savanas de butiazais e florestas sub-montanas em algumas regiões (WWF 2001). Na porção litorânea desta ecorregião ocorrem formações pioneiras com remanescentes de formações florestais de restinga e grandes extensões de áreas úmidas. Apresenta uma vegetação bastante diversa com predomínio de gramíneas e leguminosas (Bilenca e Miñarro 2004). O relevo é plano a ondulado com altitudes entre 0 e 500 m (Bilenca e Miñarro 2004).

O clima da região é temperado com temperaturas médias variando latitudinalmente entre 16° C (porção sul) e 19°C (porção norte) e pluviosidade entre 1000 e 1300 mm (WWF 2001).

Além de uma região pouco conhecida, especialmente em termos faunísticos, e relegada em relação às formações florestais, a Savana Uruguaia é alvo de uma série de ameaças a sua biota. Dentre as principais ameaças pode-se destacar a conversão dos campos e áreas úmidas em áreas de uso agropecuário, o que gera problemas de contaminação e desgaste do solo (WWF 2001). O pastejo intensivo também tem sido responsável pela destruição gradativa dos butiazais. A destruição dos campos, a retirada de madeira e a introdução de espécies exóticas têm contribuído para a extinção local de diversas espécies (WWF 2001). Mais recentemente, a região vem sendo alvo do plantio de espécies florestais exóticas, contribuindo ainda mais para a redução das paisagens campestres (Bilenca e Miñarro 2004).

2. OBJETIVOS E ESTRUTURA DOS ARTIGOS

O objetivo principal deste estudo foi descrever a composição das assembleias de aves de rapina e a distribuição das espécies nos campos do sudeste da América do Sul, os quais são incluídos nas ecorregiões Floresta Úmida com Araucária e Savana Uruguaia.

A tese está estruturada em quatro artigos que abordam os objetivos específicos deste estudo. Os artigos foram formatados visando à submissão a periódicos científicos específicos, porém, por questões estéticas, priorizou-se apenas a formatação das referências bibliográficas conforme as normas dos periódicos (em cumprindo da Resolução nº 23/2009, que “Institui procedimentos e normas para apresentação e avaliação da Dissertação de Mestrado e da Tese de Doutorado”).

O artigo I trata da descrição das taxocenoses de aves de rapina dos campos de altitude e da planície costeira e compara os resultados de dois métodos de amostragem de aves de rapina em paisagens campestres.

O artigo II descreve a composição das taxocenoses das aves de rapina (Accipitriformes e Falconiformes) dos campos do sudeste da América do Sul e sua relação com a fisionomia da paisagem e disponibilidade de habitats.

A abordagem do artigo III é similar ao capítulo anterior, porém focada na composição da taxocenose de um grupo funcional, os necrófagos obrigatórios (Cathartiformes).

O artigo IV trata do padrão de movimentação das espécies nos campos do sudeste da América do Sul e de variações sazonais da abundância das espécies.

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albuquerque, JLB, IR Ghizoni-Jr, ES Silva, G Trainini, I Franz, A Bracellos, CB Hassdenteufel, FL Arend, C Martins-Ferreira. 2006. Crowned Solitary-Eagle (*Harpyhaliaetus coronatus*) and Crested-eagle (*Morphnus guianensis*) in Santa Catarina and Rio Grande do Sul: priorities and challenges to their conservation. Rev. Brasil. Ornitol. 14: 411 – 415.
- Albuquerque, JLB, AJ Witech, AM Aldous. 1986. A roadside count of diurnal raptors in Rio Grande do Sul. Brazil. Birds of Prey Bull. 3: 82 – 87.
- Alencar-Carvalho, CE, MA Marini. 2007. Distribution patterns of diurnal raptors in open and forested habitats in south-eastern Brazil and the effects of urbanization. Bird Conserv. Int. 17: 367 – 380.
- Amaral, FR, MJ Miller, LF Silveira, E Bermingham, A Wajntal. 2006. Polyphyly of the hawk genera *Leucopternis* and *Buteogallus* (Aves, Accipitridae): multiple habitat shifts during the Neotropical buteonine diversification. BMC Evol. Biol. 6: 10. doi:10.1186/1471-2148-6-10
- Amaral, FR, LF Silveira, BM Whitney. 2007. New localities for the Black-faced Hawk (*Leucopternis melanops*) south of the Amazon river and description of the immature plumage of the White-browed Hawk (*Leucopternis kuhli*). Wilson J. Ornithol. 119: 450-454.
- Amaral, FR, FH Sheldon, A Gamauf, E Haring, M Riesing, LF Silveira, A Wajntal. 2009. Patterns and processes of diversification in a widespread and ecologically diverse avian group, the buteonine hawks (Aves, Accipitridae). Mol. Phyl. Evol. 53: 703 – 715
- Arballo, E, J. Cravino. 1999. Aves del Uruguay. Manual ornitológico Vol 1. Montevideo: Editorial Hemisferio Sur.

- Azevedo, MAG, M Di-Bernardo. 2005. História natural e conservação do gavião-tesoura, *Elanoides forficatus*, na Ilha de Santa Catarina, sul do Brasil. Ararajuba 13: 81 – 88.
- Azevedo, MAG, DA Machado, JBL Albuquerque. 2003. Birds of prey in the Santa Catarina Island, SC: composition, frequency of occurrence, habitat use and conservation. Ararajuba 11: 75 – 81
- Azevedo, MAG, VQ Piacentini, IR Ghizoni-Jr, JLB Albuquerque, ES Silva, CM Joenck, A Mendonça-Lima, F Zilio. 2006. Biologia do gavião-bombachinha, *Harpagus diodon*, no estado de Santa Catarina, sul do Brasil. Rev. Bras. Ornitol. 14: 351 – 357.
- Barcellos, A, IA Accordi. 2006. New records of the Crowned Eagle, *Harpyhaliaetus coronatus*, in the state of Rio Grande do Sul, southern Brazil. Rev. Brasil. Ornitol. 14: 345 – 349.
- Behling, H, V Jeske-Pieruschka, L Schüler, VP Pillar. 2009. Dinâmica dos campos no sul do Brasil durante o Quaternário Tardio. In: Pillar VP, Müller SC, Castilhos ZMS, Jacques AVÁ (eds). Campos Sulinos – conservação e uso sustentável da biodiversidade. Brasília: MMA. pp13–25.
- Belton, W. 1994. Aves do Rio Grande do Sul, distribuição e biologia. São Leopoldo: Ed. Unisinos.
- Bencke, GA. 2009. Diversidade e conservação da fauna dos Campos do Sul do Brasil. In: Pillar VP, Müller SC, Castilhos ZMS, Jacques AVÁ (eds). Campos Sulinos – conservação e uso sustentável da biodiversidade. Brasília: MMA. pp101–121.
- Bierregaard RO, Jr. 1995. The biology and conservation status of central and South American Falconiformes: a survey of current knowledge. Bird. Conserv. Int. 5: 325 – 340.
- Bierregaard, RO, Jr. 1998. Conservation status of birds of prey in the South America tropics. J. Raptor Res. 32: 19 – 27.
- Bildstein, KL. 2006. Migrating raptors of the world: their ecology and conservation. Ithaca:

Cornell University Press.

- Bilenca, D, F Miñarro (orgs). 2004. Identificación de Áreas Valiosas de Pastizal (AVPs) en las Pampas y Campos de Argentina, Uruguay y sur de Brasil. 1 ed. Buenos Aires: Fundación Vida Silvestre Argentina.
- Cabbane, GS, I Roesler. 2007. A description of a nest and nestling of the Rufous-thighed kite (*Harpagus diodon*), with additional comments on diet and behavior. *Ornitol. Neotrop.* 18: 469 – 476.
- Cabanne, GS, SH Seipke. 2005. Migration of the Rufous-thighed Kite (*Harpagus diodon*) in Southeastern Brazil. *Ornitol. Neotrop.* 16: 547 – 549.
- Cabral, JC, MAM Granzinolli, JC Motta-Junior. 2006. Dieta do quiriquiri, *Falco sparverius* (Aves: Falconiformes), na Estação Ecológica de Itirapina, SP. *Rev. Bras. Ornitol.* 14: 393 – 399.
- Camilotti, VL, MM Krügel, SM Hartz. 2008. A nesting event of Cinereous Harrier (*Circus cinereus*) was registered in the Fronteira Oeste region, Rio Grande do Sul State. *Rev. Bras. Ornitol.* 16: 363 – 365.
- Canuto, M. First description of the nest of the Black-and-white Hawk Eagle (*Spizaetus melanoleucus*) in the Brazilian Atlantic Rainforest, Southeast Brazil. *Ornitol. Neotrop.* 19: 607 – 610
- Cardador, L, M Carrete, S Mañosa. 2011. Can intensive agricultural landscapes favour some raptor species? The Marsh harrier in north-eastern Spain. *Anim. Conserv.* 14: 382 – 390.
- Carrara, LA, PTZ Antas, RS Yabe. 2007. Nidificação do gavião-relógio *Micrastur semitorquatus* (Aves: Falconidae) no Pantanal Mato-grossense: dados biométricos, dieta dos ninhegos e disputa com araras. *Rev. Bras. Ornitol.* 15: 85 – 93.

- Carrete, M, JL Tella, G Blanco, M Bertelloti. 2009. Effects of habitat degradation on the abundance, richness and diversity of raptors across Neotropical biomes. *Biol Conserv* 142: 2002 – 2011.
- Carvalho-Filho, EPM, G Zorzin, GVA Specht. 2004. Breeding biology of the King Vulture (*Sarcoramphus papa*) in southeastern Brazil. *Ornitol. Neotrop.* 15: 214 – 224.
- CBRO (Brazilian Committee of Ornithological Records). 2011. Brazilian Bird Species List. 10ª Edição. Available at <http://www.cbro.org.br>, downloaded in 25 October 2012.
- Dénes, FV, LF Silveira, S Seipke, R Thorstrom, WS Clark, J-M Thiollay. The White-collared Kite (*Leptodon forbesi* Swann, 1922) and a Review of the Taxonomy of the Grey-headed Kite (*Leptodon cayanensis* Latham, 1790). *Wilson J. Ornithol.* 123: 323 – 331.
- Ferguson-Lees, J, DA Christie. 2001. *Raptors of the World*. New York: Houghton Mifflin Company.
- Granzinoli, MAM, JC Motta-Junior. 2006. Small mammal selection by the White-tailed Hawk in southeastern Brazil. *Wilson J. Ornithol.* 118: 91 –98.
- Jacomassa, FAF. 2011. Observações em um ninho de sovi *Ictinia plumbea* (Gmelin, 1788) (Falconiformes: Accipitridae) no sul do Brasil. *Biotemas* 24: 77 – 82.
- Joenck, CM, MAG Azevedo. 2006. New records of *Leptodon cayanensis* (Accipitridae) in the states of Rio Grande do Sul and Santa Catarina, Brazil. *Rev. Brasil. Ornitol.* 14: 423 – 425.
- Joenck, CM, F Zilio, A Mendonça-Lima. *in press*. First record of breeding of the Ornate Hawk-Eagle (*Spizaetus ornatus*) (Accipitridae) in Southern Brazil. *Hornero*.
- Jullien M, J-M Thiollay. 1996. Effects of rain forest disturbance and fragmentation: comparative changes of the raptor community along natural and human-made gradients in French Guiana. *J Biogeogr* 23: 7 – 25.

- Krügel, M. M. 2003. Documented record of *Condrohierax uncinatus* (Temminck, 1822) (Falconiformes: Accipitridae) in Rio Grande do Sul. *Ararajuba* 11: 83-84.
- Loures-Ribeiro, A, L Anjos. 2006. Falconiformes assemblages in a fragmented landscape of Atlantic Forest in south Brazil. *Braz. Arch. Biol. Techn.* 49: 149–162.
- Mañosa, S, E Mateos, V Pedrocchi. 2003. Abundance of soaring raptors in the Brazilian atlantic rainforest. *J. Raptor Res.* 37: 19 – 30.
- Maurício, GN, RA Dias. 1996. Novos registros e extensões de distribuição de aves palustres e costeiras no litoral sul do Rio Grande do Sul. *Ararajuba* 4: 47-51.
- Meller, DA. 2011. Aves de Rapina do Parque Estadual do Turvo, Rio Grande do Sul, Brasil. Monografia: URI. (in Portuguese with English summary)
- Meller, DA, GA Bencke. 2011. First record of the Broad-winged Hawk *Buteo platypterus* in southern Brazil, with a compilation of published records for the country. *Rev. Bras. Ornit.* **20**: 75 – 80.
- Mendonça-Lima, A, F Zilio, CM Joenck, AS Barcellos. 2006. New records of the Ornate Hawk-Eagle *Spizaetus ornatus* (Accipitridae) in southern Brazil. *Rev. Brasil. Ornit.* 14: 279 – 282.
- Morrone, JJ. 2011. América do Sul e geografia da vida: comparação de algumas propostas de regionalização. In: Carvalho CJB, EAB Almeida (orgs). *Biogeografia da América do Sul: Padrões & Processos*. São Paulo: Rocca. pp14 – 40.
- Movalli, P, G Duke, D Osborn. 2008. Introduction to monitoring for and with raptors. *Ambio* 37: 395 – 396.
- Newton, I. 1979. Population ecology of raptors. Vermillion: Buteo Books.
- Olson, DM, E Dinerstein, ED Wikramanayake, ND Burgess, GNV Powell, EC Underwood, JA D'amico, I Itoua, HE Strand, JC Morrison, CJ Loucks, TF Allnutt, TH Ricketts, Y

- Kura, JF Lamoreux, WW Wettengel, P Hedao, KR Kassem. 2001. Terrestrial Ecoregions of the World: A New Map of Life on Earth. *BioScience* 51: 933 – 938.
- Overbeck, GE, SC Müller, A Fidelis, J Pfadenhauer, VD Pillar, CC Blanco, II Boldrini, R Both, ED Forneck. 2007. Brazil's neglected biome: the south Brazilian *campos*. *Perspect. Plant Ecol. Evol. Syst.* 9: 101 – 106.
- Palomino, D, LM Carrascal. 2007. Habitat associations of a raptor community in a mosaic landscape of Central Spain under urban development. *Landsc Urban Plan* 83: 268 – 274
- Petersen, ES, MV Petry, L Krüger-Garcia. 2011. Use of different habitat by Raptors in southern Brazil. *Rev. Brasil. Ornitol.* 19: 376 – 384.
- Remsen, JV, Jr, CD Cadena, A Jaramillo, M Nores, JF Pacheco, J Pérez-Emán, MB Robbins, FG Stiles, DF Stotz, KJ Zimmer. 2012. Version [21 September 2012]. A classification of the bird species of South America. American Ornithologists' Union. Available at <http://www.museum.lsu.edu/~Remsen/SACCBaseline.html>
- Roda, SA, GA Pereira. 2006. Recent distribution and conservation of forest raptors of the Pernambuco Center. *Rev. Brasil. Ornitol.* 14: 331 – 334. (in Portuguese with English summary)
- Rodríguez-Estrella, R, JA Donázan, F Hiraldo. 1998. Raptors as indicators of environmental change in the scrub habitat of Baja California Sur, Mexico. *Conserv. Biol.* 12: 921 – 25
- Rosário, LA do. 1996 *As aves em Santa Catarina: distribuição geográfica e meio ambiente*. Florianópolis: FATMA.
- Salvador-Jr, LF, FA Silva. 2009. Diurnal raptors in a fragmented Atlantic Forest landscape in the upper Doce river, Minas Gerais, Brazil. *Bol. Mus. Biol. Mello Leitão* 25: 53 – 65.
- Sánchez-Zapata JA, M Carrete, A Graviylov, S Sklyarenko, O Ceballos, JA Donázar, F Hiraldo. 2003. Land use changes and raptor conservation in steppe habitats of Eastern Kazakhstan. *Biol Conserv* 111: 71 – 77.

- Scheibler, DR. 2007. Food partitioning between breeding White-tailed Kites (*Elanus leucurus*; Aves; Accipitridae) and Barn Owls (*Tyto alba*; Aves; Tytonidae) in southern Brazil. *Braz. J. Biol.* 67: 65 – 71.
- Sergio, F, T Caro, D Brown, B Clucas, J Hunter, J Ketchum, K McHugh, F Hiraldo. 2008. Top Predators as Conservation Tools: Ecological Rationale, Assumptions, and Efficacy. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.* 39:1–19.
- Sergio, F, I Newton, L Marchesi, P Pedrini. 2006. Ecologically justified charisma: preservation of top predators delivers biodiversity conservation. *J Appl Ecol* 43: 1049 – 1055
- Simberloff, D. 1998. Flagships, umbrellas, and keystones: is single-species management passé in the landscape era? *Biol. Conserv.* 83: 247–57
- Specht, G, EP Mesquita, FA Santos. 2008. Breeding biology of Laughing Falcon *Herpetotheres cachinnans* (Linnaeus, 1758) (Falconidae) in southeastern Brazil. *Rev. Brasil. Ornitol.* 16: 155 – 159.
- Straube FC, A Di Giacomo. 2007. A avifauna das regiões subtropical e temperada do Neotrópico: desafios biogeográficos. *Ciência & Ambiente* 35: 137–166.
- Thiollay, J-M. 1994. Family Accipitridae (Hawks and Eagles). In: del Hoyo, J, A Elliott, J Sargatal (eds). *Handbook of the birds of the world. Vol. 2. New World Vultures to Guinea-fowl.* Barcelona: Lynx Edicions. pp52-205.
- Thiollay J-M. 2006. The decline of raptors in west Africa: long-term assessment and the role of protected areas. *Ibis* 148:240 – 54
- Whittaker, A. 2002. A New Species of Forest-Falcon (Falconidae: *Micrastur*) from Southeastern Amazonia and the Atlantic Rainforests of Brazil. *Wilson Bull.* 114: 421 – 445.

WWF. 2001 Terrestrial Ecoregions of the World. <http://www.worldwildlife.org/science/ecoregions/terrestrial.cfm>

Zilio, F. 2006. Dieta de *Falco sparverius* (Aves:Falconidae) e *Athene cunicularia* (Aves: Strigidae) em uma região de dunas no sul do Brasil. Rev. Bras. Ornitol. 14: 379 – 392.

Zilio, F, A Mendonça-Lima. 2012. The White-rumped hawk (*Buteo leucorrhous*) in southern Brazil: status, conservation and first description of the nest. Ornitol. Neotrop. 23: 51 – 61.

ARTIGO I - RAPTOR ASSEMBLAGES OF SOUTHERN BRAZIL

Raptor assemblages in grasslands of southern Brazil: richness, abundance and influence of survey method.

(Formatado para ser submetido ao periódico Zoological Studies segundo as normas do Anexo II)

Raptor assemblages in grasslands of southern Brazil: richness, abundance and influence of survey method.

Felipe Zilio¹, Laura Verrastro², Márcio Borges-Martins².

¹ *Graduate Program in Animal Biology, Department of Zoology, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil. E-mail: fzilio@msn.com*

² *Department of Zoology, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil.*

Running Title: Raptor assemblages of southern Brazil

ABSTRACT. Raptor distribution and abundance are poorly known in southern Brazil. They have low population densities, and methods applied to census birds are usually unsuitable to surveying raptors. Roadside surveys allow the searching of large areas with relatively low cost and are often employed to count raptors. We conducted eight paired roadside surveys (roadside point transects and roadside strip transects) to assess the richness and abundance of raptors in two barely known grasslands landscapes of southern Brazil, and compare the results of the two methods. A total of 1,890 observations of raptors (118.13 individuals/transect) belonging to 18 species were recorded. The raptor assemblages of the two regions were distinct. Raptor abundances were higher in the Altitudinal grasslands (299.25 ± 48.91 ind./transect) than the Coastal plain (86.63 ± 44.04 ind./transect). Roadside transect method was shown to be useful to study raptor assemblages and more thorough than strip transects to assess abundance and survey rare raptors. The abundance was higher when raptors were surveyed with point transects (9.38 ind./ $10\text{km}^2/\text{hr}$) than with strip transects (3.55 ind./ $10\text{km}^2/\text{hr}$). No significant differences were found in relation to richness, although five species were exclusively recorded with point transect (versus one species with strip transect). Roadside point transect may reduce bias due differences in species detectability caused by habitat features; and in abundance caused by survey habitats disproportionally. Also, the point counts may enhance the quality of the search for raptors in the surveyed area, increasing detection probability. The choice of the survey method depends on the objectives of the study, but our results favor the use of point transects rather than strip transects to survey raptors in open landscapes.

Key Words: diurnal raptors, open landscapes, point transect, roadside survey, strip transect.

INTRODUCTION

Brazil is one of the countries with the highest bird diversity (1832 species, CBRO 2011). Raptors comprise 75 species, around 82% of the raptors of the South America (Remsen et al. 2012), so is not surprising that most are poorly known, since few studies with raptors have been done in South America (Bierregaard 1995, 1998). Recently, some improvements have been done about nest description and breeding biology (*e.g.* Carvalho-Filho et al. 2004, Camilotti et al. 2008, Canuto 2008, Specht et al. 2008, Zilio and Mendonça-Lima 2012), diet (*e.g.* Granzinolli and Motta-Junior 2006, Scheibler 2007), taxonomy (*e.g.* Whittaker 2002, Amaral et al. 2006, 2009), migration (*e.g.* Cabanne and Seipke 2005), distribution (*e.g.* Roda and Pereira 2006, Mendonça-Lima et al. 2006, Amaral et al. 2007, Denes et al. 2011, Meller and Bencke 2012), and so on, but much of the information came from punctual studies or opportunistic observations. Data on assemblage level, about distribution, abundance or habitat association, are scarce, usually from short-term studies (*e.g.* Azevedo et al. 2003, Mañosa et al. 2003, Loures-Ribeiro and Anjos 2006, Alencar-Carvalho and Marini 2007, Salvador-Jr and Silva 2009).

Although the species occurrence and distribution in Rio Grande do Sul was well resumed by Belton's work in the 70's (Belton 1994) and additional punctual records (*e.g.* Krügel 2003, Albuquerque et al. 2006, Barcellos and Accordi 2006, Joenck 2006, Joenck and Azevedo 2006, Mendonça-Lima et al. 2006, Meller and Bencke 2011), data about abundance are scattered, found in general bird surveys. Exceptions to this are the works of: 1) Albuquerque et al. (1986), in southern coast, the first systematic survey done in the state; 2) Petersen et al. (2011), in northeastern; 3) Meller (2011), at Turvo State Park, in the northwestern; 4) Zilio et al. (in prep.) in southern Brazil and Uruguay. Faced with the scarcity of systematic surveys of raptors and the importance of raptors as indicators of habitat quality and biodiversity (Sergio

et al. 2006, 2008), our goal was describe the assemblage composition of raptors in two grasslands landscapes in Rio Grande do Sul.

The study was carried out in the South Brazilian Plateau, northeastern of the state and in Coastal Plain (Fig. 1). The Altitudinal Grasslands (AG) cover 13 740 km² in the South Brazilian Plateau, mostly in the states of Rio Grande do Sul and Santa Catarina, Brazil (Overbeck et al. 2007). This region is characterized by the highest altitudes of the southern Brazil (up to 1800 m.a.s.l.) and a subtropical climate, with warm summers, cold winters (with the formation of frost) and absence of dry season. Grasslands dominate the upper parts, on hill tops, forming mosaics with *Araucaria* forest which is patchily distributed. Forest habitats prevail on hill and river slopes. Many of regional threatened bird species has been recently recorded only in this region (Bencke et al. 2003), which have three of the 14 IBAS (Important Bird Areas) identified in Rio Grande do Sul (Bencke et al. 2006). The coastal plain (CP) is an elongated (620 km) and wide (up to 100 km) physiographic province covering an area of about 33 000 km² of Rio Grande do Sul (Tomazzeli et al. 2000). This large lowland contains a great number of water bodies, some of them large, such as the Patos Lagoon with an area of 10 000 km² (Tomazzeli et al. 2000). The climate of this region is subtropical, highly wet and also lacks a dry season. Grass-vegetation types dominate the landscape with patches of forest remnants (gallery forests, palm savannas). The Lagoa do Peixe National Park, a RAMSAR site (<http://www.ramsar.org>), and more three IBAS (Bencke et al. 2006) are located in Rio Grande do Sul coast.

Roadside surveys are often employed to count raptors (see Andersen 2007 and references therein). Roads are featured in most landscapes, and surveys conducted along them allow searching large areas with relatively low cost. Despite the bias associated to road surveys (Fuller and Mosher 1987, Millsap and LeFranc 1988, Hanowsky and Niemi 1995, Keller and

Fuller 1995, Austin et al. 2000, Meunier et al. 2000, Pearlstine et al. 2006), roadside can be useful to describe assemblage composition, species distribution and abundance and habitat preferences (Fuller and Mosher 1987, Andersen 2007). The strip/line transect (surveying an area which includes both sides of the transect line, while the observer moves in a specified direction; Ralph 1981) and point transect (recording detections at static points at regular intervals along a transect; Ralph 1981) are the most common methods to survey raptors in open areas. Both methods are also used to count birds (were initially developed to), and, in this context (as a bird counting technique), they have been the subject of debate and improvements (e.g. Ralph and Scott 1981, Rosenstock et al. 2002, Thompson 2002, Alldredge et al. 2008, Buckland et al. 2008). However, we are not aware of any study that has compared how these techniques work to survey raptors. Since that, we done paired roadside surveys and analyze how each method performed to detect raptors richness and abundance in open landscapes in southern Brazil. We hypothesized that roadside point transect is better than strip/line transect to survey raptors in grasslands, as fixed point count is better than transect to survey forest raptors (Whitacre and Turley 1990).

MATERIAL AND METHODS

Raptors surveys

Raptor assemblages were surveyed seasonally along four routes in July 2009 and March 2010 (Fig. 1). Each route was surveyed with two different methods: 1) roadside point transect; 2) roadside strip transect. Each of the eight paired surveys were carried out on consecutive days, or with a week interval between them, and with similar weather conditions (e.g. cloud cover, wind speed) to minimize biases in probability of detection of the raptors caused by abiotic characteristics (e.g. traffic, weather). Survey routes were placed on double lane paved roads, ca. 9 m wide, with traffic ca. 75 vehicle/hour (F. Zilio pers.obs.). Surveys were done during

days with cloud cover < 60% and wind speed < 20 km/h. No surveys were done in periods of constant rain or fog.

Roadside point transect

Each route consisted of 10 point counts assigned along a road, at least five kilometers apart from each other (mean distance = 5.57 km, range = 5 – 8.49 km). Each point count was surveyed for 30 min (total survey effort = 5 hr) by one experienced observer. The observer exited the car and searched for raptors using binoculars (10 x 42) and a 20-60x spotting scope. All raptors seen or heard were tallied within a 1 km radius (point sampled area = 3.14 km²; transect sampled area = 31.4 km²). Before starting each count, the distance of several structures inside the sample area (*e.g.* forest stands, buildings, poles) was taken with a laser rangefinder. This helped us to define the sample area (1 km radius) and to avoid counting raptors outside it. Whenever possible, the exact distance of the raptor was taken. To avoid double counting, we virtually sectioned the sampled area in eight sections and plotted all raptor recorded in a sketch. Also, we recorded, when possible, the time (always recorded), behavior (*e.g.* hunting, perched, soaring), gender, age, color morph, molt and natural marks. We count more than one individual of a species at a point only when we were sure that it was not previously recorded (*i.e.* if both were seen at same time or if we could distinguish them from each other). We also considered the behavior to assume more than one individual present at the point. For example, if an individual was recorded flying to north and minutes later (1-2min, for example) another was seen perched in the south, we assumed that were two individuals. For any other conditions, the individual were assumed to be previously recorded. For gregarious raptors (*e.g.* New World Vultures) the maximum number of individuals recorded at the same time (in one or more flocks) was assumed to be the minimum number of individuals in the point count. Surveys started around two hours after local sunrise (about

06:30 in summer and 07:15 in winter) and lasted for about 6.5 hr (mean = 6.67 hr, range 6.08 – 7.25 hr).

Roadside strip transect

Two observers, one in the front seat and another in the back seat, and one driver (also responsible for taking the records) carried out the roadside strip transect surveys. Raptors were counted from a four-door vehicle being driven at low speeds (10-40 km/h). In only a few cases it was necessary to stop the vehicle to confirm identification, but no other raptors were recorded during these stops. All raptors seen or heard were tallied within 1 km on both sides of the road (mean transect sampled area = 111.75 km²). Behavior, gender, age, color morph, molt and natural marks were recorded (or at least taken into account) when possible to avoid double counting. Two routes were surveyed each day, beginning, respectively, around three hours and around six hours after local sunrise and ending around two hours later (mean = 2.25 hr, range 2.02 – 2.47 hr). Binoculars (10 x 42) and a 20-60x spotting scope were used to identify sighted raptors.

Statistical analyses

Raptor richness and abundance of each transect was compared using Analysis of Variance (ANOVA/MANOVA) with permutation, seeking for differences among areas and between survey methods. This method performs a sum of squares test (Qb) based in the dissimilarity between groups, including a test of multiple contrasts (Pillar and Orlóci 1996). Before the analysis, the richness was rarefied by number of individuals recorded (performed in PAST statistical package [Hamer et al. 2001]) and the abundance recorded with each transect (ordinary abundance = number of contacts/transect) was standardized to sampled area and survey effort (standardized abundance = number of contacts/sampled area [km²]/survey effort [hr]). We constructed a matrix of Euclidian distance to richness and a matrix of chord distance

to the abundance as dissimilarity matrixes and run 9,999 random permutations calculate de sum of squares and the probability $P(Qb_0 \geq Qb_A)$. The probability P is a proportion of the sum of squares calculated each iteration (Qb) is more than or equal to the sum of squares calculated to the sample (Qb_A). We found differences in raptor abundance among areas ($P \leq 0.05$), so the test between methods was performed as a block design, with the permutations restricted to each sample. The analyses were performed in MULTIV software (Pillar 2006). Data are presented as mean \pm standard deviation.

RESULTS

The 16 transects yielded 1,890 observations of raptors (118.13 individuals/transect) belonging to 18 species (Table 1). Raptor richness did not differed between the Altitudinal Grasslands (AG; 16 species) and the Coastal Plain (CP; 14 species) ($P = 0.26$), neither between the survey methods ($P = 0.25$) (Table 1). Seventeen species were recorded during roadside point transect surveys, five of them recorded only by this method. During roadside strip transect surveys 13 species were recorded; all but one were also recorded during roadside point transect surveys (Table 1). Lesser Yellow-headed Vulture (*Cathartes burrovianus*) and the Snail Kite (*Rostrhamus sociabilis*) were recorded only at Coastal Plain, while the King Vulture (*Sarcoramphus papa*), the Crowned Eagle (*Buteogallus coronatus*), the Black-chested Buzzard-eagle (*Geranoaetus melanoleucus*) and the Short-tailed Hawk (*Buteo brachyurus*) only in the Altitudinal Grasslands (Table 1).

Altitudinal Grasslands had higher abundance of raptors (299.25 ± 48.91 ind./transect) than the Coastal Plain (86.63 ± 44.04 ind./transect) ($P < 0.001$). Black Vulture (*Coragyps atratus*) was the most abundant species, accounting for 42.2% of the raptors recorded. Its abundance was six fold higher in AG than CP, however, AG still had greater abundance if Black Vulture was remove from the analysis ($P < 0.001$). Besides Black Vulture, the more

abundant species in AG was the Caracaras (*Caracara plancus*, *Milvago* spp.), the American Kestrel (*Falco sparverius*) and the Turkey Vulture (*Cathartes aura*) (Table 1). In CP, the Southern Caracara (*Caracara plancus*), the Savanna Hawk (*Buteogallus meridionalis*), the American Kestrel and the Snail Kite was the dominant species (Table 1).

The abundance recorded with the roadside point transect method (9.38 ind./10km²/hr) was around 2.5 times higher than that recorded with the roadside strip transect method (3.55 ind./10km²/hr) (P = 0.05) (Table 1). All species showed higher abundance when surveyed by roadside point transects than roadside strip transects (Table 1). The ordinary abundance (number of individuals/transect) showed similar results. All but four species (Roadside Hawk *Rupornis magnirostris*, Short-tailed Hawk *Buteo brachyurus*, Yellow-headed Caracara *Milvago chimachima* and American Kestrel) had higher ordinary abundance recorded during the roadside point transects (Table 1).

DISCUSSION

Richness and abundance of raptors

The CP and the AG had a quite different raptor assemblage. Although each region supports a similar richness, most of species had higher abundance in the AG. The relief, habitat availability, anthropogenic occupation and level of disturbance differ between these regions, and the species-habitat relationships could explain the assemblage composition (Zilio et al. in prep). In the AG, patches of natural grassland are surrounded by forest remnants, resulting in a mosaic landscape. Hence, the assemblage is characterized by both forest raptors and large grassland raptors (Petersen et al 2011, Zilio et al. in prep.). Half of species recorded only in the AG, the King Vulture and the Short-tailed Hawk, are related to forests, while the other two, Crowned Eagle and Black-chested Buzzard-eagle, are related to open woodlands and grasslands (Ferguson-Lees and Christie 2001). On the other hand, raptors related to wet

habitats (*e.g.* marshes, swamps, rice fields) are more common in the Coastal Plain (Albuquerque *et al.* 1986, Zilio *et al.* in prep.). The Lesser Yellow-headed Vulture and the Snail Kite, for instance, species related to wet savannah, marshes, rice field and riverine forest (the former only) (Belton 1994, Ferguson-Lees and Christie 2001), were recorded only in the Coastal Plain.

The assemblage of CP was characterized by species related to wet habitats, but also tolerant to human disturbance. The more abundant species, the Black Vulture and the Southern Caracara, are both associated to urban and agricultural areas (Ferguson-Lees and Christie 2001, Alencar-Carvalho and Marini 2007), although the last are also related to natural grasslands (Filloy and Bellocq 2007, Pedrana *et al.* 2008). American Kestrel and the Roadside Hawk are abundant in Rio Grande do Sul (Belton 1994). They are food and habitat generalists (Ferguson-Lees and Christie 2001) and have high tolerance to human disturbance. They are even found inside big cities (FZ pers. obs.). The Snail Kite and the Savanna Hawk are common in the coastal of south Brazil and Uruguay (Albuquerque *et al.* 1986, Belton 1994, Arballo and Cravino 1999, Zilio *et al.* in prep.). These species were abundant in the CP, surely favored by availability of marshes and rice fields in the region. Similar pattern of distribution had the Long-winged Harrier (*Circus buffoni*), more abundant in the CP than AG. The occurrence of Long-Winged Harrier is positive associated to the presence of marshes (Pedrana *et al.* 2008), habitat common available in the CP, but further less abundant in the AG (FZ per. obs.). The species was also abundant further south in the coastal plain (Albuquerque *et al.* 1986).

The assemblage in the AG was similar to which found by Petersen *et al.* (2011). Black Vulture, Caracaras and American Kestrel were the more abundant species, while the Accipitriformes had a lower abundances. The dominance of one or two Vulture species and

the Southern and Chimango Caracara, is a common pattern of abundance in many raptor assemblages in southern South America grasslands (*e.g.* Donázar et al. 1993, Bellati 2000, Carrete et al. 2009). Accipitriformes usually have low abundances, with a couple of generalist species abundant and the rest of them uncommon or rare.

The AG are an important region to raptors conservations. Three species recorded only in this region, the King Vulture, the Black-chested Buzzard-eagle and the Crowned Eagle, are threatened in the Rio Grande do Sul (Marques et al. 2002); the last is global endangered (IUCN 2012). King Vulture apparently has two separated populations in Rio Grande do Sul (Bencke et al. 2003). Restrict to large forest remnants, have been found in the northeastern plateau (Campos de Cima da Serra, Serra Geral) and at the Turvo State Park, in the northwest (Bencke et al. 2003). The Black-chested Buzzard-eagle is uncommon, but largely dispersed in Rio Grande do Sul (Bencke et al. 2003). Most of the known records in the state occurred in the western and southwestern, where it is more common, and in the northeastern plateau (Bencke et al. 2003, Zilio et al. in prep.). Crowned Eagle has been recorded only in northeastern plateau in the Rio Grande do Sul (Bencke et al. 2003). Despite this eagle hunts in open areas, its needs large trees to built the nest (Ferguson-Lees e Christie 2001), which probably constrain its potential distribution in Rio Grande do Sul. Direct persecution and habitat degradation have been contributed to population declining of the species (Ferguson-Lees e Christie 2001, BirdLife International 2012).

Roadside transect methods

Roadside transects have been the most common method to survey raptors in open grasslands around the world (*e.g.* Albuquerque et al. 1986, Ellis et al. 1990, Donázar et al. 1993, Lederle et al. 2000, Boano and Toffoli 2002, Jensen et al. 2005, Thiollay 2006). Our results support the quality of this method to gather data about raptor abundance and distribution. We recorded

a substantially proportion of the expected richness, 73% to AG and 87% to CP (based on Albuquerque et al. 1986, Belton 1994, Teixeira and Teixeira 2008, Petersen et al. 2011). The difference in the proportion of richness recorded is probably due the proportion of forest raptors that occur in Altitudinal Grasslands (*e.g.* *Spizaetus* spp., *Accipiter* spp.), which are more difficult to detect than grasslands species.

Our results suggests that the roadside point transect is better than roadside strip transect, at least to detect abundance of raptors. Comparing with Petersen et al. (2011), which surveyed the same route that us (the RS020 between São Francisco de Paula and Cambará do Sul, route T3 in Fig. 1), we found a similar richness (16 versus 13), result expected just our analyses showed no significant differences between the two methods to access it. However, during the roadside point transect we recorded about twice raptors (434 observations) than Petersen et al. (2011) (243 observation). Despite we recorded almost the same number of raptors (230 observations) of Petersen et al. (2011) during the roadside strip transect, when we transform the abundance to number of observations per kilometer, the difference are huge (2.09 ind./km versus 0.12 ind./km). Unfortunately, this results are difficult to explain because we do not know how exactly Petersen et al. (2011) done the survey (car velocity, transect width, time of day) or the weather conditions during that, features that could bias the results (Fuller and Mosher 1987).

The efficiency of roadside point transects to detecting abundance could be related to the better quality of the scanning of the sample area for raptors when stationed than moving along the route. In roadside strip transects the time spent scanning each unit of area (*e.g.* hectare, squared meter) tends to be smaller than in roadside point transects, reducing the probability of detecting inconspicuous raptors. On the other hand, roadside point transects tend to increase the probability of detecting an individual, particularly raptors perched in less exposed sites

(e.g. a tree with dense foliage, fences, ground), where the detection of raptors might be more difficult (Diesel 1984). Increasing the duration of the survey may compensate for the differences in probability of detection among species with different foraging behaviors. Most species, both those which usually soar and have active flight foraging behaviors (e.g. Cathartiformes, Black-chested Buzzard-eagle) and those which forage on ground or from a perch (e.g. Savanna Hawk, Southern Caracara), were more abundant in roadside point transects than in strip transects, suggesting that the detectability in the former is less sensitive to species behavior.

The roadside point transect also can be better to detect rare and uncommon species. Lesser Yellow-headed Vulture, Aplomado Falcon, King Vulture, Crowned Eagle and Black-chested Buzzard-eagle, that are uncommon or rare in the Rio Grande do Sul (Belton 1994), were recorded only by roadside point transect method. The last three are threatened in the state (Marques et al. 2002). The record of Short-tailed Hawk, a common species, only during the roadside strip transect surveys raise the possibility that they could be detected just by chance since most of them were recorded once. However, we made six observation of the Black-chested Buzzard-eagle, a large soaring species, and it was not recorded during the roadside strip transect, neither by Petersen et al. (2011), which support our hypothesis that roadside point transect performs better than strip transect. Besides that, we are aware that our results were barely supported by statistical significance and more effort comparing methods are needed before one could claim that one method is really better than other.

The choice of the method must take in account many subjects, included budgets, time and staff available, study area, and, of course, the hypothesis to be tested and goals of the study. Here we will point out some vantages and disadvantages of the roadside point and strip transect.

1) Standardization: Fuller and Mosher (1987) pointed out some sources of biases of roadside transects, and suggested that researchers must standardize as possible as the conditions of the survey to reduce them. Standardization is also important to make different studies comparable. Some survey parameters like count duration, sample area, and time of day of the survey can be easily standardized using roadside point transect, which favor comparisons among different studies.

2) Habitat effects: The habitat availability could affect species distributions along roads (*e.g.* Austin et al. 2000, Meunier et al. 2000), hence, roadside surveys could bias the estimation of population sizes and complicate the assessment of species composition (Hanowsky and Niemi 1995, Keller and Fuller 1995). The advantage of roadside point transect is that point counts can be located along roads according to habitat availability or only in specific selected habitats (*e.g.* marshes, crop fields), while the strip transect surveys all the habitats along the route. Surveying each habitat proportionally to its availability could reduce biases due to difference in the probability of detection of different habitat type (Millsap and LeFranc 1988) or due to species habitat preferences (Hanowsky and Niemi 1995, Keller and Fuller 1995).

3) Time and length of survey: Roadside point transect takes longer than strip transect. It could last nearly the entire day and may underestimate the abundance of species that change activity during the day. On the other hand, the roadside strip transect could be done only during specific periods of the day, when were expected that raptors are easily to detect (*e.g.* when thermals and updrafts enable soaring flight; Fuller and Mosher 1987). However, effects of time of day on raptor activity and detectability remain poorly understood. Studies of forest raptors suggest that activity of some raptors changes during different periods of the day (*e.g.* Hayes 1991, Thiollay and Rahman 2002, Mañosa et al. 2003), but no pattern of activity to the

whole assemblage has been found. On the other hand, Bunn et al. (1995) did not detect changes in raptors abundance between morning and afternoon surveys. Raptors in open grasslands are easily detected than in forests (Millsap and Le Franc 1988), but still are less detected when perched than flying (Diese 1984). Since has no consensus that probability to detect raptors in open landscapes changes with the time of day, we think that is better improving methods to increase the detectability of perched raptors than focused only in flying ones.

4) Double counting: because birds are constantly moving, the longer is the duration of the point count the higher is the probability to double count a bird. It can be a problem in the roadside point transect surveys because much more time is expended surveying the same place than in the strip transect. However, the use o simple rules could reduce the probability to double counting. We used minimal number of individuals as an abundance index per point count, which is the maximum number of birds recorded at once, and plotted all records in a sketch, two methods easily to be applied in field that can reduce the chance of count a individual twice.

Raptors are target species of several conservation programs (see examples in the Peregrine Fund website www.peregrinefund.org), many species are globally threatened (IUCN 2012), and they have been used as flagship or umbrella species and are useful indicators of biodiversity (Sergio et al. 2006, 2008). Concerning their ecological importance and conservation issues, results from biased surveys may have undesirable consequences that spread beyond raptor assemblage level. Our data suggests that roadside point transects are better than roadside strip transects to record raptor abundance and rare and threatened species in open landscapes, however studies that compare roadside point transects with other methods, especially roadside strip transects, in other open landscapes around the world will be

required to assess the generality of our findings. The effects of time of day, habitat features and other features that could affect the species detectability also need further investigations to minimize biases. Results biased have limited applications (Andersen 2007). Since many source of bias from roadside surveys are difficult, if possible, avoided, we state that the ones that can be controlled (*e.g.* time of survey, sampled area, number of observers) must standardized to make survey results comparable and extendable to other regions.

ACKNOWLEDGEMENTS

We thank Alan Bolzan, André de Mendonça-Lima, Cristiane Oliveira da Silva and Eduardo Chiarani for field assistance during survey routes. The Peregrine Fund Library, Marcus Canuto and Rafael Tosi helped with the bibliography. André de Mendonça-Lima, Carla S. Fontana, Helena P. Romanowsky, Ignácio Benites Moreno and Beatriz Arroyo provided valuable comments that improved the manuscript. We appreciate the improvements in English usage made by Christina Riehl through the Association of Field Ornithologists' program of editorial assistance. Leonardo Zilio, Rafaela Barbosa and Tiago Cattani also provided help with English language in the first drafts. F. Zilio has doctoral fellowships from the Capes.

REFERENCES

- Albuquerque JLB, AJ Witech, AM Aldous. 1986. A roadside count of diurnal raptors in Rio Grande do Sul, Brazil. *Birds of Prey Bull.* **3**: 82 – 87.
- Albuquerque JLB, IR Ghizoni-Jr, ES Silva, G Trainini, I Franz, A Bracellos, CB Hassdenteufel, FL Arend, C Martins-Ferreira. 2006. Crowned Solitary-Eagle (*Harpyhaliaetus coronatus*) and Crested-eagle (*Morphnus guianensis*) in Santa Catarina and Rio Grande do Sul: priorities and challenges to their conservation. *Rev. Brasil. Ornitol.* **14**: 411 – 415. (in Portuguese with English summary)
- Alencar-Carvalho CE, MA Marini. 2007. Distribution patterns of diurnal raptors in open and forested habitats in south-eastern Brazil and the effects of urbanization. *Bird Conserv. Int.* **17**: 367 – 380.
- Allredge MW, K Pacifici, TR Simons, KH Pollock. 2008. A novel field evaluation of the effectiveness of distance and independent observer sampling to estimate aural avian detection probabilities. *J. Applied Ecol.* **45**: 1349 – 1356.
- Amaral FR, MJ Miller, LF Silveira, E Bermingham, A Wajntal. 2006. Polyphyly of the hawk genera *Leucopternis* and *Buteogallus* (Aves, Accipitridae): multiple habitat shifts during the Neotropical buteonine diversification. *BMC Evol. Biol.* **6**: 10. doi:10.1186/1471-2148-6-10
- Amaral FR, LF Silveira, BM Whitney. 2007. New localities for the Black-faced Hawk (*Leucopternis melanops*) south of the Amazon river and description of the immature plumage of the White-browed Hawk (*Leucopternis kuhli*). *Wilson J. Ornithol.* **119**: 450-454.

- Amaral FR, FH Sheldon, A Gamauf, E Haring, M Riesing, LF Silveira, A Wajntal. 2009. Patterns and processes of diversification in a widespread and ecologically diverse avian group, the buteonine hawks (Aves, Accipitridae). *Mol. Phyl. Evol.* **53**: 703 – 715
- Andersen DE. 2007. Survey Techniques. *In* DM Bird, KL Bildstein, eds. *Raptor Research and Management Techniques*. Blaine: Hancock House Publisher. pp. 89 – 100.
- Arballo E, J. Cravino. 1999. Aves del Uruguay. Manual ornitológico Vol 1. Montevideo: Editorial Hemisferio Sur. (in Spanish)
- Austin JE, HT Sklebar, GR Gutensperger, TK Buhl. 2000. Effects of roadside transect width on waterfowl and wetland estimates. *Wetlands* **20**: 660 – 670.
- Azevedo MAG, DA Machado, JBL Albuquerque. 2003. Birds of prey in the Santa Catarina Island, SC: composition, frequency of occurrence, habitat use and conservation. *Ararajuba* **11**: 75 – 81. (in Portuguese with English summary)
- Barcellos A, IA Accordi. 2006. New records of the Crowned Eagle, *Harpyhaliaetus coronatus*, in the state of Rio Grande do Sul, southern Brazil. *Rev. Brasil. Ornitol.* **14**: 345 – 349.
- Bellati J. 2000. Comportamiento y abundancia relativa de rapaces de la Patagonia Extraandina Argentina. *Neotrop. Ornitol.* **11**: 207-222.
- Belton W. 1994. Aves do Rio Grande do Sul, distribuição e biologia. São Leopoldo: Ed. Unisinos. (in Portuguese)
- Bencke GA, CS Fontana, RA Dias, GN. Maurício, JFK. Mähler Jr. 2003. Aves. *In* CS Fontana, GA Bencke, RE Reis (orgs). *Livro vermelho da fauna ameaçada de extinção no Rio Grande do Sul*. Porto Alegre: EDIPUCRS. pp. 189-477. (in Portuguese)

- Bencke GA, GN Mauricio, PF Develey, JM Goerck (orgs). 2006. Áreas importantes para a conservação de aves no Brasil. Parte I – estados de domínio de Mata Atlântica. São Paulo: SAVE Brasil. (in Portuguese and English)
- Bierregaard RO, Jr. 1995. The biology and conservation status of central and South American Falconiformes: a survey of current knowledge. *Bird. Conserv. Int.* **5**: 325 – 340.
- Bierregaard RO, Jr. 1998. Conservation status of birds of prey in the South America tropics. *J. Raptor Res.* **32**: 19 – 27.
- BirdLife International. 2012. *Harpohaliaetus coronatus*. In: IUCN 2012. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2012.2. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 08 January 2013.
- Boano G, R Toffoli. 2002. A line transect survey of wintering raptors in the Western Po Plain of Northern Italy. *J. Raptor Res.* **36**: 128-135.
- Buckland ST, DR Anderson, KP Burnham, JL Laake. 1993. *Distance Sampling: Estimating Abundance of Biological Populations*. London: Chapman and Hall.
- Bunn AG, W Klein, KL Bildstein. 1995. Time-of-day effects on the numbers and behaviour of non-breeding raptors seen on roadside surveys in eastern Pennsylvania. *J. Field Ornithol.* **66**: 544 – 552.
- Cabanne GS, SH Seipke. 2005. Migration of the Rufous-thighed Kite (*Harpagus diodon*) in Southeastern Brazil. *Ornitol. Neotrop.* **16**: 547 – 549.
- Camilotti VL, MM Krügel, SM Hartz. 2008. A nesting event of Cinereous Harrier (*Circus cinereus*) was registered in the Fronteira Oeste region, Rio Grande do Sul State. *Rev. Bras. Ornitol.* **16**: 363 – 365. (in Portuguese with English summary)

- Canuto M. First description of the nest of the Black-and-white Hawk Eagle (*Spizaetus melanoleucus*) in the Brazilian Atlantic Rainforest, Southeast Brazil. *Ornitol. Neotrop.* **19**: 607 – 610
- Carrete M, JL Tella, G Blanco, M Bertelotti. 2009. Effects of habitat degradation on the abundance, richness and diversity of raptors across Neotropical biomes. *Biol. Conserv.* **142**: 2002 – 2011.
- Carvalho-Filho EPM, G Zorzín, GVA Specht. 2004. Breeding biology of the King Vulture (*Sarcoramphus papa*) in southeastern Brazil. *Ornitol. Neotrop.* **15**: 214 – 224.
- CBRO (Brazilian Committee of Ornithological Records). 2011. Brazilian Bird Species List. 10ª Edição. Available at <http://www.cbro.org.br>, downloaded in 25 October 2012.
- Dénes FV, LF Silveira, S Seipke, R Thorstrom, WS Clark, J-M Thiollay. The White-collared Kite (*Leptodon forbesi* Swann, 1922) and a Review of the Taxonomy of the Grey-headed Kite (*Leptodon cayanensis* Latham, 1790). *Wilson J. Ornithol.* **123**: 323 – 331.
- Diesel DA. 1984. Evaluation of the road survey technique in determine flight activity of Red-tailed Hawks. *Wilson Bull.* **96**: 315 – 318.
- Donázar JA, O Ceballos, A Travaini, F Hiraldo. 1993. Roadside raptor surveys in the Argentinean Patagonia. *J. Raptor Res.* **27**: 106-110.
- Ellis DH, RL Glinski, DG Smith. 1990. Raptor road surveys in South America. *J. Raptor Res.* **24**: 98-106.
- Ferguson-Lees J, DA Christie. 2001. *Raptors of the World*. New York: Houghton Mifflin Company.
- Filloy J, MI Bellocq. 2007. Respuesta de las aves rapaces al uso de la tierra: un enfoque regional. *Hornero* **22**: 131 – 140. (in Spanish with English summary)

- Fuller MR, JA Mosher. 1987. Raptor Survey Techniques. *In* BA Giron Pedlenton, BA Millsap, KW Cline, DM Bird, eds. Raptor Management Techniques Manual, Washington: National wildlife Federation, pp. 37 – 65.
- Granzinolli MAM, JC Motta-Junior. 2006. Small mammal selection by the White-tailed Hawk in southeastern Brazil. *Wilson J. Ornithol.* **118**: 91 –98.
- Hamer Ø, DAT Harper, PD Ryan. 2001. PAST: Palentological statistical software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica* **4**: 9pp. Available at <http://folk.uio.no/ohammer/past>
- Hanowsky JM, GJ Niemi. 1995. A comparison of on- and off-road bird counts: do you need to go off road to count birds accurately? *J. Field Ornithol.* **66**: 469 – 483.
- Hayes FE. 1991. Raptors density along the Paraguay River: seasonal, geographical and time of day variation. *J. Raptor Res.* **25**: 101 – 108.
- IUCN. 2012. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2011.2. Available at <http://www.iucnredlist.org>. Downloaded in 25 October 2012.
- Jensen WJ, MS Gregory, GA Baldassarre, FJ Vilella, KL Bildstein. 2005. Raptor abundance and distribution in the Llanos wetlands of Venezuela. *J. Raptor Res.* **39**: 417 – 428.
- Joenck CM. 2006. Records of *Spizaetus tyrannus* (Accipitridae) in the Centro de Pesquisas e Conservação da Natureza Pró-Mata (CPCN Pró-Mata) in northeast of the Rio Grande do Sul. *Rev. Brasil. Ornitol.* **14**: 427 – 428. (in Portuguese with English summary)
- Joenck CM, MAG Azevedo. 2006. New records of *Leptodon cayanensis* (Accipitridae) in the states of Rio Grande do Sul and Santa Catarina, Brazil. *Rev. Brasil. Ornitol.* **14**: 423 – 425. (in Portuguese with English summary)
- Keller CME, MR Fuller. 1995. Comparison of Birds Detected from Roadside and Off-Road Point Counts in the Shenandoah National Park. *USDA Forest Service*: 111 – 115.

- Krügel M. M. 2003. Documented record of *Condrohierax uncinatus* (Temmink, 1822) (Falconiformes: Accipitridae) in Rio Grande do Sul. Ararajuba **11**: 83-84. (in Portuguese with English summary)
- Lederle PE, JM Mueller, EA Holt. 2000. Raptor surveys in Southcentral Nevada, 1991-95. J. Raptor Res. **34**: 133 – 136.
- Loures-Ribeiro A, L. Anjos. 2006. Falconiformes assemblages in a fragmented landscape of Atlantic Forest in south Brazil. Braz. Arch. Biol. Techn. **49**: 149–162.
- Mañosa S, E Mateos, V Pedrocchi. 2003. Abundance of soaring raptors in the Brazilian atlantic rainforest. J. Raptor Res. **37**: 19 – 30.
- Marques AAB, CS Fontana, E Vélez, GA Bencke, M Schneider, RE Reis. 2002. Lista das Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção no Rio Grande do Sul. Porto Alegre: FZB/MCT-PUCRS/PANGEA. (in Portuguese)
- Meller DA. 2011. Aves de Rapina do Parque Estadual do Turvo, Rio Grande do Sul, Brasil. Monografia: URI. (in Portuguese with English summary)
- Meller DA, GA Bencke. 2011. First record of the Broad-winged Hawk *Buteo platypterus* in southern Brazil, with a compilation of published records for the country. Rev. Bras. Ornitol. **20**: 75 – 80.
- Mendonça-Lima A, F Zilio, CM Joenck, AS Barcellos. 2006. New records of the Ornate Hawk-Eagle *Spizaetus ornatus* (Accipitridae) in southern Brazil. Rev. Brasil. Ornitol. **14**: 279 – 282 (in Portuguese with English summary)
- Meunier FD, C Verheyden, P Jouventin. 2000. Use of roadsides by diurnal raptors in agricultural landscapes. Biol. Conserv. **92**: 291 – 298.
- Millsap BA, MN LeFranc Jr. 1988. Road transect counts for raptors: how reliable are they? J. Raptor Res. **22**: 8 – 16.

- Overbeck GE, SC Müller, A Fidelis, J Pfadenhauer, VD Pillar, CC Blanco, II Boldrini, R Both, ED Forneck. 2007. Brazil's neglected biome: the south Brazilian *campos*. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* **9**: 101 – 106.
- Pearlstine EV, FJ Mazzotti, MH Kelly. 2006. Relative distribution and abundance wintering raptors agricultural and wetland landscapes of South Florida. *J. Raptor Res.* **40**: 81 – 85.
- Pedrana J, JP Isacch, MS Bó. 2008. Habitat relationships of diurnal raptors at local and landscapes scales in Southern temperate grasslands of Argentina. *Emu* **108**: 301-3210.
- Petersen ES, MV Petry, L Krüger-Garcia. 2011. Use of different habitat by Raptors in southern Brazil. *Rev. Brasil. Ornitol.* **19**: 376 – 384. (in Portuguese with English summary)
- Pillar VD. 2006. MULTIV Multivariate Exploratory Analysis, Randomization Testing and Bootstrap Resampling. *User's Guide* (v. 2.4). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brazil. Available at <http://ecoqua.ecologia.ufrgs.br/ecoqua/MULTIV.html>
- Pillar VD, L Orlóci. 1996. On randomization testing in vegetation science: multifactor comparisons of relevé groups. *J. Veg. Sci.* **7**: 585 – 592.
- Ralph CJ. 1981. Terminology used in estimating numbers of terrestrial birds. *Studies in Avian Biology* **6**: 577 – 578.
- Ralph CJ, JM Scott (eds). 1981. Estimating numbers of terrestrial birds. *Studies in Avian Biology*, no. 6. Lawrence: Allen Press.
- Remsen JV, Jr, CD Cadena, A Jaramillo, M Nores, JF Pacheco, J Pérez-Emán, MB Robbins, FG Stiles, DF Stotz, KJ Zimmer. 2012. Version [21 September 2012]. A classification of the bird species of South America. American Ornithologists' Union. Available at <http://www.museum.lsu.edu/~Remsen/SACCBaseline.html>

- Roda SA, GA Pereira. 2006. Recent distribution and conservation of forest raptors of the Pernambuco Center. *Rev. Brasil. Ornitol.* **14**: 331 – 334. (in Portuguese with English summary)
- Rosenstock SS, DR Anderson, KM Giesen, T Leukering, MF Carter. 2002. Landbird counting techniques: current practices and an alternative. *Auk* **110**: 46 – 53.
- Salvador-Jr LF, FA Silva. 2009. Diurnal raptors in a fragmented Atlantic Forest landscape in the upper Doce river, Minas Gerais, Brazil. *Bol. Mus. Biol. Mello Leitão* **25**: 53 – 65. (in Portuguese with English summary)
- Scheibler DR. 2007. Food partitioning between breeding White-tailed Kites (*Elanus leucurus*; Aves; Accipitridae) and Barn Owls (*Tyto alba*; Aves; Tytonidae) in southern Brazil. *Braz. J. Biol.* **67**: 65 – 71.
- Sergio F, I Newton, L Marchesi, P Pedrini. 2006. Ecologically justified charisma: preservation of top predators delivers biodiversity conservation. *J. Applied Ecol.* **43**: 1049 – 1055.
- Sergio F, T Caro, D Brown, B Clucas, J Hunter, J Ketchum, K McHugh, F Hiraldo. 2008. Top Predators as Conservation Tools: Ecological Rationale, Assumptions, and Efficacy. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.* **39**:1–19.
- Specht G, EP Mesquita, FA Santos. 2008. Breeding biology of Laughing Falcon *Herpetotheres cachinnans* (Linnaeus, 1758) (Falconidae) in southeastern Brazil. *Rev. Brasil. Ornitol.* **16**: 155 – 159.
- Teixeira EC, EC Teixeira. 2008. New Records of Falconiformes in the Lagoa do Peixe National Park, RS – Brazil. *Biodiversidade Pampeana* **6**: 14 – 18. (in Portuguese with English summary)

- Thiollay J-M. 2006. The decline of raptors in West Africa: long-term assessment and the role of protected areas. *Ibis* **148**: 240-254.
- Thiollay J-M, Z Rahman. 2002. The raptor community of Central Sulawesi: habitat selection and conservation status. *Biol. Conserv.* **107**: 111 – 122.
- Thompson WL. 2002. Towards reliable birds surveys: accounting for individuals present but not detected. *Auk* **119**: 18 – 25.
- Tomazelli LJ, SR Dillenburg, JA Wilcock. 2000. Late quaternary geological history of Rio Grande do Sul coastal plain, southern Brazil. *Rev. Bras. Geociências* **30**: 474 – 476.
- Whittaker A. 2002. A New Species of Forest-Falcon (Falconidae: *Micrastur*) from Southeastern Amazonia and the Atlantic Rainforests of Brazil. *Wilson Bull.* **114**: 421 – 445.
- Whitacre DF, CW Turley. 1990. Further comparisons of tropical raptors census techniques. *In* WA Burnham, DF Whitacre, JP Jenny, eds. *Maya Project: Use of Raptors and Other Fauna as Environmental Indicators for Design, Management, and Monitoring of Protected Areas and for Building Local Capacity for Conservation in Latin America. Progress Report III.* Idaho: The Peregrine Fund, Inc. pp. 71 – 92.
- Zilio F, A Mendonça-Lima. 2012. The White-rumped hawk (*Buteo leucorrhous*) in southern Brazil: status, conservation and first description of the nest. *Ornitol. Neotrop.* **23**: 51 – 61

TABLES AND FIGURES

Table 1. Mean ordinary abundance (OA = number of contacts per transect) and mean standardized abundance (SA = number of contacts/sample area [km²]/survey effort [hr]) of raptors surveyed with roadside point transects and roadside strip transects in four routes in two regions of Southern Brazil in 2009 and 2010. AG = altitudinal grasslands; CP = coastal plain. NI = individuals not identified at species level. Taxonomy follows Remsen et al. (2012).

Species	Point-transect		Strip-transect		Ordinary abundance	
	OA	SA ^a	OA	SA ^a	CP	AG
Cathartidae	77 ± 51.01	4.90 ± 3.04	35 ± 25.11	1.41 ± 0.96	25.13 ± 19.87	173.75 ± 41.07
Turkey Vulture (<i>Cathartes aura</i>)	8.38 ± 8.48	0.53 ± 0.51	3.50 ± 4.87	0.14 ± 0.18	0.75 ± 2.12	22.25 ± 6.58
Lesser Yellow-headed Vulture (<i>Cathartes burrovianus</i>)	0.13 ± 0.35	<0.01 ± 0.02	-	-	0.13 ± 0.35	-
Black Vulture (<i>Coragyps atratus</i>)	68.38 ± 45.12	4.35 ± 2.67	31.50 ± 23.11	1.27 ± 0.88	24.25 ± 18.67	151.25 ± 38.60
King Vulture (<i>Sarcoramphus papa</i>)	0.13 ± 0.35	<0.01 ± 0.02	-	-	-	0.25 ± 0.35
Accipitridae	23 ± 24.15	1.46 ± 1.44	15.13 ± 10.37	0.61 ± 0.36	29 ± 21.57	18.25 ± 5.96
Snail Kite (<i>Rostrhamus sociabilis</i>)	6.38 ± 11.81	0.41 ± 0.70	3.00 ± 6.7	0.11 ± 0.22	9.38 ± 11.85	-
Long-winged Harrier (<i>Circus buffoni</i>)	0.88 ± 1.13	0.06 ± 0.07	0.75 ± 0.71	0.03 ± 0.03	1.38 ± 0.92	0.50 ± 0.46
Savanna Hawk (<i>Buteogallus meridionalis</i>)	7.75 ± 8.17	0.49 ± 0.49	4.38 ± 3.11	0.18 ± 0.13	9.75 ± 7.00	4.75 ± 1.69
Great Black Hawk (<i>Buteogallus urubitinga</i>)	0.38 ± 1.06	0.02 ± 0.06	0.25 ± 0.46	0.01 ± 0.02	0.38 ± 1.06	0.50 ± 0.46
Crowned Eagle (<i>Buteogallus coronatus</i>)	0.13 ± 0.35	<0.01 ± 0.02	-	-	-	0.25 ± 0.35

Table 2. Continued

Species	Point-transect		Strip-transect		Ordinary abundance	
	OA	SA ^a	OA	SA ^a	CP	AG
Roadside Hawk (<i>Rupornis magnirostris</i>)	5.88 ± 5.38	0.37 ± 0.31	6.50 ± 5.13	0.27 ± 0.20	8.00 ± 5.86	8.75 ± 3.70
White-tailed Hawk (<i>Geranoaetus albicaudatus</i>)	0.75 ± 1.75	0.01 ± 0.10	0.13 ± 0.35	<0.01 ± 0.01	0.13 ± 0.35	1.50 ± 1.75
Black-chested Buzzard-eagle (<i>Geranoaetus melanoleucus</i>)	0.88 ± 1.75	0.06 ± 0.09	-	-	-	1.75 ± 1.45
Short-tailed Hawk (<i>Buteo brachyurus</i>)	-	-	0.13 ± 0.35	<0.01 ± 0.01	-	0.25 ± 0.35
Falconidae	47.38 ± 14.59	3.02 ± 0.87	37.13 ± 16.23	1.47 ± 0.53	32.38 ± 9.62	104 ± 14.86
Southern Caracara (<i>Caracara plancus</i>)	17.63 ± 8.00	1.12 ± 0.48	13.00 ± 2.98	0.53 ± 0.13	16.88 ± 7.47	27.5 ± 4.86
Yellow-headed Caracara (<i>Milvago chimachima</i>)	3.13 ± 3.36	0.20 ± 0.20	4.50 ± 5.48	0.17 ± 0.19	1.25 ± 0.71	12.75 ± 5.18
Chimango Caracara (<i>Milvago chimango</i>)	15.38 ± 11.78	0.98 ± 0.70	5.75 ± 6.32	0.22 ± 0.23	4.75 ± 3.85	32.75 ± 11.82
American Kestrel (<i>Falco sparverius</i>)	10.88 ± 4.82	0.69 ± 0.29	13.88 ± 9.52	0.54 ± 0.22	9.38 ± 4.07	30.75 ± 9.05
Aplomado Falcon (<i>Falco femoralis</i>)	0.38 ± 0.74	0.02 ± 0.04	-	-	0.13 ± 0.35	0.50 ± 0.71
NI	-	-	1.63 ± 2.07	0.06 ± 0.08	0.13 ± 0.35	3.00 ± 2.13
Total	147.38 ± 60.97	9.38 ± 3.63	88.88 ± 30.50	3.55 ± 1.08	86.63 ± 44.04	299.25 ± 48.91

^a standardized abundance was calculated dividing the sampled area of each transect by 10 due the small number of observations of most of species.

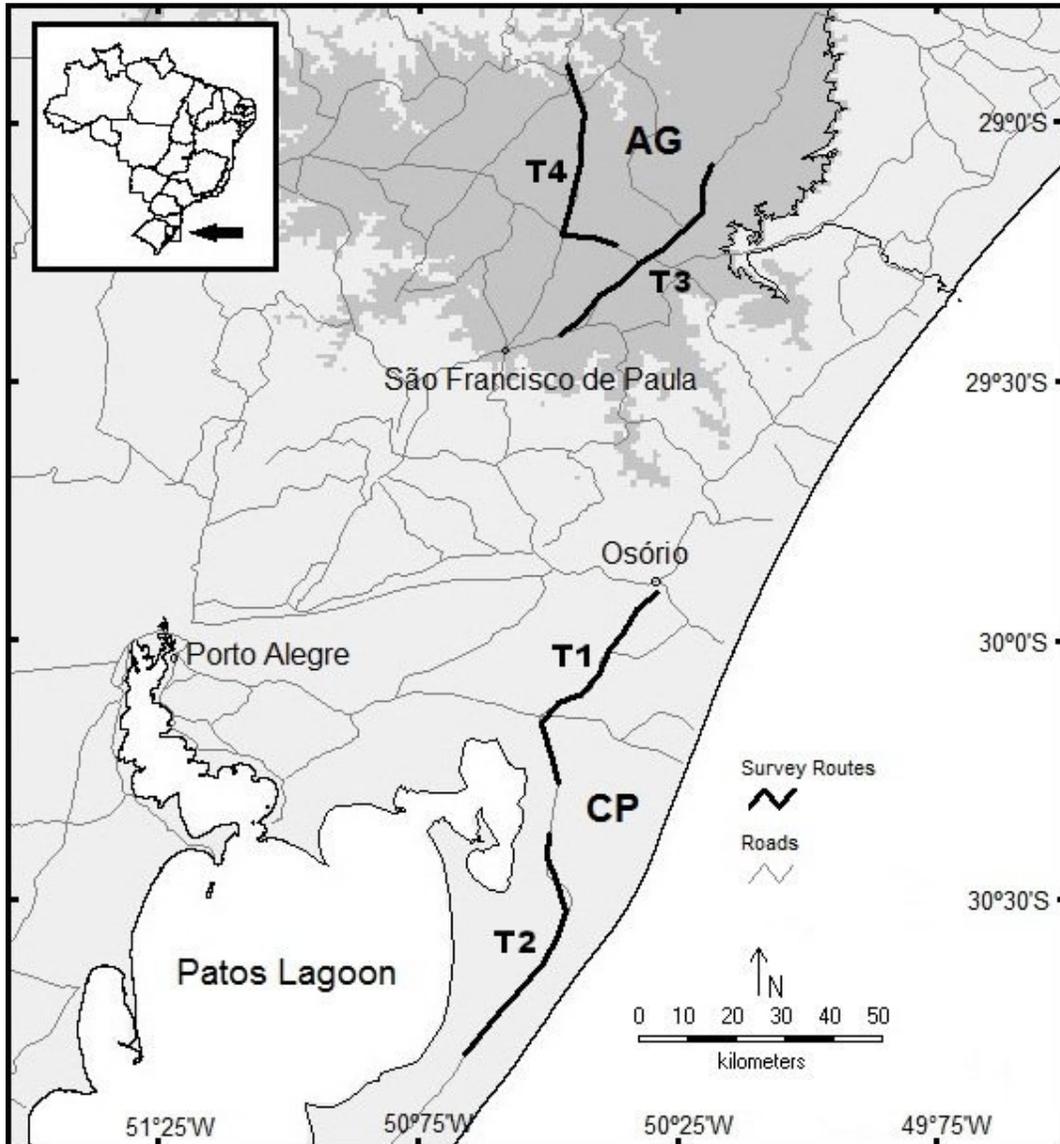


Fig.1. Study sites and routes surveyed (black lines) in altitudinal grasslands (AG) and coastal plain (CP) landscapes in Rio Grande do Sul, southern Brazil. Light gray areas have altitudes up to 760 m and dark gray areas have altitudes above 760 m. Transect Length: T1 = 54.5 km; T2 = 58.6 km; T3 = 55 km; T4 = 55.4 km.

ARTIGO II – INFLUÊNCIA DA PAISAGEM NA DISTRIBUIÇÃO DE AVES DE RAPINA

Diversidade de aves de rapina dos campos do sudeste da América do Sul: influência do uso do solo e topografia na distribuição das espécies.

(Formatado para submissão ao periódico PLOS ONE segundo as normas do Anexo III)

Diversidade de aves de rapina dos campos do sudeste da América do Sul: influência do uso do solo e topografia na distribuição das espécies

Felipe Zilio^{1,*}; Laura Verrastro²; Márcio Borges-Martins²

¹PPG em Biologia Animal, Dpto de Zoologia, UFRGS, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil.

²Dpto de Zoologia, UFRGS, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil.

*Autor para Correspondência. Email: fzilio@msn.com

ABSTRACT – Raptor distribution is related to habitat availability and heterogeneity, and land use changes could affect assemblage composition. We surveyed raptors in grasslands of southern Brazil and Uruguay aiming to examine the assemblage composition and investigate its relation with topographic and habitat features. A total of 44 roadside point transects, surveyed four times between autumn 2009 and summer 2011 (a total of 176 transects), yielded 9609 observations of raptors belonging 30 species. The richness decreased in a northeastern-to-southwestern gradient, possibly related with a decrease in habitat heterogeneity. Raptor distribution and assemblage composition were related to altitude and habitat availability, and four assemblages could be identified in southeastern South America. Raptor assemblage at Altitudinal grasslands (in the Araucarian Moist Forest ecoregion) had higher abundances of forest raptors than the other regions. Three assemblages were distinguished in the Uruguayan Savannas ecoregion: 1) south Brazilian coastal plain, that has species related wetlands and human modified habitats; 2) Serra do Sudeste grasslands, a mixed of forest and grassland raptors, which have low abundances and lower sensibility to habitat degradation; 3) Uruguayan Savannas, dominated by grasslands species and few forest

species usually found in riparian habitats and submontane forests. The amount of variance explained by the canonical axes was 41.3% and probably climatic variables also have influence in raptor distribution. Although the threats to grasslands of Araucarian Moist Forest and Uruguayan Savannas ecoregions are quite similar, these areas have differences in habitat availability and raptor assemblages, features that must be taken in account to species conservation.

RESUMO – A distribuição das aves de rapina tem relação com a disponibilidade e heterogeneidade de habitats, contudo a composição das taxocenoses também pode ser afetada por alterações no uso dos solos. Nós realizamos a amostragem de aves de rapina em áreas campestres no sul do Brasil e Uruguai com o objetivo de examinar a composição da taxocenose e investigar sua relação com as características topográficas e ambientais. Entre outono de 2009 e verão de 2011, foram realizadas amostragens em 44 transectos rodoviários, amostrados quatro vezes cada (totalizando 176 trasectos), que resultaram em 9609 contatos com aves de rapina de 30 espécies. A riqueza diminuiu em um gradiente nordeste-sudoeste, possivelmente relacionada com uma redução na heterogeneidade ambiental. A distribuição das espécies foi associada a altitude e disponibilidade de habitat, e quatro taxocenoses puderam ser identificadas no sudeste da América do Sul. A taxocenose dos campos de altitude (na ecorregião Floresta Úmida com Araucária) se caracterizou pela presença de espécies florestais, ausentes ou pouco abundantes nas demais áreas. Na ecorregião Savana Uruguia foram distinguidas outras três taxocenoses: 1) campos da planície costeira do sul do Brasil, com espécies associadas às áreas úmidas e ambientes alterados; 2) campos da Serrado Sudeste, uma taxocenose mista com espécies campestres e florestais, porém pouco abundantes e com

maior tolerância a habitat alterados; 3) campos da Savana Uruguaia, taxocenose com predominância de espécies campestres e presença pontual de espécies florestais associadas a matas riparias e submontanas. Os eixos canônicos explicaram 41,3% da variância dos dados, sendo provável que variáveis climáticas tenham influência na distribuição das espécies. Embora as ameaças aos campos das ecorregiões Floresta Úmida com Araucária e Savana Uruguaia sejam similares, estas regiões não têm exatamente a mesma disponibilidade de habitat, nem as mesmas taxocenoses de aves de rapina, particularidades que devem ser consideradas para a conservação das espécies.

INTRODUÇÃO

A distribuição e abundância das aves de rapina têm sido estudadas como uma resposta a características locais, como disponibilidade de presas [1,2], poleiros [1], estrutura da vegetação, uso e disponibilidade de habitat [1–6] e relações interespecíficas (predação, competição) [2]. Recentemente o avanço de ferramentas de análise de informações geográficas (SIG) tem permitido a avaliação de um maior número de variáveis relacionadas com a distribuição das espécies, bem como ampliar a escala de análise. Estes estudos tem demonstrado a importância das características topográficas e ambientais na distribuição e seleção de habitat pelas aves de rapina [7–13].

As aves de rapina, são predadores de níveis tróficos superiores, ocorrem em baixa densidade populacional, necessitam de grandes áreas para estabelecer seus territórios, são indicadores de biodiversidade e são sensíveis a degradação e transformação do ambiente [14–18]. Pela sua importância ecológica, as aves de rapina têm sido utilizadas como objeto de estudo para avaliar os efeitos da transformação do ambiente campestre, descaracterizados pela urbanização e modificação no uso dos solos, sobre a distribuição

das espécies [6,7,18–20]. Ambientes alterados e fragmentados tendem a ter menor riqueza e diversidade de aves de rapina [6,18,19], contudo, a resposta à alteração do ambiente pode variar conforme as características da espécie. *Buteo buteo*, *Milvus migrans*, *Rostrhamus sociabilis* e *Geranoaetus melanoleucus*, por exemplo, demonstraram uma resposta negativa a urbanização e degradação do ambiente, enquanto *Hieraaetus pennatus* e *Milvago chimango* se beneficiam de ambientes urbanizados e agrícolas [18,19]. Nas estepes asiáticas a transformação dos ambientes naturais em áreas agrícolas afetou negativamente as espécies que nidificam no solo e que se alimentam de presas de maior porte (menos abundantes em áreas agrícolas), porém espécies de médio e pequeno porte foram beneficiadas [7].

Os campos do sul do Brasil e Uruguai são uma área interessante para estudos de distribuição de espécies. As áreas campestres do nordeste do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná vêm sendo considerados como unidades biogeográficas distintas dos campos do centro-sul do Rio grande do Sul e Uruguai (vide [21]), divididos, aproximadamente, na latitude 30°, constituindo os campos do Planalto Meridional do Brasil (a partir de agora denominados campos de altitude) ao norte e os campos do Pampa ao sul. Os denominados campos de altitude, embora considerados campos tropicais (ou subtropicais), representam ilhas de vegetação campestres em uma matriz de floresta de Araucária e sua avifauna tem relação com os campos pampianos [22]. Os campos do centro-sul do Rio Grande do Sul são campos temperados, relacionados com os campos pampianos do Uruguai e Argentina [22]. Na recente classificação das ecorregiões terrestres [23], a separação entre os campos de altitude (ecorregião Floresta Úmida com Araucária) e os campos do centro-sul do Rio Grande do Sul e Uruguai (ecorregião Savana Uruguiaia) se manteve. Contudo, ambas as regiões compartilham

várias espécies animais, possivelmente devido a separação recente ocasionada pela expansão da Floresta Ombrófila [22,24,25], e são, por muitas vezes, tratadas como uma unidade única [26,27]. Ademais, ambas as regiões são alvo dos mesmos tipos de impactos antropogênicos (*e.g.* agricultura, silvicultura) e apresentam um alto grau de alteração dos campos naturais (vide revisão em [28]).

As taxocenoses das aves de rapina nos campos temperados da América do Sul foram mais bem estudadas na Argentina [11,18,29–32]. Existem poucos estudos no sul do Brasil e Uruguai, geralmente estudos pontuais [33,34], e o padrão de distribuição das aves de rapina, tanto da Savana Uruguaia quanto dos campos de altitude, pode ser considerado desconhecido, inferido apenas com base em obras gerais de distribuição da avifauna [35,36]. Neste contexto nós buscamos descrever a composição das taxocenoses das aves de rapina das paisagens campestres dos campos de altitude e campos da Savana Uruguaia e analisar as relações entre estas áreas. Com base na classificação das ecorregiões terrestres [23] nossa hipótese é que as taxocenoses dos campos de altitude (ecorregião Floresta Úmida com Araucária) tenham uma composição diferente das taxocenoses dos campos da ecorregião Savana Uruguaia.

Uma vez que a distribuição das aves de rapina é influenciada pelas características fisionômicas da paisagem, nosso objetivo foi avaliar quais fatores são mais importantes na composição das taxocenoses e na distribuição das aves de rapina nos campos do sudeste da América do Sul. Nós utilizamos dados de composição das taxocenoses (*i.e.* abundância e riqueza de espécies) e dados de uso de solos e variáveis ambientais para avaliar, através de métodos multivariados, a existência de correlação entre as taxocenoses, a distância geográfica e a composição do hábitat da região.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O estudo foi desenvolvido em uma região campestre inserida em duas ecorregiões: a Savana Uruguaia (Uruguayan Savannas) e a Floresta Úmida com Araucária (Araucaria Moist Forest) [23] (Figura 1). A Savana Uruguaia compreende a metade sul do Rio Grande do Sul e o Planalto das Missões, toda a área do Uruguai e uma pequena parcela da Província de Entre Rios, na Argentina, totalizando uma área aproximada de 355.700 km² [37]. É caracterizada por áreas abertas com predomínio de campo, florestas de galeria junto aos rios e presença de savanas de butiazais e florestas submontanas em algumas regiões. Na porção litorânea ocorrem formações pioneiras com remanescentes de formações florestais de restinga e grandes extensões de áreas úmidas. O relevo é plano a ondulado com altitudes entre 0 e 500 m [38]. O clima da região é temperado com temperaturas médias e precipitação variando latitudinalmente entre 16° C (porção sul) e 19°C (porção norte) e entre 1000 e 1300 mm [37]. A paisagem da Savana Uruguaia foi bastante descaracterizada pela conversão dos campos e áreas úmidas em áreas de uso agropecuário e pelo plantio de espécies florestais exóticas, resultando em contaminação e desgaste do solo [38]. Soma-se a estes o pastejo intensivo e a introdução de espécies exóticas (para a formação de pastagens) como ameaças às espécies autóctones desta ecorregião [38].

A Floresta Úmida com Araucária compreende grande parte da região sul do Brasil, do Paraná ao norte do Rio Grande do Sul, e uma pequena porção da Argentina, na Província de Misiones, totalizando uma área de 216.100 km² [37] (Figura 1). A fitofisionomia predominante é a Floresta Ombrófila Mista, com a presença marcante de *Araucaria angustifolia*, com presença de áreas de campos nativos de altitude. Os

campos de altitude se estendem por uma área em torno de 13.740 km², em sua maior parte nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina [26]. A região encontra-se em altitudes entre 800 e 1800 m e o relevo é suavemente ondulado nas porções superiores. A pluviosidade é alta e bem distribuída ao longo do ano (2000 a 2300 mm), com temperaturas baixas durante o inverno. Os componentes vegetais são basicamente dois tipos: campos e floresta ombrófila mista. Os campos são a paisagem predominante nas porções mais elevadas, representadas pelos campos nativos entrecortados por áreas úmidas e capões de mata. A floresta ombrófila mista, ou mata com Araucária, predomina nos vales, junto aos corpos d'água e na forma de capões. As ameaças a biodiversidade dos campos da Floresta Úmida com Araucária são similares as verificadas para os campos da Savana Uruguaia. A conversão dos campos nativos em áreas agrícolas e em monoculturas florestais exóticas tem contribuído para perda de grande parte dos campos nativos [26].

Dentro das ecorregiões foram selecionadas 11 áreas de amostragem de modo a abranger tanto o gradiente nordeste-sudoeste de formações campestres quanto as diferentes fitosionomias da Savana Uruguaia (Figura 1). As áreas I e II são áreas de campos de altitude inseridas na ecorregião Floresta Úmida com Araucária. As áreas III e X são porções costeiras e a área V uma porção de domínio florestal dentro da Savana Uruguaia. Nas demais áreas há predomínio de paisagens abertas típicas da Savana Uruguaia, com percentual variado de cobertura de floresta submontana.

Amostragem de Aves de Rapina

As aves de rapina foram amostradas através do método de pontos de contagem dispostos ao longo de transectos rodoviários [39]. Em cada uma das áreas de amostragem foram definidos quatro transectos (n = 44) (Figura 1). Como critérios para

a definição das rodovias para alocação dos transectos foram considerados: 1) ausência de áreas urbanas superiores a 20 mil habitantes a menos 10 km do transecto; 2) extensão mínima de 70 km; 3) baixo fluxo de veículos (preferência por estradas vicinais). Cada transecto consistiu em 10 pontos de contagem distantes entre si no mínimo 5 km (média = 5,42 km, amplitude = 5 a 10,73km) e com raio fixo de 1 km (área de amostragem = 3,14km²). Em cada ponto de contagem foram registradas todas as aves de rapina detectadas (auditiva ou visualmente) num período de 30 minutos, totalizando 5 h de amostragem quantitativa em cada transecto. Os pontos de contagem foram realizados por um observador (FZ, posicionado fora do veículo), auxiliado de binóculos 10 x 42, luneta 20-60 x 60 e telêmetro (medida máxima de distância = 1500 m e precisão de 1 m).

Para cada indivíduo observado foi anotado, sempre que possível, o horário do contato, o comportamento (*e.g.* forrageio, repouso, deslocamento), a faixa etária (*e.g.* ninhego, jovem, adulto), o sexo, a variação de coloração (*e.g.* melanismo, morfo claro, morfo marrom), a presença e o padrão de muda e marcas naturais (*e.g.* albinismo parcial na plumagem). Tais informações foram utilizadas para reduzir a possibilidade de dupla contagem de indivíduos em um mesmo ponto de contagem. As amostragens iniciaram sempre 2 h após o nascente local, contemplando o período mais adequado para a amostragem de aves de rapina. As amostragens foram realizadas em dias ensolarados (cobertura do céu < 60%) e com velocidade do vento inferior a 20 km/h. Não foram realizadas amostragens em períodos com chuva ou neblina. Indivíduos observados durante o deslocamento entre um ponto de contagem e o seguinte foram contabilizados para análises qualitativas (*e.g.* riqueza).

As amostragens ocorreram entre o final de abril de 2009 e final de fevereiro de 2011, sendo realizadas duas amostragens sazonais por ano em cada área (totalizando quatro amostragens por área). As contagens foram realizadas entre os meses de maio e agosto (eventualmente final de abril e início de setembro) e entre novembro e fevereiro para reduzir a probabilidade de registrar espécies durante o período de migração (*i.e.* fora das áreas de invernada).

Variáveis ambientais

A relação entre a abundância das aves de rapina e as características do ambiente foi analisada em escala local e regional. A escala local foi definida como uma área de 28,27 km² (“buffer” de 3 km de raio) ao redor de cada ponto de contagem e cada unidade de paisagem foi definida como o somatório das áreas dos 10 pontos de cada transecto. A escala regional foi definida como uma área de 314,16 km² (“buffer” de 10 km de raio) ao redor de cada ponto de contagem e a unidade de paisagem utilizada foi o somatório dos quatro transectos de cada área de amostragem. Para cada unidade de paisagem as seguintes variáveis foram extraídas de sistemas de informação geográficas (SIG) (IDRISI Taiga): 1) Percentual de: área urbana, área agrícola, campo nativo, corpo d’água (açudes, rios, lagoas), floresta exótica (silvicultura) e floresta nativa; 2) Altitude; 3) Rugosidade. Os percentuais de uso de solo foram extraídos do mapa digital de uso de solos [40]. A altitude (em metros) e a rugosidade (desvio padrão da altitude) foram extraídas de um mapa digital de elevação (DEM) [41]. Dado este conjunto de variáveis ambientais seria esperado uma alta correlação entre as variáveis mensuradas em escala local e regional e entre altitude e rugosidade. Para evitar a multicolinearidade das variáveis, foram selecionadas apenas variáveis com coeficiente de correlação $\leq 0,61$ (Anexo I - Tabela 1).

Análises Estatísticas

A influência da distância geográfica na composição das taxocenoses e das características ambientais foi avaliada pelo teste de Mantel, que testa a correlação entre diferentes matrizes [42]. As matrizes utilizadas foram: 1) matriz de abundância de espécies (abundância média [indivíduos/transecto]); 2) matriz de variáveis ambientais constituída por sete variáveis não colineares; 3) matriz espacial constituída pelas coordenadas geográficas (Latitude/Longitude) do ponto médio de cada transecto (quinto ponto de contagem). A distância de corda foi utilizada como medida de dissimilaridade entre as unidades amostrais nas matrizes de abundâncias das espécies e variáveis ambientais, e a distância euclidiana na matriz espacial. A probabilidade “P” foi gerada pelo teste de Mantel com 9999 iterações com permutação dos elementos das matrizes, assumindo como hipótese nula a ausência de correlação entre as matrizes. As análises foram realizadas no programa MULTIV [43].

A composição das taxocenoses de aves de rapina e sua relação com as variáveis ambientais foi avaliada através da Análise de Correspondência Canônica (CCA) [42]. As matrizes de abundância das espécies e de variáveis ambientais foram as mesmas utilizadas para os testes de Mantel. A abundância das espécies foi transformada para logaritmo ($\ln+1$) para reduzir a influência de valores extremos e utilizou-se a opção de reduzir o peso das espécies raras na análise. Sobre as variáveis de uso de solo expressas como proporções foi realizada uma transformação de arco seno da raiz quadrada e sobre altitude uma transformação logarítmica [42]. A significância da correlação entre as abundâncias das espécies e as variáveis ambientais foi testada através do teste de Monte Carlo, com 9999 permutações irrestritas, assumindo-se a hipótese nula de ausência de

correlação entre estas variáveis (espécies e ambiente). A CCA, realizada no programa CANOCO v4.5 [44].

RESULTADOS

Um total de 30 espécies de aves de rapina foi registrado na região (Tabela 1). *Pseudastur polionotus* foi registrada apenas ocasionalmente, dois indivíduos em duas áreas nos campos de altitude do sul do Brasil. As áreas amostradas apresentaram uma riqueza similar, apesar da grande amplitude, entre 12 e 24 espécies (Tabela 1, Figura 2). As áreas com maior riqueza foram IV e I (Figura 2). As demais áreas apresentam um padrão que sugere dois agrupamentos pela riqueza de espécies: 1) II, III, V, VII e VIII; 2) VI, IX, X, XI (Figura 2). *Leptodon cayanensis*, *Parabuteo leucorrhous*, *Spizaetus ornatus* e *S. melanoleucus* foram registradas exclusivamente na área I, enquanto *Harpagus diodon*, *Accipiter bicolor*, *Parabuteo unicinctus* e *Falco peregrinus* ocorreram em duas áreas apenas (Tabela 1).

Ao longo dos 176 transectos foram efetuados 9609 contatos com aves de rapina ($54,6 \pm 32,3$ (DP) indivíduos/transecto). As espécies mais abundantes foram da ordem Falconiformes (média \pm DP): 1) *Caracara plancus* ($12,5 \pm 9,2$ ind./trans.), 2) *Falco sparverius* ($11,3 \pm 7,3$ ind./trans.); 3) *Milvago chimango* ($9,3 \pm 11,2$ ind./trans.). Os Accipitriformes mais abundantes na região foram: *Rupornis magnirostris* ($3,8 \pm 3,1$ ind./trans.), *Buteogallus meridionalis* ($3,6 \pm 3,9$ ind./trans.), *Geranoaetus albicaudatus* ($3,2 \pm 7,9$ ind/trans.) e *Buteo swainsoni* ($3,1 \pm 22,6$ ind/trans.).

A composição das taxocenoses e as características ambientais das unidades amostrais não foram correlacionadas com a proximidade geográfica (teste de Mantel, $P_{\text{taxocenoses}} = 0,88$, $P_{\text{paisagem}} = 0,93$), indicando que as áreas mais próximas geograficamente não possuem taxocenoses ou características fisionômicas mais

similares que o esperado por acaso. Contudo, foi encontrada correlação entre as variáveis ambientais e a composição das taxocenoses (teste de Mantel, $P < 0,001$), o que demonstra a importância das características fisionômicas (*e.g.* altitude, disponibilidade de habitats) na composição da taxocenose local. Ou seja, áreas mais similares fisionomicamente possuem taxocenoses mais similares.

Os eixos canônicos da Análise de Correspondência Canônica explicaram 41,3% da variância dos dados (eixo 1 = 21,3%, eixo 2 = 9,1%), foram significativos ($P < 0,01$) e mostraram alta correlação entre a composição das taxocenoses e as variáveis ambientais ($r_{\text{eixo1}} = 0,94$; $r_{\text{eixo2}} = 0,82$). O eixo 1 reflete um gradiente altitudinal e ambiental. O gradiente altitudinal separa áreas com maior altitude média, a direita, de áreas mais baixas e planas (Figura 3). O gradiente ambiental segregou áreas com maior percentual de cobertura florestal de áreas com maior percentual de ambientes não florestais (campos, áreas agrícolas). Ao longo deste gradiente foram segregadas as áreas dos campos de altitude (I e II) e da Serra do Sudeste (V) das demais áreas da Savana Uruguaia. A composição das taxocenoses reflete a substituição de ambientes florestais por ambientes campestres. Taxocenoses com maior abundância, ou presença exclusiva, de espécie florestais encontram-se à direita do eixo 1 (*e.g.* *Spizaetus* spp., *L. cayanensis*, *P. leucorrhous*), e são gradualmente substituídas por espécies de ecótono (*e.g.* *Milvago* spp., *R. magnirostris*) e de áreas campestres (*e.g.* *Geranoaetus* spp., *B. swainsoni*).

A urbanização apresentou um efeito de escala. Em escala regional o percentual de área urbana foi positivamente correlacionado com o eixo 1, enquanto em escala local foi negativamente correlacionado. Apesar de a urbanização ser relacionada com distúrbio ambiental, o eixo 2 foi mais representativo quanto ao gradiente de alteração do ambiente. O percentual de florestas exóticas foi positivamente correlacionado com o

eixo 2, enquanto o percentual de campos nativos foi negativamente correlacionado. Houve uma alta correlação negativa entre o percentual de campos nativos e o percentual de áreas agrícolas, portanto o eixo 2 reflete a distinção de áreas campestres com maior perturbação (positivamente correlacionadas) e áreas campestres mais conservadas (negativamente correlacionadas). O percentual de áreas úmidas (corpos d'água) foi altamente correlacionado com o eixo 2 e segregou a planície costeira do sul do Brasil (III) das demais áreas da Savana Uruguaia, destacando-se a maior abundância de *Rostrhamus sociabilis*, *Buteogallus urubitinga* e a presença de *F. peregrinus* na composição da taxocenose (Figura 3). Espécies típicas de áreas campestres (*e.g.* *Geranoaetus* spp, *B. swainsoni*), apresentaram correlações negativas fracas com ambos os eixos e podem ser associadas aos campos da Savana Uruguaia (Figura 3).

DISCUSSÃO

Os campos do sudeste da América do Sul apresentaram uma grande diversidade de aves de rapina. Nós registramos a ocorrência de 30 espécies, o que corresponde a 43% da riqueza encontrada no Brasil [45], mais do que a riqueza do Uruguai (28 espécies, [36]) e 54% da riqueza da Argentina [46].

O padrão da diversidade das aves de rapina América do Sul tem pouca influência do gradiente latitudinal sendo a heterogeneidade ambiental a explicação mais provável [47]. O padrão de diversidade observado nos campos do sudeste da América do Sul, com decréscimo da riqueza do nordeste para sudoeste, pode ser explicado pela variação da heterogeneidade ambiental. Ao longo deste gradiente, há uma substituição de áreas de influência da Mata Atlântica (*e.g.* áreas I e II), e da Floresta Paranaense (*e.g.* área IV), que possuem maior diversidade de habitats (florestas primárias, florestas secundárias, campos, áreas alteradas), por paisagens mais homogêneas, de domínio

campestre, da Savana Uruguaia. A distribuição austral de diversas espécies florestais (*e.g.* *L. cayanensis*, *Pseudastur polionotus*) coincide com o limite austral da Mata Atlântica, conseqüentemente estas espécies não foram observadas na Savana Uruguaia.

A relação entre as espécies e as características ambientais sugere a existência de quatro taxocenoses de aves de rapina distintas na região: 1) campos de altitude; 2) campos da Serra do Sudeste; 3) campos da região costeira do sul do Brasil; 4) campos da Savana Uruguaia.

A diferenciação dos campos de altitude suporta nossa hipótese de que a taxocenose desta região diferem das taxocenoses dos campos da Savana Uruguaia, concordado com as regionalizações biogeográficas que dividem os campos da América do Sul em campos tropicais e campos temperados, aproximadamente na latitude 30° (vide [21]) e com a classificação dos campos de altitude em uma ecorregião distinta [23]. Embora sejam áreas campestres, em escala regional, em uma escala mais ampla, os campos de altitude podem ser considerados fragmentos de campo em meio uma matriz florestal. Como reflexo do maior do percentual de florestas nativas e baixo percentual de áreas campestres, nestas taxocenoses as espécies associadas a ambientes florestais (*e.g.* *Spizaetus* spp, *L. cayanensis*) foram mais abundantes (ou exclusivas), enquanto a abundância de espécies campestres como *Geranoaetus* spp, *Circus* spp, *R. sociabilis*, foi baixa, inferior ao observado nas áreas da Savana Uruguaia.

A taxocenose dos Campos da Serra do Sudeste foi composta por espécies tolerantes a ambientes alterados ou fragmentados, tanto florestais (*e.g.* *A. striatus*, *R. magnirostris*) quanto campestres (*e.g.* *E. leucurus*, *B. meridionalis*). Os Campos da Serra do Sudeste se caracterizam pela presença de áreas campestres circundadas por remanescentes de Floresta Atlântica (*sensu latu*), porém bastante degradadas, com área de silvicultura e

agropecuária. Espécies florestais relictuais, ainda ocorrem em algumas áreas florestais da região [48], porém, não registramos espécies florestais de maior porte, ou associadas a grandes remanescentes florestais, como as observadas nos campos de altitude. A taxocenose desta região se distinguiu das demais áreas pela baixa abundância de espécies, tanto campestres em relação as taxocenoses da Savana Uruguiaia, quanto florestais em relação aos campos de altitude.

A taxocenose da região costeira do sul do Brasil se caracterizou pela abundância de espécies associadas a áreas úmidas, destacando *Rostrhamus sociabilis*. A região costeira é constituída por um complexo lagunar, com campos e matas de restinga e ciliar, com uma formação vegetal distinta das demais áreas campos do sul do Brasil [49,50]. Atualmente a região costeira encontra-se bastante degradada, principalmente pelo uso das áreas úmidas para cultivo de arroz, além do plantio de *Pinus* spp nos campos ([50], Anexo I – Figura 1). A ausência de registro de *G. melanoleucus*, espécie que ocorria na região costeira do Rio Grande do Sul [35], e a baixa abundância de *G. albicaudatus*, pode ser decorrente da degradação dos ambientes naturais. A abundância de *R. sociabilis*, espécie comum em regiões úmidas do Brasil [33] e Argentina [30], está diretamente associada ao percentual de áreas úmidas na região. A conversão de áreas úmidas em arrozais aparentemente não teve efeito negativo sobre *R. sociabilis*. Espécies de áreas úmidas podem ser beneficiadas pela agricultura. Quando mantidas as características do hábitat (áreas alagadas) e disponibilidade de presas, as áreas agrícolas, por serem ambientes manejados, toram-se mais previsíveis temporalmente que ambientes naturais (regime hídrico, por exemplo) [51]. A previsibilidade hídrica, por exemplo, associada a um possível aumento na abundância de presas pode ser o motivo

da alta abundância de *B. meridionalis*, espécie que se alimenta de organismos aquáticos [52].

A taxocenose da Savana Uruguaia foi composta principalmente por espécies de ambientes abertos e semi-florestais, estas associadas a matas ripárias e encaves florestais em áreas mais elevadas (matas de encosta). A avifauna da Savana Uruguaia tem uma forte influência Andino-Patagônica [22], influência que fica enfatizada na similaridade da taxocenose observada com as taxocenoses encontradas nas savanas Patagônicas e campos do Pampa Argentino. São taxocenoses caracterizadas por uma riqueza relativamente baixa de aves de rapina (de 8 a 14 espécies), composta predominantemente de espécies campestres, e geralmente com maior abundância de espécies de Falconidae, como o *C. plancus*, *M. chimango*, *F. sparverius* [11,29–31]. A abundância das espécies variou entre as áreas da Savana Uruguaia, mas cabe destacar a abundância de *G. albicaudatus*, *G. melanoleucus*, *Circus buffoni* e, na porção oeste, de *B. swainsoni*, espécies associadas a áreas de campos naturais. A baixa influência de componentes de Cerrado, Pantanal, Chaco, Mata Atlântica e Mata Paranaense na taxocenose da Savana Uruguaia é perceptível pela ausência (ou baixa abundância) de espécies como *L. cayanensis*, *B. urubitinga*, *Busarellus nigricollis*, *Milvago chimachima*, *Herpethotes cachinnans*, *Falco ruficularis*, para citar alguns exemplos, registradas mesmo em áreas alteradas nas bacias do rio Paraguai [53] e Paraná [5]. Estão ausentes na Savana Uruguaia espécies tipicamente florestais, como *Spizaetus* spp. e *P. leucorrhous*, observadas no Planalto Meridional Brasileiro. As diferenças na composição das taxocenoses da Savana Uruguaia e dos campos de altitude é associada a ocorrência de ambientes florestais (remanescentes e maciços florestais de maior porte

no planalto), que suportam espécies cujo limite austral da distribuição coincidem com os limites da Mata Atlântica [52].

Apesar de uma correlação significativa entre as variáveis ambientais e composição das taxocenoses, os eixos canônicos foram pouco explicativos da variabilidade dos dados. Em geral, as variáveis topográficas e ambientais resultam em uma baixa explicação, mesmo que significativa, da diversidade de espécies [7,19], o que sugere uma interação complexa de fatores atuando na distribuição das espécies. De fato, o padrão de diversidade de espécies (riqueza e abundância) é influenciado por variáveis ambientais, topográficas e climáticas, porém os resultados variam conforme o grupo taxonômico estudado [54,55], a região geográfica [56] e a escala em que os dados são avaliados [20,54,57]. No caso de animais, a distribuição das espécies pode ser influenciada diretamente pela a vegetação e indiretamente pelas variáveis climáticas, as quais atuam sobre a distribuição das espécies vegetais que estruturam os habitats [58]. Em termos da escala avaliada, as variáveis climáticas (*e.g.* evapotranspiração, temperatura) têm maior influência em escalas amplas (*e.g.* continentais ou globais) [56,59], enquanto, em escalas menores (*e.g.* locais, regionais), a distribuição das espécies está associada a topografia e a disponibilidade dos habitats [57,60]. E ambas podem atuar de forma conjunta em escalas intermediárias [60,61], como o caso da escala utilizada em nosso estudo. Conseqüentemente, é possível que variáveis climáticas, não mensuradas nas nossas análises, sejam importantes na distribuição das aves de rapina na região e responsáveis pela variabilidade não explicada.

CONCLUSÃO E IMPLICAÇÕES PARA CONSERVAÇÃO

Similar ao observado em estudos em regiões campestres de outros continentes e da América do Sul, nossos resultados demonstraram que as características topográficas e o

uso dos solos influenciam na distribuição das aves de rapina e, conseqüentemente na composição das taxocenoses. A heterogeneidade ambiental parece ser o fator que melhor explica os padrões de diversidade, sugerido pela separação das taxocenoses com presença de espécies associadas a ambientes florestais e das com domínio de espécies de ambientes campestres. Contudo, o padrão de diversidade de aves de rapina da América do Sul não é facilmente explicado e provavelmente deriva de um conjunto de fatores associados como heterogeneidade ambiental e fatores climáticos [47], o que é reforçado pela baixa explicação da variância dos eixos canônicos.

A ocorrência de quatro taxocenoses distintas sugerida pela análise de correspondência canônica tem implicações ecológicas e conservacionistas. Os campos da ecorregião Floresta Úmida com Araucária apresentaram uma taxocenose diferenciada das demais áreas, algo esperado com base nas diferentes regionalizações biogeográficas já propostas (vide [21]). As diferenças observadas nos campos da ecorregião Savana Uruguaia demonstra que a região é relativamente heterogênea. Os campos do sul do Brasil podem ser divididos em cinco unidades fitoecológicas distintas [50] e sete tipos de formação campestre [49], e é possível que essas diferenças nos tipos de solos e de campos influenciem na distribuição das aves de rapina em uma escala menor, em nível de seleção de áreas de reprodução, por exemplo.

Em termos de conservação, nossos resultados sugerem que as estratégias de conservação devam ser tomadas de acordo com as características de cada área. Nos campos de altitude é importante que as estratégias de conservação incluam tanto as áreas florestais quanto campestres. A preservação das áreas florestais junto aos vales dos rios da região é importante para a conservação da fauna regional. Cinco espécies de gaviões florestais (*L. cayanensis*, *Spizaetus spp.*, *P. leucorrhous* e *P. polionotus*)

ameaçados de extinção no Rio Grande do Sul e Santa Catarina [62,63] foram observados somente na região dos campos de altitude (Tabela 1), e a região parece comportar a maior parte da população destas espécies, ao menos do Rio Grande do Sul [62]. Dentre as espécies campestres, os campos de altitude são importantes para a conservação de *B. coronatus*, espécie ameaçada globalmente [64]. Antigamente *B. coronatus* ocorria em uma área mais ampla no sul do Rio Grande do Sul [62], porém atualmente vem sendo registrada quase exclusivamente nos campos de altitude, com poucos registros para áreas da Savana Uruguaia (JK Málher Jr *in litt.*). A Savana Uruguaia, por outro lado, e em parte, a Serra do Sudeste, são importantes para a manutenção de populações de espécies campestres, como *G. melanoleucus*, *P. uncinatus*, *B. swainsoni*, *Circus spp*, pouco abundantes nos campos de altitude. A região costeira é uma importante área de conservação de espécies aquáticas (sítio RAMSAR) e apesar de bastante alterada pela urbanização e uso agropecuário é uma área reprodutiva importante para as populações de *R. sociabilis*, espécie provavelmente migratória no sul do Brasil e Uruguai (Zilio et al. *in prep*), e para *C. buffoni* e *C. cinereus*.

Finalizando, ressaltamos a necessidade da criação de unidades de conservação que protejam os campos do sudeste da América do Sul, do desenvolvimento de estratégias de conservação das espécies campestres e da ampliação de estudos com a avifauna nesta região, carências que vem sendo apontadas por outras publicações [26-28].

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Heinrich Hasenack e Diego J. Alvares pela ajuda na extração das variáveis ambientais e uso dos programas de SIG. A Jan K. F. Málher Jr por ceder

dados não publicados de registros de *B. coronatus* no Rio Grande do Sul. A Peregrine Fund Library, Marcus Canuto e Rafael Tosi pela concessão de material bibliográfico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Preston CR (1990) Distribution of Raptor Foraging in Relation to Prey Biomass and Habitat Structure. *Condor* 92: 107–112.
2. Wiklund CG, Kjellén N, Isakson E (1998) Mechanisms determining the spatial distribution of microtine predators on the Arctic tundra. *J Anim Ecol* 67: 91–98.
3. Bechard MJ (1982) Effect of Vegetative Cover on Foraging Site Selection by Swainson's hawk. *Condor* 84: 153–159.
4. Toland B (1987) The effect of vegetative cover on foraging strategies, hunting success and nesting distribution of American Kestrel in Central Missouri. *J. Raptor Res.* 21: 14–20
5. Loures-Ribeiro A, Anjos L (2006) Falconiformes assemblages in a fragmented landscape of Atlantic Forest in south Brazil. *Braz Arch Biol Technol* 49: 149–162.
6. Alencar Carvalho CE, Marini MA (2007) Distribution patterns of diurnal raptors in open and forested habitats in south-eastern Brazil and the effect of urbanization. *Bird Conserv. Int.* 17: 367 – 380.
7. Sánchez-Zapata JA, Carrete M, Grivilov A, Sklyarenko S, Ceballos O, Donázar JA, Hiraldo F (2003) Land use changes and raptor conservation in steppe habitats of Eastern Kazakhstan. *Biol Conserv* 111: 71–77.
8. Suárez S, Balbontín J, Ferrer M (2000) Nesting habitat selection by booted eagles *Hieraaetus pennatus* and implications for management. *J Appl Ecol* 37: 215–223.

9. Seoane J, Viñuela J, Díaz-Delgado R, Bustamante J (2003) The effects of land use and climate on red kite distribution in the Iberian peninsula. *Biol Conserv* 111: 401–414.
10. Sergio F, Marchesi L, Pedrini P (2004) Integrating individual habitat choices and regional distribution of biodiversity indicator and top predator. *J Biogeogr* 31: 619–628.
11. Pedrana J, Isacch JP, Bó MS (2008) Habitat relationships of diurnal raptors at local and landscapes scales in Southern temperate grasslands of Argentina. *Emu* 108: 301–310.
12. Sarasola JH, Bustamante J, Negro JJ, Travaini A (2008) Where do Swainson's Hawk winter? Satellite images used to identify potential habitat. *Divers. Distrib.* 14: 742–753.
13. Brambilla M, Bassi E, Ceci C, Rubolini D (2010) Environmental factors affecting patterns of distribution and co-occurrence of two competing raptor species. *Ibis* 152: 310–322.
14. Thiollay J-M (1989) Area Requirements for the Conservation of Rain Forest Raptors and Game Birds in French Guiana. *Conserv Biol* 3: 128–137.
15. Jullien M, Thiollay J-M (1996) Effects of rain forest disturbance and fragmentation: comparative changes of the raptor community along natural and human-made gradients in French Guiana. *J Biogeogr* 23: 7–25.
16. Sergio F, Newton I, Marchesi L, Pedrini P (2006) Ecologically justified charisma: preservation of top predators delivers biodiversity conservation. *J Appl Ecol* 43: 1049–1055

17. Sergio, F, Caro, T Brown, D Clucas, B Hunter, J Ketchum, J McHugh, K Hiraldo F (2008) Top Predators as Conservation Tools: Ecological Rationale, Assumptions, and Efficacy. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.* 39:1–19.
18. Carrete M, Tella JL, Blanco G, Bertelloti M (2009). Effects of habitat degradation on the abundance, richness and diversity of raptors across Neotropical biomes. *Biol Conserv* 142: 2002 – 2011.
19. Palomino D, Carrascal LM (2007) Habitat associations of a raptor community in a mosaic landscape of Central Spain under urban development. *Landsc Urban Plan* 83: 268–274.
20. Anádon JD, Sánchez-Zapata JA, Carrete M, Donázar JA, Hiraldo F (2010) Large-scale human effects on an arid African raptor community. *Anim. Conserv.* 13: 495 – 504.
21. Morrone JJ (2011) América do Sul e geografia da vida: comparação de algumas propostas de regionalização. In: Carvalho CJB, Almeida EAB, organizadores. *Biogeografia da América do Sul: Padrões & Processos*. São Paulo: Rocca. pp14–40.
22. Straube FC, Di Giácomo A (2007) A avifauna das regiões subtropical e temperada do Neotrópico: desafios bigeográficos. *Ciência & Ambiente* 35: 137–166.
23. Olson DM, Dinerstein E, Wikramanayake ED, Burgess ND, Powell GVN, Underwood EC, D'amico JA, Itoua I, Strand HE, Morrison JC, Loucks CJ, Allnutt TF, Ricketts TH, Kura Y, Lamoreux JF, Wettengel WW, Hedao P, Kassem KR (2001) *Terrestrial Ecoregions of the World: A New Map of Life on Earth*. *Bioscience* 51: 933–938.

24. Behling, H, Jeske-Pieruschka V, Schüler L, Pillar VP (2009) Dinâmica dos campos no sul do Brasil durante o Quaternário Tardio. In: Pillar VP, Müller SC, Castilhos ZMS, Jacques AVÁ, editors. Campos Sulinos – conservação e uso sustentável da biodiversidade. Brasília: MMA. Pp13–25.
25. Bencke GA (2009) Diversidade e conservação da fauna dos Campos do Sul do Brasil. In: Pillar VP, Müller SC, Castilhos ZMS, Jacques AVÁ, editors. Campos Sulinos – conservação e uso sustentável da biodiversidade. Brasília: MMA. pp101–121.
26. Overbeck GE, Müller SC, Fidelis A, Pfadenhauer J, Pillar VD, Blanco CC, Boldrini II, Both R, Forneck ED (2007) Brazil's neglected biome: the south Brazilian *campos*. *Perspect. Plant Ecol. Evol. Syst.* 9: 101–106.
27. Pillar VP, Müller SC, Castilhos ZMS, Jacques AVÁ (editors) (2009) Campos Sulinos – conservação e uso sustentável da biodiversidade. Brasília: MMA
28. Azpiroz AB, Isacch JP, Dias RA, Di Giacomo AS, Fontana CS, Palarea CM (2012) Ecology and conservation of grassland birds in southeastern South America: a review. *J Field Ornithol* 83: 217–246.
29. Donázar JA, Ceballos O, Travaini A, Hiraldo F (1993) Roadside raptor surveys in the Argentinean Patagonia. *J. Raptor Res.* 27: 106–110.
30. Travaini A, Rodriguez A, Ceballos O, Donázar JA, Hiraldo F (1995) Roadside raptor surveys in central Argentina. *Hornero* 14: 64–66.
31. Goldstein MI, Hibbitts TJ (2004) Summer roadside raptor surveys in the Western Pampas of Argentina. *J. Raptor Res.* 38: 152–157.
32. Filloy J, Bellocq MI (2007) Respuesta de las aves rapaces al uso de la tierra: un enfoque regional. *Hornero* 22: 131–140.

33. Albuquerque JLB, Witech AJ, Aldous AM (1986) A roadside count of diurnal raptors in Rio Grande do Sul, Brazil. *Birds of Prey Bulletin* 3: 82–87.
34. Petersen ES, Petry MV, Krüger-Garcia L (2011) Use of different habitat by Raptors in southern Brazil. *Rev Bras Ornitol* 19: 376–384.
35. Belton W (1994) *Aves do Rio Grande do Sul, distribuição e biologia*. São Leopoldo: Editora Unisinos.
36. Arballo E, Cravino J (1999) *Aves del Uruguay. Manual ornitológico Vol 1*. Montevideo: Editorial Hemisferio Sur.
37. WWF (2001) *Terrestrial Ecoregions of the World*. Available: <http://www.worldwildlife.org/science/ecoregions/terrestrial.cfm>
38. Bilenca D, Miñarro F (Org.) (2004) *Identificación de Áreas Valiosas de Pastizal (AVPs) en las Pampas y Campos de Argentina, Uruguay y sur de Brasil*. Buenos Aires: Fundación Vida Silvestre Argentina. 352pp.
39. Fuller MR, Mosher JA (1987) Raptor Survey Techniques. In: Giron Pedlenton BA, Millsap BA, Cline KW, Bird DM, editors. *Raptor Management Techniques Manual.*, Washington DC: National wildlife Federation. pp. 37–65.
40. Hasenack H, Weber E, Wagner APL (2009) *Mapa de remanescentes de vegetação da ecorregião das Savanas Uruguaias em escala 1:500.000 ou superior e relatório técnico*. Porto Alegre: The nature conservancy e Centro de ecologia (UFRGS).
41. Jarvis A, Reuter HI, Nelson A, Guevara E (2008) *Hole-filled seamless SRTM data V4*, International Centre for Tropical Agriculture (CIAT). Available: <http://srtm.csi.cgiar.org>.
42. Legendre P, Legendre L (1998) *Numerical ecology*. Second ed. Amsterdam: Elsevier Science BV.

43. Pillar VD (2006) MULTIV Multivariate Exploratory Analysis, Randomization Testing and Bootstrap Resampling. *User's Guide* (v. 2.4). Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Available <<http://ecoqua.ecologia.ufrgs.br/ecoqua/MULTIV.html>>
44. Ter Braak CJL, Šmilauer P (2002) Canoco for Windons Version 4.5. Wageningen: Plant Research International.
45. CBRO (Brazilian Committee of Ornithological Records) (2011) Brazilian Bird Species List. 10ª Edição. Available: <http://www.cbro.org.br>>, downloaded in 25 October 2012.
46. Narosky T, Yzurieta D (1993) Guia para la identificacion de las aves de Argentina y Uruguay. Buenos Aires: Vazquez Mazzini Editores.
47. Diniz-Filho JAF, Sant'Ana CER, Souza MC, Rangel TFLVB (2002) Null models and spatial patterns of species richness in South American birds of prey. *Ecol Lett* 5: 47–55.
48. Maurício GN, Dias RA (1996) Distribuição e conservação da avifauna florestal na Serra de Tapes, Rio Grande do Sul, Brasil. In: Albuquerque JLB, Cândido Jr. JF, Straube FC, Roos AL, editors. *Ornitologia e Conservação: de ciência a estratégias*. Tubarão: Editora Unisul. pp137–158.
49. Boldrini II (2009). A flora dos campos do Rio Grande do Sul. In: Pillar VP, Müller SC, Castilhos ZMS, Jacques AVÁ, editors. *Campos Sulinos – conservação e uso sustentável da biodiversidade*. Brasília: MMA. pp63–77.
50. Cordeiro JLP, Hasenack H (2009) Cobertura vegetal atual do Rio Grande do Sul. In: Pillar VP, Müller SC, Castilhos ZMS, Jacques AVÁ, editors. *Campos Sulinos – conservação e uso sustentável da biodiversidade*. Brasília: MMA. pp285–299.

51. Cardador L, Carrete M, Mañosa S (2011) Can intensive agricultural landscapes favour some raptor species? The Marsh harrier in north-eastern Spain. *Anim. Conserv.* 14: 382–390.
52. Ferguson-Lees J, Christie DA (2001) *Raptors of the World*. New York: Houghton Mifflin Company.
53. Hayes FE (1991) Raptors density along the Paraguay River: seasonal, geographical and time of day variation. *J. Raptor Res.* 25: 101–108.
54. Tews J, Brose U, Grimm V, Tielbörger K, Wichmann MC, Schwager M, Jeltsch F (2004) Animal species diversity driven by habitat heterogeneity/diversity: the importance of keystone structures. *J Biogeogr* 31: 79–92
55. Qian H, Ricklefs RE (2012) Disentangling the effects of geographic distance and environmental dissimilarity on global patterns of species turnover. *Glob. Ecol. Biogeogr.* 21: 341–351.
56. Hawkins BA, Porter EE, Diniz-Filho JAF (2003) Productivity and history as predictors of the latitudinal diversity gradient of terrestrial birds. *Ecology* 84: 1608–1623.
57. Heikkinen RK, Luoto M, Virkalla R, Rainio K (2004) Effects of habitat cover, landscape structure and spatial variables on the abundance of birds in an agricultural–forest mosaic. *J Appl Ecol* 41: 824–835
58. Cueto VR, Casenave JL (1999) Determinants of bird species richness: role of climate and vegetation structure at a regional scale. *J Biogeogr* 26: 487–492.
59. H-Acevedo D, Currie DJ (2003) Does climate determine broad-scale patterns of species richness? A test of the causal link by natural experiment. *Glob. Ecol. Biogeogr.* 12: 461–473.

60. Bellocq MI, Gómez-Insausti R (2005) Raptorial birds and environmental gradients in the southern Neotropics: A test of species-richness hypotheses. *Austral Ecol.* 30: 892–898.
61. Böhning-Gaese K (1997) Determinants of avian species richness at different spatial scales. *J Biogeogr* 24: 49–60.
62. Bencke GA, Fontana CS, Dias RA, Maurício GN, Mähler Jr JFK (2003) Aves. In Fontana CS, Bencke GA, Reis RE, organizadores. Livro vermelho da fauna ameaçada de extinção no Rio Grande do Sul. Porto Alegre: EDIPUCRS. pp.189-477.
63. Conselho Estadual de Meio Ambiente – SC (CONSEMA/SC) (2011) Lista Oficial de Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção no Estado de Santa Catarina. Resolução CONSEMA Nº 002, de 06 de Dezembro de 2011.
64. IUCN (2012) IUCN Red List of Threatened Species. Version 2011.2. Available <http://www.iucnredlist.org>. Downloaded in 25 October 2012.
65. Remsen JV, Cadena CD, Jaramillo A, Nores M, Pacheco JF, Pérez-Emán J, Robbins MB, Stiles FG, Stotz DF, Zimmer KJ (2012) Version [21 September 2012]. A classification of the bird species of South America. American Ornithologists' Union.
<http://www.museum.lsu.edu/~Remsen/SACCBaseline.html>

TABELAS E FIGURAS

Tabela 1. Abundância das aves de rapina (Accipitriformes e Falconiformes) observadas nos campos sudeste do sul do Brasil e Uruguai entre outono/2009 e verão/2011. A abundância é representada como o número de observações de cada espécie somado as 16 amostragens realizadas em cada área. Riqueza esperada = riqueza observada rarefeita pelo número de indivíduos observados. X = espécies registradas de modo ocasional. A nomenclatura e ordenação taxonômica seguem as proposições da SACC [63].

		Abundância (número de observações)											
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	
Accipitriformes													Total
<i>Elanus leucurus</i>	Eleu	6	2	5	1	2	2	1	1		X	3	23
<i>Leptodon cayanensis</i>	Lcay			2									2
<i>Elanoides forficatus</i>	Efor	X		56			3						59
<i>Spizaetus ornatus</i>	Sorn			1									1
<i>Spizaetus melanoleucus</i>	Smel			3									3
<i>Rostrhamus sociabilis</i>	Rsoc	3	271	X	1	18	14	19	8	34	75	4	447
<i>Harpagus diodon</i>	Hdio			2	2								4
<i>Ictinia plumbea</i>	Iplu	2	1	2			11						16
<i>Circus cinereus</i>	Ccin		1			X	1	2	1	1	6		12
<i>Circus buffoni</i>	Cbuf	5	25			8	10	6	17	23	35		129
<i>Accipiter striatus</i>	Astr	1		2	2	5	2	1	1		5	6	25
<i>Accipiter bicolor</i>	Abic						3	1					4
<i>Geranospiza caerulescens</i>	Gcae	1		2			2	1					6
<i>Bueogallus urubitinga</i>	Buru	X	10	2	3								15
<i>Buteogallus meridionalis</i>	Bmer	41	163	14	29	65	68	63	118	46	17	3	627
<i>Buteogallus coronatus</i>	Bcor	X		12									12

Tabela 1. Continuação.

		Abundância (número de observações)											
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	
<i>Rupornis magnirostris</i>	Rmag	33	77	75	82	51	64	84	36	22	79	63	666
<i>Parabuteo unicinctus</i>	Puni				1							5	6
<i>Parabuteo leucorrhous</i>	Pleu			1									1
<i>Geranoaetus albicaudatus</i>	Galb	13	6	8	12	40	33	255	65	23	45	60	560
<i>Geranoaetus melanoleucus</i>	Gmel	17		6	4	18	1	20	44	30	13	23	176
<i>Pseudastur polionotus</i>	Ppol	X		X									
<i>Buteo brachyurus</i>	Bbra	3	1	7	2		4						17
<i>Buteo swainsoni</i>	Bswa		1				12	19	1	1	6	498	538
Falconiformes													
<i>Caracara plancus</i>	Cpla	278	296	179	49	139	83	156	120	325	334	243	2202
<i>Milvago chimachima</i>	Mchm	99	26	124	48	1	24	11	4				337
<i>Milvago chimango</i>	Mchg	484	150	166	84	91	170	161	30	80	195	25	1636
<i>Falco sparverius</i>	Fspa	202	91	143	75	229	103	244	147	198	295	264	1991
<i>Falco femoralis</i>	Ffem	5	6	3	7	1	15	12	1	2	3	5	60
<i>Falco peregrinus</i>	Fper		1									1	2
Indivíduos não identificados		5	2	4	2	2	1	5	5	3	1	2	32
Total		820	1195	1132	627	404	669	599	1061	788	1109	1205	9609
Riqueza		24	20	17	20	16	14	15	17	12	14	14	30
Riqueza esperada		16,4 ± 1,4	11,0 ± 1,2	10,8 ± 1,2	16,9 ± 0,9	16,0 ± 0,0	10,5 ± 0,8	11,3 ± 1,0	11,9 ± 1,1	9,2 ± 0,8	11,2 ± 0,6	10,1 ± 1,0	

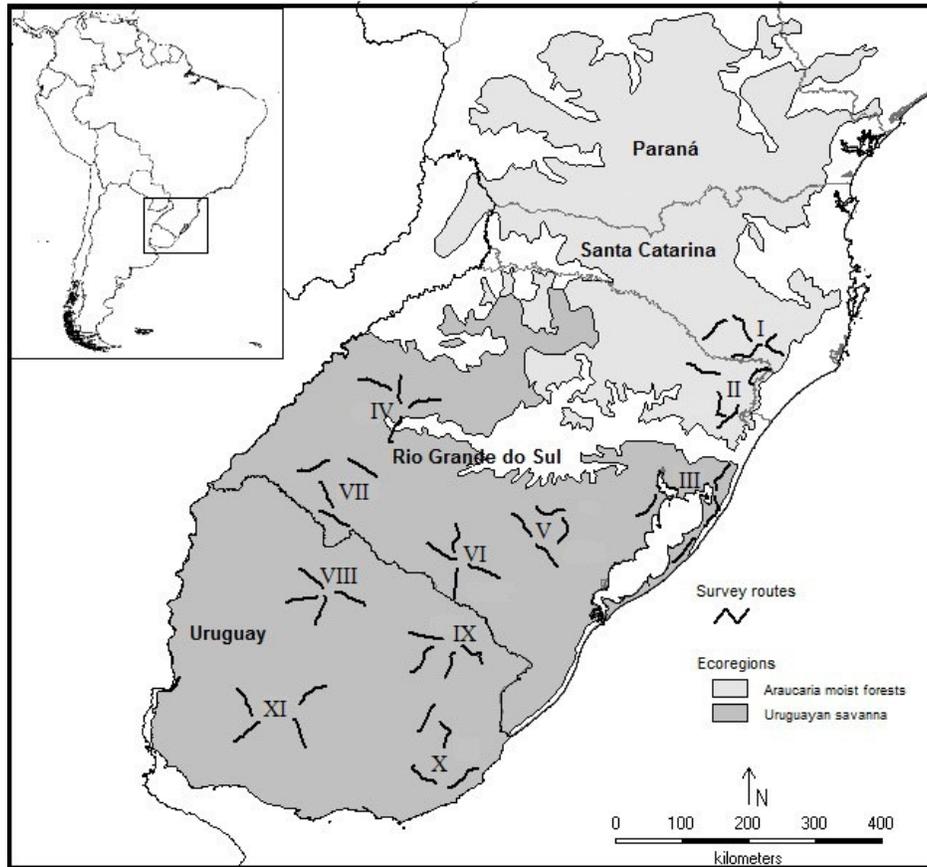


Figura 1. Área de estudo e transectos amostrados (linhas negras) nos campos de altitude da ecorregião Floresta Úmida com Araucária (Araucarian Moist Forest) (I e II) e nos campos da ecorregião Savana Uruguaia (Uruguayan savannas) (III a XI) no sul do Brasil e Uruguai.

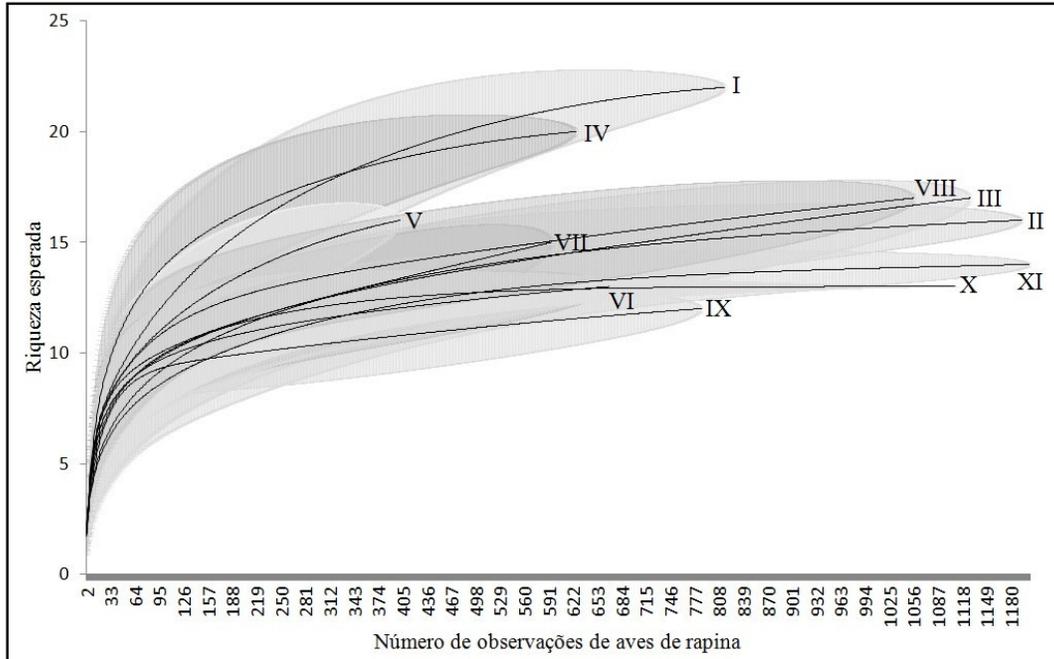


Figura 2. Riqueza esperada (rarefeita) de aves de rapina em onze áreas nos campos do sudeste da América do Sul.

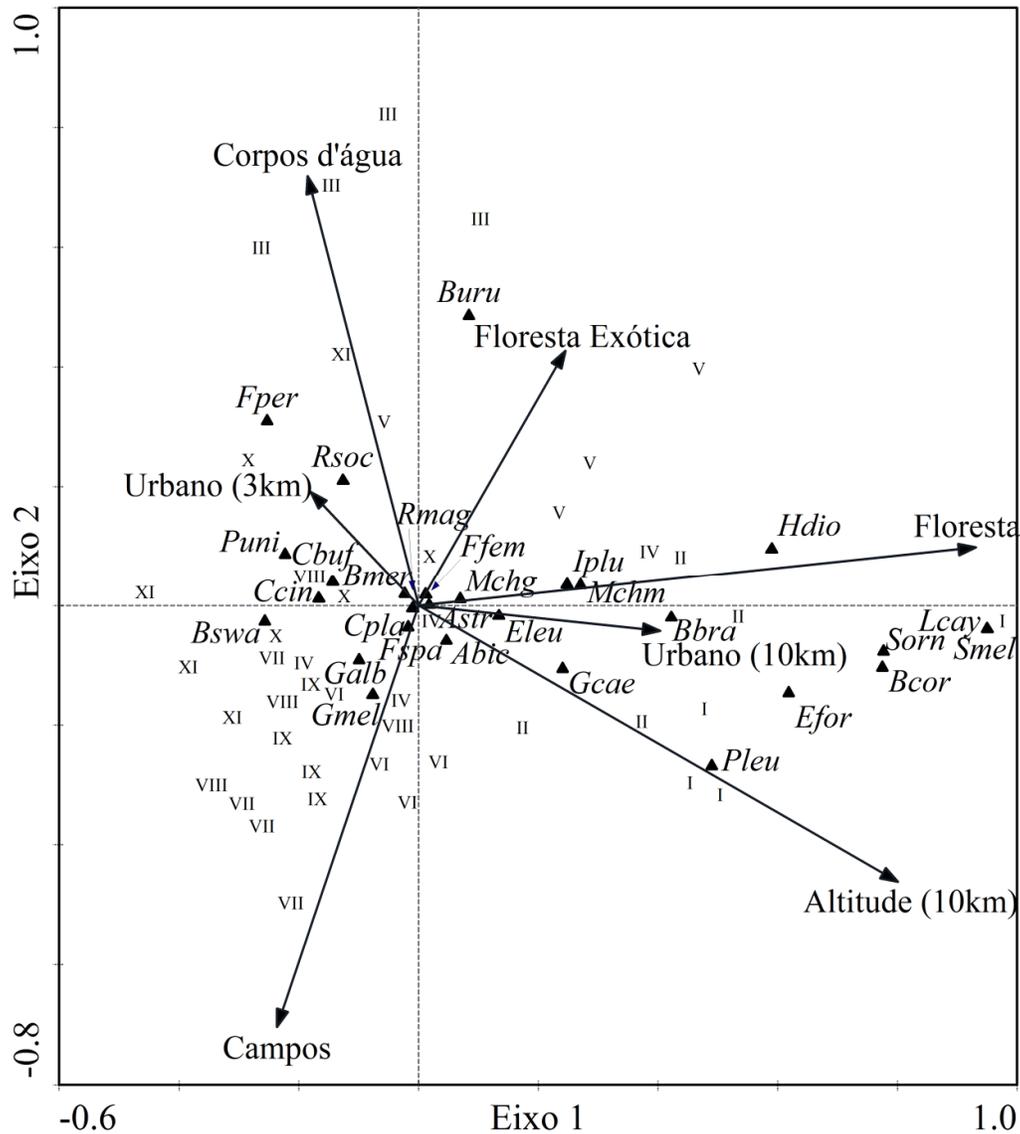


Figura 3. Diagrama de ordenação mostrando os dois primeiros eixos da Análise de Correspondência Canônica (CCA) baseado na distribuição da abundância relativa das aves de rapina em 44 transectos dispostos em 11 áreas de amostragem nos campos do sudeste da América do Sul (algarismos romanos) e sua correlação com sete variáveis ambientais utilizadas (setas). As variáveis utilizadas na análise foram mensuradas em escala local, salvo indicação entre parênteses (3km = escala local; 10km = escala regional). Os eixos foram significativos (Teste de Monte Carlo com 9999 permutações) ($P < 0,001$) e explicaram 41,3% da variabilidade dos dados (eixo 1 = 21,3%, eixo 2 = 9,1%). A localização geográfica das áreas se encontra na Figura 1. A abreviação do nome científico das espécies encontra-se na Tabela 1.

ARTIGO III – TAXOCENOSE DE AVES NECRÓFAGAS DOS CAMPOS DO SUDESTE DA
AMÉRICA DO SUL

Aves necrófagas obrigatórias dos campos do sudeste da América do Sul: influência da paisagem na composição da taxocenose e distribuição das espécies.

(Formatado para ser submetido a revista Biodiversity and Conservation segundo as normas do Anexo IV)

Aves necrófagas obrigatórias dos campos do sudeste da América do Sul: influência da paisagem na composição da taxocenose e distribuição das espécies.

Felipe Zilio^{1,3}; Laura Verrastro²; Márcio Borges-Martins²

¹PPG em Biologia Animal, Dpto. de Zoologia, UFRGS, Rio Grande do Sul, Brasil.

²Dpto. de Zoologia, UFRGS, Rio Grande do Sul, Brasil.

³Autor para correspondência. Email: fzilio@msn.com.

ABSTRACT. Scavengers are one of the most threatened functional group of birds. Population sizes, interspecific hierarchy and assemblage composition are affected by urbanization and habitat degradation. New World Vultures are the only obligate scavengers of Neotropics and our goal was to examine the assemblage composition and investigate its relation with topographic and habitat features. Roadside point transects were conducted in 11 grasslands in southern Brazil and Uruguay. Abundances of the four species recorded were related habitat availability and we identified two distinct assemblages. *Sarcoramphus papa* was rare, recorded only in the altitudinal grasslands, where large forest remnants can still be found. *Coragyps atratus* was more abundant in southern Brazilian coastal plain, and also in the altitudinal grasslands, probably benefitted by the urbanization. *Cathartes burrovianus* and *C. aura* were abundant in the Uruguayan Savannas ecoregion, where grasslands are the main habitat. *Cathartes burrovianus* was also associated to wetlands. *Coragyps atratus* and *C. aura* seems to be segregated by habitat preferences, but competition for food is also an explanation to differences in their abundances. Ancient accounts suggest a decrease in the population of *C. atratus* in the Uruguayan Savannas due to hunting and poisoning of carcasses. However there is no evidence that hunting or poisoning had affected other scavenging birds (obligate or facultative) in the same proportion. Landscapes features appeared to be more important to the assemblage organization than interspecific hierarchy, but the current distribution and abundance of scavengers could have been driven by species persecution and poisoning in the last century.

Keywords: Uruguayan Savannas, Araucarian Moist Forest, Cathartiformes, Distribution, Conservation, Ecoregion.

RESUMO. Os necrófagos estão entre os grupos funcionais de aves mais ameaçados de extinção, e estudos recentes tem demonstrado que a alteração do habitat e urbanização tem efeitos na composição das assembleias, na hierarquia interespecífica e no tamanho das populações. Os urubus são os únicos necrófagos obrigatórios do Neotrópico e nosso objetivo foi examinar a composição da taxocenose e investigar sua relação com as características topográficas e ambientais. As amostragens foram realizadas através de transectos rodoviários em 11 áreas nos campos do sul do Brasil e Uruguai. A abundância das quatro espécies registradas foi relacionada com a disponibilidade dos habitats na região e duas taxocenoses distintas foram identificadas. *Sarcoramphus papa* foi raro, registrado apenas nos campos de altitude do sul do Brasil, região com grandes remanescentes florestais junto aos campos. *Coragyps atratus* foi mais abundante nos campos de altitude e planície costeira do sul do Brasil, possivelmente beneficiado pela urbanização. *Cathartes burrovianus* e *C. aura* foram mais abundantes na Savana Uruguaia, área com domínio de ambientes campestres, sendo o primeiro associado a ambientes úmidos. *Coragyps atratus* e *C. aura* parecem se segregar pelo habitat, porém não se pode descartar uma segregação por competição pelas carcaças. Relatos sugerem uma redução na população de *C. atratus* na Savana Uruguaia devido a caça e envenenamento de carcaças. No entanto não há indícios de que outras aves necrófagas (obrigatórias ou facultativas) tenham sido afetadas na mesma proporção. A organização da taxocenose mostrou ter maior influência das características da paisagem que de relações hierárquicas interespecíficas, mas a distribuição atual pode ter sido influenciada pela caça e envenenamento das espécies, ocorrida no século passado.

Palavras-chave: Savana Uruguaia, Florestas Úmida com Araucária, Cathartiformes, Distribuição, Conservação, Ecorregião.

INTRODUÇÃO

Os necrófagos formam um grupo funcional de grande importância ecológica. Responsáveis diretos pela remoção de carcaças de animais da natureza, os necrófagos desempenham importante papel sanitário, colaboram para manutenção do fluxo de energia na teia alimentar e, indiretamente, auxiliam no controle da expansão de doenças e proliferação de espécies indesejáveis (*e.g.* ratos, cães ferais) (Prakash et al. 2003, Sekercioglu 2006, Ogada et al. 2012). Espécies que obrigatoriamente se alimentam de carcaças são raras em função das adaptações necessárias para a sobrevivência utilizando apenas este recurso, normalmente imprevisível temporal e espacialmente. Os abutres (Accipitriformes, 16 espécies distribuídas pela Europa, África e Ásia) e os urubus (Cathartiformes, sete espécies exclusivas do Continente Americano) são os únicos vertebrados obrigatoriamente necrófagos (Ferguson-Lees e Christie 2005, Ruxton e Houston 2004). Contudo, a maioria dos vertebrados carnívoros pode ser considerada necrófagos facultativos (DeVault et al. 2003), passando a se alimentar de carcaças quando estas se tornam pontualmente abundantes ou em situações em que as presas são escassas (*e.g.* durante o inverno em latitudes altas) (Wilmers et al. 2003, Selva e Fortuna 2007).

Embora complexas, as taxocenoses de necrófagos são estruturadas hierarquicamente (Wilmers et al. 2003) e a distribuição das espécies junto as carcaças tem efeito na distribuição de espécies de níveis tróficos basais (*e.g.* herbívoros) (Cortéz-Avizanda et al. 2009). As taxocenoses de necrófagos podem ser estruturadas por competição ou recrutamento junto a carcaça, dependendo da distribuição espacial e temporal das carcaças e da característica dos necrófagos (*i.e.* necrófagos obrigatórios são estruturados por competição enquanto para necrófagos facultativos a competição

não parece ser o fator preponderante na hierarquização) (Wallace e Temple 1987, Buckley 1996, Wilmers et al. 2003).

Os necrófagos estão entre os grupos funcionais de aves mais ameaçados de extinção (Sekercioglu et al. 2004). A caça, perda de hábitat, perturbação humana, escassez de recursos alimentares e envenenamento direto e indireto estão entre as principais ameaças aos necrófagos obrigatórios e reduções alarmantes em populações de abutres na Europa (*e.g.* *Neofron percnopterus*, Hernandez e Margalida 2009; *Gypaetus barbatus*, Margalida et al. 2008), África (*e.g.* seis espécies de abutres, Thiollay 2006, Virani et al. 2011) e Ásia (*Gyps* spp. Prakash et al. 2003, Green et al. 2004) vem sendo observadas neste século. Na América do Norte, na década de 70, o envenenamento por chumbo oriundo de carcaças abatidas pela caça esportiva dizimou as populações de *Gymnogyps californianus* (Houston 1994) e recentemente, na América do Sul, foi constatado o envenenamento de *Vultur gryphus* por chumbo (Labertucci et al. 2011), porém os efeitos nas populações ainda não foram avaliados. A redução nas populações de necrófagos acaba tendo reflexos em vários níveis, tanto ecológicos quanto econômicos e culturais (*e.g.* Prakash et al. 2003, Markandya et al. 2009, Ogada et al. 2012).

Na América do Sul diversas espécies de aves de rapina se alimentam, em alguma instância, de carcaças (*e.g.* *Caracara plancus*, *Milvago chimachima*, *M. chimango*, *Geranoaetus melanoleucus*; Travaini et al. 1998, Lambertucci et al. 2009, Petry et al. 2011). Os Cathartiformes, necrófagos obrigatórios, são representados por seis espécies: *Vultur gryphus* (condor), *Sarcoramphus papa* (urubu-rei), *Coragyps atratus* (urubu-de-cabeça-preta), *Cathartes aura* (urubu-de-cabeça-vermelha), *Cathartes melambrotus* (urubu-da-mata) e *Cathartes burrovianus* (urubu-de-cabeça-amarela) (Houston 1994). A

maioria tem ampla área de distribuição e utiliza um espectro variado de habitats (Houston 1994), o que resulta na ocorrência de ao menos três espécies em sintopia em grande parte do continente (*e.g.* Wallace e Temple 1987, Kirk e Curren 1994, Bellati 2000, Loures-Ribeiro e Anjos 2006, Thiollay 2007a). A estrutura das taxocenoses é moldada por competição hierárquica, na qual as espécies maiores (relação interespecífica) e indivíduos adultos (relação intraespecífica) são dominantes (Wallace e Temple 1987, Lemon 1991, Buckley 1996, Travaini et al. 1998, Donazar et al. 1999). No entanto, quando uma espécie é numericamente muito superior a outra, pode ocorrer uma inversão na dominância junto à carcaça ou em poleiros coletivos (Lemon 1991, Carrete et al. 2010). As interações interespecíficas são incomuns e menos frequentes que interações intraespecíficas, e raramente ocorre confronto físico entre os indivíduos (Wallace e Temple 1987, Lemon 1991, Buckley 1996, Travaini et al. 1998).

Apesar da reconhecida importância ecológica, pouco se sabe sobre o efeito da urbanização e, conseqüentemente, da degradação e alteração dos habitats naturais, sobre as populações dos vertebrados necrófagos. Estudos de ecologia de vertebrados necrófagos têm abordado principalmente a estrutura das taxocenoses e a forma com que as espécies utilizam as carcaças e interagem junto a elas (*e.g.* Wallace e Temple 1987, Buckley 1996, Wilmers et al. 2003, Hunter et al. 2006, Selva et al. 2005, Selva e Fortuna 2007, Olson et al. 2012). Poucos estudos têm focado na importância do habitat na composição das taxocenoses e distribuição das espécies, ou o uso do habitat por parte dos necrófagos (Lemon 1991, Kirk e Curren 1994, Roer e Yahner 2005, Killengreen et al. 2012). A urbanização, construção de rodovias, ampliação de áreas agrícolas, a fragmentação do hábitat, entre outros impactos antropogênicos, podem ter efeitos na composição das taxocenoses (*e.g.* DeVault et al. 2011, Olson et al. 2012), na hierarquia

interespecífica (Lambertucci et al. 2009, Carrete et al. 2010) e o tamanho das populações (e.g. Thiollay 2007b, Hille e Collar 2011, Virani et al. 2011).

Nosso objetivo foi descrever a composição das taxocenoses de Cathartiformes em um gradiente latitudinal de campos subtropicais na América do Sul e avaliar como as características fisionômicas (*i.e.* uso de solos e variáveis ambientais) e geográficas (*i.e.* latitude e longitude) influenciam a composição destas taxocenoses e distribuição das espécies.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O estudo foi desenvolvido em uma região campestre inserida em duas ecorregiões: a Savana Uruguaia (Uruguayan Savannas) e a Floresta Úmida com Araucária (Araucaria Moist Forest) (Olson et al. 2001) (Fig. 1). A Savana Uruguaia compreende a metade sul do Rio Grande do Sul e o Planalto das Missões, toda a área do Uruguai e uma pequena parcela da Província de Entre Rios, na Argentina, totalizando uma área aproximada de 355.700 km² (WWF 2001). É caracterizada por áreas abertas com predomínio de campo, florestas de galeria junto aos rios e presença de savanas de butiazais e florestas submontanas em algumas regiões (WWF 2001). Na porção costeira ocorrem formações pioneiras com remanescentes de formações florestais de restinga e grandes extensões de áreas úmidas. O relevo é plano a ondulado com altitudes entre 0 e 500 m, o clima é temperado com temperaturas médias e precipitação variando latitudinalmente entre 16° C (porção sul) e 19°C (porção norte) e entre 1000 e 1300 mm (WWF 2001, Bilenca e Miñarro 2004). A paisagem da Savana Uruguaia já foi bastante descaracterizada, principalmente pela conversão dos campos e áreas úmidas em áreas de uso agropecuário e, recentemente com maior intensidade, pelo plantio de espécies florestais exóticas

convertendo áreas de campo em áreas florestais o que gera problemas de contaminação e desgaste do solo (WWF 2001, Bilenca e Miñarro 2004). Soma-se a estes o pastejo intensivo e a introdução de espécies exóticas (para a formação de pastagens) como ameaças às espécies autóctones desta ecorregião (WWF 2001, Bilenca e Miñarro 2004). Na Savana Uruguaia foram selecionadas nove áreas de amostragem de modo a abranger tanto o gradiente latitudinal de formações campestres quanto as diferentes fitosionomias desta ecorregião (Fig. 1). A maioria das áreas amostradas apresenta domínio de campo com variado percentual de cobertura de floresta submontana, uma área (V) representa uma porção de domínio florestal dentro da Savana Uruguaia, enquanto as áreas III e X são representativas das porções costeiras da ecorregião.

A Floresta Úmida com Araucária compreende grande parte da região sul do Brasil do Paraná ao norte do Rio Grande do Sul, e uma pequena porção da Argentina, na Província de Misiones, totalizando uma área de 216.100 km² (WWF 2001) (Fig. 1). A fitofisionomia predominante é a Floresta Ombrófila Mista com presença de áreas de campos nativos de altitude. Os campos de altitude se estendem por uma área em torno de 13.740 km², em sua maior parte nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (Overbeck et al. 2007). As duas áreas selecionadas na Floresta Úmida com Araucária (I e II) compreendem as maiores extensões de campos nativos desta ecorregião. A região encontra-se em altitudes entre 800 e 1800 m e o relevo é suavemente ondulado nas porções superiores (IBGE 1986). A pluviosidade é alta e bem distribuída ao longo do ano (2000 a 2300 mm), com temperaturas baixas durante o inverno (inclusive abaixo de 0°C). Os componentes vegetais são basicamente dois tipos: campos e floresta ombrófila mista. Os campos são a paisagem predominante nas porções mais elevadas, representadas pelos campos nativos entrecortados por áreas úmidas e capões de mata. A

floresta ombrófila mista, ou mata com Araucária, predomina nos vales, junto aos corpos d'água e na forma de capões. As ameaças à biodiversidade dos campos da Floresta Úmida com Araucária são similares às verificadas para os campos da Savana Uruguaia. A conversão dos campos nativos em áreas agrícolas e em monoculturas florestais exóticas tem contribuído para perda de grande parte dos campos nativos (Overbeck et al. 2007).

Amostragem de Cathartiformes

Os Cathartiformes foram amostrados através do método de pontos de contagem dispostos ao longo de transectos rodoviários (Fuller e Mosher 1987). Em cada área de amostragem foram definidos quatro transectos ($n = 44$) (Fig. 1). Como critérios para a definição das rodovias para alocação dos transectos foram considerados: 1) ausência de áreas urbanas superiores a 20 mil habitantes a menos 10 km do transecto; 2) extensão mínima de 70 km; 3) baixo fluxo de veículos (preferência por estradas vicinais). Cada transecto consistiu em 10 pontos de contagem distantes entre si no mínimo 5 km (média = 5,42 km, amplitude = 5 a 10,73km) e com raio fixo de 1 km (área de amostragem = $3,14\text{km}^2$). Em cada ponto de contagem foram registradas todas as aves de rapina detectadas (auditiva ou visualmente) num período de 30 minutos, totalizando 5 h de amostragem quantitativa em cada transecto. Os pontos de contagem foram realizados por um observador (FZ, posicionado fora do veículo), com auxílio de binóculos 10 x 42, luneta 20-60 x 60 e telêmetro (medida máxima de distância = 1500 m e precisão de 1 m).

Para cada indivíduo observado foi anotado, sempre que possível, o horário do contato, o comportamento (*e.g.* forrageio, repouso), a faixa etária (*e.g.* jovem, adulto), a presença e o padrão de muda e marcas naturais (*e.g.* albinismo parcial na plumagem).

Tais informações foram utilizadas para reduzir a possibilidade de dupla contagem de indivíduos em um mesmo ponto de contagem. O número de indivíduos contabilizados em um ponto de contagem foi sempre o menor número de indivíduos assumidos como espécimes distintos. Por exemplo, se observado concomitantemente 20 indivíduos de *Coragyps atraus*, novos indivíduos só foram contabilizados caso fosse observado, concomitantemente, um número superior a 20 indivíduos ou algum indivíduo com muda ou marca distinta dos previamente registrados. As amostragens foram realizadas em dias ensolarados (cobertura do céu < 60%) e com velocidade do vento inferior a 20 km/h, iniciando sempre 2 h após o nascente local. Não foram realizadas amostragens em períodos com chuva ou neblina. Indivíduos observados durante o deslocamento entre um ponto de contagem e o seguinte foram contabilizados para análises qualitativas (e.g. riqueza). As amostragens foram realizadas entre o final de abril de 2009 e final de fevereiro de 2011, sendo realizadas duas amostragens sazonais por ano em cada área (totalizando quatro amostragens por área).

Variáveis ambientais

A relação entre a abundância das aves necrófagas obrigatórias e as características do ambiente foi analisada em escala local e regional. A escala local foi definida como uma área de 28,27 km² (“buffer” de 3 km de raio) ao redor de cada ponto de contagem e cada unidade de paisagem foi definida como o somatório das áreas dos 10 pontos de cada transecto. A escala regional foi definida como uma área de 314,16 km² (“buffer” de 10 km de raio) ao redor de cada ponto de contagem e a unidade de paisagem utilizada foi o somatório dos quatro transectos de cada área de amostragem. Para cada unidade de paisagem as seguintes variáveis foram extraídas de sistemas de informação geográficas (SIG) (IDRISI Taiga) (Anexo I - Fig. 1): 1) Percentual de uso de solo de: área urbana,

área agrícola, campo nativo, corpo d'água (açudes, rios, lagoas), floresta exótica (silvicultura) e floresta nativa; 2) Altitude; 3) Rugosidade. Os percentuais de uso de solo foram extraídos do mapa de uso de solos (Hasenack et al. 2009). A altitude (em metros) e a rugosidade (desvio padrão da altitude) foram extraídas de um mapa digital de elevação (DEM) (Jarvis et al. 2008). Dado este conjunto de variáveis ambientais seria esperado uma alta correlação entre as variáveis mensuradas em escala local e regional e entre altitude e rugosidade (Anexo I, Tabela 1). Para evitar a multicolinearidade das variáveis, foram selecionadas apenas variáveis com coeficiente de correlação $\leq 0,61$ (cinco variáveis de uso de solo mensuradas em escala local: área urbana, campo nativo, corpo d'água, floresta exótica e floresta nativa; uma em escala regional: área urbana; e altitude em escala local).

Análises Estatísticas

A influência da distância geográfica na composição das taxocenoses e das características ambientais foi avaliada pelo teste de Mantel, que testa a correlação entre diferentes matrizes de similaridade ou distância (Legendre e Legendre 1998). As matrizes utilizadas foram: 1) matriz de abundância de espécies (abundância média [indivíduos/transecto]); 2) matriz de variáveis ambientais constituída por sete variáveis não colineares; 3) matriz espacial constituída pelas coordenadas geográficas (Latitude/Longitude) do ponto médio de cada transecto (quinto ponto de contagem). A distância de corda foi utilizada como medida de dissimilaridade entre as unidades amostrais nas matrizes de abundâncias das espécies e variáveis ambientais, e a distância euclidiana na matriz espacial. A probabilidade "P" foi gerada pelo teste de Mantel com 9999 iterações com permutação dos elementos das matrizes, assumindo como hipótese nula a ausência de correlação entre as matrizes.

A relação entre a composição das taxocenoses dos Cathartiformes e as variáveis ambientais foi avaliada através da Análise de Correspondência Canônica (CCA) (Legendre e Legendre 1998). As matrizes de abundância das espécies e de variáveis ambientais foram as mesmas utilizadas para os testes de Mantel. A abundância das espécies foi transformada para logaritmo ($\ln+1$) para reduzir a influência de valores extremos e utilizou-se a opção de reduzir o peso das espécies raras na análise. Sobre as variáveis de uso de solo expressas como proporções foi realizada uma transformação de arco seno da raiz quadrada e sobre altitude uma transformação logarítmica (Legendre e Legendre 1998). A significância da correlação entre as abundâncias das espécies e as variáveis ambientais foi testada através do teste de Monte Carlo, com 9999 permutações irrestritas, assumindo-se a hipótese nula de ausência de correlação entre estas variáveis (espécies e ambiente).

O número de indivíduos agrupados (*i.e.* tamanho do bando) é um fator importante na competição interespecífica nos Cathartiformes (Lemon 1991, Carrete et al. 2010). Nós testamos se o tamanho dos grupos (bandos com mais de três indivíduos) variou entre as espécies através uma da ANOVA com permutação (Manly 2007). As diferenças nas médias foram analisadas pelo teste de soma de quadrados entre os grupos (Q_b) utilizando-se distância Euclidiana para gerar a matriz de dissimilaridade (Pillar e Orlocci 1996). Foram realizadas 9999 permutações restritas as unidades amostrais dentro de cada área (desenho em blocos) e calculado $P(Q_{b_0} \geq Q_{b_A})$, onde Q_{b_A} é o valor do teste estatístico (Q_b) calculado com os dos dados da amostra e Q_{b_0} é a número de valores de Q_b calculados nas permutações.

A ANOVA e o Teste de Mantel foram realizadas no programa MULTIV (Pillar 2006) e a CCA foi realizada no programa CANOCO v4.5 (Ter Braak e Šmilauer 2002). Foi considerado como o nível de significância de $P \leq 0,05$.

RESULTADOS

Nós registramos quatro espécies de Cathartiformes totalizando 8815 observações (Tabela 1). *Cathartes aura* (urubu-de-cabeça-vermelha), *Cathartes burrovianus* (urubu-de-cabeça-amarela) e *Coragyps atratus* (urubu-de-cabeça-preta) foram registrados em todas as áreas, com exceção do sudoeste do Uruguai (área XI) onde *C. atratus* não foi observado. *Sarcoramphus papa* (urubu-rei) foi registrado em três ocasiões, apenas nos campos de altitude (áreas I e II) (Tabela 1). *Cathartes aura* (28,72 indivíduos/transecto) e *C. atratus* (18,56 ind./trans.) foram as espécies mais abundantes, alternando a dominância nas diferentes áreas amostradas. *Coragyps atratus* foi a espécie mais abundante nos campos de altitude da Floresta Úmida com Araucária (áreas I e II) e na planície costeira do sul do Brasil (área III), enquanto *C. aura* foi mais abundante nas demais regiões (Tabela 1). O padrão de distribuição de *C. burrovianus* foi similar ao de *C. aura*, mais abundante na Savana Uruguia e raro nos campos de altitude (Tabela 1).

As espécies, desconsiderando *S. papa* que não foi observada em grupos, formaram bandos com tamanhos significativamente diferentes ($P < 0,01$) (Fig. 2). *Coragyps atratus* foi observado em bandos mais numerosos, variando de 3 a 108 indivíduos/bando (média (\pm DP) = $7,81 \pm 9,10$ ind./bando), porém com tamanhos médios equivalentes aos bandos de *C. aura* ($P = 0,72$), constituídos por 3 a 31 indivíduos/bando (média (\pm DP) = $5,47 \pm 3,13$ ind./bando) (Fig. 2). *Cathartes burrovianus* mostrou-se pouco gregária, ocorrendo em bandos pequenos, de até cinco indivíduos, e significativamente menores que as outras espécies (média (\pm DP) = $3,52 \pm 0,77$ ind./bando; $P < 0,01$) (Fig. 2).

A composição das taxocenoses e as características ambientais das unidades amostrais não estiveram correlacionadas com a proximidade geográfica (teste de Mantel, $P_{\text{taxocenoses}} = 0,08$, $P_{\text{paisagem}} = 0,93$). Contudo, foi encontrada uma correlação entre as variáveis ambientais e a composição das taxocenoses (teste de Mantel, $P < 0,001$), o que demonstra a importância das características fisionômicas (e.g. altitude, disponibilidade de habitats) na composição da taxocenose local.

Os eixos da Análise de Correspondência Canônica explicaram 99,7% da variância dos dados (eixo 1 = 96,8, eixo 2 = 2,9%), sendo que 71,2% da variância foi explicada pelos eixos canônicos. A disposição das espécies e das áreas de amostragem ao longo dos eixos sugere duas taxocenoses distintas (Fig. 3). Os campos da Savana Uruguaia se distinguiram dos campos de altitude da Floresta Úmida com Araucária pelo alto percentual de campo nativo, baixa altitude média, maior abundância de *Cathartes* spp e baixa abundância de *C. atratus*. Os campos de altitude (áreas I e II) se caracterizaram pelo maior percentual de ambiente florestal, maior altitude média e maior grau de urbanização, e formaram uma taxocenose distinta, com domínio de *C. atratus* e presença exclusiva de *S. papa*. A região costeira do sul do Brasil (área III) apresentou características similares aos campos de altitude (alto grau de alteração dos campos nativos e urbanização), porém é uma região com altitude média inferior e com maior percentual de áreas úmidas (corpos d'água) e de área destinada ao cultivo de florestas exóticas. *Coragyps atratus* foi a espécie mais abundante, porém a taxocenose desta região tem como característica uma menor diferença nas abundâncias de *Cathartes* spp., uma razão de 1 *C. burrovianus*/3 *C. aura*, enquanto nas demais áreas a razão foi sempre superior a 1 *C. burrovianus*/6 *C. aura*.

DISCUSSÃO

A dominância hierárquica interespecífica tem sido considerada o fator principal na organização das taxocenoses de necrófagos (Wallace e Temple 1987, Buckley 1986, Wilmers et al. 2003), porém o uso de hábitat é um fator importante na segregação das espécies (Lemon 1991, Kirk e Curral 1994), e nossos resultados indicam que as características estruturais da paisagem são aspectos importantes para a composição das taxocenoses de necrófagos na região. O grau de alteração de habitat e perturbação antropogênica foi o fator de maior relevância na distribuição das espécies e na separação de duas taxocenoses distintas. A amplitude altitudinal na região está dentro da faixa de ocupação dos Cathartiformes (Thiollay 1991, Ferguson-Lees e Christie 2005), mas pode ser um fator limitante para a distribuição de *C. burrovianus*, habitante de áreas baixas, com altitude inferior a 1000 m (Ferguson-Lees e Christie 2005).

Os campos de altitude e a planície costeira do sul do Brasil, áreas com maior grau de perturbação antropogênica (menor percentual de campos nativos, maior percentual de área agrícola e áreas urbanas), apresentaram uma taxocenose com predominância de *C. atratus*, espécie tolerante a degradação do ambiente (Carrete et al. 2009) e que se beneficia com a urbanização (Houston 1994). A presença de *S. papa* nos campos de altitude está relacionada com presença de grandes remanescentes florestais, ausentes na Savana Uruguaia. *Sarcoramphus papa* é uma espécie florestal, raramente encontrada em áreas degradadas (Houston 1994). A baixa abundância *S. papa* nos campos de altitude se deve em parte ao método utilizado e os ambientes amostrados, os quais não favorecem o registro de espécies florestais. Ocasionalmente a espécie pode ser encontrada em ambientes abertos (Houston 1994), o que é corroborado pelos nossos registros, todos de indivíduos sobrevoando áreas de campo. Na região, em áreas

florestais, grupos familiares de até cinco indivíduos de *S. papa* foram observados, com estimativas de até 16 indivíduos observados em uma única campanha de amostragem (FZ, obs. pess.), o que sugere que nossos registros subestimam a abundância da espécie regionalmente.

Na Savana Uruguaia as espécies de *Cathartes* foram as mais abundantes. A região é menos urbanizada e com grandes áreas de campos nativos conservados. *Cathartes aura* é uma espécie que utiliza uma grande diversidade de habitats, e embora seja um dos principais necrófagos em áreas florestadas (Lemon 1991), é também associada a ambientes abertos (Houston 1994, Kirk e Currall 1994). *Cathartes aura* tende a ser menos abundante em áreas mais degradadas (Carrete et al. 2009), o que pode justificar a menor abundância nos campos de altitude e planície costeira. Mesmo em ambientes florestais nos campos de altitude, *C. aura* é menos abundante que *C. atratus* (FZ, obs. pess.), o que reforça a ideia de que a espécie tenha preferência por ambientes campestres. *Cathartes burrovianus* não foi muito abundante na região e, embora seja associada a áreas de cultivo de arroz (Belton 1994, Arballo e Cravino 1999), a maior abundância da espécie ocorreu em áreas onde os campos nativos ainda são representativos (áreas VI e VII). A espécie é associada a ambientes úmidos (Hayes 1991, Kirk e Currall 1994, Loures-Ribeiro e Anjos 2006), e a baixa abundância na região costeira do Rio Grande do Sul, região com maior proporção de ambientes úmidos, pode estar relacionada a uma menor tolerância a degradação ambiental. A baixa abundância de *C. atratus* na Savana Uruguaia pode ser relacionada ao menor grau de urbanização da região. *Coragyps atratus* tem se beneficiado e expandido sua área de distribuição em função da urbanização (Houston 1994, Carrete et al. 2010). Na Savana Uruguaia, região menos populosa, bandos relativamente grandes de *C. atratus* (mais de

30 indivíduos) só foram observados no Uruguai e região sul do Rio Grande do Sul próximo a centros urbanos (FZ, obs. pess).

Cathartes aura e *Coragyps atratus* são sintópicas em quase todo o continente americano e geralmente são as espécies mais abundantes e dominantes dentre as aves necrófagas (e.g. Wallace e Temple 1987, Kirk e Curral 1994, Loures-Ribeiro e Anjos 2006, Thiollay 2007a). A relação entre as abundâncias de *C. atratus* e *C. aura* registradas nos campos de altitude e na Savana Uruguia concordam com os relatos de Belton (1994) e Arballo e Cravino (1999), porém os autores apontam que antigamente *C. atratus* era mais abundante no sul do Brasil e no Uruguai. O uso de veneno em carcaças (“AsuntoI”, segundo Belton 1994), acentuado a partir da década de 70, teria acarretado em uma redução elevada na densidade de *C. atratus*. O consumo de carcaças contaminadas é uma das principais ameaças a espécies necrófagas no mundo (Gilbert et al. 2006, Sekercioglu 2006, Margalida et al. 2008, Hernández e Margalida 2009) e, embora não haja dados quantitativos que possibilitem inferir acerca da ocorrência variações populacionais para *C. atratus* (e de outras espécies necrófagas) na Savana Uruguia (em qualquer escala temporal), é plausível assumir que uma alta mortalidade tenha ocorrido no século passado. Contudo, seria esperado que um resultado similar para demais espécies de necrófagos que ocorrem na região, o que não é corroborado nem pela abundância relativamente alta de *C. aura* e *C. burrovianus*, nem de necrófagos facultativos, como *Geranoaetus melanoleucus*, *Caracara plancus*, *Milvago* spp., abundantes na Savana Uruguia (Zilio et al. em prep.). Uma possível explicação para que os relatos apontem apenas *C. atratus* como espécie afetada na região é a que as demais espécies, apesar de consumirem o mesmo recurso, não teriam a mesma resposta

as substâncias tóxicas utilizadas, já que a forma como os produtos químicos atuam sobre as aves de rapina pode variar conforme a espécie (Cuhtbert et al. 2007).

Além de uma redução populacional de *C. atratus* motivada por ação antropogênica, a competição interespecífica pode ser responsável pela atual distribuição e abundâncias dos Cathartiformes na região. A competição interespecífica entre os Cathartiformes junto as carcaças é bem relatada (e.g. Wallace e Temple 1987, Lemon 1991, Buckley 1996, Carrete et al. 2010) e, embora a segregação se dê em relação a ordem de consumo e o tempo destinado a alimentação de uma carcaça, espécies dominantes podem impedir o acesso de outras espécie ao recurso (Wallace e Temple 1987, Buckley 1996). Em nível local, a competição também pode influenciar no uso de hábitat por diferentes táxons (Kirk e Currall 1994). Enquanto *S. papa* e *C. burrovianus* parecem utilizar recursos diferentes (hábitat, tamanho e tipo de carcaça; Lemon 1991, Kirk e Currall 1994), *C. aura* e *C. atratus*, geralmente mais abundantes, podem competir por poleiros e alimento (Rabenold 1987, Wallace e Temple 1987, Lemon 1991, Buckley 1996, 1998). Geralmente, *C. aura*, espécie de maior porte, é dominante sobre *C. atratus*, porém a hierarquia pode se inverter quando *C. atratus* encontra-se em maior número (e.g. Rabenold 1987, Buckley 1998). Embora a perturbação antropogênica possa afetar as relações de dominância das taxocenoses de necrófagos (Lambertucci et al. 2009, Carrete et al. 2010) e *C. atratus* seja mais abundante nas áreas mais degradadas, não observamos grupos significativamente maiores de *C. atratus* em relação a *C. aura*, o que seria necessário para *C. atratus* exercer dominância.

Nossos resultados demonstram a importância dos habitats na distribuição dos Cathartiformes e sugere que a perturbação antropogênica afeta a composição das taxocenose de necrófagos obrigatórios. As populações *S. papa* notoriamente tem sido

prejudicadas no sul do Brasil por causa da fragmentação das áreas florestais (Bencke et al. 2003) e atualmente a espécie é ameaçada de extinção na região (Marques et al. 2002). Em outro extremo ações humanas parecem afetar *Coragyps atratus* tanto de modo positivo (*e.g.* aumento na oferta de recursos alimentares) quanto negativamente (*e.g.* caça, envenenamento) (Belton 1994, Houston 1994, Arballo e Cravino 1999). No entanto, a ausência de dados quantitativos na região (históricos ou recentes) dificulta a interpretação dos resultados já que não há como inferir se as abundâncias observadas são esperadas por causa da história natural e distribuição histórica das espécies ou se decorrem de fatores antropogênicos (aumento na taxa de mortalidade, alteração na oferta de recursos), diferindo das abundâncias do período pré-colonização da região.

Recentemente a forma como as taxocenoses de necrófagos se estruturam e as consequências da alteração ambiental sobre este grupo funcional vêm recebendo maior atenção. As respostas diferenciadas das espécies às perturbações antropogênicas tem efeito na composição e a estrutura das taxocenoses de necrófagos (Lambertucci et al. 2009, Carrete et al. 2010, DeVault et al. 2011, Olson et al. 2012), porém o conhecimento sobre as taxocenoses de necrófagos na América do Sul é escasso ante a importância ecológica deste grupo funcional. Muito embora a maioria das espécies de urubus tenham populações grandes e não estejam ameaçadas de extinção, estudos nas últimas décadas apontam para uma alta susceptibilidade de diversas espécies necrófagas. A redução massiva de populações de abutres na Ásia e África, espécies consideradas, há poucas décadas atrás, como entre as mais populosas do mundo e atualmente encontram-se ameaçadas de extinção devido a ação antropogênica, deve servir de alerta para que não subestimemos o risco de ameaça à uma espécie pelo fato

dela ser abundante, principalmente em se tratando de espécies sem monitoramento e cujas as populações são pouco conhecidas.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Heinrich Hasenack e Diego J. Alvares pela ajuda na extração das variáveis ambientais e uso dos programas de SIG. Agradecemos a Peregrine Fund Library, Marcus Canuto e Rafael Tosi pela concessão de material bibliográfico. F. Zilio agradece a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de doutorado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arballo E, Cravino J (1999) Aves del Uruguay. Manual ornitológico Vol 1. Editorial Hemisferio Sur, Montevideo, Uruguay.
- Bellati J (2000) Comportamiento y abundancia relativa de rapaces de la Patagonia Extraandina Argentina. *Ornitol. Neotrop.* 11: 207-222.
- Belton W (1994) Aves do Rio Grande do Sul, distribuição e biologia. Ed. Unisinos, São Leopoldo, Brasil.
- Bencke GA, Fontana CS, Dias RA, Maurício GN, Mähler Jr JFK (2003) Aves. In: Fontana CS, Bencke GA, Reis RE (orgs) Livro vermelho da fauna ameaçada de extinção no Rio Grande do Sul. EDIPUCRS, Porto Alegre, Brasil. pp. 189-477.
- Bilenca D, Miñarro F (org.) (2004) Identificación de Áreas Valiosas de Pastizal (AVPs) en las Pampas y Campos de Argentina, Uruguay y sur de Brasil. 1 ed. Buenos Aires, Argentina, Fundación Vida Silvestre Argentina.
- Buckley NJ (1996) Food finding and the influence of information, local enhancement, and communal roosting on foraging success of North American Vultures. *Auk* 113: 473-488.

- Buckley NJ (1998) Interspecific Competition Between Vultures for Preferred Roost Positions. *Wilson Bull* 110: 122-125.
- Carrete M, Tella JL, Blanco G, Bertellotti M (2009) Effects of habitat degradation on the abundance, richness and diversity of raptors across Neotropical biomes. *Biol Conserv* 142: 2002-2011.
- Carrete M, Lambertucci SA, Speziale K, Ceballos O, Travaini A, Delibes M, Hiraldo F, Donazar, JA (2010) Winners and losers in human-made habitats: interspecific competition outcomes in two Neotropical vultures. *Anim Conserv* 13: 390-398.
- Cortés-Avizanda A, Selva N, Carrete M, Donazar JA (2009) Effects of carrion resources on herbivore spatial distribution are mediated by facultative scavengers. *Basic Appl Ecol* 10: 265-272.
- Cuthbert R, Parry-Jones J, Green RE, Pain DJ (2007) NSAIDs and scavenging birds: potential impacts beyond Asia's critically endangered vultures. *Biol Lett* 3: 90 – 93.
- DeVault TL, Olson ZH, Beasley JC, Rhodes Jr OE (2011) Mesopredators dominate competition for carrion in an agricultural landscape. *Basic Appl Ecol* 12: 268-274.
- Donazar JA, Travaini A, Ceballos O, Rodríguez A, Delibes M, Hiraldo F (1999). Effects of sex-associated competitive asymmetries on foraging group structure and despotic distribution in Andean condors. *Behav Ecol Sociobiol* 45: 55-65.
- Ferguson-Lees J, Christie DA (2005) *Raptors of the World*. Princeton, Princeton University Press.
- Fuller MR, Mosher JA (1987) Raptor Survey Techniques. In: Giron Pedlenton BA, Millsap BA, Cline KW, Bird D. M. (eds.) *Raptor Management Techniques Manual*. National wildlife Federation, Washington, DC. pp. 37 – 65.

- Gilbert M, Watson RT, Virani MZ, Oaks JL, Ahmed S, Chaudhry MJI, Arshad M, Mahmood S, Ali A, Khan AA (2006) Rapid population declines and mortality clusters in three Oriental whitebacked vulture *Gyps bengalensis* colonies in Pakistan due to diclofenac poisoning. *Oryx* 40: 388 – 399
- Green RE, Newton I, Schultz S, Cunningham AA, Gilbert M, Pain DJ, Prakash V (2004) Diclofenac poisoning as cause of vulture population declines across the Indian subcontinent. *J Appl Ecol* 41: 793-800.
- Hasenack H, Weber E, Wagner APL. 2009. Mapa de remanescentes de vegetação da ecorregião das Savanas Uruguaias em escala 1:500.000 ou superior e relatório técnico. The nature conservancy e Centro de ecologia (UFRGS), Brasil.
- Hernández M, Margalida A (2009) Poison-related mortality effects in endangered Egyptian vulture (*Neofron percnopterus*) population in Spain. *European J Wildlife Res* 55: 415-423.
- Hille SM, Collar NJ (2011) Status assessment of raptors in Cape Verde confirms a major crisis in scavengers. *Oryx* 45: 217-224.
- Houston DC (1994) Family Cathartidae (New World Vultures). In: Del Hoyo J, Elliott A, Sargatal J (eds) *Handbook of the Birds of the World, vol. 2, New World Vultures to Guinea-fowl*. Lynx Edicions, Barcelona, Spain, pp. 24 – 41.
- Hunter JS, Durant SM, Caro TM (2006) Patterns of scavengers arrival at cheetah kills in Serengeti National Park Tanzania. *Afr J Ecol* 45: 275-281.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (1986) Levantamento de Recursos Naturais (Projeto Radambrasil) Vol. 33. SPPR/IBGE, Rio de Janeiro, Brasil.
- Jarvis A, Reuter HI, Nelson A, Guevara E (2008) Hole-filled seamless SRTM data V4, International Centre for Tropical Agriculture (CIAT). <http://srtm.csi.cgiar.org>.

- Killengreen ST, Strømseng E, Yoccoz NG, Ims RA (2012) How ecological neighbourhoods influence the structure of the scavenger guild in low arctic tundra. *Divers Distrib* 18: 563-574.
- Kirk DA, Currall JEP (1994) Habitat Associations of Migrant and Resident Vultures in Central Venezuela. *J Avian Biol* 25: 327-337.
- Kirk DA, Gosler AG (1994) Body conditions varies with migration and competition in migrant and resident South American Vultures. *Auk* 111: 933-944.
- Lambertucci SA, Speziale KL, Rogers TE, Morales JM (2009) How do roads affect the habitat use of an assemblage of scavenging raptors? *Biodiv Conserv* 18: 2063-2074.
- Lambertucci SA, Donázar JA, Huertas AD, Jiménez B, Sáez M, Sanchez-Zapata JA, Hiraldo F (2011) Widening the problem of lead poisoning to a South-American top scavenger: Lead concentrations in feathers of wild Andean condors. *Biol Conserv* 144: 1464-1471.
- Lemon WC (1991). Foraging behavior of a guild of Neotropical vultures. *Wilson Bull* 103: 698-702.
- Legendre P, Legendre L (1998) Numerical ecology. 2nd edn. Elsevier Science BV, Amsterdam.
- Loures-Ribeiro A, Anjos L (2006) Falconiformes Assemblages in a fragmented landscape of the Atlantic Forest in Southern Brazil. *Braz Arch Biol Techn* 49: 149-162.
- Manly BFJ (2007) Randomization, Bootstrap and Monte Carlo methods in biology. 3th edn. Chapman & Hall/CRC, Boca Raton.
- Margalida A, Heredia R, Razin M, Herández M (2008) Sources of variation in mortality of Bearded Vulture *Gypaetus barbatus* in Europe. *Bird Conserv Int* 18: 1-10.

- Markandya A, Taylor T, Longo A, Murty MN, Murty S, Dhavala K (2008) Counting the cost of vulture declines – An appraisal of the human health and other benefits of vultures in India. *Ecol Econ* 67: 194-204.
- Marques AAB, Fontana CS, Vélez E, Bencke GA, Schneider M, Reis RE (2002) Lista das Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção no Rio Grande do Sul. FZB/MCT - PUCRS/PANGEA, Porto Alegre, Brasil.
- Ogada DL, Torchin ME, Kinnaird MF, Ezenwa VO (2012). Effects of vulture declines on facultative scavengers and potential implications for mammal disease transmission. *Conserv Biol* 26: 453-460.
- Olson ZH, Beasley JC, DeVault TL, Rhodes Jr OE (2012) Scavenger community response to the removal of a dominant scavenger. *Oikos* 121: 77-84.
- Olson DM, Dinerstein E, Wikramanayake ED, Burgess ND, Powell GVN, Underwood EC, D'amico JA, Itoua I, Strand HE, Morrison JC, Loucks CJ, Allnutt TF, Ricketts TH, Kura Y, Lamoreux JF, Wettengel WW, Hedao P, Kassem KR (2001) Terrestrial Ecoregions of the World: A New Map of Life on Earth. *BioScience* 51: 933-938.
- Overbeck GE, Müller SC, Fidelis A, Pfadenhauer J, Pillar VD, Blanco CC, Boldrini II, Both R, Forneck ED (2007). Brazil's neglected biome: the south Brazilian *campos*. *Perspect Plant Ecol Evol Syst* 9: 101 – 106.
- Petry ES, Petry MV, Krüger-Garcia L (2011) Utilização de diferentes habitats por aves de rapina no sul do Brasil. *Rev Bras Ornitol* 19: 376-384.
- Pillar VD (2006) MULTIV Multivariate Exploratory Analysis, Randomization Testing and Bootstrap Resampling. *User's Guide* (v. 2.4). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brazil.
<http://ecoqua.ecologia.ufrgs.br/ecoqua/MULTIV.html>

- Pillar VD, Orlóci L (1996) On randomization testing in vegetation science: multifactor comparisons of relevé groups. *J Veg Sci* 7: 585 – 592.
- Prakash V, Pain DJ, Cunningham AA, Donald PF, Prakash N, Verma A, Gargi R, Sivakumar S, Rahmani AR (2003) Catastrophic collapse of Indian White-backed *Gyps bengalensis* and Long-billed *Gyps indicus* vulture populations. *Biol Conserv* 109: 381-390.
- Rabenold PP (1987) Roost attendance and aggression in Black Vultures. *Auk* 104: 647-653.
- Remsen JV, Jr, Cadena CD, Jaramillo A, Nores M, Pacheco JF, Pérez-Emán J, Robbins MB, Stiles FG, Stotz DF, Zimmer KJ. 2012. Version [21 September 2012]. A classification of the bird species of South America. American Ornithologists' Union. <http://www.museum.lsu.edu/~Remsen/SACCBaseline.html>
- Roen KT, Yahner RH (2005) Behavioral responses of avian scavengers in different habitats. *Northeast Nat* 12: 103-112.
- Ruxton GD, Houston DC (2004) Obligate vertebrate scavengers must be large soaring fliers. *J Theor Biol* 228: 431-436.
- Sekercioglu CH (2006) Increase awareness of avian ecological function. *TREE* 21: 464-471.
- Sekercioglu CH, Gretchen GC, Ehrlich PR (2004) Ecosystem consequences of bird declines. *PNAS* 101: 18042-18047.
- Selva N, Jędrzejewska B, Jędrzejewski W, Wajrak A (2005) Factors affecting carcass use by a guild of scavengers in European temperate woodland. *Can J Zool* 83: 1590-1601.

- Selva N, Fortuna MA (2007) The nested structure of a scavenger community. *P Roy Soc B* 274: 1101-1108.
- Sick H (1997) *Ornitologia Brasileira – Edição revisada e ampliada por Fernando Pacheco*. Editora Nova Fronteira, Rio de Janeiro, Brasil.
- Stolen ED (2000) Foraging behavior of Vultures in Central Florida. *Fla Field Nat* 28: 173-182.
- Ter Braak CJL, Šmilauer P (2002) *Canoco for Windons Version 4.5*. Plant Research International, Wageningen, Netherlands.
- Thiollay J-M (1991) Altitudinal distribution and conservation of raptors in Southwestern Colombia. *J Raptor Res* 25: 1 – 8.
- Thiollay J-M (2006) The decline of raptors in West Africa: long-term assessment and the role of protected areas. *Ibis* 148: 240-254.
- Thiollay J-M (2007a) Raptor communities in French Guiana: Distribution, habitat selection, and conservation. *J Raptor Res* 41: 90-105.
- Thiollay J-M (2007b) Raptor declines in West Africa: comparisons between protected, buffer and cultivated areas. *Oryx* 41: 322-329.
- Travaini A, Donázar JA, Rodriguez A, Ceballos O, Funes M, Delibes M, Hiraldo F (1998) Use of European hare (*Lepus europaeus*) carcasses by an avian scavenging assemblage in Patagonia. *J Zool* 246: 175-181.
- Virani MZ, Kendall C, Njogore P, Thomsett S (2011) Major declines in the abundance of vultures and other scavenging raptors in and around the Masai Mara ecosystem, Kenya. *Biol Conserv* 144: 746-752.
- Wallace MP, Temple SA (1987) Competitive interaction within and between species in a guild of avian scavengers. *Auk* 104: 290-295.

Wilmsers CC, Stahler DR, Crabtree RL, Smith DW, Getz WM (2003) Resource dispersion and consumer dominance: scavenging at wolf- and hunter-killed carcasses in Greater Yellowstone, USA. *Ecol Lett* 6: 996-1003.

WWF (2001) Terrestrial Ecoregions of the World.
<http://www.worldwildlife.org/science/ecoregions/terrestrial.cfm>

TABELAS E FIGURAS

Tabela 1. Abundância de Cathartiformes observados nos campos do sul do Brasil e Uruguai entre outono/2009 e verão/2011. A nomenclatura e ordenação taxonômica seguem Remsen et al. (2012).

Espécies	Número de observações em cada área de amostragem											Total
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	
<i>Cathartes aura</i>	159	208	97	609	738	645	659	771	594	371	203	5054
<i>Cathartes burrovianus</i>	1	1	32	17	56	100	107	51	84	34	8	491
<i>Coragyps atratus</i>	1003	1172	467	150	326	18	24	33	22	52	0	3267
<i>Sarcoramphus papa</i>	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Total	1165	1382	596	776	1120	763	790	855	700	457	211	8815

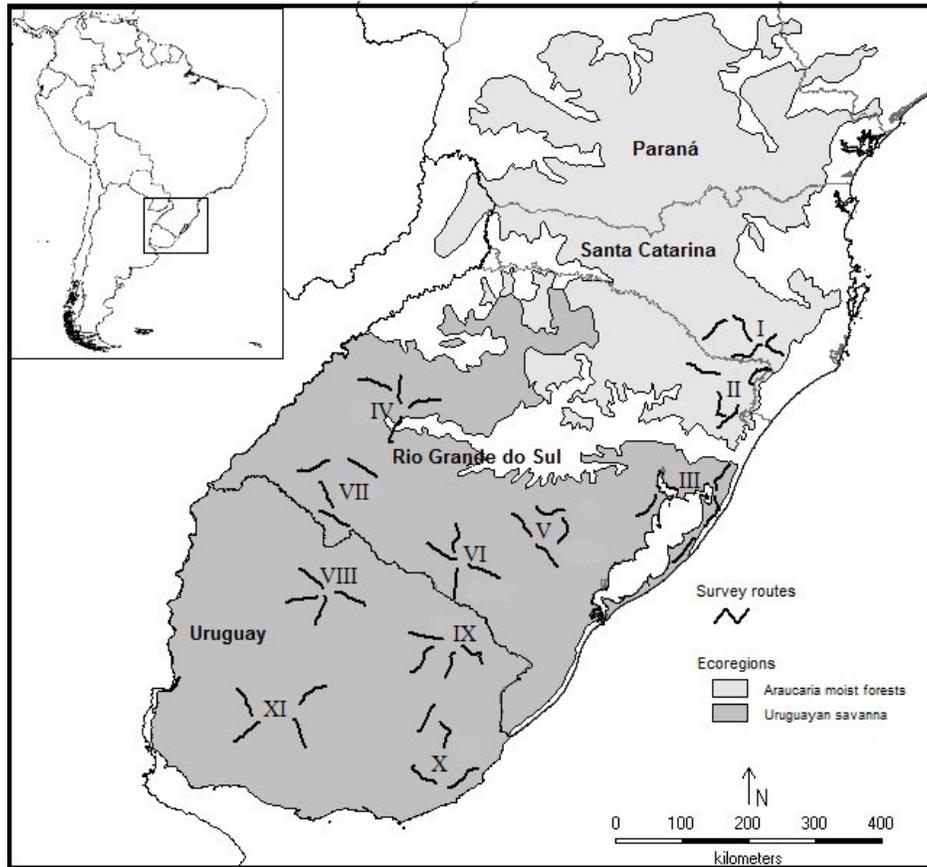


Fig. 1. Área de estudo e transectos amostrados (linhas negras) nos campos de altitude da ecorregião Floresta Úmida com Araucária (Araucarian Moist Forest) (I e II) e nos campos da ecorregião Savana Uruguaia (Uruguayan savannas) (III a XI) no sul do Brasil e Uruguai.

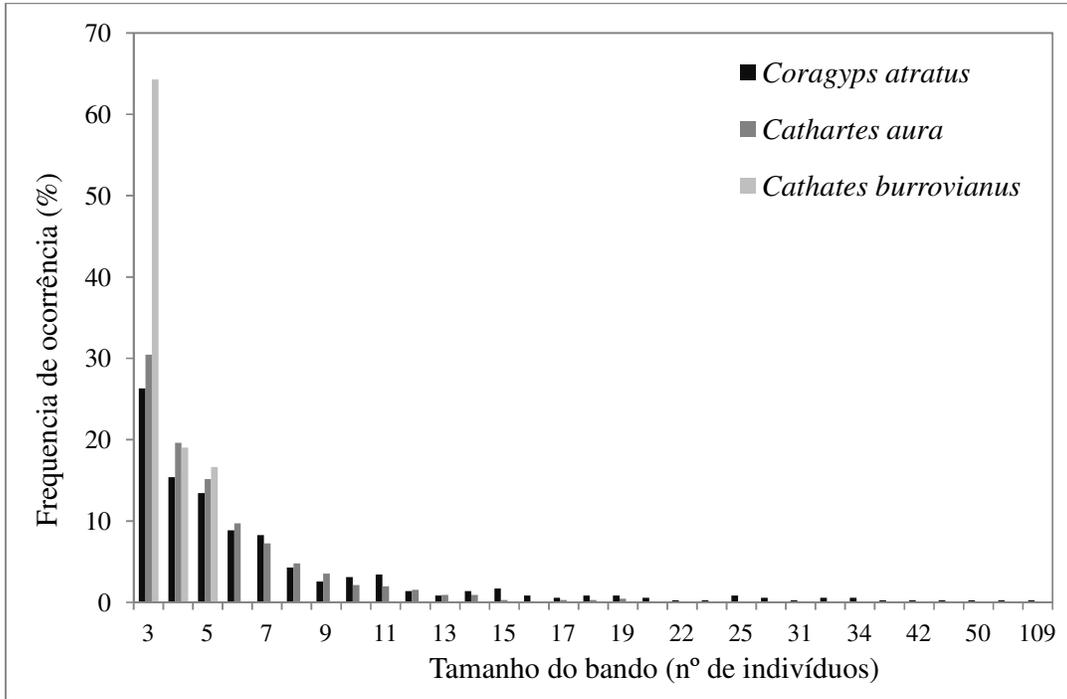


Fig. 2. Tamanho dos bandos de Cathartiformes (grupos com mais de três indivíduos) observados nos campos do sul do Brasil e Uruguai entre 2009 e 2011.

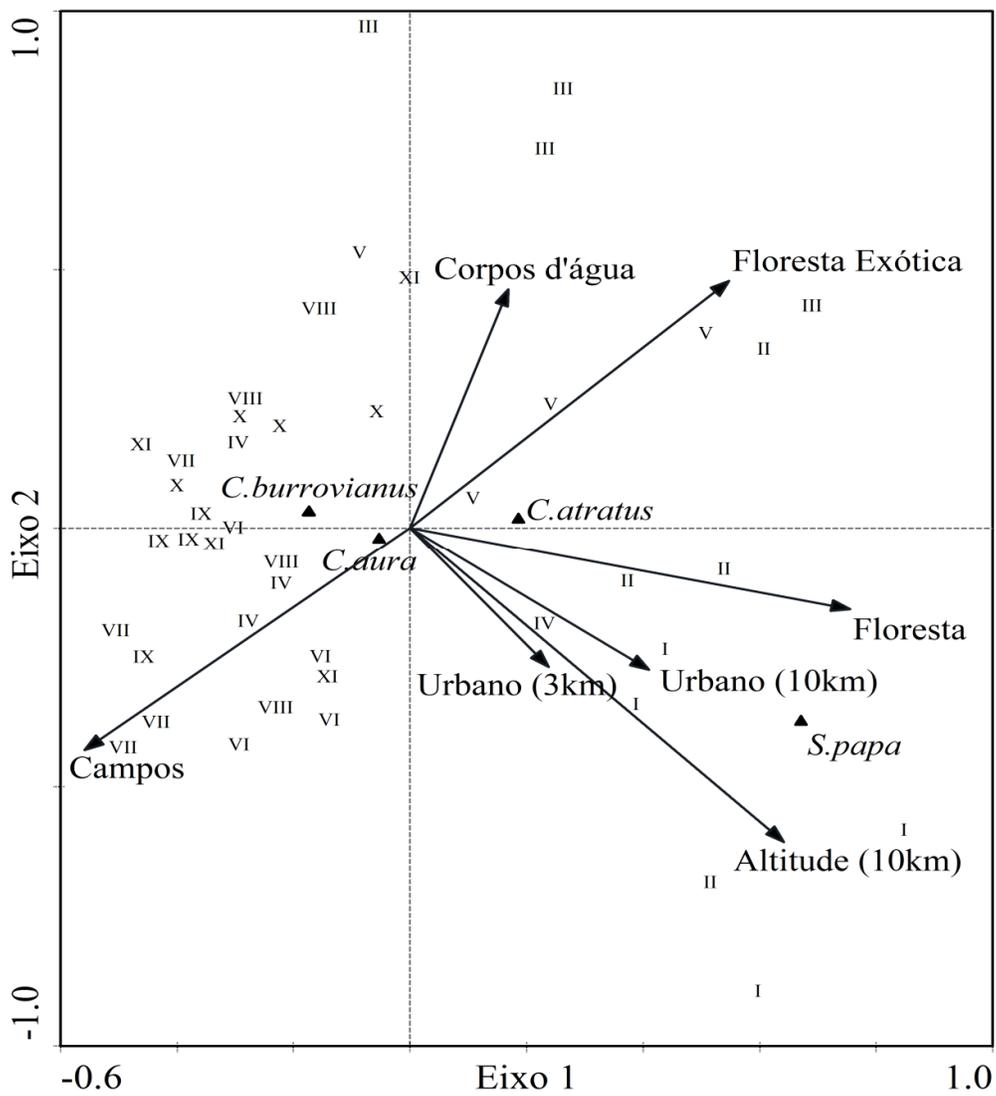


Fig. 3. Diagrama de ordenação mostrando os dois primeiros eixos da Análise de Correspondência Canônica (CCA) baseado na distribuição da abundância relativa dos Cathartiformes (Caur, Cbur, Catr, Spap) em 44 transectos dispostos em 11 áreas de amostragem nos campos do sul do Brasil e Uruguai (algarismos romanos) e sua correlação com sete variáveis ambientais utilizadas (setas). As variáveis utilizadas na análise foram mensuradas em escala local, salvo indicação entre parêntes (3km = escala local; 10km = escala regional). Os eixos foram significativos (Teste de Monte Carlo com 9999 permutações) ($P < 0,001$) e explicaram 71,2% da variabilidade dos dados (eixo 1 = 69,1%, eixo 2 = 2,1%). A localização geográfica das áreas se encontra na Figura 1.

ARTIGO IV – VARIAÇÃO SAZONAL NA ABUNDÂNCIA DE AVES DE RAPINA

Variação sazonal e padrões de movimentação de aves de rapina em campos do sudeste da América do Sul.

(Formatado para ser submetido a revista EMU – Austral Ornithology segundo as normas do Anexo V)

Variação sazonal e padrões de movimentação de aves de rapina em campos do sudeste da América do Sul.

Felipe Zilio^{1,3}; Laura Verrastro²; Márcio Borges-Martins²

¹PPG em Biologia Animal, Dpto. de Zoologia, UFRGS, Rio Grande do Sul, Brasil.

²Dpto. de Zoologia, UFRGS, Rio Grande do Sul, Brasil.

³Autor para correspondência. Email: fzilio@msn.com

ABSTRACT. We conducted 44 roadside surveys on grasslands landscapes of southern Brazil and Uruguay searching for patterns of distribution and movements. Each route was surveyed four times, two in fall/winter and two in spring/summer. Abundance of raptors was higher during summer than winter, but did not differ between years. The abundances of thirteen of the 33 species recorded showed temporal or seasonal changes, or are known to be migrants. *Elanus leucurus*, *Milvago chimachima* and *Caracara plancus* had higher abundance during winter than summer, which could be attributed to nomadic movements in agricultural landscapes. *Buteogallus meridionalis* and *Falco sparverius* did not show a pattern consistent with regular movements, and recruitment or irruptive or nomadic movements may explain the differences in their abundance. Annual changes in *Buteo brachyurus* abundance were probably results of survey biases. *Cathartes aura*, *Rostrhamus sociabilis* and *Geranoaetus albicaudatus* were more abundant in summer than winter and our results suggest that they are partial migrants in the region. Besides our results suggests an overlap of migratory and resident populations of *G. albicaudatus* and *C. aura* in the southeastern South America, it is unclear if they are part of Neartic migrants or if these species are also austral migrants.

RESUMO. Nós realizamos 44 amostragens rodoviárias nos campos do sul do Brasil e Uruguai buscando padrões de distribuição e movimentos de aves de rapina. Cada transecto foi amostrado sazonalmente, duas vezes no outono/inverno e duas vezes na primavera/verão. A abundância das aves de rapina foi maior no verão que no inverno, mas não diferiu entre os anos. Das 33 espécies registradas, 13 apresentaram variação temporal ou sazonal na abundância ou são consideradas migrantes na região. *Elanus leucurus*, *Milvago chimachima* e *Caracara plancus* foram mais abundantes no inverno que no verão, o que pode ser atribuído aos movimentos nômades nas áreas agrícolas. *Buteogallus meridionalis* e *Falco sparverius* não mostraram um padrão consistente com movimentos regulares, e o recrutamento ou movimentos irruptivos ou nômades podem explicar as diferenças na abundância. A variação anual na abundância de *Buteo brachyurus* provavelmente é um viés da amostragem. *Cathartes aura*, *Rostrhamus sociabilis* e *Geranoaetus albicaudatus* foram mais abundantes no verão do que no inverno e as nossas observações sugerem que sejam migrantes parciais na região. Nossos resultados sugerem uma sobreposição das populações migrantes e residentes de *G. albicaudatus* e *C. aura* no sudeste da América do Sul, mas não está claro se estes indivíduos são parte de populações migratórias Neárticas ou se essas espécies também são migrantes austrais.

INTRODUÇÃO

Variações sazonais na riqueza e abundância de aves de rapina são comuns em função da movimentação espacial dos indivíduos, motivada pela variação na oferta de alimento; oferta geralmente regulada pela temperatura e regime hídrico (Newton 1979, Bildstein 2006). As aves de rapina realizam diferentes tipos de movimento: dispersão, migração, movimentos locais regulares, irruptivos e nomadismo (Newton 1979). Dispersão é movimento dos juvenis no momento em que abandonam o território dos adultos em busca de seus próprios domínios (Newton 1979). Migração refere-se ao movimento sazonal que um organismo realiza entre sua área reprodutiva (*breeding area*) e sua área não reprodutiva (ou de invernada; *wintering area*), realizado regularmente e em direções alternadas (Bildstein 2006). Os movimentos locais regulares (*e.g.* altitudinal, devido à precipitação [rain migrants]), irregulares (ou irruptivos) e nômades podem ser considerados movimentos migratórios parciais, em que apenas parte da população migra (Bildstein 2006).

Os movimentos migratórios são bem conhecidos para as espécies Neárticas, mas só recentemente as migrações austrais, realizadas pelas espécies Neotropicais, receberam maior atenção (vide Jahn *et al.* 2004 e Jahn e Cueto 2012). Embora aparentemente similares, os padrões de migração Neárticos e Neotropicais possuem diferença importantes, devido às características particulares dos continentes e da evolução das espécies em cada região (Jahn *et al.* 2004). A ausência de barreiras geográficas e a menor variação climática na América do Sul (maior área em latitudes tropicais que temperadas) favoreceram a evolução da migração parcial e a alta sobreposição entre as áreas reprodutiva e não reprodutivas em várias espécies (Chesser 1994, Jahn *et al.* 2004), diferente da América do Norte, com maior proporção de área em latitude

temperadas, onde grande parte das espécies realizam longas migrações para as regiões tropicais (Jahn *et al.* 2004). Como consequência, a migração na América do Sul é um sistema complexo, dificultando a identificação de rotas migratórias, padrões e mecanismos envolvidos na migração (Jahn *et al.* 2004).

Joseph (1997) caracterizou cinco sistemas de migração de aves na América do Sul. O sistema Pan-Americano (*Pan New World Migration System*) inclui as espécies que reproduzem na América do Norte e migram para a América do Sul no período não reprodutivo, ocupando áreas ao sul da porção equatorial (*e.g.* *Buteo swainsoni*, *Falco peregrinus*). As espécies Neárticas que se estabelecem no norte da América do Sul (na região equatorial) podem ser incluídas no sistema Neártico-Neotropical (*Neartic-Neotropical Temperate-Tropical Migration Systems*, NETT). Os principais sistemas migratórios intracontinentais na América do Sul (migração austral *sensu* Chesser 1994) são: 1) *South American Temperate-Tropical Migration Systems* (SATT), 2) *South American Cool, Tropical Migration System* (SACT); e são espelhados na América do Norte (NETT e NACT) (Joseph 1997). O sistema SATT compreende espécies que se deslocam entre as áreas reprodutivas ao sul do Trópico de Capricórnio e as áreas de invernada na Amazônia (*e.g.* *Ictinia plumbea*, *Elanoides forficatus*). O sistema SACT compreende espécies que se deslocam entre as áreas reprodutivas no centro-sul da Patagônia e as áreas de invernada ao norte da Argentina, sul da Bolívia, Paraguai, Uruguai e sul do Brasil (*e.g.* *Buteo albigula*, *Geranoaetus polyosoma*, *Circus cinereus*). Sistemas de migração austral intermediários incluiriam os deslocamentos ao longo da bacia do rio Paraná (Pantanal, Chaco e as regiões úmidas do Sul do Brasil, Uruguai e Norte da Argentina) (*e.g.* Antas 1994, Hayes *et al.* 1994, Nunes e Tomas 2008) e os movimentos altitudinais na região Andina (Bildstein 2004).

Os campos do sul do Brasil e Uruguai são área limítrofe das áreas de distribuição de diversas espécies de aves de rapina, tanto limite austral, quanto boreal. Encontra-se em zona climática intermediária entre os limites austrais e boreais de migrantes dos sistemas SATT e SACT respectivamente (Joseph 1997), região de ocorrência de espécies parcialmente migratórias de ambos os sistemas e sobreposição de indivíduos migrantes e residentes (*e.g.* Hayes *et al.* 1994). Ademais, a migração local ou irregular é uma estratégia utilizada pelos indivíduos que reproduzem nos limites de distribuição da espécie (Bildstein 2004).

Nosso objetivo foi avaliar a existência movimentos populacionais das aves de rapina motivados pela sazonalidade climática na região de campos do sul do Brasil e do Uruguai. Nossa hipótese é que as aves de rapina utilizem uma diversidade de estratégias migratórias, que envolvam, principalmente, migrações irregulares e de curta distância, resultando na sobreposição entre indivíduos (ou populações) migratórios e residentes, com reflexo na abundância das espécies. Para atingirmos nosso objetivo utilizamos a abundância das espécies em diferentes estações climáticas como um indicador de movimento espacial de indivíduos.

MÉTODOS

Área de Estudo

O estudo foi desenvolvido em 11 áreas com fisionomia campestre no sul do Brasil e Uruguai (Fig. 1). A maior parte da região é de domínio da ecorregião Savana Uruguaia (Uruguayan Savannas), enquanto as duas áreas ao norte (I e II) são campos de altitude no domínio da ecorregião Floresta Úmida com Araucária (Araucaria Moist Forest) (Olson *et al.* 2001) (Fig. 1). A Savana Uruguaia compreende a metade sul do Rio Grande do Sul e o Planalto das Missões, toda a área do Uruguai e uma pequena parcela

da Província de Entre Rios, na Argentina (WWF 2001). É caracterizada por áreas abertas com predomínio de campo, florestas de galeria junto aos rios e presença de savanas de butiazais e florestas sub-montanas em algumas regiões (WWF 2001). Na porção litorânea ocorrem formações pioneiras com remanescentes de formações florestais de restinga e grandes extensões de áreas úmidas. Apresenta uma vegetação bastante diversa com predomínio de gramíneas e leguminosas (Bilenca e Miñarro 2004). O relevo é plano a ondulado com altitudes entre 0 e 500 m (Bilenca e Miñarro 2004). As temperaturas médias e precipitação variam latitudinalmente entre 16° C (porção sul) e 19°C (porção norte) e entre 1000 e 1300 mm (WWF 2001).

A Floresta Úmida com Araucária compreende grande parte da região sul do Brasil (do Paraná ao norte do Rio Grande do Sul) e uma pequena porção da Argentina, na Província de Misiones (WWF 2001) (Fig. 1). A fitofisionomia predominante é a Floresta Ombrófila Mista, com a presença marcante de *Araucaria angustifolia*, com presença de áreas de campos nativos de altitude. Os campos de altitude se estendem por uma área em torno de 13.740 km², em sua maior parte nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (Overbeck *et al.* 2007). A região encontra-se em altitudes entre 800 e 1800 m (IBGE, 1986) e o relevo é suavemente ondulado nas porções superiores. A pluviosidade é alta e bem distribuída ao longo do ano (2000 a 2300 mm), com temperaturas baixas durante o inverno (inclusive abaixo de 0°C). Os componentes vegetais são basicamente dois tipos: campos e floresta ombrófila mista. Os campos são a paisagem predominante nas porções mais elevadas, representadas pelos campos nativos entrecortados por áreas úmidas e capões de mata. A floresta ombrófila mista, ou mata com Araucária, predomina nos vales, junto aos corpos d'água e na forma de capões.

Amostragem das aves de rapina.

As aves de rapina foram amostradas através do método de transectos rodoviários (Fuller e Mosher 1987). Em cada área de amostragem foram definidos quatro transectos ($n = 44$) (Fig. 1). Como critérios para a definição das rodovias para alocação dos transectos foram considerados: 1) ausência de áreas urbanas superiores a 20 mil habitantes a menos 10 km do transecto; 2) extensão mínima de 70 km; 3) baixo fluxo de veículos (preferência por estradas vicinais). Cada transecto consistiu em 10 pontos de contagem distantes entre si no mínimo 5 km (média = 5,42 km, amplitude = 5 a 10,73km) e com raio fixo de 1 km (área de amostragem = 3,14km²). Em cada ponto de contagem foram registradas todas as aves de rapina detectadas (auditiva ou visualmente) num período de 30 minutos, totalizando 5 h de amostragem quantitativa em cada transecto. Os pontos de contagem foram realizados por um observador (FZ, posicionado fora do veículo), com auxílio de binóculos 10 x 42, uma luneta 20-60 x 60 e um telêmetro (medida máxima de distância = 1500 m e precisão de 1 m).

Para cada indivíduo observado foi anotado, sempre que possível, o horário do contato, o comportamento (*e.g.* forrageio, repouso, deslocamento), a faixa etária (*e.g.* ninhego, jovem, adulto), o sexo, a variação de coloração (*e.g.* melanismo, morfo claro, morfo marrom), a presença e o padrão de muda e marcas naturais (*e.g.* albinismo parcial na plumagem). Tais informações foram utilizadas para reduzir a possibilidade de dupla contagem de indivíduos em um mesmo ponto de contagem. O número de indivíduos contabilizados em um ponto de contagem foi sempre o menor número de indivíduos assumidos como espécimes distintos. Mais de um indivíduo de uma espécie só foi contabilizado no ponto quando havia certeza de que ele não havia sido registrado previamente durante a contagem (*i.e.* se ambos foram observados ao mesmo tempo ou

se possuíam alguma marca ou característica individual diagnóstica). O comportamento dos indivíduos também foi um critério utilizado para incluir um novo indivíduo na contagem. Por exemplo, se um indivíduo de uma espécie foi registrado deslocando-se para o norte e, minutos depois (1-2 min), outro indivíduo da espécie foi observado pousado no sul do ponto, nós assumimos serem dois indivíduos distintos. Em qualquer outra condição, o indivíduo foi considerado como previamente registrado, não sendo incluído na contagem do ponto. No caso de espécies gregárias, o total de indivíduos de em um ponto de contagem foi considerado como o maior número de indivíduos observados concomitantemente no ponto (salvo a ocorrência de indivíduos com marcas diagnósticas). As amostragens foram realizadas em dias ensolarados (cobertura do céu < 60%) e com velocidade do vento inferior a 20 km/h, iniciando sempre 2 h após o nascente local. Não foram realizadas amostragens em períodos com chuva ou neblina.

As amostragens ocorreram em dois períodos do ano: 1) inverno (abril-maio a agosto), 2) verão (novembro a fevereiro). Cada transecto foi amostrado duas vezes em cada período, totalizando 176 transectos entre o final de abril de 2009 e final de fevereiro de 2011. As datas de amostragem em cada área variaram entre anos de acordo com as condições climáticas e a logística de campo.

Análises estatísticas.

Diferenças temporais (quanto à estação ou ano) na abundância relativa das espécies foram analisadas através da análise de variância (ANOVA/MANOVA) com permutação (Manly 2007). As diferenças nas médias foram analisadas pelo teste de soma de quadrados entre os grupos (Qb) utilizando-se distância de corda para gerar a matriz de dissimilaridade (Pillar e Orłóci 1996). Foram realizadas 9999 permutações restritas as unidades amostrais dentro de cada área (desenho em blocos) e calculado $P(Qb_0 \geq Qb_A)$,

onde Qb_A é o valor do teste estatístico (Qb) calculado com os dos dados da amostra e Qb_0 é a número de valores de Qb calculados nas permutações. As análises foram realizadas no programa MULTIV (Pillar 2006).

No sul do Brasil e Uruguai é citada a ocorrência de cinco espécies migrantes obrigatórios (*Pandion haliaetus*, *Elanoides forficatus*, *Ictinia plumbea*, *Buteo swainsoni* e *Falco peregrinus*), presentes na região apenas durante a primavera/verão austral (Belton 1994, Arballo e Cravino 1999, Bencke 2001). Para discriminar o efeito destas espécies na composição das assembleias, o que poderia mascarar movimentos de outras aves de rapina, as análises foram realizadas com e sem a inclusão destas espécies.

RESULTADOS

Ao longo das quatro campanhas sazonais foram efetuados 18392 contatos com aves de rapina pertencentes a 33 espécies. A abundância relativa das aves de rapina foi maior durante o verão ($113,91 \pm 44,26$ indivíduos/transecto) que durante o inverno ($95,09 \pm 42,86$ indivíduos/transecto) ($P < 0,01$) (Tabela 1). Não foram encontradas diferenças significativas na abundância relativa entre os anos amostrados ($P = 0,34$). Quatro espécies observadas, *Elanoides forficatus* (gavião-tesoura), *Ictinia plumbea* (sovi), *Buteo swainsoni* (gavião-papa-gafanhoto) e *Falco peregrinus* (falcão-peregrino), são consideradas migrantes obrigatórios na região. Retirando estas espécies das análises os resultados não se alteraram ($P_{\text{estação climática}} < 0,01$; $P_{\text{ano}} = 0,34$).

Dez espécies foram registradas em baixa abundância ($n < 10$ indivíduos) e não foram analisadas estatisticamente. Das demais espécies, 12 apresentaram algum tipo de variação temporal (sazonal, anual ou ambos) (Tabela 1).

Cathartiformes – Das quatro espécies registradas, somente *Cathartes aura* (urubu-de-cabeça-vermelha) apresentou variação significativa na abundância, sendo

significativamente maior no verão que no inverno ($P < 0,01$), em ambos os anos amostrados ($P > 0,50$) (Tabela 1).

Accipitriformes – *Leptodon cayanensis* (gavião-de-cabeça-cinza; $n = 2$), *Harpagus diodon* (gavião-bombachinha; $n = 4$), *Accipiter bicolor* (gavião-bombachinha-grande; $n = 4$), *Geranospiza caerulescens* (gavião-pernilongo, $n = 6$), *Parabuteo unicinctus* (gavião-asa-de-telha, $n = 6$), *P. leucorrhous* (gavião-de-sobre-branco; $n = 1$), *Spizaetus melanoleucus* (gavião-pato; $n = 1$) e *Spizaetus ornatus* (gavião-de-penacho, $n = 3$) foram espécies escassas, observadas esporadicamente. *Elanoides forficatus* e *Ictinia plumbea* foram registradas apenas no verão, nas áreas ao norte do Rio Grande do Sul e sul de Santa Catarina (áreas I, II e IV). A exceção foi um único indivíduo de *I. plumbea* registrado na região costeira do Rio Grande do Sul (área III). Ambas as espécies foram significativamente mais abundantes no verão ($P < 0,01$) em ambos os anos amostrados ($P > 0,50$) (Tabela 1).

Buteo swainsoni foi registrado ao longo da área de estudo (em sete áreas de amostragem) e foi registrado somente no verão, sendo significativamente mais abundante ($P < 0,01$) (Fig. 2a). A abundância relativa de *B. swainsoni* não variou entre os anos de 2009/2010 e 2010/2011 ($P = 0,99$). Na maioria das áreas foram observados indivíduos solitários, casais ou pequenos grupos (menos de seis indivíduos), porém 92,6% ($n = 498$) das observações ocorreram no oeste do Uruguai, nas províncias de Flores e Florida (área XI). Bandos de até 117 indivíduos foram observados nos pontos de contagem e, em uma ocasião, um bando com mais de 300 indivíduos foram observados nas cercanias da rodovia, por uma extensão superior a 5 km. Os bandos eram constituídos tanto indivíduos juvenis quanto adultos, geralmente forrageando nas cercanias das rodovias (pousados em moirões, no solo, em voo).

Buteo brachyurus (gavião-de-cauda-curta) foi significativamente mais abundante no ano de 2010/2011 ($P < 0,01$), porém não variou significativamente entre as estações climáticas ($P > 0,50$) (Tabela 1). A espécie foi pouco abundante ($AR = 0,1$ observações/transectos) e registrada principalmente nas áreas ao norte da região (áreas I, II e IV), com exceção de um registro na região próxima a margem interna da Lagoa dos Patos (área III) e dois na Serra do Sudeste (área V). A abundância de *Buteogallus meridionalis* (gavião-caboclo) apresentou interação significativa entre a estação climática e o ano de amostragem ($P_{\text{estação} \times \text{ano}} = 0,01$). No cômputo geral as abundâncias foram similares (Tabela 1), no entanto, em 2009/2010 a espécie foi quase duas vezes mais abundante no verão que no inverno ($AR_{\text{verão}} = 4,27 \pm 3,87$ ind./trans.; $AR_{\text{inverno}} = 2,16 \pm 2,90$ ind./trans.). Em 2010/2011 a abundância relativa desta espécie foi similar entre as estações climáticas ($AR_{\text{inverno}} = 3,91 \pm 4,94$ ind./trans.; $AR_{\text{verão}} = 3,91 \pm 3,37$ ind./trans.) devido a um acréscimo ocorrido no inverno em relação ao inverno anterior. A maior variação sazonal na abundância ocorreu na região costeira do Rio Grande do Sul (área III) ($AR_{\text{verão}/2009-2010} = 11,00 \pm 1,41$ ind./trans.; $AR_{\text{inverno}/2009-2010} = 4,25 \pm 3,30$ ind./trans.), região onde a espécie é mais abundante.

Elanus leucurus (gavião-peneira) foi mais abundante no inverno que no verão ($P = 0,036$) (Tabela 1). *Rostrhamus sociabilis* (gavião-caramujeiro) e *Geranoaetus albicaudatus* (gavião-de-rabo-branco) apresentaram abundâncias significativamente maiores no verão que no inverno ($P < 0,01$), em ambos os anos ($P > 0,50$) (Tabela 1). A maior concentração de *R. sociabilis* foi registrada nas áreas costeiras do sul do Brasil (área III) e Uruguai (área X) e na região dos *humedáles* no Uruguai (área IX) (Fig. 3a). Embora tenha sido registrado em todas as áreas amostradas, *G. albicaudatus* apresentou um acréscimo substancial de indivíduos no verão ($P_{\text{estação}_\text{climática}} < 0,01$) em ambos os

anos de amostragem ($P_{ano} = 0,78$), principalmente na região noroeste do Uruguai (área VIII) ($AR_{inverno} = 0$ ind./trans.; $AR_{verão} = 31,88 \pm 17,54$ ind./trans.) (Fig. 3b). Bandos de até 14 indivíduos foram observados forrageando em um mesmo ponto de contagem nesta área, constituídos por indivíduos de diferentes faixas etárias (juvenis, adultos) e coloração de plumagem (clara e melânica). Nas demais áreas predominou a observação de indivíduos solitários ou casais (84,8% das observações). Bandos pequenos (de 3 a 7 indivíduos, $n = 12$ bandos) foram registrados somente no Uruguai (áreas IX, X e XI), com exceção de um registro no sul do Rio Grande do Sul (área VII).

Falconiformes – Foram registradas seis espécies (Tabela 1). *Falco peregrinus* ocorreu em apenas duas ocasiões, uma na região costeira do Rio Grande do Sul (área III) e outra no sudoeste do Uruguai (área XI), ambas no verão. *Milvago chimango* (chimango) e *Falco femoralis* (falcão-de-coleira), não apresentaram variação temporal nas abundâncias (Tabela 1). A abundância de *Caracara plancus* (carcará) variou significativamente tanto sazonalmente ($P < 0,01$), sendo mais abundante no inverno que no verão ($AR_{inverno} = 14,10 \pm 9,89$ ind./trans.; $AR_{verão} = 10,92 \pm 8,18$ ind./trans.), quanto anualmente ($P < 0,01$; $AR_{2009/2010} = 10,90 \pm 8,45$ ind./trans.; $AR_{2010/2011} = 14,13 \pm 9,25$ ind./trans.). *Milvago chimachima* (carrapateiro) foi mais abundantes no inverno que no verão ($P = 0,01$), não variando significativamente entre os anos de amostragem (Tabela 1). *Falco sparverius* (quiriquiri) apresentou uma interação significativa entre a estação climática e o ano da amostragem ($P < 0,01$). No ano de 2009/2010 as abundâncias foram similares entre as estações climáticas ($AR_{inverno/2009-2010} = 9,16 \pm 6,20$ ind./trans.; $AR_{verão/2009-2010} = 10,34 \pm 6,75$ ind./trans.), havendo um acréscimo substancial na abundância de *F. sparverius* somente no inverno do segundo ano de amostragem ($AR_{inverno/2010-2011} = 14,80 \pm 8,95$ ind./trans.; $AR_{verão/2010-2011} = 10,89 \pm 5,63$ ind./trans.).

DISCUSSÃO

As variações temporais na abundância de aves de rapina que observamos nos campos do sudeste da América do Sul demonstram a diversidade de estratégias que as populações de aves de rapina utilizam na América do Sul em resposta as variações climáticas. Em torno de 50% das espécies observadas podem ser consideradas migrantes obrigatórios, parciais, locais ou nômades (*sensu* Bildstein 2004) na região.

Buteo swainsoni foi o único migrante obrigatório registrado, ou seja, espécies em que mais de 90% dos indivíduos abandonam a área reprodutiva durante o período não reprodutivo (“complete migrants” *sensu* Bildstein 2004). Contudo, podemos assumir *F. peregrinus*, *E. forficatus* e *I. plumbea* como migrantes obrigatórios localmente, uma vez que estas espécies não ocorrem na região durante o ano todo (*E. forficatus* e *I. plumbea* somente no período reprodutivo e *F. peregrinus* no período não reprodutivo) (Belton 1994, Arballo e Cravino 1999, Bencke 2001). Conforme o esperado, estas espécies só foram registradas no verão. Muito embora a população reprodutiva de *F. peregrinus* na Patagônia realize migração austral (Ferguson-Lees e Christie 2001) e a espécie já tenha sido registrada na região no outono/inverno (Arballo e Cravino 1999), os dois registros da espécie ocorreram no verão e provavelmente são indivíduos oriundos da América do Norte. *Buteo swainsoni* foi observado em maior abundância no oeste do Uruguai, região que é parte da área de concentração da espécie durante o período não reprodutivo (Kochert *et al.* 2011). O registro de indivíduos solitários ou pequenos grupos no centro e leste do Uruguai e Rio Grande do Sul provavelmente se deva a alta capacidade de deslocamento e a característica vagante da espécie na América do Sul, que forma grandes bandos que se deslocam em busca de recursos alimentares localmente abundantes (Jaramillo 1993, Kochert *et al.* 2011).

Os padrões de migração de *C. aura* na América do Sul são pouco conhecidos. As populações norte-americanas de *C. aura* são migrantes trans-equatoriais, enquanto as populações Patagônicas são migrantes austrais (Bildstein 2004). Embora possa ser considerado residente no Uruguai e sul do Brasil (Belton 1994, Arballo e Cravino 1999, Benck 2001), nossos resultados sugerem que *C. aura* seja parcialmente migratório na região. O comportamento sazonal que observamos, com maior abundância no verão em ambos os anos de amostragem e em 90% das áreas de amostragem (Fig. 2b), sugere que a variação na abundância de *C. aura* seja em função de migração e não de um efeito amostral ou movimentos locais, que resultariam em variações anuais ou sem padrão espacial. Ademais, as observações de migração na Bolívia (Olivo 2005) e no nordeste da Argentina (Juhant 2010), e dados recentes de monitoramento por satélite que apontam a existência migração de *C. aura* entre o norte da Argentina e o sul da Bolívia (Bildstein 2012, www.movebank.org), reforçam a hipótese de que parte da população de *C. aura* migre da Argentina, Uruguai e sul do Brasil para a Bolívia durante o inverno austral.

Apesar de *G. albicaudatus* ser considerada uma espécie residente (Ferguson-Lees e Christie 2001), o padrão que observamos sugere o caráter migratório da espécie na região e corrobora o status da espécie no Uruguai (Arballo e Cravino 1999). Existem poucos relatos que sugerem migração de *G. albicaudatus*, os quais foram atribuídos a indivíduos residentes que se juntam a bandos de *B. swainsoni* durante a migração ou erros de identificação da espécie (vide Bildstein 2004). Contudo, observamos os indivíduos forrageando na região, geralmente sozinhos, e não bandos se deslocando, o que diminui a probabilidade de serem indivíduos residentes utilizando oportunamente correntes ascendentes. Nossos resultados sugerem que *G. albicaudatus* migre das áreas

de reprodução do norte da América do Sul para os campos da Argentina, Uruguai e sul do Rio Grande do Sul e se juntem a população residente na região. Embora não possamos afirmar qual a rota de migração da espécie, a hipótese de migração do norte para o sul, seguindo uma rota a leste dos Andes é reforçada pelas observações de Olivo (2003), que considerou os indivíduos observados como oriundos do norte da Bolívia e não do sul. As observações de Juhant (2010) fornecem pouco suporte a hipótese de *G. albicaudatus* ser migrante austral, pois apenas um indivíduo foi observado. A observação de indivíduos de diferentes classes ontogenéticas (juvenis, sub-adultos, adultos), padrões de coloração (indivíduos claros e melânicos) e a ausência de comportamento de defesa de território ou de corte (FZ obs. pess.) sugerem que estes indivíduos não reproduzam na região, requisito para considerar a espécie como migrante austral (*i.e.* espécie que reproduz na região no verão austral e migra no inverno).

Rostrhamus sociabilis é parcialmente migratório na região (Bildstein 2004). A espécie se alimenta principalmente de caramujos de água-doce (Pomaceae) e os deslocamentos podem ser relacionados ao regime hídrico das áreas úmidas da bacia do rio Paraguai (Hayes 1991, Antas 1994, Hayes *et al.* 1994, Olivo 2005) e regiões costeiras do sul do Brasil (Albuquerque *et al.* 1986) e Argentina (Capllonch 2004, Juhant 2010). Nossos resultados concordam com o esperado para a espécie na região e reforçam o status de espécie migratória no Rio Grande do Sul assumido por Albuquerque *et al.* (1986), apesar de Belton (1994) e Bencke (2001) a considerarem residente no estado. O padrão observado, com a maior abundância dos indivíduos nas regiões úmidas e costeiras (Fig. 3a) e a ausência de variação anual apesar da influência de El Niño em 2009/2010 (fonte: <http://enos.cptec.inpe.br/>) sugerem um comportamento migratório parcial e não irruptivo ou nômade para *R. sociabilis*.

Elanus leucurus, *C. plancus* e *M. chimachima* são considerados migrantes parciais, locais ou irruptivos (Bildstein 2004), movimentação que explicaria a maior abundância no inverno. Observações na Bolívia (Olivo 2005) e Argentina (Juhant 2010) sugerem que *E. leucurus* seja migrante austral, porém seria esperada uma maior abundância da espécie no verão em caso de migração austral. O padrão sazonal e espacial observado na região (Fig. 4) sugere movimentos irruptivos, provavelmente em função da variação na abundância de pequenos mamíferos (comum em predadores especialistas nestas presas, Newton 1979, Jaksic *et al.* 1997), principal alimento de *E. leucurus* (Scheibler 2004). *Caracara plancus* e *M. chimachima* forrageiam em lavouras aradas ou revolvidas (*e.g.* após a colheita de batata) (FZ obs. pess.) e deslocamentos locais, em buscas destas áreas de forrageio, pode ser o motivo da maior abundância no inverno. *Milvago chimachima* é uma espécie residente na região, associada ao ecótono campo-floresta (Belton 1994, Arballo e Cravino 1999) e a redução na detectabilidade da espécie durante o período reprodutivo (primavera-verão austral) não pode ser descartada. As observações de migração de *C. plancus* na América do Sul sugerem movimentos irregulares ou locais (Hayes 1991). Olivo (2005), Juhant (2010) e Juhant e Seipke (2009) apresentaram pouco suporte para considerar a espécie como migrante parcial (baixa abundância observada, migração inferida por comportamento e direção de voo). A ausência de variação sazonal na abundância de *Milvago chimango*, considerado por estes autores como migratório, reforça a ideia de que *C. plancus* não seja migrante austral. No sul do Brasil, Albuquerque *et al.* (1986) observaram uma maior abundância de *C. plancus* no inverno, e atribuíram-na ao acréscimo de juvenis na população neste período. Nós não encontramos evidências que suportem esta hipótese de Albuquerque *et al.* (1986). A proporção de indivíduos juvenis nas populações de *C. plancus* não diferiu

substancialmente entre inverno (8%) e verão (10%) ou entre os anos de amostragem (3,8% e 4,9%) (FZ dados não publicados), e é provável que a espécie realize movimentos de locais em busca de alimento.

Variações na detectabilidade ou no número de indivíduos não territoriais (juvenis) de *B. meridionalis*, *B. brachyurus* e *F. sparverius* justificariam a variação temporal observada nas abundâncias destas espécies. *Buteo brachyurus* apresentou apenas variação anual, provavelmente em função da baixa detectabilidade, uma vez que é uma espécie florestal, e o método utilizado e os habitats amostrados favoreceram o registro de espécies de áreas abertas. A presença de juvenis pode ser uma explicação para o aumento na abundância de *F. sparverius* e *B. meridionalis* no inverno do segundo ano de amostragem (2010/2011). No sul do Rio Grande do Sul estas espécies foram mais abundantes no inverno, padrão similar ao observado para *Rupornis magnirostris* e justificado pela presença de juvenis nas populações (Albuquerque *et al.* 1986). No caso de *F. sparverius* este pode ser o fator determinante (embora a distinção de juvenis e adultos seja difícil), porém os juvenis e sub-adultos de *B. meridionalis* foram mais numerosos no verão (FZ dados não publicados). Diferenças sazonais na abundância de *B. meridionalis* observadas no Paraguai foram justificadas pela oferta de alimento devido ao regime hídrico do rio Paraguai (Hayes 1991). *Buteogallus meridionalis* é uma espécie de porte médio, dieta generalista e com grande capacidade de dispersão (Ferguson-Lees e Christie 2001) e é plausível que realize movimentos irregulares ou nômades em resposta a variação na disponibilidade de presas.

A ausência de variação sazonal na abundância de *Circus cinereus*, sugere que a espécie seja residente na região, o que tem suporte nos registros de reprodução da espécie no Rio Grande do Sul (Maurício e Dias 1996, Camilloti *et al.* 2008) e Uruguai

(Arballo e Cravino 1999). Contudo a hipótese da ocorrência de indivíduos migratórios oriundos da Patagônia merece investigação. Embora raros, os registros de *Harpagus diodon* ocorreram todos em fevereiro, reforçando a hipótese da espécie ser migratória no sudeste e sul do Brasil (Cabanne e Seipke 2005, Azevedo *et al.* 2006).

CONCLUSÃO

Os campos do sul do Brasil e Uruguai possuem uma alta diversidade de aves de rapina e nossos resultados sugerem uma dinâmica populacional que envolve diversas estratégias de migração e movimentação (nomadismo). Ao menos três espécies, *C. aura*, *R. sociabilis* e *G. albicaudatus*, possuem populações residentes e migratórias na região, e sugerimos estudos que envolvam a captura e marcação de indivíduos não reprodutivos na região com o objetivo de reconhecer a origem e destino das populações migratórias. O mesmo vale para *C. cinereus* e *C. plancus* cujo status de migratório merece ser investigado.

A conservação de aves migratórias deve levar em consideração as ameaçadas tanto nas áreas de reprodução quanto nas áreas não reprodutivas (ou de invernada) e ao longo da rota de migração da espécie (Bildstein 2006). Portanto, a conservação das aves de rapina da região Neártica e Neotropical depende do reconhecimento 1) de quais espécies são migratórias e qual o tipo de migração realizada e 2) das rotas de migração, áreas de reprodução e invernada; informações ainda escassas para a maioria das espécies na América do Sul. Por fim, ressalta-se a necessidade de ampliação de estudos de aves de rapina migratórias na América do Sul (principalmente envolvendo marcação e telemetria) e o estabelecimento de uma rede integrada de pontos de contagem de aves migratórias, não apenas ao longo da rota Transamericana (Bildstein 2004, Fig. 1), mas

em locais estratégicos no centro e sul do continente (Argentina, Brasil, Paraguai e Uruguai).

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Peregrine Fund Library, Marcus Canuto e Rafael Tosi pela concessão de material bibliográfico. F. Zilio agradece a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de doutorado.

REFERÊNCIAS

- Albuquerque, J. L. B., Witech, A., and Aldous, A. M. (1986). A roadside count of diurnal raptors in Rio Grande do Sul, Brasil. *Birds of Prey Bulletin* **3**, 82 – 94.
- Antas, P. T. Z. (1994). Migration and other movements among the lower Parana River valley wetlands, Argentina, and the south Brazil/Pantanal wetlands. *Bird Conservation International* **4**, 181 – 190.
- Arballo, E., and Cravino, J. (1999). ‘Aves del Uruguay. Manual ornitológico Vol 1’. (Editorial Hemisferio Sur: Montevideo, UY)
- Azevedo, M. A. G., Piacentini, V. Q., Ghizoni-Jr, I. R., Albuquerque, J. L. B., Silva, E. S., Joenck, C. M., Mendonça-Lima, A., and Zilio, F. (2006). Biologia do gavião-bombachinha, *Harpagus diodon*, no estado de Santa Catarina, sul do Brasil. *Revista Brasileira de Ornitologia* **14**, 351 – 357.
- Belton, W. (1994). ‘Aves do Rio Grande do Sul: Distribuição e Biologia. Tradução de Teresinha Tesche Roberts’. (Editora Unisinos: São Leopoldo, BR).
- Bencke, G. A. (2001). ‘Lista de referência das aves do Rio Grande do Sul.’ (Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul: Porto Alegre, BR)
- Bildstein, K. L. (2004). Raptor migration in the Neotropics: patterns, processes, and consequences. *Ornitologia Neotropical* **15 (suppl.)**, 83 – 99.

- Bildstein, K. L. (2006). 'Migrating raptors of the world: their ecology and conservation.' (Cornell University Press: Ithaca).
- Bildstein, K. L. (2012). Movebank: archive, analysis and sharing of animal movement data. World Wide Web electronic publication. <http://www.movebank.org>, accessed on 08 May 2012.
- Bilenca, D., and Miñarro, F. (Org.). (2004). 'Identificación de Áreas Valiosas de Pastizal (AVPs) en las Pampas y Campos de Argentina, Uruguay y sur de Brasil.' 1 ed. (Fundación Vida Silvestre Argentina: Buenos Aires).
- Cabanne, G. S., and Seipke, S. H. (2005). Migration of the Rufous-thighed kite (*Harpagus diodon*) in Southeastern Brazil. *Ornitologia Neotropical* **16**, 547 – 549.
- Camilotti, V.L., Krügel, M. M., and Hartz, S. M. (2008). Nidificação de *Circus cinereus* (Aves, Accipitridae) na região da Fronteira Oeste do Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Ornitologia* **16**, 363 – 365.
- Capllonch, P. (2004). Migraciones de Aves en el Litoral Argentino. *Miscelánea*, **12**, 363 – 368.
- Chesser, R. T. (1994). Migration in South America: an overview of the austral system. *Bird Conservation International* **4**, 91-107.
- Ferguson-Lees, J., and Christie, D. A. (2001). 'Raptors of the world'. (Houghton Mifflin Company: New York)
- Fuller, M. R., and Mosher, J. A. (1987). Raptor Survey Techniques. In 'Raptor Management Techniques Manual' (Eds B. A. Giron Pedlenton, B. A. Millsap, K. W. Cline, and D. M. Bird) pp. 37 – 65. (National wildlife Federation: Washington, DC).
- Hayes, F. E. (1991). Raptors densities along the Paraguay river: seasonal, geographical, and time of day variation. *Journal of Raptor Research* **25**, 101 – 108.

- Hayes, F. E., Scharf, P. A., and Ridgley, R. S. (1994). Austral bird migrants in Paraguay. *Condor* **96**, 83-97.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). (1986). 'Levantamento de Recursos Naturais (Projeto Radambrasil). Vol. 33'. (SPPR/IBGE: Rio de Janeiro, BR).
- Jaksic, F. M., Silva, S. I., Meserve, P. L., and Gutiérrez, J. R. (1997). A long-term study of vertebrate predator responses to El Niño (ENSO) disturbance in western South America. *Oikos* **78**, 341 – 354.
- Jahn, A. E., and Cueto, V. R. (2012). The potential for comparative research across New World bird migration systems. *Journal of Ornithology* **153 (Suppl.1)**, S199 – S205.
- Jahn, A. E., Levey, D. J., and Smith, K. G. (2004). Reflection across hemispheres: a system wide-approach to New World bird migration. *Auk* **121**, 1005 – 1013.
- Jaramillo, A. P. (1993). Wintering Swainson's Hawk in Argentina: Food and Age segregation. *Condor* **95**, 475-479.
- Joseph, L. (1997). Towards a broader view of Neotropical migrants: consequences of a re-examination of austral migration. *Ornitologia Neotropical* **8**, 31-36.
- Juhant, M. A. (2010). Austral spring migration counts of raptors in Punta Rasa, Argentina. *Ornitologia Neotropical* **21**, 263-270.
- Juhant, M. A., and Seipke, S. H. (2009). Austral autumn migration counts of raptors in Argentinean Patagonia. *Hawk Migration Studies* **35**, 7–10.
- Kochert, M. N., Fuller, M. R., Schueck, L. S., Bond, L., Bechard, M. J., Woodbridge, B., Holroyd, G. L., Martell, M. S., and Banasch, U. (2011). Migration Patterns, use of Stopover Areas, and Austral Summer Movements of Swainson's Hawks. *Condor* **113**, 89-106.

- Manly, B. F. J. (2007). 'Randomization, Bootstrap and Monte Carlo methods in biology. 3^a Ed.' (Chapman & Hall/CRC:Boca Raton).
- Maurício, G. N., and Dias, R. A. (1996). Novos registros e extensões de distribuição de aves palustres e costeiras no litoral sul do Rio Grande do Sul. *Ararajuba* **4**, 47-51.
- Newton, I. (1979). 'Population ecology of raptors.' (Buteo Books: Vermillion, SD).
- Newton, I. (2012). Obligate and facultative migration in birds: ecological aspects. *Journal of Ornithology* **153 (suppl.1)**, S171-S180.
- Nunes, A. P., and Tomas, W. M. (2008). 'Aves migratórias e nômades ocorrentes no Pantanal'. (Embrapa Pantanal: Corumbá).
- Olivo, C. (2003). Fall migration of the White-tailed hawk in Central Bolivia. *Journal of Raptor Research* **37**, 63 – 64.
- Olivo, C. (2005). Cold fronts and raptor migration in Bolivia. *Ornitologia Neotropical* **16**, 109 – 115.
- Olson, D. M., Dinerstein, E., Wikramanayake, E. D., Burgess, N. D., Powell, G. V. N., Underwood, E. C., D'amico, J. A., Itoua, I., Strand, H. E., Morrison, J. C., Loucks, C. J., Allnutt, T. F., Ricketts, T. H., Kura, Y., Lamoreux, J. F., Wettengel, W. W., Hedao, P., and Kassem, K. R. (2001). Terrestrial Ecoregions of the World: A New Map of Life on Earth. *BioScience* **51**, 933 – 938.
- Overbeck, G. E., Müller, S. C., Fidelis, A., Pfadenhauer, J., Pillar, V. D., Blanco, C. C., Boldrini, I. I., Both, R., and Forneck, E. D. (2007). Brazil's neglected biome: the south Brazilian *campos*. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* **9**, 101 – 106.

- Pillar, V.D. (2006). *MULTIV Multivariate Exploratory Analysis, Randomization Testing and Bootstrap Resampling. User's Guide* (v. 2.4). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brazil.
- Pillar, V. D., and Orlóci, L. (1996). On randomization testing in vegetation science: multifactor comparisons of relevé groups. *Journal of Vegetation Science* **7**, 585 – 592.
- Remsen, J.V., Jr, Cadena, C.D., Jaramillo, A., Nores, M., Pacheco, J.F., Pérez-Emán, J., Robbins, M.B., Stiles, F.G., Stotz, D.F., Zimmer, K.J. (2012). Version [21 September 2012]. A classification of the bird species of South America. American Ornithologists' Union. Available at <http://www.museum.lsu.edu/~Remsen/SACCBaseline.html>
- Scheibler, D. R. (2004). Geographic variation in the size of mammalian prey taken by White-tailed Kites in the Americas. *Journal of Field Ornithology* **75**, 218 – 222.
- WWF. (2001). Terrestrial Ecoregions of the World. Disponível em: <http://www.worldwildlife.org/science/ecoregions/terrestrial.cfm>

TABELAS E FIGURAS

Tabela 1. Aves de rapina registradas nos campos do sul do Brasil e Uruguai entre outono/2009 e verão/2011. Os valores estão expressos como abundância relativa média (\pm DP). A nomenclatura e ordenação taxonômica seguem Remsen *et al.* (2012).

	Abundância Relativa Média (indivíduos/transecto)			
	Estação climática*		Ano de amostragem*	
	inverno	verão	2009/2010	2010/2011
Cathartiformes				
<i>Cathartes aura</i>	23,17 \pm 18,59 ^a	34,26 \pm 24,26 ^b	28,03 \pm 21,88	29,40 \pm 22,73
<i>Cathartes burrovianus</i>	3,08 \pm 4,12	2,5 \pm 3,16	2,76 \pm 3,77	2,82 \pm 3,86
<i>Coragyps atratus</i>	19,89 \pm 33,12	17,24 \pm 28,23	16,12 \pm 26,79	21,00 \pm 34,18
<i>Sarcoramphus papa</i> §	0,00	0,03 \pm 0,18	0,02 \pm 0,15	0,01 \pm 0,11
Accipitriformes				
<i>Elanus leucurus</i>	0,20 \pm 0,57 ^a	0,06 \pm 0,23 ^b	0,11 \pm 0,35	0,15 \pm 0,52
<i>Leptodon cayanensis</i> §	0,00	0,02 \pm 0,21	0,00	0,02 \pm 0,21
<i>Elanoides forficatus</i>	0,00 ^a	0,67 \pm 2,56 ^b	0,27 \pm 1,40	0,40 \pm 2,19
<i>Spizaetus melanoleucus</i> §	0,00	0,01 \pm 0,11	0,01 \pm 0,11	0,00
<i>Spizaetus ornatus</i> §	0,01 \pm 0,11	0,02 \pm 0,15	0,01 \pm 0,11	0,02 \pm 0,15
<i>Rostrhamus sociabilis</i>	0,57 \pm 2,70 ^a	4,51 \pm 10,73 ^b	2,57 \pm 7,77	2,51 \pm 8,37
<i>Harpagus diodon</i> §	0,00	0,05 \pm 0,26	0,00	0,05 \pm 0,26
<i>Ictinia plumbea</i>	0,00 ^a	0,18 \pm 0,64 ^b	0,10 \pm 0,50	0,08 \pm 0,41
<i>Circus cinereus</i>	0,05 \pm 0,21	0,09 \pm 0,33	0,06 \pm 0,23	0,08 \pm 0,31
<i>Circus buffoni</i>	0,66 \pm 1,38	0,81 \pm 1,52	0,69 \pm 1,38	0,77 \pm 1,52
<i>Accipiter striatus</i>	0,16 \pm 0,48	0,13 \pm 0,50	0,16 \pm 0,60	0,13 \pm 0,33
<i>Accipiter bicolor</i> §	0,00	0,04 \pm 0,26	0,05 \pm 0,26	0,00
<i>Geranospiza caerulescens</i> §	0,02 \pm 0,15	0,05 \pm 0,21	0,01 \pm 0,11	0,06 \pm 0,23
<i>Buteogallus meridionalis</i> #	3,03 \pm 4,12	4,09 \pm 3,67	3,22 \pm 3,61	3,91 \pm 4,21
<i>Buteogallus urubitinga</i>	0,10 \pm 0,40	0,07 \pm 0,33	0,07 \pm 0,33	0,10 \pm 0,40
<i>Buteogallus coronatus</i>	0,10 \pm 0,68	0,03 \pm 0,24	0,08 \pm 0,57	0,06 \pm 0,44
<i>Rupornis magnirostris</i>	3,94 \pm 3,22	3,62 \pm 3,01	3,45 \pm 2,99	4,11 \pm 3,21
<i>Parabuteo unicinctus</i> §	0,06 \pm 0,35	0,01 \pm 0,11	0,01 \pm 0,11	0,06 \pm 0,35
<i>Parabuteo leucorrhous</i> §	0,00	0,01 \pm 0,11	0,00	0,01 \pm 0,11

Tabela 1. Continuação.

	Abundância Relativa Média (indivíduos/transecto)			
	Estação climática*		Ano de amostragem*	
	inverno	verão	2009/2010	2010/2011
<i>Geranoaetus albicaudatus</i>	0,39 ± 0,93 ^a	5,98 ± 10,48 ^b	3,28 ± 8,82	3,08 ± 6,97
<i>Geranoaetus melanoleucus</i>	1,01 ± 1,50	0,99 ± 1,56	0,95 ± 1,44	1,05 ± 1,61
<i>Buteo brachyurus</i>	0,11 ± 0,44	0,08 ± 0,27	0,02 ± 0,15 ^a	0,17 ± 0,48 ^b
<i>Buteo swainsoni</i>	0,00 ^a	6,11 ± 31,26 ^b	3,05 ± 21,74	3,07 ± 22,88
Falconiformes				
<i>Caracara plancus</i>	14,10 ± 9,89 ^a	10,92 ± 8,18 ^b	10,89 ± 8,45 ^a	14,13 ± 9,65 ^b
<i>Milvago chimachima</i>	2,20 ± 3,37 ^a	1,62 ± 2,55 ^b	1,74 ± 2,70	2,01 ± 3,26
<i>Milvago chimango</i>	9,87 ± 12,42	8,75 ± 9,86	8,76 ± 11,84	9,86 ± 10,55
<i>Falco sparverius</i> #	11,98 ± 8,16	10,61 ± 6,18	9,75 ± 6,47	12,84 ± 7,69
<i>Falco femoralis</i>	0,38 ± 0,90	0,31 ± 0,79	0,23 ± 0,71	0,45 ± 0,96
<i>Falco peregrinus</i> §	0,00	0,02 ± 0,15	0,02 ± 0,15	0,00
Total	95,09 ± 42,86	113,91 ± 44,26		

*letras diferentes representam que os valores diferiram significativamente (P<0,05)

#espécie com interação significativa entre ano e estação climática

§análise estatística não realizada

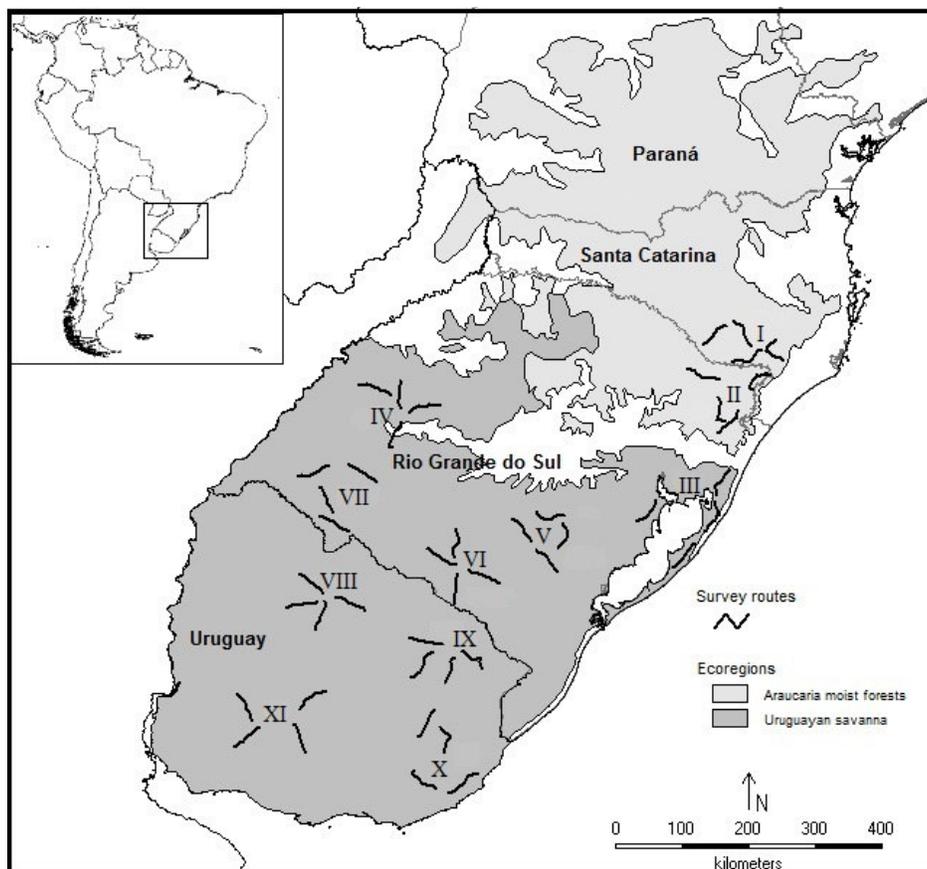


Fig. 1. Área de estudo e transectos amostrados (linhas negras) nos campos de altitude da ecorregião Floresta Úmida com Araucária (Araucarian Moist Forest) (I e II) e nos campos da ecorregião Savana Uruguaia (Uruguayan savannas) (III a XI) no sul do Brasil e Uruguai.

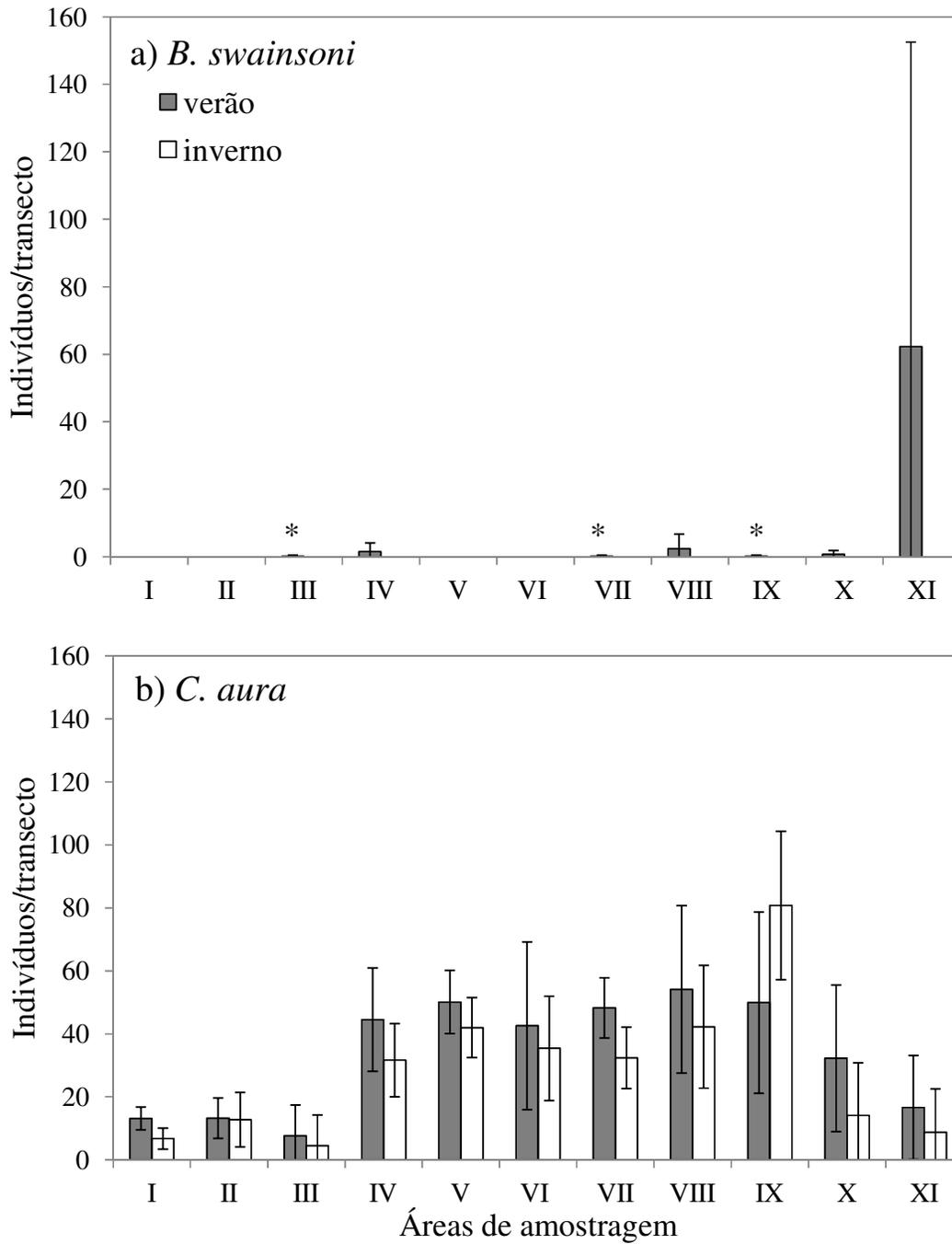


Fig. 2. Abundância relativa média (\pm DP) de (a) *Buteo swainsoni* (gavião-papaga-fanhoto) e (b) *Cathartes aura* (urubu-de-cabeça-vermelha) durante o verão e inverno nos campos do sul do Brasil e Uruguai. Na Fig. 2a o “*” representa abundância relativa média de 0,12 ind./trans. A localização das áreas de amostragem se encontram na Fig. 1.

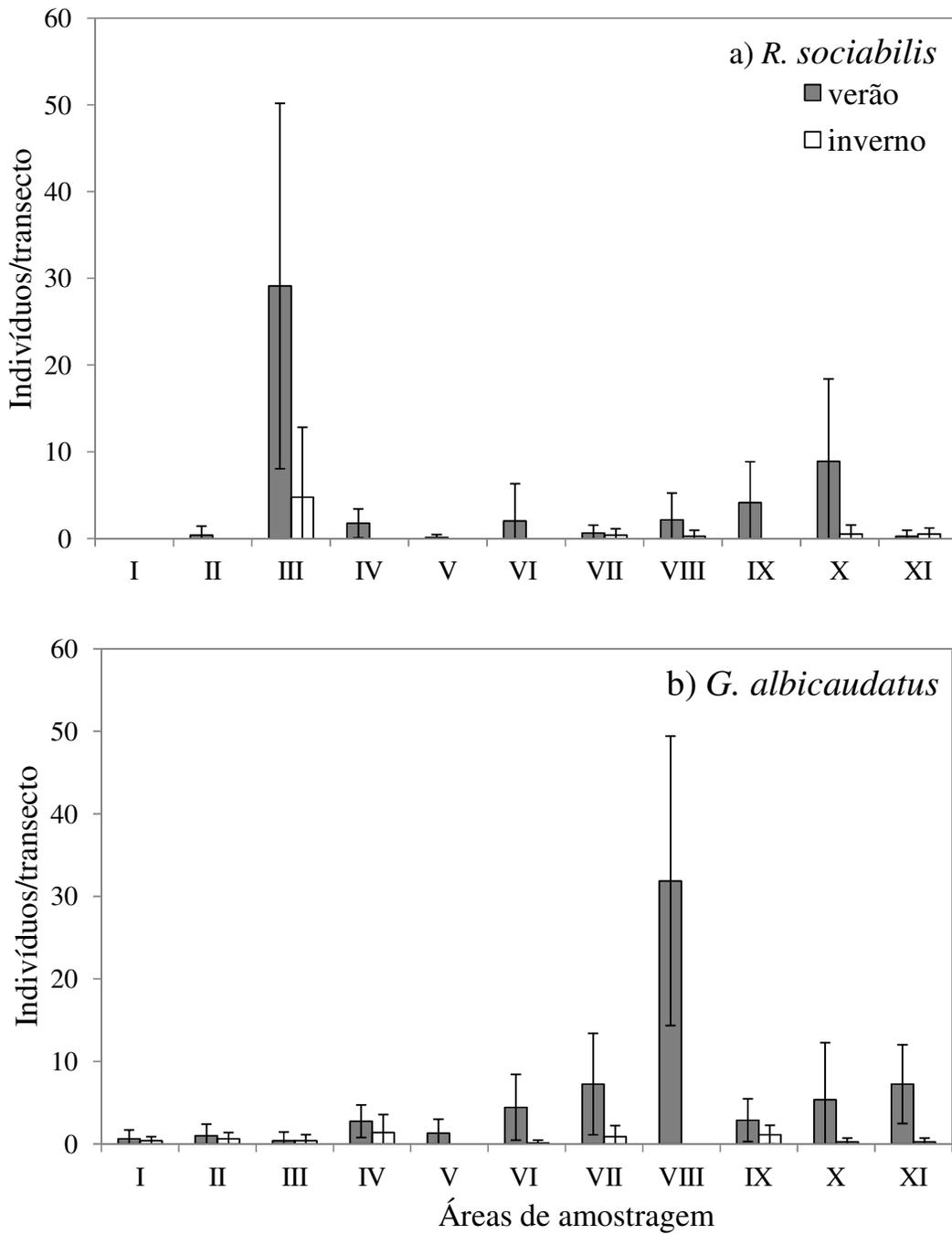


Fig. 3. Abundância relativa média (\pm DP) de (a) *Rostrhamus sociabilis* (gavião-caramujeiro) e (b) *Geranoaetus albicaudatus* (gavião-de-rabo-branco) durante o verão e inverno nos campos do sul do Brasil e Uruguai. A localização das áreas de amostragem se encontram na Fig. 1.

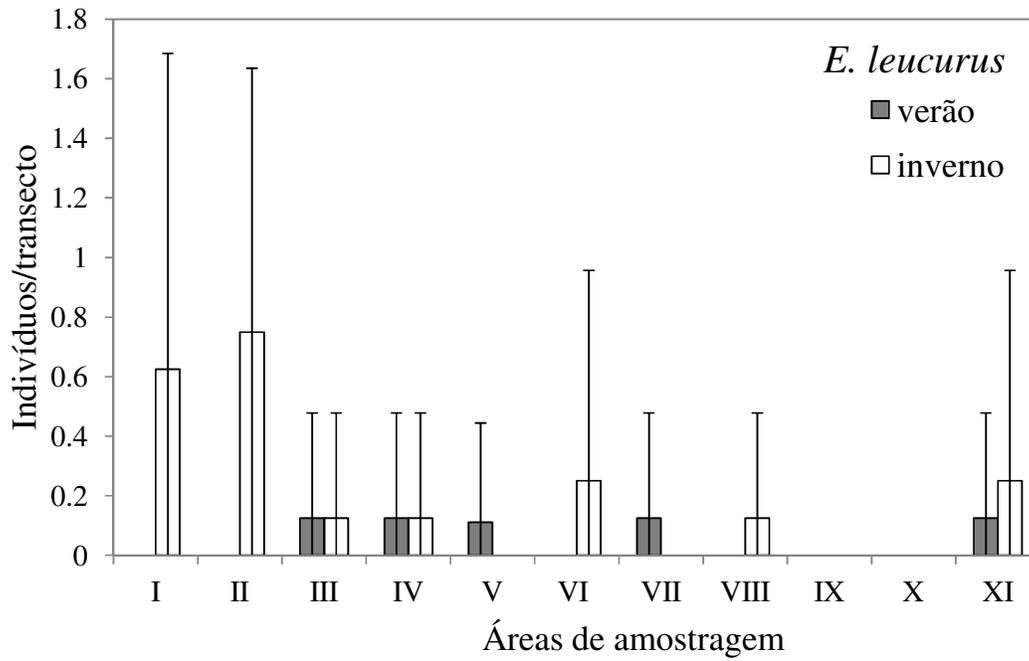


Fig. 4. Abundância relativa média (\pm DP) de *Elanus leucurus* (gavião-peneira) durante o verão e inverno nos campos do sul do Brasil e Uruguai. A localização das áreas de amostragem se encontram na Fig. 1.

4. CONCLUSÕES GERAIS

Os campos do sudeste da América do Sul possuem uma alta diversidade de aves de rapina. Foram registradas 34 espécies, riqueza maior que aquela encontrada no Uruguai, e que corresponde a 56% da riqueza de espécies da Argentina e 45% da riqueza encontrada no Brasil.

O método de transecto rodoviário se mostrou eficiente para a amostragem de aves de rapina em áreas abertas, visto a representatividade da riqueza registrada. Como salientado por outros autores, é um método que, apesar de alguns vieses amostrais devido às características inerentes às rodovias, possibilita a amostragem de uma área ampla a um custo relativamente baixo, gerando resultados satisfatórios e aplicáveis tanto para fins de pesquisa, como o uso de habitat, distribuição das espécies e composição das taxocenoses, quanto para fins de conservação e monitoramento de populações.

Embora o método de pontos de contagem (roadside point transects) seja menos utilizado para amostragens de aves de rapina, nossos resultados sugerem que este método é mais adequado para acessar a abundância das espécies que o método de transectos (roadside strip transect), mais amplamente utilizado. Os métodos não diferiram quanto à riqueza registrada, porém um maior número de espécies consideradas raras ou ameaçadas de extinção foi detectado com o método de pontos de contagem.

A composição das taxocenoses não foi relacionada com a proximidade geográfica, como indicado pelo teste de Mantel ($P > 0,05$), mas com as características topográficas e disponibilidade de habitats (teste Mantel, $P < 0,05$), o que indica que regiões com maior similaridade fisionômica possuem taxocenoses mais similares entre si, independente de estarem próximas ou não espacialmente.

As correlações entre as espécies e as variáveis ambientais indicaram a separação em quatro grandes taxocenoses, resumidamente categorizadas como: 1) taxocenose de ambientes florestais conservados; 2) taxocenose de ambientes de domínio de campos conservados; 3) taxocenose de ambientes úmidos; 4) taxocenoses de áreas florestais degradadas. Os eixos canônicos explicaram apenas 41,3% da variância dos dados o que sugere que o padrão de diversidade de aves de rapina da América do Sul deriva de um conjunto de fatores associados com a heterogeneidade ambiental (explicado pela CCA) e fatores climáticos (não avaliados neste estudo).

Nossos resultados concordaram com a separação dos campos de altitude (na ecorregião Floresta Úmida com Araucária) dos campos da ecorregião Savana Uruguaia, suportando nossa hipótese de que essas regiões possuem taxocenoses de aves de rapina distintas. A existência de extensas áreas florestais circundantes às áreas campestres proporciona maior heterogeneidade ambiental aos campos de altitude. Conseqüentemente se observou maior riqueza de espécies e uma taxocenoses caracterizada por espécies associadas a ambientes florestais, tais como o gavião-de-penacho (*Spizaetus ornatus*), o gavião-de-cabeça-cinza (*Leptodon cayannensis*) e o gavião-de-sobre-branco (*Parabuteo leucorrhous*), e presença, porém com menor abundância, de espécies de áreas campestres como a águia-chilena (*Geranoaetus melanoleucus*) e o gavião-de-cauda-branca (*Geranoaetus albicaudatus*).

A Savana Uruguaia mostrou-se uma ecorregião heterogênea, e, apesar da dominância de espécies campestres, as áreas com domínio de ambientes úmidos (a planície costeira) e com resquícios de ambientes florestais (Serra do Sudeste) possuem taxocenoses distintas. A identificação de três taxocenoses de aves de rapina com composição distinta na Savana Uruguaia: 1) campos da planície costeira; 2) campos da

Serra do Sudeste; 3) campos da Savana Uruguiaia (planalto das Missões, sul do Rio grande do Sul e Uruguai); vai de encontro à divisão das regiões fito-ecológicas do Rio Grande do Sul² que separam a região de formações pioneiras (planície costeira) e as formações da Serra do Sudeste das demais formações campestres do estado.

A organização da taxocenose dos necrófagos (Cathartiformes) mostrou ter maior influência das características da paisagem que de relações hierárquicas interespecíficas. Contudo, a distribuição atual das espécies pode ter sido influenciada pela caça e envenenamento das espécies, ocorrida no século passado.

A composição das taxocenoses dos necrófagos também indicou uma separação entre os campos de altitude e os campos da Savana Uruguiaia. As diferenças foram salientadas pela presença exclusiva do urubu-rei (*Sarcoramphus papa*), espécie florestal, nos campos de altitude, e pelas diferenças nas abundâncias do urubu-de-cabeça-preta (*Coragyps atratus*) e do urubu-de-cabeça-vermelha (*Cathartes aura*). O primeiro foi mais abundante nos campos de altitude, planície costeira e Serra do Sudeste, regiões maior grau de degradação ambiental e urbanização. O urubu-de-cabeça-vermelha foi abundante nas áreas campestres da Savana Uruguiaia (planalto das missões, sul do Rio Grande do Sul e Uruguai).

Aparentemente o urubu-de-cabeça-preta e o urubu-de-cabeça-vermelha se segregam, e as possíveis explicações, além da segregação por preferência de habitat, incluem: 1) aumento das populações do urubu-de-cabeça-preta nas áreas mais urbanizadas devido a maior tolerância da espécie á degradação ambiental; 2) segregação por competição interespecífica entre as espécies; 3) redução das populações do urubu-

² Cordeiro JLP, H Hasenack. 2009. Cobertura vegetal atual do Rio Grande do Sul. In: Pillar VP, Müller SC, Castilhos ZMS, Jacques AVÁ, editors. Campos Sulinos – conservação e uso sustentável da biodiversidade. Brasília: MMA. pp285–299.

de-cabeça-preta nas áreas da Savana Uruguaia no século passado por ação antropogênica. Os itens 2 e 3 não foram contemplados por este estudos, porém o tamanho dos bandos destas duas espécies não diferiram significativamente, requisito para que o urubu-de-cabeça-preta exerça dominância sobre o urubu-de-cabeça-vermelha. As abundâncias de outras espécies que se alimentam de carcaça na região não parecem indicar um efeito negativo nas populações, o que seria esperado no caso de envenenamento de carcaças, como sugerido para a Savana Uruguaia³. O consumo de carcaças contaminadas por produtos tóxicos e os efeitos sobre as populações é conhecido para diversas espécies necrófagas e se faz necessário investigar mais cuidadosamente este efeito antropogênico sobre as espécies Neotropicais.

Quanto à dinâmica temporal, nossos resultados mostraram um padrão de variação sazonal com aumento da abundância relativa das aves de rapina durante a primavera/verão ($113,91 \pm 44,26$ indivíduos/transecto), em relação ao outono/inverno ($95,09 \pm 42,86$ indivíduos/transecto) ($P < 0,01$). Resultado não apenas da presença de espécies reconhecidamente migratórias na região⁴ (e.g. *Buteo swainsoni*, *Elanoides forficatus*, *Ictinia plumbea* e *Falco peregrinus*), mas do afluxo de indivíduos migrantes de espécies que são parcialmente migratórias.

Quatro espécies observadas apenas na primavera/verão, *Elanoides forficatus* (gavião-tesoura), *Ictinia plumbea* (sovi), *Buteo swainsoni* (gavião-papa-gafanhoto) e *Falco peregrinus* (falcão-peregrino), são consideradas migrantes obrigatórios na região

³ 1) Belton, W. 1994. Aves do Rio Grande do Sul, distribuição e biologia. São Leopoldo: Ed. Unisinos; e 2) Arballo E, J Cravino. 1999. Aves del Uruguay. Manual ornitológico Vol 1. Montevideo: Editorial Hemisferio Sur

⁴ Segundo: 1) Bencke, GA 2001. Lista de referência das aves do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul; e 2) Arballo E, J Cravino. 1999. Aves del Uruguay. Manual ornitológico Vol 1. Montevideo: Editorial Hemisferio Sur.

e nossos resultados concordam o status destas espécies. Três espécies, o urubu-de-cabeça-vermelha (*C. aura*), o gavião-caramujeiro (*Rostrhamus sociabilis*) e o gavião-de-rabo-branco (*G. albicadatus*), podem ser consideradas como parcialmente migratórias na região. O padrão de sazonalidade do gavião-peneira (*Elanus leucurus*), o caracará (*Caracara plancus*) e o carrapateiro (*Milvago chimachima*) sugerem estas espécies realizem movimentos locais irruptivos, aproveitando aumentos pontuais na abundância de recursos alimentares.

Concluindo, nossos resultados indicam a ocorrência de alta diversidade de aves de rapina campos do sudeste da América do Sul, com influência da topografia, disponibilidade de habitat e ação antropogênica na composição das taxocenoses, além de uma marcada sazonalidade. Apesar do domínio de ambientes campestres, a região é heterogênea, com características particulares que sugerem a ocorrência de taxocenoses distintas de aves de rapina, o que deve ser considerado no estabelecimento de políticas de conservação na região. Considero este trabalho um primeiro passo para a compreensão da diversidade de aves de rapina da região e para o estabelecimento de um programa mais amplo de monitoramento e estudo das populações. No mínimo, agora temos uma ideia de quem ocorre aonde e em que quantidade, e a partir disto elencar áreas prioritárias para o desenvolvimento de estudos com foco tanto em nível de taxocenose ou quanto em algum nível específico. Muitas lacunas ainda permanecem e novas questões emergiram. Salienta-se a necessidade de investigar os padrões de migração do urubu-de-cabeça-vermelha (*C. aura*), o gavião-caramujeiro (*Rostrhamus sociabilis*) e o gavião-de-rabo-branco (*G. albicadatus*); a existência de conexão entre as populações dos campos de altitude e das demais áreas campestres (especialmente no

caso da águia-cinzenta *Buteogallus coronatus*); e a relação interespecífica entre os necrófagos, além de possíveis reduções populacionais locais por efeito antropogênico.

ANEXO I

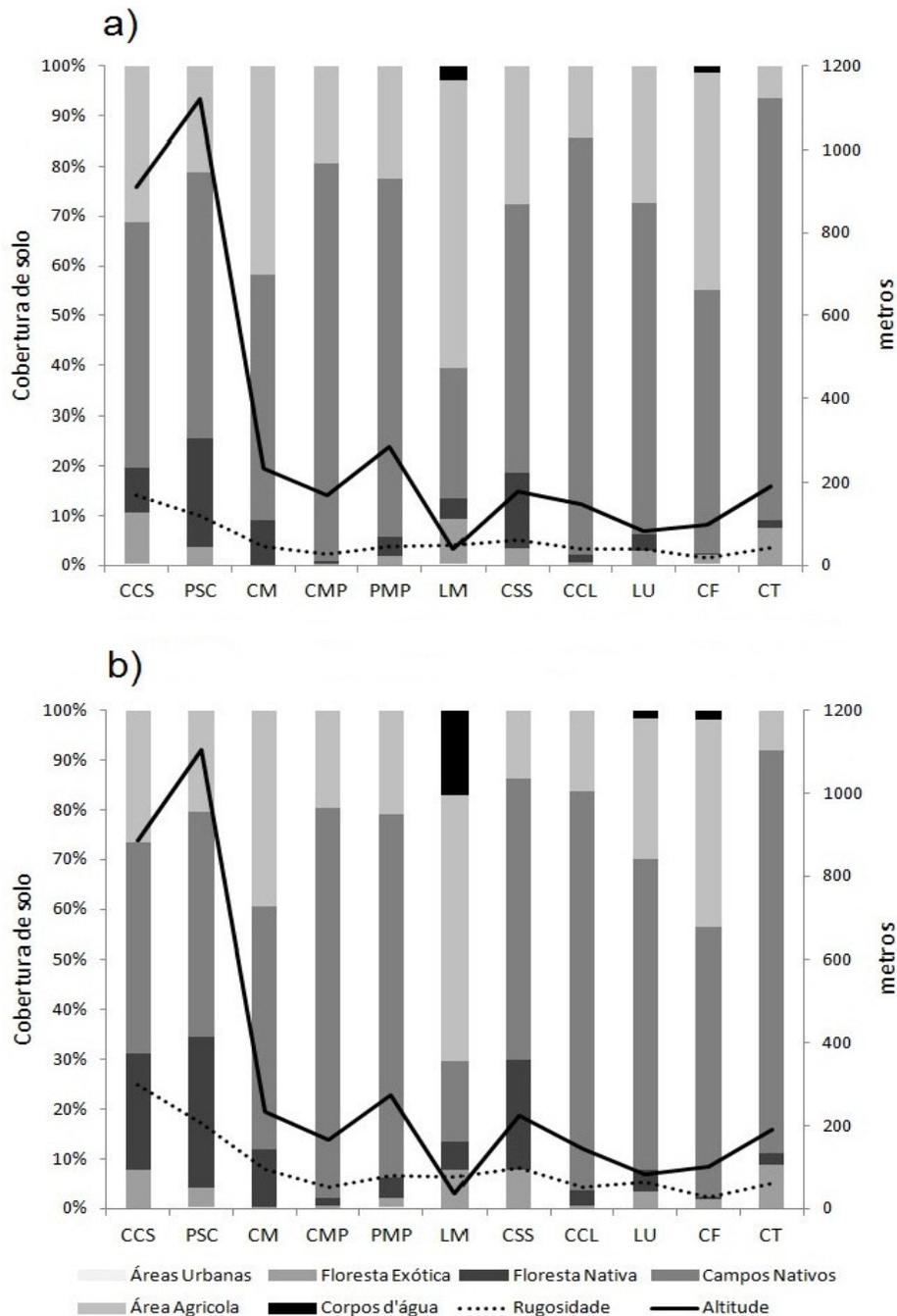


Figura 1. Percentual de uso de solo (%), altitude média (metros) e rugosidade (metros) dos transectos e áreas de amostragem nos campos subtropicais América do Sul. As variáveis foram mensuradas em escala local (28,27 km² ao redor de cada ponto) (Fig. A1a) e regional (314,16 km² ao redor de cada ponto) (Fig. A1b).

Tabela 1. Coeficientes de correlação de Spearman das variáveis ambientais componentes das áreas de amostragem nos campos do sudeste da América do Sul. Valores destacados em negrito representam correlação acima do limiar de seleção das variáveis (0,6). Os coeficientes de correlação foram calculados no programa R (R Development Core Team 2012 <www.r-project.org>).

Variáveis	Escala Local (Buffer 3km)								Escala Regional (Buffer 10 km)								
	AU	FE	Fl	Cp	CD	Ag	Al	Rg	AU	FE	Fl	Cp	CD	Ag	Al	Rg	
Escala Local	Área Urbana (AU)	1.00	0.09	-0.23	-0.15	0.08	0.20	-0.08	-0.17	0.22	0.15	-0.10	-0.18	0.24	0.24	-0.15	-0.09
	Floresta Exótica (FE)		1.00	0.23	-0.24	0.12	0.05	0.04	0.19	0.48	0.81	0.29	-0.35	-0.09	0.06	0.01	0.33
	Floresta (Fl)			1.00	-0.21	-0.33	-0.09	0.47	0.72	0.23	0.26	0.80	-0.44	-0.50	-0.05	0.54	0.78
	Campo (Cp)				1.00	-0.29	-0.90	0.14	0.04	-0.19	-0.20	-0.47	0.77	-0.03	-0.56	-0.02	-0.42
	Corpos d'água (CD)					1.00	0.41	-0.68	-0.44	-0.09	0.22	-0.24	-0.01	0.54	0.23	-0.60	-0.31
	Agricultura (Ag)						1.00	-0.33	-0.31	0.08	-0.02	0.20	-0.61	0.20	0.63	-0.15	0.16
	Altitude (Al)							1.00	0.69	0.43	-0.01	0.48	-0.08	-0.68	-0.34	0.88	0.60
	Rugosidade (Rg)								1.00	0.28	0.25	0.59	-0.20	-0.48	-0.23	0.53	0.59
Escala Regional	Área Urbana (AU)									1.00	0.40	0.25	-0.32	-0.09	0.21	0.46	0.42
	Floresta Exótica (FE)										1.00	0.31	-0.18	-0.15	-0.20	-0.01	0.33
	Floresta (Fl)											1.00	-0.65	-0.56	0.06	0.57	0.94
	Campo (Cp)												1.00	0.03	-0.70	-0.15	-0.59
	Corpos d'água (CD)													1.00	0.48	-0.80	-0.69
	Agricultura (Ag)														1.00	-0.33	0.01
	Altitude (Al)															1.00	0.73
	Rugosidade (Rg)																1.00

ANEXO II – ZOOLOGICAL STUDIES - INSTRUÇÕES PARA OS AUTORES

<http://zoolstud.sinica.edu.tw/ITC.pdf>

Zoological Studies publishes original research papers in six major fields, including **Behavioral biology, Ecology, Evolution, Systematics and Biogeography, Comparative physiology and Animals/plants interaction**. Manuscripts are welcome from around the world, but must be written in English. Authors who submit exceptionally long manuscripts may be asked to defray a portion of related printing cost. Color photographs can be printed at the author,s expense. The journal will provide 25 free reprints of accepted articles per publication; additional reprints are available for order at the author,s expense.

With the exception of invited review papers, submissions must include a cover letter containing the basic information and stating that the manuscript is based on previously unpublished original research and has not been submitted to another journal for publication. If the paper concerns the use of animals or specimens in research, a statement to the effect that the author(s) has adhered to the legal requirements of the country in which the work was carried out or to any institutional guidelines should be included. Authors are encouraged to provide the names and e-mail addresses of four possible reviewers.

The Editorial Board has final authority concerning acceptance or rejection of any manuscript. As a condition of publication, the authors, copyright automatically belongs to *Zoological Studies*. If the author(s) does not have clear title to the copyright of any part of the manuscript, it is the sole responsibility of the author(s) to obtain written permission from the copyright holder and present it to the editor of *Zoological Studies*.

The following format guidelines should be followed for all papers submitted.

I. Submission procedure

Manuscripts must be submitted via e-mail as electronic files to the Editorial Office: zoolstud@gate.sinica.edu.tw. The text should be submitted as a Microsoft Word file and a PDF file. The MS Word file will allow a timely review process by allowing reviewers to insert comments on the electronic copy. Figures should be included at the end of the PDF file containing the text, but for publication of accepted manuscripts, separate text and figure files are requested as described below. To reduce the PDF file size for more-efficient transmission, embed fonts, use the “optimize” function in Adobe Acrobat (or other program), and use no more than 300 dpi resolution for figures. To aid the Editor in file management, please begin all filenames with the surname of the first author; it would also be useful to include the date: e.g., Randall_et_al_4Sep02.doc (spell out month to avoid confusion). Important: Please place the date of submission in the top right corner of the title page and change the date on subsequent revisions. All corresponding authors will receive a confirmation of receipt of the manuscript via e-mail. **Authors who have not received a confirmation within one week should check with the editorial office.** After an electronic submission has been examined and determined to be appropriate for *Zoological Studies*, it will be sent electronically to reviewers, who will return it the same way.

Peer review involves the following steps:

1. Author submits manuscript; recommend 4 potential overseas referees;
2. Editorial Office checks formatting;
3. Chief Editor assigns a Subject Editor;
4. Subject Editor assigns Reviewers;
5. Reviewers submit review reports;
6. Subject Editor makes recommendation;
7. Chief Editor makes final decision; and
8. Author is informed of decision.

Manuscript Types

Reports: Reports are full-length papers and should not exceed 8000 words (including tables and figure legends).

Invited Reviews: The Chief Editor invites an author to write a review. Invited reviews should normally be the same length as a report.

II. Title Page

The title page should include the manuscript title; names of all authors; address(es) of where the research was conducted and, if different, all current addresses of the authors including fax and e-mail if available; a short running title of less than 40 characters; name, address, telephone, and fax numbers where correspondence should be sent; and no more than five keywords preferably not in the title.

III. Abstract

The abstract should be a factual condensation of the entire paper, including a statement of purpose, a clear description of observations and findings, and a concise presentation of the conclusions. It should not exceed 300 words. Literature citations should be avoided.

IV. Text

Manuscripts should include the following sections: Abstract, Materials and Methods, Results, Discussion, Acknowledgments, References, Figures, and Tables. Begin each section on a separate sheet.

The full text of the Abstract to the References should be double-spaced with a minimum of 1.5-inch margins.

Numbered lines should be marked through the text to make it easier to refer to corrections in the review process. The font of the entire manuscript should be set to 12 point Times New Roman. Scientific binomials should be italicized.

V. References

References should be cited in the text using the following formats: (Smith 1992), (Smith et al. 1992), or (Smith 1978a b 1983 1992, Jones 1990). Bibliographic citations should be arranged alphabetically according to the surname of the primary author, and formatted as in the following examples.

Aranishi F. 2005b. Rapid PCR-RFLP method for discrimination of imported mackerel and domestic mackerel. *Mar. Biotechnol.* (in press)

Chen W. 1974. *Butterflies of Taiwan in colour*. Taipei: Chinese Culture Press. (in Chinese)

- Elzinga A, N Alonzo. 1983. Analysis for methylated amino acids in proteins. *In* CHW Hirs, SN Timasheff, eds. *Methods in enzymology*. Vol. 91, Part I. New York: Academic Press, pp. 8-13.
- Fishbase. 2005. A global information system on fishes. Available at <http://fishbase.sinica.edu.tw/home.htm>
- Fisher CR, JJ Childress. 1986. Translocation of fixed carbon from symbiotic bacteria to host tissues in the gutless bivalve *Solemya reidi*. *Mar. Biol.* **93**: 59-68.
- Fujioka T, H Chiba. 1988. Notes on distributions of some Japanese butterflies. *Spec. Bull. Lep. Soc. Jap.* **6**: 141-149. (in Japanese with English summary)
- Mills SC, JD Reynolds. 2003. The bitterling-mussel interaction as a test case for co-evolution. *J. Fish Biol.* **63 (Supplement A)**: 84-104.
- Munday PL, PJ Eyre, GP Jones. 2003. Ecological mechanisms for coexistence of colour polymorphism in a coral-reef fish: an experimental evaluation. *Oecologia* **442**: 519-526.
- Lee CL. 1998. A study on the feasibility of the aquaculture of the southern bluefin tuna in Australia. Department of Agriculture, Fisheries and Forestry (AFFA), Canberra, ACT 1998, 92 pp.
- Summerfelt RC, GE Hall, eds. 1987. *Age and growth in fish*. Ames, IA: Iowa State University Press.

VI. Tables

Tables should not duplicate material found in the text or in accompanying illustrations. Tables must be numbered consecutively in the order of mention in the text, and be described in brief but complete legends.

All tables must be typed double-spaced without vertical lines, one table per page. All symbols (a, b, c, etc.) and abbreviations used must be briefly and clearly explained in the table footnotes. Asterisks should be used to indicate levels of significance: a single asterisk (*) for $p \leq 0.05$, double asterisks (**) for $p \leq 0.01$, and triple asterisks (***) for $p \leq 0.001$.

VII. Figures

Figures should be in the following format.

1. Figures must be in finished form and ready for reproduction.
2. Number the figures using Arabic numerals according to the order of mention in the text.
3. Appropriate lettering and labeling should be used with letters and numbers which will be at least 1.5 mm high in the final reproduction.
4. The Font of the lettering should be Arial. All figures should be one or two column widths (either 8 or 17 cm) in size. The maximum printed page height is 23 cm. Include scale bars where appropriate. Color and grayscale photograph should be saved in EPS format.
5. Color photographs should be at a resolution of 300 pixels/inch. Grayscale photographs should be saved in 8 bits/channel. Photographs should be saved in CMYK which is suitable for printing. Do not save the format in indexed color.
6. Line drawings should be prepared in TIFF format at a resolution of 1200 pixels/inch. Figures are edited using EXCEL, so please provide the original files.
7. Authors should prepare any TIFF- or EPS-formatted figures at the intended final size which is suitable for editing, and also prepare figures with no labels or words after the manuscript is accepted.

8. If all parts of a figure can be clearly seen in the printed version, then this is a good indication that the figure will be acceptable.

9. The maximum size for all originals should not exceed the size of a printed page.

High-quality original

artwork or glossy prints should be submitted for reproduction mounted on appropriate mounting cards.

10. Authors may indicate their size preferences of each figure (i.e., two-column width, “do not reduce,” etc.). All lines must be dark and sharply drawn. Reproductions may be used for review copies of a manuscript.

VIII. Figure Legends

Each figure should be accompanied by a title and explanatory figure legend. All associated descriptive legends should be typed (double-spaced) on a separate sheet; sufficient detail should be given in each legend to understand the figure independent of the text.

IX. Nucleotide and Protein Sequences

Newly reported nucleotide and protein sequences must be deposited in the DDBJ/EMBC/GenBank databases. Accession numbers must be included in the final version of the manuscript.

X. Special Notes on Taxonomic Papers

Taxonomic papers submitted to *Zoological Studies* will be considered by the uniqueness of the taxa under study (e.g., a poorly described taxonomic group). Authors describing a new species are encouraged to incorporate a revision of that particular group or relationships to existing species. Simple taxonomic descriptions are no longer considered for publication in *Zoological Studies*. Those papers submitted to *Zoological Studies* should follow the following style conventions.

1. Upon the first mention of a species or infra-familial in both the abstract and text, the author of the animal taxon must be cited referring to the International Code of Zoological Nomenclature. Do not abbreviate the generic name of a taxon upon first mention or at the beginning of a sentence. Author,s names of a taxon must not be abbreviated except for Linnaeus (as L.) and Fabricius (as Fabr.). When multiple authorships are involved, authors, names should be separated by “et” or “and”. When citing authors of a taxon, citation of the year is optional. If used, however, the year must be enclosed within parentheses or square brackets, and the citation must be considered a reference citation within the article and be listed in the references.

2. New taxa or synonymies that are erected should be clearly and appropriately marked as: comb. nov., com. rev., nom. nov., sp. nov., stat. nov., stat. rev., syn. nov., etc. A new taxon must list the name of the describing author(s) after the binomial or trinomial, even if it is the same as the manuscript author(s).

3. Types: Descriptions and revisions also require comments on the types involved. Comments on types should be in a separate paragraph, and should include collection data and deposition information.

4. Keys: Keys are not essential in taxonomic work, but are highly recommended. Keys must be concise, clear, easy to follow, and have reversibility provisions. Keys must also be in adjacent couplet style, and each couplet should preferably contain more than a single, non-overlapping attribute.

5. Materials examined: Holotype and paratype(s) must be designated if a new taxon is being published. Designation of an allotype is not necessary. The collecting site, number of specimens examined, sex, date, and collector should be stated.

6. The result section of the systematic papers should be in the order of scientific name, synonyms, Material examined (inc. holotype and paratype), Etymology, Diagnosis, Description (inc. Measurements), then a Distribution. The Discussion section should be included at the end of maintext.

ANEXO III – PLOS ONE - INSTRUÇÕES PARA OS AUTORES

<http://www.plosone.org/static/guidelines.action>

1. Format Requirements

PLOS ONE does **not** consider presubmission inquiries. All submissions should be prepared with the following files:

- Cover letter
- Manuscript, including tables and figure legends
- Figures (guidelines for preparing figures can be found at the [Figure and Table Guidelines](#))

Prior to submission, authors who believe their manuscripts would benefit from professional editing are encouraged to use language-editing and copyediting services. Obtaining this service is the responsibility of the author, and should be done before initial submission. These services can be found on the web using search terms like "scientific editing service" or "manuscript editing service." Submissions are **not** copyedited before publication.

Submissions that do not meet the [PLOS ONE Publication Criterion for language standards](#) may be rejected.

Cover Letter

You should supply an approximately one page cover letter that:

- Concisely summarizes why your paper is a valuable addition to the scientific literature
- Briefly relates your study to previously published work
- Specifies the type of article you are submitting (for example, research article, systematic review, meta-analysis, clinical trial)
- Describes any prior interactions with PLOS regarding the submitted manuscript
- Suggests appropriate *PLOS ONE* Academic Editors to handle your manuscript (view a [complete listing of our academic editors](#))
- Lists any recommended or opposed reviewers

Your cover letter should **not** include requests to reduce or waive publication fees. Should your manuscript be accepted, you will have the opportunity to include your requests at that time. See [PLOS ONE Editorial Policy](#) for more information regarding publication fees.

Manuscript Organization

PLOS ONE considers manuscripts of any length. There are no explicit restrictions for the number of words, figures, or the length of the supporting information, although we encourage a concise and accessible writing style. We will **not** consider monographs.

All manuscripts should include line numbers and page numbers.

Manuscripts should begin with the ordered sections:

- Title
- Authors
- Affiliations
- Abstract
- Introduction

and end with the sections of:

- Acknowledgments
- References
- Figure Legends
- Tables

Figures should not be included in the main manuscript file. Each figure must be prepared and submitted as an individual file. Find more information about preparing figures [here](#).

The title, authors, and affiliations should all be included on a title page as the first page of the manuscript file.

There are no explicit requirements for section organization between these beginning and ending sections. Articles may be organized in different ways and with different section titles, according to the authors' preference. In most cases, internal sections include:

- Materials and Methods
- Results
- Discussion
- Conclusions (optional)

PLOS ONE has no specific requirements for the order of these sections, and in some cases it may be appropriate to combine sections. Guidelines for individual sections can be found [below](#).

Abbreviations should be kept to a minimum and defined upon first use in the text. Non-standard abbreviations should not be used unless they appear at least three times in the text.

Standardized nomenclature should be used as appropriate, including appropriate usage of species names and SI units.

Manuscript File Type Requirements

Authors may submit their manuscript files in Word (as .doc or .docx), LaTeX (as .pdf), or RTF format. Only RTF and .doc files can be used during the production process.

LaTeX Submissions. If you would like to submit your manuscript using LaTeX, you must author your article using the [PLOS ONE LaTeX template](#) and [BibTeX style sheet](#). Articles prepared in LaTeX may be submitted in PDF format for use during the review process. After acceptance, however, .tex files and formatting information will be required as a zipped file. Please consult our [LaTeX guidelines](#) for a list of what will be required.

Submissions with equations. If your manuscript is or will be in .docx format and contains equations, you must follow the instructions below to make sure that your equations are editable when the file enters production.

If you have not yet composed your article, you can ensure that the equations in your .docx file remain editable in .doc by enabling "Compatibility Mode" before you begin. To do this, open a new document and save as Word 97-2003 (*.doc). Several features of Word 2007/10 will now be inactive, including the built-in equation editing tool. You can insert equations in one of the two ways listed below.

If you have already composed your article as .docx and used its built-in equation editing tool, your equations will become images when the file is saved down to .doc. To resolve this problem, re-key your equations in one of the two following ways.

1. Use MathType to create the equation (recommended)
2. Go to Insert > Object > Microsoft Equation 3.0 and create the equation

If, when saving your final document, you see a message saying "Equations will be converted to images," your equations are no longer editable and PLoS will not be able to accept your file.

2. Guidelines for Standard Sections

Title

Manuscripts must be submitted with both a full title and a short title, which will appear at the top of the PDF upon publication if accepted. Only the full title should be included in the manuscript file; the short title will be entered during the online submission process.

The full title must be 150 characters or fewer. It should be specific, descriptive, concise, and comprehensible to readers outside the subject field. Avoid abbreviations if possible. Where appropriate, authors should include the species or model system used (for biological papers) or type of study design (for clinical papers).

Examples:

- Impact of Cigarette Smoke Exposure on Innate Immunity: A *Caenorhabditis elegans* Model
- Solar Drinking Water Disinfection (SODIS) to Reduce Childhood Diarrhoea in Rural Bolivia: A Cluster-Randomized, Controlled Trial

The short title must be 50 characters or fewer and should state the topic of the paper.

Authors and Affiliations

All author names should be listed in the following order:

- First names (or initials, if used),
- Middle names (or initials, if used), and
- Last names (surname, family name)

Each author should list an associated department, university, or organizational affiliation and its location, including city, state/province (if applicable), and country. If the article has been submitted on behalf of a consortium, all author names and affiliations should be listed at the end of the article.

This information cannot be changed after initial submission, so please ensure that it is correct.

To qualify for authorship, a researcher should contribute to **all** of the following:

1. Conception and design of the work, acquisition of data, or analysis and interpretation of data
2. Drafting the article or revising it critically for important intellectual content
3. Final approval of the version to be published

All persons designated as authors should qualify for authorship, and all those who qualify should be listed. Each author must have participated sufficiently in the work to take public responsibility for appropriate portions of the content. Those who contributed to the work but do not qualify for authorship should be listed in the acknowledgments.

When a large group or center has conducted the work, the author list should include the individuals whose contributions meet the criteria defined above, as well as the group name.

One author should be designated as the corresponding author, and his or her email address or other contact information should be included on the manuscript cover page. This information will be published with the article if accepted.

See the [PLoS ONE Editorial Policy regarding authorship criteria](#) for more information.

Abstract

The abstract should:

- Describe the main objective(s) of the study
- Explain how the study was done, including any model organisms used, without methodological detail
- Summarize the most important results and their significance
- Not exceed 300 words

Abstracts should **not** include:

- Citations
- Abbreviations, if possible

Introduction

The introduction should:

- Provide background that puts the manuscript into context and allows readers outside the field to understand the purpose and significance of the study
- Define the problem addressed and why it is important
- Include a brief review of the key literature
- Note any relevant controversies or disagreements in the field
- Conclude with a brief statement of the overall aim of the work and a comment about whether that aim was achieved

Materials and Methods

This section should provide enough detail to allow suitably skilled investigators to fully replicate your study. Specific information and/or protocols for new methods should be included in detail. If materials, methods, and protocols are well established, authors may cite articles where those protocols are described in detail, but the submission should include sufficient information to be understood independent of these references.

We encourage authors to submit detailed protocols for newer or less well-established methods as Supporting Information. These are published online only, but are linked to the article and are fully searchable. Further information about formatting Supporting Information files, can be found [here](#).

Methods sections of papers on research using **human or animal subjects and/or tissue or field sampling** must include required ethics statements. See the [Reporting Guidelines for human research](#), [clinical trials](#), [animal research](#), and [observational and field studies](#) for more information.

Methods sections of papers with **data that should be deposited in a publicly available database** should specify where the data have been deposited and provide the relevant accession numbers and version numbers, if appropriate. Accession numbers should be provided in parentheses after the entity on first use. If the accession numbers have not yet been obtained at the time of submission, please state that they will be provided during review. They must be provided prior to publication.

Methods sections of papers using **cell lines** must state the origin of the cell lines used. See the [Reporting Guidelines for cell line research](#) for more information.

Methods sections of papers adding **new taxon names** to the literature must follow the Reporting Guidelines below for a new [zoological taxon](#), [botanical taxon](#), or [fungal taxon](#).

Results, Discussion, and Conclusions

These sections may all be separate, or may be combined to create a mixed Results/Discussion section (commonly labeled "Results and Discussion") or a mixed Discussion/Conclusions section (commonly labeled "Discussion"). These sections may be further divided into subsections, each with a concise subheading, as appropriate. These sections have no word limit, but the language should be clear and concise.

Together, these sections should describe the results of the experiments, the interpretation of these results, and the conclusions that can be drawn. Authors should explain how the results relate to the hypothesis presented as the basis of the study and provide a succinct explanation of the implications of the findings, particularly in relation to previous related studies and potential future directions for research.

PLOS ONE editorial decisions do not rely on perceived significance or impact, so authors should avoid overstating their conclusions. See the *PLOS ONE* [Publication Criteria](#) for more information.

Acknowledgments

People who contributed to the work but do not fit the [PLOS ONE authorship criteria](#) should be listed in the acknowledgments, along with their contributions. You must ensure that anyone named in the acknowledgments agrees to being so named.

Funding sources should **not** be included in the acknowledgments, or anywhere in the manuscript file. You will provide this information during the manuscript submission process.

References

Only published or accepted manuscripts should be included in the reference list. Manuscripts that have been submitted but not yet accepted should not be cited. Limited citation of unpublished work should be included in the body of the text only as "unpublished data."

References must be listed at the end of the manuscript and numbered in the order that they appear in the text. In the text, citations should be indicated by the reference number in brackets. Journal name abbreviations should be those found in the [NCBI databases](#). A number of reference software companies supply PLOS style files (e.g., [Reference Manager](#), [EndNote](#)).

Proper formatting of the references is crucial; some examples are shown below.

- **Published papers.** Hou WR, Hou YL, Wu GF, Song Y, Su XL, et al. (2011) cDNA, genomic sequence cloning and overexpression of ribosomal protein gene L9 (rpL9) of the giant panda (*Ailuropoda melanoleuca*). *Genet Mol Res* 10: 1576-1588.
Note: Use of a DOI number for the full-text article is acceptable as an alternative to or in addition to traditional volume and page numbers.
- **Accepted, unpublished papers.** Same as above, but “In press” appears instead of the page numbers.
- **Electronic journal articles.** Huynen MMTE, Martens P, Hilderlink HBM (2005) The health impacts of globalisation: a conceptual framework. *Global Health* 1: 14. Available: <http://www.globalizationandhealth.com/content/1/1/14>. Accessed 25 January 2012.
- **Books.** Bates B (1992) *Bargaining for life: A social history of tuberculosis*. Philadelphia: University of Pennsylvania Press. 435 p.
- **Book chapters** Hansen B (1991) New York City epidemics and history for the public. In: Harden VA, Risse GB, editors. *AIDS and the historian*. Bethesda: National Institutes of Health. pp. 21-28.

Tables

Tables should be included at the end of the manuscript. All tables should have a concise title. Footnotes can be used to explain abbreviations. Citations should be indicated using the same style as outlined above. Tables occupying more than one printed page should be avoided, if possible. Larger tables can be published as Supporting Information. Please ensure that table formatting conforms to our Guidelines for table preparation.

Figure Legends

Figures should **not** be included in the manuscript file, but figure legends should be. Guidelines for preparing figures can be found here.

Figure legends should describe the key messages of a figure. Legends should have a short title of 15 words or less. The full legend should have a description of the figure and allow readers to understand the figure without referring to the text. The legend itself should be succinct, avoid lengthy descriptions of methods, and define all non-standard symbols and abbreviations.

Further information about figure legends can be found in the Figure Guidelines.

ANEXO IV – BIODIVERSITY AND CONSERVATION - INSTRUÇÕES PARA OS AUTORES

<http://www.springer.com/life+sciences/evolutionary+%26+developmental+biology/journal/10531#>

Editor-in-Chief: David L. Hawksworth
ISSN: 0960-3115 (print version)
ISSN: 1572-9710 (electronic version)
Journal no. 10531

GENERAL

Language

The journal's language is English. British English or American English spelling and terminology may be used, but either one should be followed consistently throughout the article. Authors are responsible for ensuring the language quality prior to submission.

Is there an existing module for this? It should probably be made clear on submission to all journals.

Spacing

Please double-space all material, including notes and references.

Nomenclature

The correct names of organisms conforming with the international rules of nomenclature must be used.

Descriptions of new taxa should not be submitted unless a specimen has been deposited in a recognized collection and it is designated as a type strain in the paper. Biodiversity and Conservation uses the same conventions for the genetics nomenclature of bacteria, viruses, transposable elements, plasmids and restriction enzymes as the American Society for Microbiology journals.

Article types

The journal publishes original research, and also Editorials, Comments and Research notes. These types of articles should be submitted to the Journals Editorial Office in the usual way, but authors should select whether they are Original Research, Editorials, Comments or Research notes.

MANUSCRIPT SUBMISSION

Manuscript Submission

Submission of a manuscript implies: that the work described has not been published before; that it is not under consideration for publication anywhere else; that its publication has been approved by all co-authors, if any, as well as by the responsible authorities – tacitly or explicitly – at the institute where the work has been carried out. The publisher will not be held legally responsible should there be any claims for compensation.

Permissions

Authors wishing to include figures, tables, or text passages that have already been published elsewhere are required to obtain permission from the copyright owner(s) for both the print and online format and to include evidence that such permission has been granted when submitting their papers. Any material received without such evidence will be assumed to originate from the authors.

Online Submission

Authors should submit their manuscripts online. Electronic submission substantially reduces the editorial processing and reviewing times and shortens overall publication times. Please follow the hyperlink “Submit online” on the right and upload all of your manuscript files following the instructions given on the screen.

TITLE PAGE

Title Page

The title page should include:

The name(s) of the author(s)

A concise and informative title

The affiliation(s) and address(es) of the author(s)

The e-mail address, telephone and fax numbers of the corresponding author

Abstract

Please provide an abstract of 150 to 250 words. The abstract should not contain any undefined abbreviations or unspecified references.

Keywords

Please provide 4 to 6 keywords which can be used for indexing purposes.

TEXT

Text Formatting

Manuscripts should be submitted in Word.

Use a normal, plain font (e.g., 10-point Times Roman) for text.

Use italics for emphasis.

Use the automatic page numbering function to number the pages.

Do not use field functions.

Use tab stops or other commands for indents, not the space bar.

Use the table function, not spreadsheets, to make tables.

Use the equation editor or MathType for equations.

Save your file in docx format (Word 2007 or higher) or doc format (older Word versions).

Manuscripts with mathematical content can also be submitted in LaTeX.

Headings

Please use no more than three levels of displayed headings.

Abbreviations

Abbreviations should be defined at first mention and used consistently thereafter.

Footnotes

Footnotes can be used to give additional information, which may include the citation of a reference included in the reference list. They should not consist solely of a reference citation, and they should never include the bibliographic details of a reference. They should also not contain any figures or tables.

Footnotes to the text are numbered consecutively; those to tables should be indicated by superscript lower-case letters (or asterisks for significance values and other statistical data). Footnotes to the title or the authors of the article are not given reference symbols. Always use footnotes instead of endnotes.

Acknowledgments

Acknowledgments of people, grants, funds, etc. should be placed in a separate section before the reference list. The names of funding organizations should be written in full.

REFERENCES

Citation

Cite references in the text by name and year in parentheses. Some examples:

Negotiation research spans many disciplines (Thompson 1990).

This result was later contradicted by Becker and Seligman (1996).

This effect has been widely studied (Abbott 1991; Barakat et al. 1995; Kelso and Smith 1998; Medvec et al. 1999).

Reference list

The list of references should only include works that are cited in the text and that have been published or accepted for publication. Personal communications and unpublished works should only be mentioned in the text. Do not use footnotes or endnotes as a substitute for a reference list.

Reference list entries should be alphabetized by the last names of the first author of each work.

Journal article

Gamelin FX, Baquet G, Berthoin S, Thevenet D, Nourry C, Nottin S, Bosquet L (2009) Effect of high intensity intermittent training on heart rate variability in prepubescent children. *Eur J Appl Physiol* 105:731-738. doi: 10.1007/s00421-008-0955-8

Ideally, the names of all authors should be provided, but the usage of “et al” in long author lists will also be accepted:

Smith J, Jones M Jr, Houghton L et al (1999) Future of health insurance. *N Engl J Med* 341:325–329

Article by DOI

Slifka MK, Whitton JL (2000) Clinical implications of dysregulated cytokine production. *J Mol Med*. doi:10.1007/s001090000086

Book

South J, Blass B (2001) *The future of modern genomics*. Blackwell, London

Book chapter

Brown B, Aaron M (2001) The politics of nature. In: Smith J (ed) *The rise of modern genomics*, 3rd edn. Wiley, New York, pp 230-257

Online document

Cartwright J (2007) Big stars have weather too. IOP Publishing PhysicsWeb.
<http://physicsweb.org/articles/news/11/6/16/1>. Accessed 26 June 2007

Dissertation

Trent JW (1975) Experimental acute renal failure. Dissertation, University of California
Always use the standard abbreviation of a journal's name according to the ISSN List of

Title Word

Abbreviations, see

www.issn.org/2-22661-LTWA-online.php

EndNote style (zip, 3 kB)

For authors using EndNote, Springer provides an output style that supports the formatting of in-text citations and reference list.

TABLES

All tables are to be numbered using Arabic numerals.

Tables should always be cited in text in consecutive numerical order.

For each table, please supply a table caption (title) explaining the components of the table.

Identify any previously published material by giving the original source in the form of a reference at the end of the table caption.

Footnotes to tables should be indicated by superscript lower-case letters (or asterisks for significance values and other statistical data) and included beneath the table body.

ARTWORK AND ILLUSTRATIONS GUIDELINES

For the best quality final product, it is highly recommended that you submit all of your artwork – photographs, line drawings, etc. – in an electronic format. Your art will then be produced to the highest standards with the greatest accuracy to detail. The published work will directly reflect the quality of the artwork provided.

Electronic Figure Submission

Supply all figures electronically.

Indicate what graphics program was used to create the artwork.

For vector graphics, the preferred format is EPS; for halftones, please use TIFF format.

MS Office files are also acceptable.

Vector graphics containing fonts must have the fonts embedded in the files.

Name your figure files with "Fig" and the figure number, e.g., Fig1.eps.

Line Art

Definition: Black and white graphic with no shading.

Do not use faint lines and/or lettering and check that all lines and lettering within the figures are legible at final size.

All lines should be at least 0.1 mm (0.3 pt) wide.

Scanned line drawings and line drawings in bitmap format should have a minimum resolution of 1200 dpi.

Vector graphics containing fonts must have the fonts embedded in the files.

Halftone Art

Definition: Photographs, drawings, or paintings with fine shading, etc.

If any magnification is used in the photographs, indicate this by using scale bars within the figures themselves.

Halftones should have a minimum resolution of 300 dpi.

Combination Art

Definition: a combination of halftone and line art, e.g., halftones containing line drawing, extensive lettering, color diagrams, etc.

Combination artwork should have a minimum resolution of 600 dpi.

Color Art

Color art is free of charge for online publication.

If black and white will be shown in the print version, make sure that the main information will still be visible. Many colors are not distinguishable from one another when converted to black and white. A simple way to check this is to make a xerographic copy to see if the necessary distinctions between the different colors are still apparent.

If the figures will be printed in black and white, do not refer to color in the captions.

Color illustrations should be submitted as RGB (8 bits per channel).

Figure Lettering

To add lettering, it is best to use Helvetica or Arial (sans serif fonts).

Keep lettering consistently sized throughout your final-sized artwork, usually about 2–3 mm (8–12 pt).

Variance of type size within an illustration should be minimal, e.g., do not use 8-pt type on an axis and 20-pt type for the axis label.

Avoid effects such as shading, outline letters, etc.

Do not include titles or captions within your illustrations.

Figure Numbering

All figures are to be numbered using Arabic numerals.

Figures should always be cited in text in consecutive numerical order.

Figure parts should be denoted by lowercase letters (a, b, c, etc.).

If an appendix appears in your article and it contains one or more figures, continue the consecutive numbering of the main text. Do not number the appendix figures, "A1, A2, A3, etc." Figures in online appendices (Electronic Supplementary Material) should, however, be numbered separately.

Figure Captions

Each figure should have a concise caption describing accurately what the figure depicts. Include the captions in the text file of the manuscript, not in the figure file.

Figure captions begin with the term **Fig.** in bold type, followed by the figure number, also in bold type.

No punctuation is to be included after the number, nor is any punctuation to be placed at the end of the caption.

Identify all elements found in the figure in the figure caption; and use boxes, circles, etc., as coordinate points in graphs.

Identify previously published material by giving the original source in the form of a reference citation at the end of the figure caption.

Figure Placement and Size

When preparing your figures, size figures to fit in the column width.

For most journals the figures should be 39 mm, 84 mm, 129 mm, or 174 mm wide and not higher than 234 mm.

For books and book-sized journals, the figures should be 80 mm or 122 mm wide and not higher than 198 mm.

Permissions

If you include figures that have already been published elsewhere, you must obtain permission from the copyright owner(s) for both the print and online format. Please be aware that some publishers do not grant electronic rights for free and that Springer will not be able to refund any costs that may have occurred to receive these permissions. In such cases, material from other sources should be used.

Accessibility

In order to give people of all abilities and disabilities access to the content of your figures, please make sure that

All figures have descriptive captions (blind users could then use a text-to-speech software or a text-to-Braille hardware)

Patterns are used instead of or in addition to colors for conveying information (color-blind users would then be able to distinguish the visual elements)

Any figure lettering has a contrast ratio of at least 4.5:1

DOES SPRINGER PROVIDE ENGLISH LANGUAGE SUPPORT?

Manuscripts that are accepted for publication will be checked by our copyeditors for spelling and formal style. This may not be sufficient if English is not your native language and substantial editing would be required. In that case, you may want to have your manuscript edited by a native speaker prior to submission. A clear and concise language will help editors and reviewers concentrate on the scientific content of your paper and thus smooth the peer review process.

The following editing service provides language editing for scientific articles in:

Medicine, biomedical and life sciences, chemistry, physics, engineering, business/economics, and humanities

Edanz Editing Global

Use of an editing service is neither a requirement nor a guarantee of acceptance for publication.

Please contact the editing service directly to make arrangements for editing and payment.

Edanz Editing Global

ELECTRONIC SUPPLEMENTARY MATERIAL

Springer accepts electronic multimedia files (animations, movies, audio, etc.) and other supplementary files to be published online along with an article or a book chapter. This feature can add dimension to the author's article, as certain information cannot be printed or is more convenient in electronic form.

Submission

Supply all supplementary material in standard file formats.

Please include in each file the following information: article title, journal name, author names; affiliation and e-mail address of the corresponding author.

To accommodate user downloads, please keep in mind that larger-sized files may require very long download times and that some users may experience other problems during downloading.

Audio, Video, and Animations

Always use MPEG-1 (.mpg) format.

↗ Springer faz parte do Springer Science+Business Media

Text and Presentations

Submit your material in PDF format; .doc or .ppt files are not suitable for long-term viability.

A collection of figures may also be combined in a PDF file.

Spreadsheets

Spreadsheets should be converted to PDF if no interaction with the data is intended.

If the readers should be encouraged to make their own calculations, spreadsheets should be submitted as .xls files (MS Excel).

Specialized Formats

Specialized format such as .pdb (chemical), .wrl (VRML), .nb (Mathematica notebook), and .tex can also be supplied.

Collecting Multiple Files

It is possible to collect multiple files in a .zip or .gz file.

Numbering

If supplying any supplementary material, the text must make specific mention of the material as a citation, similar to that of figures and tables.

Refer to the supplementary files as “Online Resource”, e.g., "... as shown in the animation (Online Resource 3)", "... additional data are given in Online Resource 4”.

Name the files consecutively, e.g. “ESM_3.mpg”, “ESM_4.pdf”.

Captions

For each supplementary material, please supply a concise caption describing the content of the file.

Processing of supplementary files

Electronic supplementary material will be published as received from the author without any conversion, editing, or reformatting.

ANEXO V – EMU – AUSTRAL ORNITHOLOGY - INSTRUÇÕES PARA OS AUTORES

<http://www.publish.csiro.au/nid/99/aid/404.htm>

Journal editorial policy

Emu publishes original research papers, reviews and short communications on the ornithology of the Southern Hemisphere. All papers are refereed.

Manuscripts are accepted on the understanding that they are being offered only to **Emu** and that the copyright of material published in **Emu** is assigned to BirdLife Australia. Abstracts and posters from conferences, where the full data set is not presented and the interpretation of results is not developed, would not normally be regarded as publications but where material has been widely disseminated in report form the Editor should be consulted.

Review papers are approved for refereeing by the Editorial Board, and should indicate fruitful areas of further research and be original and innovative. If new experimental data are included in the review, sufficient detail about methods should be included so that other investigators can repeat the work.

Short communications are no longer than four printed pages (max 3500 words, including figures and tables) and may report results from a preliminary or brief but well-designed study. They should contain all sections including a short abstract, although results and discussion may be combined.

The journal requires that all authors of a multi-authored paper agree to its submission. The journal will use its best endeavours to ensure that work published is that of the named authors except where acknowledged and, through its reviewing procedures, that any published results and conclusions are consistent with the primary data. It takes no responsibility for fraud or inaccuracy on the part of the contributors.

Authors of accepted papers will be asked to provide a 150-200-word lay summary of the paper for interested non-experts, such as journalists, teachers, government workers, etc. It will be provided to BirdLife Australia for their website and for press release purposes. The purpose of the text is to convince readers of the significance of the work and the main motivation for doing it. The first sentence should engage the reader, convincing them that this is an important area. The second sentence should introduce the problem addressed in the paper, the third the main discovery. The final sentence should describe how the results fit into the bigger picture. Overall the summary should be free from scientific jargon.

Manuscripts are generally printed in order of acceptance. **If authors can pay for publication, their papers will be published as additional pages of the next issue to go to press.** Otherwise, there are no page charges.

Animal experimentation. Papers reporting work with animals must include a reference to the code of practice adopted for the reported experimentation. The Editor will take account of animal welfare issues and reserves the right not to publish.

Submission and preparation of manuscripts

To submit your paper, please use our online journal management system [ScholarOne Manuscripts](#), which can be reached directly through this link or from the link on the journal's homepage. If a first-time user, register via the 'Register here' link, or use your existing username and password to log in. Then click on the 'Author Centre' link and proceed.

A covering letter must accompany the submission and should include the name, address, fax and telephone numbers, and email address of the corresponding author. The letter should also contain a statement justifying why the work should be considered for publication in the journal, and that the manuscript has not been published or simultaneously submitted for publication elsewhere. Please list at least 4 potential referees for your paper, which the Editors may take into consideration if sending your manuscript out for peer review. Do not include any names of current or recent collaborators, members of your own research institution/group or other people who could be viewed as not impartial to your research outputs. Potential reviewers should be expert in some aspect of your research, which should be highlighted in your submission.

If you encounter any difficulties, or you have any queries, please contact:

Editorial Assistant

Emu - Austral Ornithology

CSIRO PUBLISHING

PO Box 1139 (150 Oxford Street)

Collingwood, Vic. 3066

Australia

Telephone +61 3 9662 7612

Fax +61 3 9662 7611

Email publishing.emu@csiro.au

Authors are advised to read recent issues of the journal to note details of the scope of papers, headings, tables, illustrations, style, and general form. Observance of these and the following details will shorten the time between submission and publication. Poorly prepared and unnecessarily lengthy manuscripts have less chance of being accepted.

Checklist for preparation of manuscripts

1. Type the manuscript double- or 1.5-line-spaced throughout, including references, figure captions, and tables, which should be placed at the end of the document. Clearly numbered figures should also be included at the end of the document at submission stage (see [presentation of figures](#)). Pages **must** be numbered and line numbers **must** be included.
2. Type the title and all headings aligned left, with only the first letter of the first word and of any proper name capitalised. Type the text unjustified and without end-of-line hyphenation, except in the case of compound words.

3. Main headings (Introduction, Materials and methods, Results, Discussion, Acknowledgments, References) are set in bold roman (not italic) type. Minor headings are set in light italic type.
4. Do not indent paragraphs or use a carriage-return (Enter) at the end of lines within a paragraph.
5. Use 's' not 'z' in words such as 'recognise', 'analyse' and 'organisation'.
6. Use the conventions 'from ... to', 'between ... and', 'range x-y'.
7. Use single quotation marks.
8. Check carefully that all references mentioned in the text are in the References, and *vice versa*.
9. List references in the text in chronological order, separated by semi-colons. List references in the References list in alphabetical order. In the text, do not use a comma between the author's name and the date.
10. Give journal and book titles in full in the References list.
11. Do not use tabs to create hanging indents within the References.
12. Spell out numbers less than 10 unless with a unit. Type a space between a numeral and its unit.
13. Prepare figures with symbols and letters appropriate for the reduction intended: a lettering guide is available on request. Use Helvetica or another sans-serif font in figures.
14. Check that stippling and/or symbols in figures are legible at the size likely to be used in the published paper.
15. Type tables with the title as a separate paragraph. Put explanatory matter referring to the table as a whole in a headnote, which should be in a separate paragraph from the title, and directly under the heading.
16. Indicate approximate positions of figures and tables on the manuscript.
17. Check that figures and tables are numbered in the order in which they are discussed in the text.
18. Suggest a running head for the paper of not more than 50 characters (including spaces).
19. Provide a postal address, telephone and fax numbers and, if available, an email address for the corresponding author.

Guidelines for the preparation of manuscripts

General presentation. The work should be presented in concise and clear English. The Introduction should not exceed what is necessary to indicate the reason for the work and its essential background. Sufficient experimental detail should be given to enable the work to be repeated. The Discussion should focus attention on the significance of the results.

Supplementary material of a detailed nature that may be useful to other workers but which is not essential to the printed paper may be lodged as Supplementary Material with the Journal, provided that it is submitted with the manuscript for inspection by the referees. Such material will be made available through the **Emu** website and a note to this effect should be included in the paper.

Title. The title should be concise, interesting and appropriately informative with respect to the main subject of the paper. It should contain sufficient keywords to facilitate retrieval by modern searching techniques. Place names should be avoided unless the geographic location is critical to the point of the paper. An abridged title suitable for use as a running head at the top of the printed page and not exceeding 50 letter spaces should also be supplied.

If the paper is one of a numbered series, a reference to the previous part should be given as a footnote on the first page. If a part not yet published needs to be consulted for a proper understanding of the paper, a copy of that manuscript should be supplied to assist the referees.

Abstract. The Abstract (no more than 200 words) should state concisely the scope of the work and give the principal findings. It should be complete enough for direct use by abstracting services. Acronyms and references should be avoided in the Abstract.

Footnotes in text should be used only when essential. They should be placed within horizontal rules immediately under the lines to which they refer.

Scientific names of species and genera (but not of families) should be typed in italics or underlined. They should appear after the first mention of a species by its vernacular name, enclosed in parentheses. Only one of the names need appear thereafter. In systematic lists the scientific name should be written first, followed by the vernacular name. Nomenclature must be based on a recognised taxonomy, which should be cited and explained in the text. The BirdLife International Taxonomy website provides useful information and lists reputable taxonomic texts by region: <http://www.birdlife.org/datazone/species/taxonomy.html>. Collective terms (e.g. fairy-wrens) do not need capitals, whereas specific names (e.g. Splendid Fairy-wren) do. Authors of scientific names should not be cited, nor trinomials used, unless the arguments demand it.

References are cited chronologically in the text by author and date and are not numbered. All references in the text must be listed at the end of the paper, arranged alphabetically; all entries in this list must correspond to references in the text. In the text the names of two coauthors are linked by 'and'; for three or more the first author's name is followed by '*et al.*'. No editorial responsibility can be taken for the accuracy of the references; authors are requested to check these with special care.

Papers that have not been accepted for publication may not be included in the list of references and must be cited either as 'unpublished data' or as 'personal communication'; the use of such citations is discouraged. The Handbook of Australian, New Zealand and Antarctic Birds (HANZAB) should only be cited with justification when it is used for species' ranges, plumage descriptions, descriptions of calls or other descriptions specifically researched for HANZAB, or in the context of a literature review. Titles must be included for all references. **Titles of periodicals must not be abbreviated.**

EndNote and Reference Manager provide output styles for **Emu - Austral Ornithology**. References should be in the following formats:

- *Journal paper*

Ford, H. A., and Trémont, S. (2000). Life history characteristics of two Australian honeyeaters (Meliphagidae). *Australian Journal of Zoology* **48**, 21-32.

- *Chapter in a book*

Serventy, D. L. (1971). Biology of desert birds. In 'Avian Biology. Vol. 1'. (Eds D. S. Farner and J. R. King.) pp. 287-339. (Academic Press: New York.)

- *Whole book*

Christidis, L., and Boles, W. E. (2008). 'Systematics and Taxonomy of Australian Birds.' (CSIRO Publishing: Melbourne.)

Sinclair, I., and Ryan, P. (2004). 'Birds of Africa South of the Sahara.' (Princeton University Press: Princeton, NJ.)

Turbott, E. G. (Ed.) (1990). 'Checklist of the Birds of New Zealand and the Ross Dependency, Antarctica.' (Random Century: Auckland, NZ.)

- *Thesis*

Briggs, S. V. (1990). Breeding ecology of Maned Ducks. Ph.D. Thesis, Australian National University, Canberra.

- *Report or bulletin*

Stokes, T. (1988). A review of the birds of Christmas Island, Indian Ocean. Occasional Paper No. 16. Australian National Parks and Wildlife Service, Canberra.

Units. Authors are requested to use the International System of Units (Système International d'Unités) for exact measurements of physical quantities and where appropriate elsewhere. The double solidus must not be used in complex groupings of units; the negative index form (e.g. $\text{g kg}^{-1} \text{h}^{-1}$) is preferred.

Mathematical formulae should be carefully typed with symbols in correct alignment and adequately spaced. If special symbols must be hand-written, they should be inserted with care and identified by pencilled notes in the margin. Judicious use should be made of the solidus to avoid two-line mathematical expressions wherever possible and especially in the running text. Each long formula should be displayed on a separate line with at least two lines of space above and below. Complex mathematics should be set up using an equation editor.

Enzyme nomenclature. The names of enzymes should conform to the Recommendations of the Nomenclature Committee of the IUB on the Nomenclature and Classification of Enzymes as published in 'Enzyme Nomenclature 1984' (Academic Press, New York, 1984). If there is good reason to use a name other than the recommended name, at the first mention of the alternative name in the text it should be identified by the recommended name and EC number. The Editor should be advised of the reasons for using the alternative name.

Chemical nomenclature. The nomenclature of compounds such as amino acids, carbohydrates, lipids, steroids, vitamins, etc. should follow the recommendations of the IUPAC-IUB Commission on Biochemical Nomenclature. Other biologically active compounds, such as metabolic inhibitors, plant growth regulators, buffers, etc., should be referred to once by their correct chemical name (which is in accordance with IUPAC rules of Chemical Nomenclature) and then by their most widely accepted common name. For pesticides, the latest issue of 'Pesticides - Synonyms and Chemical Names' (Australian Government Publishing Service) should be followed. Where there is no common name, trade names or letter abbreviations of the chemical may be used.

Statistical evaluation of results. The tests should be described briefly and, if necessary, supported by references. Numbers of individuals, mean values and measures of variability should be stated. It should be made clear whether the standard deviation or the standard error of the mean has been given.

The design and conduct of experiments must be sufficiently explained that readers can judge for themselves the validity of the results. Authors should describe how measurements were made and indicate how treatments were assigned to units or blocks, and the number of replicates. When common experimental designs are used a reference is not necessary, but it is appropriate to cite a reference for little-used methods or designs, in which case the use of these methods should be justified. The experimental design dictates the proper method of statistical analysis and the basis of assessing the precision of treatment means. The precision achieved should be reported by a standard error of the treatment mean or a coefficient of variation. Wherever possible, the assumptions implicit in the analysis should be checked. Treatment comparisons such as the least significant difference (l.s.d.) may be made when the variance ratio (*F* value) is significant, but authors must be aware of the limitations to the use of multiple comparisons. Ultimately, the statistical analyses should highlight the biological principles embodied in the results.

Tables must be numbered with arabic numerals and each must be accompanied by a title. A headnote containing material relevant to the whole table should start on a new line as it will be set in a different font. Tables should be arranged with regard to the dimensions of the printed page (17.5 by 22 cm) and the number of columns kept to a minimum. Excessive subdivision of column headings is undesirable and long headings should be avoided by the use of explanatory notes, which should be incorporated into the headnote. The first letter only of headings to rows and vertical columns should be capitalised. The symbol for the unit of measurement should be placed in parentheses beneath the column heading. Prefixes for units should be chosen to avoid an excessive number of digits in the body of the table or scaling factors in the headings. When scaling factors cannot be avoided, the quantity expressed should be preceded by the power of 10 by which the value has been multiplied. For example, the value 0.05 would appear as 5 under the heading $10^2 \times N$ and the value 500 would appear as 5 under the heading $10^{-2} \times N$. Horizontal rules should be inserted only above and below column headings and at the foot of the table. Vertical rules must not be used. Each table must be referred to in the text. Only in exceptional circumstances will the presentation of essentially the same data in both tabular and graphical form be permitted; where adequate, the graphical form should be used. Short tables can frequently be incorporated

into the text as a sentence or as a brief untitled tabulation. Footnotes in tables should be reserved for specific items in columns.

Line drawings and graphs. Line illustrations prepared using either a draw or chart/graph program should be saved in the following formats: Adobe Illustrator (.ai) (preferred format); encapsulated postscript (.eps); or Excel. Illustrations created using Powerpoint should be saved in PowerPoint or as Windows metafiles (.wmf); CorelDraw files should be saved as .eps or .ai files; charts created on a Macintosh computer should be saved as .eps, .ps or PICT files; SigmaPlot files should be saved in eps format or pasted into a Word document. **In all cases they should be editable vector graphic files.** Avoid using 3D surface area charts because print quality is often poor. Remove colours from all charts and graphs.

Line illustrations must be of high quality and should be created with regard to the size of the printed page (17.5 by 22 cm). Lettering should be in sans-serif type (Helvetica preferred) with the first letter of the first word and any proper names capitalised. The x-height of inscriptions at final size should be 1.2-1.3 mm (capitals 2 mm). Symbols and grid marks should be the same respective sizes, and curves and axes should be 0.5-1.0 point thick. The following symbols should be used: ○ ● □ ■ ▲ ▲ ▽ ▽ ◆ ◆ . The symbols + and × should be avoided. Explanations of symbols should be given in the caption to the figure. Lettering of graphs should be kept to a minimum as excessive lettering within the frame of a graph can make the lines difficult to decipher. Grid marks should point inwards; legends to axes should state the quantity being measured and be followed by the appropriate SI units in parentheses. **Unsatisfactory artwork will be returned for correction.**

Photographs. Digital images should be prepared and photographs scanned at a resolution of at least 300 dpi at final size and saved in greyscale format as TIFF or Photoshop files. It is preferable for labels to be applied electronically to the scanned images in Photoshop, rather than scanning manually labeled figures. Electronic files of colour figures or photographs should be saved in **CMYK** colour not in RGB colour, because the CMYK format is required for printing. Authors should note that colours change when converted to CMYK from RGB and when printed from different types of printer; hence, when colour accuracy is important, authors should provide a hard copy that is correct so that colour reproduction during printing can be matched to an accurate original. Note that the journal does not cover the cost of printing colour pages, so please speak to the Editor if you wish to publish photographs in colour.

Photographs must be of the highest quality with sharp focus, a full range of tones and of good contrast. They must be trimmed squarely to exclude features not relevant to the paper and, in figures with multiple panels, each image should be separated from adjacent images by uniform spaces that will be 2 mm wide. Lettering should be in a sans-serif type and contrast with its background; thus, white lettering should be used on darker backgrounds. The size of lettering should be such that the final height after reduction is 1.5-2.0 mm. Important features to which attention has been drawn in the text should be indicated.

Electronic files for accepted manuscripts

Electronic files of the final versions of both the text and illustrations should be sent when the paper has been accepted for publication. You will be asked to upload them to **OSPREY**, the online journal management system, via the journal's website. Files should be named using the paper number and appropriate identifying information (e.g. MU05001_F1). The text and figure captions should be sent as a single Word file, and the tables as separate Word files. If you are unable to supply files in Word, please contact the Editorial Office for acceptable alternatives. The figures should be provided in the formats described above.

Page proofs and corrections

Copyedited manuscripts and subsequently page proofs are sent to the corresponding author for checking prior to publication. At these stages only essential alterations and correction of publisher errors may be undertaken. Excessive author alterations at page proof stage will be charged back to the author at \$5 per item.

Reprints

A PDF file will be supplied to the corresponding author on publication of the article. Paper reprints may also be ordered before publication. An order form is sent to the corresponding author with the final page proofs.