



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS



PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA, CONSERVAÇÃO E MANEJO  
DA VIDA SILVESTRE

TESE DE DOUTORADO

**AVES AQUÁTICAS DA ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL  
CARSTE DE LAGOA SANTA: ECOLOGIA E CONSERVAÇÃO**

**PAULA FERNANDA ALBONETTE DE NÓBREGA**

Orientador: José Eugênio Côrtes Figueira

Co-orientadora: Maria Auxiliadora Drumond

Março/2015

Universidade Federal de Minas Gerais



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS



PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA, CONSERVAÇÃO E MANEJO  
DA VIDA SILVESTRE

**AVES AQUÁTICAS DA ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL  
CARSTE DE LAGOA SANTA: ECOLOGIA E CONSERVAÇÃO**

**PAULA FERNANDA ALBONETTE DE NÓBREGA**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Conservação e Manejo de Vida Silvestre, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutor em Ecologia, Conservação e Manejo de Vida Silvestre.

Orientador: Prof. Dr. José Eugênio  
Côrtes Figueira  
Co-orientadora: Prof. Dra. Maria  
Auxiliadora Drumond

Março/2015

Universidade Federal de Minas Gerais

Para quem espera  
A vida sempre será  
Um incêndio no coração  
(Zeca Baleiro)

Aos meus pais, Ernestina e Nilson.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus em primeiro lugar por me dar força e determinação nos momentos de maior dificuldade, por iluminar meus passos e colocar em minha vida pessoas muito especiais por onde quer que eu vá.

Sou grata a todos os professores e funcionários do Programa de Pós Graduação em Ecologia, Conservação e Manejo da Vida Silvestre, pelos ensinamentos e ajuda nos mais variados momentos. E aos professores que gentilmente aceitaram o convite para fazer parte da banca de avaliação dessa tese, com a certeza de que muitas contribuições estão por vir.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de estudo, à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo apoio financeiro para o desenvolvimento e divulgação dessa pesquisa. Ao Instituto Estadual de Florestas (IEF-MG) pela parceria firmada, licença de pesquisa, apoio logístico e financeiro. Ao Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN) pela autorização de pesquisa nas grutas tombadas. À ONG IDEA WILD, pela doação dos equipamentos de campo utilizados na pesquisa. À UFMG pela estrutura e hospedagem na moradia universitária, que tanto me ajudou durante o cumprimento dos créditos. A todos, meu muito obrigada.

Agradecimentos especiais:

à meu orientador, professor José Eugênio Côrtes Figueira, que desde minha chegada em Belo Horizonte me acolheu e ajudou em todas as esferas. Agradeço também à sua esposa, Malu, pela acolhida em Belo Horizonte e suas deliciosas conversas;

à co-orientadora mais “mãe” que existe, Maria Auxiliadora “Dodora” Drumond, por dar todo apoio, suporte e ensinamentos necessários para o desenvolvimento das partes mais obscuras da minha pesquisa;

ao IEF, na pessoa da Janaína Aguiar, pela amizade em primeiro lugar e por todo desprendimento e jogo de cintura para desenvolvermos os trabalhos de campo. Agradeço também às demais servidoras, Cíntia Palhares, Denize Nogueira e Ana Maria Lima pela ajuda imensurável em campo;

à todos os funcionários das Unidades de Conservação, na pessoa do Rogério Tavares, gestor do Parque do Sumidouro, por todo suporte, apoio logístico, conversas, risadas e ajuda no campo. Sem vocês essa pesquisa não teria vingado!

aos diversos proprietários das fazendas da APA Carste que, gentilmente, deram permissão para entrarmos em suas propriedade ao longo dos dois anos de pesquisa;

às queridas estagiárias Vanessa Monteiro, Ariadna Souza e Marcela Ferreira, pela ajuda em campo e por todo o trabalho desenvolvido em laboratório;

ao pessoal do laboratório de ecologia de populações e sistemas socioecológicos por todas as conversas sobre temas variados e risadas que sempre ajudaram a amenizar os dias mais difíceis;

à todos que me socorreram e me deram um teto durante os quatro anos de doutorado: Zé e Malu, Janaína e Henrique e D.Ester que me proporcionou um cantinho pra chamar de meu no solar 360.

A todos vocês meu sincero agradecimento!

Não poderia deixar de agradecer também:

à amizade das queridas Iara, Laura, Leandra, Letícia, Lilian, Lorena, Maione, Mirla e Natália, que tornaram esses anos em BH divertidíssimos.

às amigas de longa data Ana Silvia, Bélin, Danielly, Débora, Isabela, Juliana e Veviane, que apesar da distância, têm sempre uma palavra ou um abraço virtual na hora certa.

E em especial aos meus pais e minha irmã e cunhado por continuarem a me dar apoio incondicional, acreditando em mim e me ajudando a vencer todos os obstáculos. E como não se lembrar e agradecer a sobrinha-afilhada mais linda entre todas as sobrinhas-afilhadas, Letícia, por tornar os dias de descanso mais cansativos ainda!

Enfim, sou imensamente grata a todos que de alguma forma colaboraram com essa realização!

## Sumário

<b>RESUMO .....</b>	<b>- 8 -</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>- 9 -</b>
<b>INTRODUÇÃO GERAL .....</b>	<b>- 10 -</b>
<b><u>CAPÍTULO 1: AVES AQUÁTICAS DA ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL CARSTE DE LAGOA SANTA.....</u></b>	<b>- 19 -</b>
<b><u>CAPÍTULO 2: FIRST RECORDS OF <i>CHARADRIUS SEMIPALMATUS</i>, BONAPARTE 1825 (CHARADRIIDAE) AND <i>GELOCHELIDON NILOTICA</i> GMELIN 1789 (STERNIDAE) IN THE STATE OF MINAS GERAIS, BRAZIL .....</u></b>	<b>- 43 -</b>
<b><u>CAPÍTULO 3: RIQUEZA E ABUNDÂNCIA DE AVES AQUÁTICAS DURANTE CICLOS DE CHEIAS E SECAS EM LAGOAS TEMPORÁRIAS .....</u></b>	<b>- 54 -</b>
<b><u>CAPÍTULO 4: ALTERAÇÕES ESPAÇO-TEMPORAIS NA ASSEMBLEIA DE AVES AQUÁTICAS EM AMBIENTE CÁRSTICO, BRASIL .....</u></b>	<b>- 81 -</b>
<b><u>CAPÍTULO 5: ÁREAS ÚMIDAS, AVES AQUÁTICAS E IMPACTOS: VISÕES SOBRE UM SISTEMA CÁRSTICO .....</u></b>	<b>- 108 -</b>
<b><u>CAPÍTULO 6: COMO E POR QUE PROPOR UM SÍTIO RAMSAR? ESTUDO DE CASO EM UMA REGIÃO CÁRSTICA BRASILEIRA .....</u></b>	<b>139</b>
<b><u>APÊNDICE 01: GUIA DE CAMPO - AVES AQUÁTICAS DA APA CARSTE DE LAGOA SANTA.....</u></b>	<b>173</b>
<b><u>APÊNDICE 02 – FOTOS DAS AVES AQUÁTICAS DA ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL CARSTE DE LAGOA SANTA .....</u></b>	<b>179</b>

## Resumo

Neste estudo inventariamos as aves aquáticas na Área de Proteção Ambiental Carste de Lagoa Santa, compreender seu padrão de ocorrência sazonal, associar sua ocorrência às características do sistema lacustre temporário que ali ocorre, além de diagnosticar os impactos ambientais da região e sua influência sobre as aves aquáticas, e obter informações para propor a designação da área como sítio Ramsar. Os resultados dessa pesquisa poderão auxiliar na tomada de decisões para melhor preservação da área, além de trazer maior visibilidade para a região. Para tanto, a tese foi dividida em seis capítulos apresentados em formato de artigos e um apêndice. No capítulo 1 apresentamos o resultado do inventário das aves aquáticas, dando indicações das variações sazonais que ocorrem na assembleia da APA, e níveis de sensibilidade das espécies às alterações do ambiente. O capítulo 2 traz o registro de duas novas espécies ao estado de Minas Gerais. As relações entre a riqueza e a abundância das aves aquáticas com características das lagoas temporárias da Área de Proteção Carste de Lagoa Santa são exploradas no capítulo 3. No capítulo 4 descrevemos o padrão de ocorrência das aves aquáticas e sua variação sazonal, indicando fatores que causam tais variações. O capítulo 5 apresenta uma categorização do sistema de lagoas da região de Lagoa Santa do ponto de vista de impactos ambientais que ali ocorrem e associa a assembleia de aves aquáticas a esses impactos. E finalmente, no capítulo 6 trazemos uma proposta de designação da APA Carste como sítio Ramsar. O apêndice é composto pelo Guia de Campo das Aves Aquáticas da APA Carste de Lagoa Santa.

Palavras-chave: área úmida, unidade de conservação, degradação ambiental, relação espécie-área.

## **Abstract**

This study aims to inventory the existing waterbird in the Environmental Protection Area Karst of Lagoa Santa (APA Karst); to understand its seasonal pattern of occurrence associating it to the characteristics of the seasonal lake system where it is inserted; to diagnose the environmental impacts in the region and its influence on the waterbird; and ultimately, gather the necessary information to propose the designation of the area as a Ramsar site. The research results might assist decision making processes to better preserve the area while bringing greater visibility to the region. To do so, the thesis is organised in six chapters, presented as articles, and an appendix. Chapter 1 presents the result of the waterbird inventory, indicating seasonal variations happening at the APA Karst and the birds' sensitivity levels accordingly to environmental changes. Chapter 2 brings the record of two new species found in Minas Gerais State. The relationship between waterbird species richness and abundance, and the characteristics of the seasonal lake system of APA Karst are explored in Chapter 3. In chapter 4 waterbird pattern of occurrence and its seasonal variation is described, indicating variability associated factors. Chapter 5 presents a categorization of Lagoa Santa's lake system from the region's existing environmental impacts viewpoint, associating the meeting of waterbird in APA Karst to these impacts. Ultimately, Chapter 6 presents a proposal for the designation of APA Karst Lagoa Santa as a Ramsar site. The appendix consists of the Field Guide of Waterbirds of Environmental Protection Area Karst of Lagoa Santa.

Key-words: wetlands, Conservation Unit, environmental degradation, specie-area relationship.

## Introdução Geral

Áreas úmidas são áreas que apresentam água durante um período de tempo suficiente para gerar alterações no solo, na biota e nas suas funções ecológicas (Barbier et al., 1997). São formadas geralmente pelo transbordamento de rios ou lagos, por precipitação direta ou afloramento do lençol freático (Junk et al., 1989; Shaw and Gordon, 1956), sendo encontradas em todas as regiões do mundo (Owen and Black, 1990). Devido à variedade de definições, a Convenção de Áreas Úmidas de Importância Internacional – Convenção Ramsar, estabeleceu uma própria definição que é amplamente aceita e que considera áreas úmidas as “áreas de pântano, charco, turfa, naturais ou artificiais, permanentes ou temporárias, com água estagnada ou corrente, doce, salobra ou salgada, incluindo áreas de água marinha, cuja profundidade na maré baixa não exceda seis metros” (Ramsar, 1971).

Muitas áreas úmidas são temporárias, passando por ciclos anuais de cheia e seca relacionadas à precipitação e, portanto, oscilam entre a fase terrestre e aquática (Junk, 2013). Essa oscilação favorece a formação de um mosaico de habitat bastante heterogêneo (Amezaga et al., 2002; Blanco, 1999; Gibbs, 2000) que serve como refúgio para grande parte da diversidade mundial, incluindo espécies ameaçadas de extinção (Junk, 2013; Junk et al., 2006).

Apesar da sua importância as áreas úmidas estão entre os ambientes mais ameaçados do mundo (Junk, 2013; Matthews, 2013), pois por séculos foram vistas como ambientes que poderiam ser drenados e utilizados para os mais diferentes fins. No entanto, a degradação desses ecossistemas tem se tornado mais intensa nas últimas décadas (M.E.A., 2005; Russi et al., 2013; Walker, 2012), principalmente devido à destruição e conversão de habitats para implantação de sistemas agropecuários, introdução de espécies exóticas, modificação do fluxo natural, poluição e uso indiscriminado da água (Dudgeon et al., 2005; King et al., 2010; Kingsford and Norman, 2002; Russi et al., 2013). Essas áreas têm extrema importância ecológica e social, uma vez que mantêm elevada diversidade e riqueza de espécies e proporcionam diversos serviços ecossistêmicos que são críticos para a vida e para a economia, como estocagem de água, recarga e descarga do lençol freático e regulação do clima local (Matthews, 2013; Russi et al., 2013).

Entre os diversos grupos animais que são prejudicados pelas alterações das áreas úmidas estão as aves aquáticas, que são espécies ecologicamente dependentes de áreas úmidas. De acordo com a Convenção Sobre Zonas Úmidas de Importância Internacional (Wetlands International, 2012), fazem parte desse grupo espécies pertencentes às famílias Anhimidae, Anatidae, Podicipedidae, Ciconiidae, Phalacrocoracidae, Anhingidae, Pelecanidae, Ardeidae, Threskiornithidae, Phoenicopteridae, Eurypygidae, Aramidae, Rallidae, Laridae, Scolopacidae, Charadriidae, Glareolidae, Ciconiidae, Recurvirostridae, Burhinidae, Haematopodidae, Jacanidae, Rostratulidae e Heliornithidae.

No Brasil, cerca de 14% de todas as espécies de aves já registradas são consideradas aquáticas (DeLuca et al., 2006), utilizando as áreas úmidas para usos diversos. Devido à sua grande capacidade de deslocamento (Hovestadt and Poethke, 2005), essas aves podem utilizar uma área úmida de forma esporádica (Blanco, 1999; Neiff, 1999) e não ser dependente de uma área específica. Além disso, as aves aquáticas formam um grupo com grande adaptabilidade para utilizar os recursos disponíveis (Owen and Black, 1990), podendo habitar os mais diversos micro-habitats que são encontrados em áreas úmidas, sendo por vezes consideradas bioindicadoras de qualidade ambiental (García-Moreno et al., 2007; Niemi and McDonald, 2004; Piratelli et al., 2008).

Devido a essas características, esse grupo já foi objeto de diversas pesquisas no Brasil relacionadas à composição de espécies (Cintra et al., 2007b; Fedrizzi and Carlos, 2009), aos padrões de utilização do habitat (Cintra et al., 2007a; Figueira et al., 2006), aos deslocamentos migratórios (Antas, 1994; Cardoso and Zeppelini, 2011), e às possibilidades de extinção (Mendonça et al., 2009).

Visando a proteção das aves aquáticas e aves migratórias, nos anos 1970 foi criada a Convenção Ramsar, que visava a preservação especialmente dos habitats para aves aquáticas. Isso porque esse grupo necessita de locais para descanso, forrageamento e reprodução ao longo da sua rota de migração (Bowman, 2002; Matthews, 2013), e, portanto, são diretamente afetadas pelas alterações das áreas úmidas. Essa é uma das primeiras iniciativas para a conservação dos recursos naturais a nível global, e com objetivo de proteger um habitat (Ramsar, 1976).

Em Minas Gerais existem diversas áreas úmidas formadas por rios, brejos e lagoas que são bastante propícias para a ocorrência de aves aquáticas, mas apenas o Parque do Rio Doce foi reconhecido como de grande importância internacional e

designado como sítio Ramsar (disponível em <http://www.ramsar.org/sites-countries/the-ramsar-sites>). Todavia há registros de diversas espécies de aves aquáticas em outras áreas úmidas do estado, que se mostram importantes para a conservação desse grupo, como Área de Proteção Ambiental do Rio Pandeiros, Lagoa da Pampulha e Área de Proteção Ambiental Carste de Lagoa Santa (APA Carste) (Dornas and Figueira, 2012; Krabbe, 2007; Lins et al., 1998; Lopes et al., 2010; Oliveira, 2009; Rodrigues and Michelin, 2005).

A APA Carste é uma área com potencial para se tornar sítio Ramsar e está localizada na região metropolitana de Belo Horizonte, sendo uma das regiões brasileiras mais importantes da paisagem cárstica carbonática e pelítica do grupo Bambuí (Berbert-Born, 2002). Apresenta um sistema com aproximadamente 40 lagoas cársticas temporárias e perenes, formado por depressões (dolinas e uvalas) ou extensas planícies rebaixadas (poljes) (Sampaio, 2010). A formação dessas depressões resulta da dissolução das rochas carbonáticas (depressões geralmente rasas) ou do abatimento do teto de cavernas (depressões profundas), o que é característica dos ambientes cársticos (Berbert-Born, 2002). As lagoas temporárias passam por ciclos de cheias e secas anuais ou plurianuais, determinados pelo regime pluviométrico e nível freático do aquífero cárstico (IBAMA, 1998; Sampaio, 2010).

Neste estudo buscamos inventariar as aves aquáticas na APA Carste, compreender seu padrão de ocorrência sazonal, associar sua ocorrência às características do sistema lacustre temporário que ali ocorre, diagnosticar os impactos ambientais da região e sua influência sobre as aves aquáticas, e obter informações para propor a designação da área como sítio Ramsar. Os resultados dessa pesquisa poderão auxiliar na tomada de decisões para melhor preservação da área, além de trazer maior visibilidade para a região. Para tanto, a tese foi dividida em seis capítulos, apresentados em formato de artigos, e um apêndice, conforme abaixo. Os capítulos 1 e 2 estão formatados seguindo normas específicas das revistas que estão submetidos. Os demais capítulos seguem formatação da revista *Brazilian Journal of Biology*. No entanto, para facilitar a leitura, nem todas as normas, como número de linhas, espaçamento entre linhas, tamanho de fonte e inserção das figuras e tabelas, foram seguidas.

### **Capítulo 1: Aves Aquáticas da Área de Proteção Ambiental Carste de Lagoa Santa**

Apresenta o resultado do inventariamento das aves aquáticas, dando indicações das variações sazonais que ocorrem na assembleia da APA Carste, e níveis de sensibilidade das espécies às alterações do ambiente. Esse artigo de divulgação científica encontra-se submetido ao Boletim de Divulgação Científica MG-Biota como resultado obrigatório do projeto “Aves Aquáticas da Lagoa do Sumidouro e demais Lagoas Temporárias da APA Carste de Lagoa Santa”, financiado pelo IEF-MG sob processo nº 20101010402410.

### **Capítulo 2: First Records of *Charadrius semipalmatus*, Bonaparte 1825 (Charadriidae) and *Gelochelidon nilotica* Gmelin 1789 (Sternidae) in the State of Minas Gerais, Brazil.**

Apresenta o registro de duas novas espécies para o estado de Minas Gerais, aceito para publicação na Brazilian Journal of Biology (BJB) com previsão de publicação em Maio de 2015.

### **Capítulo 3: Riqueza e abundância de aves aquáticas durante ciclos de cheias e secas em lagoas temporárias.**

Descreve as relações entre a riqueza, a abundância e as guildas tróficas das aves aquáticas com as variações sazonais da área, da complexidade da margem e do isolamento das lagoas temporárias da Área de Proteção Ambiental Carste de Lagoa Santa.

### **Capítulo 4: Variação Espaço-Temporal na Ocorrência da Assembleia de Aves Aquáticas em Ambiente Cárstico, Brasil.**

Descreve o padrão de ocorrência das aves aquáticas da Área de Proteção Ambiental Carste de Lagoa Santa e sua variação sazonal, indicando fatores que causam tais variações.

### **Capítulo 5: Áreas Úmidas, Aves Aquáticas e Impactos: Visões sobre um Sistema Cárstico.**

Caracteriza o sistema de lagoas da região de Lagoa Santa do ponto de vista de impactos ambientais, da assembleia de aves aquáticas associadas e os efeitos da criticidade dos impactos ambientes sobre as aves.

## **Capítulo 6: Como e Por Que Propor um Sítio Ramsar? Estudo de Caso em uma Região Cárstica Brasileira.**

Mostra a importância da Convenção Ramsar e descreve as etapas de construção da proposta de designação de um novo sítio Ramsar, baseando-se no estudo de caso realizado na região da Área de Proteção Ambiental Carste de Lagoa Santa. Além de apontar as características da área que a torna apta a ser designada como sítio Ramsar.

### **Apêndice: Guia de Campo - Aves Aquáticas da APA Carste de Lagoa Santa**

Esse guia é resultado obrigatório do projeto “Aves Aquáticas da Lagoa do Sumidouro e demais Lagoas Temporárias da APA Carste de Lagoa Santa”, financiado pelo IEF-MG sob processo nº 20101010402410. Tem por objetivo ser uma ferramenta de educação ambiental utilizada pelas Unidades de Conservação que compõem a APA Carste e escolas da região.

## Referências Bibliográficas

AMEZAGA, J.M., SANTAMARIA, L. and GREEN, A.J., 2002. Biotic wetland connectivity — supporting a new approach for wetland policy. *Acta Oecologica*, vol. 23, no. 3, p. 213-222.

ANTAS, P.T.Z., 1994. Migration and other movements among the lower Paraná River valley wetlands, Argentina, and the south Brazil/Pantanal wetlands. *Bird Conservation International*, vol. 4, no. 2-3, p. 181-190.

BARBIER, E.B., ACREMAN, M. and KNOWLER, D., 1997. Economic valuation of wetlands - a guide for policy makers and planners. Ramsar Convention Bureau, Gland, 138 p.

BERBERT-BORN, M., 2002. Carste de Lagoa Santa, MG - berço da paleontologia e da espeleologia brasileira. In C. SCHOBENHAUS, D.A. CAMPOS, E.T. QUEIROZ, M. WINGE and M.L.C. BERBERT-BORN (Editors), *Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil*. DNPM/CPRM - Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos (SIGEP), Brasília, p. 415-430.

BLANCO, D., 1999. Los humedales como habitat de aves acuáticas. In A.I. MALVÁREZ (Editor), *Temas sobre Humedales Subtropicales y Templados de Sudamérica*. Universidad de Buenos Aires, Montevideo, p. 208-217.

BOWMAN, M., 2002. The Ramsar convention on wetlands: has it made a difference? In O.S. STOKKE and O.B. THOMMESSEN (Editors), *YearBook of International Cooperation on Environmental and Development 2002/2003*. Fridtjof Nansen Institute, London, p. 334.

CARDOSO, T.A.L. and ZEPPELINI, D., 2011. Migratory shorebirds during boreal summer and southward migration on the Coast of Paraíba, Brazil. *Waterbirds*, vol. 34, no. 3, p. 369-375.

CINTRA, R., SANAIOTTI, T.M. and COHN-HAFT, M., 2007a. Spatial distribution and habitat of the Anavilhanas Archipelago bird community in the Brazilian Amazon. *Biodiversity and Conservation*, vol. 16, no. 2, p. 313-336.

CINTRA, R., SANTOS, P.M.R.S. and LEITE, C.B., 2007b. Composition and structure of the lacustrine bird communities of seasonally flooded wetlands of Western Brazilian Amazonia at high water. *Waterbirds*, vol. 30, no. 4, p. 521-540.

DELUCA, A., DEVELEY, P. and OLMOS, F., 2006. Final report waterbirds in Brazil. SAVE Brasil, São Paulo.

DORNAS, T. and FIGUEIRA, J.E.C., 2012. Aves aquáticas da Área de Proteção Ambiental Carste de Lagoa Santa, Minas Gerais, Brasil: uma síntese comparativa entre os estudos de Peter Wilhelm Lund e Johannes Theodor Reinhardt em meados do século XIX e estudos contemporâneos. *Cotinga*, vol. 34, no., p. 5-14.

DUDGEON, D., et al., 2005. Freshwater biodiversity: importance, threats, status and conservation challenges. *Biological Reviews*, vol. 81, no. 02, p. 163.

FEDRIZZI, C.E. and CARLOS, C.J., 2009. Aves, Charadriiformes, Scolopacidae, *Calidris fuscicollis* (Vieillot, 1819) (White-rumped Sandpiper): documented records for the states of Piauí and Ceará in north-eastern Brazil. *Check List*, vol. 5, no. 3, p. 471-474.

FIGUEIRA, J.E.C., CINTRA, R., VIANA, L.R. and YAMASHITA, C., 2006. Spatial and temporal patterns of bird species diversity in the Pantanal of Mato Grosso, Brazil: implications for conservation. *Brazilian Journal of Biology*, vol. 66, no. 2A, p. 393-404.

GARCÍA-MORENO, J., CLAY, R.P. and RÍOS-MUÑOZ, C.A., 2007. The importance of birds for conservation in the Neotropical region. *Journal of Ornithology*, vol. 148, no. S2, p. 321-326.

GIBBS, J.P., 2000. Wetland loss and biodiversity conservation. *Conservation Biology*, vol. 14, no. 1, p. 314-317.

HOVESTADT, T. and POETHKE, H.J., 2005. Dispersal and establishment: spatial patterns and species-area relationships. *Diversity and Distributions*, vol. 11, no. 4, p. 333-340.

IBAMA, 1998. Meio físico - Síntese da geologia, recursos minerais e geomorfologia, 1. IBAMA/CPRM, Belo Horizonte, 301 p.

JUNK, W.J., 2013. Current state of knowledge regarding South America wetlands and their future under global climate change. *Aquatic Sciences*, vol. 75, no. 1, p. 113-131.

JUNK, W.J., BAYLEY, P.B. and SPARKS, R.E., 1989. The flood pulse concept in river floodplain systems. *Canadian Special Publications of Fisheries and Aquatic Sciences*, vol. 106, no., p. 110-127.

JUNK, W.J. et al., 2006. The comparative biodiversity of seven globally important wetlands: a synthesis. *Aquatic Sciences*, vol. 68, no. 3, p. 400-414.

KING, S., ELPHICK, C.S., GUADAGNIN, D., TAFT, O. and AMANO, T., 2010. Effects of landscape features on waterbird use of rice fields. *Waterbirds*, vol. 33, no. sp1, p. 151-159.

KINGSFORD, R.T. and NORMAN, F.I., 2002. Australian waterbirds – products of the continent's ecology. *EMU*, vol. 102, no., p. 47-69.

KRABBE, N., 2007. Birds collected by P.W.Lund and J.T.Reinhardt in south-eastern Brazil between 1825 and 1855, with notes on P.W.Lund's travels in Rio de Janeiro. *Revista Brasileira de Ornitologia*, vol. 15, no. 3, p. 331-357.

LINS, L., MACHADO, R.B. and VASCONCELOS, M.F., 1998. Avifauna. In G. HERMANNING, H.C. KOHLER, J.C. DUARTE and P.G.S. CARVALHO (Editors), *APA Carste de Lagoa Santa, Meio Biótico*. IBAMA/CPRM, Belo Horizonte, p. 92.

LOPES, L.E., NETO, S.D., LEITE, L.O., MORAES, L.L. and CAPURUCHO, J.M.G., 2010. Birds from Rio Pandeiros, southeastern Brazil: a wetland in an arid ecotone. *Revista Brasileira de Ornitologia*, vol. 18, no. 4, p. 267-282.

MATTHEWS, G.V.T., 2013. The Ramsar convention on wetlands: its history and development - re-issued Ramsar convention secretariat. Ramsar Convention Bureau, Gland, Switzerland.

MENDONÇA, L.B., LOPES, E.V. and ANJOS, L., 2009. On the possible extinction of bird species in the Upper Paraná River floodplain, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, vol. 69, no. Suppl. 2, p. 747-755.

MILLENIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT, 2005. Ecosystems and human well-being: biodiversity synthesis. World Resources Institute, Washington, DC, 85 p.

NEIFF, J.J., 1999. El regimen de pulsos en rios y grandes humedales de Sudamerica. In A.I. MALVÁREZ (Editor), *Temas sobre humedales Subtropicales y Templados de Sudamerica*. Universidad de Buenos Aires, Montevideo, p. 229.

NIEMI, G.J. and MCDONALD, M.E., 2004. Application of ecological indicators. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, vol. 35, no. 1, p. 89-111.

OLIVEIRA, T.D., 2009. Sazonalidade, riqueza e abundância de espécies de aves aquáticas associadas a uma lagoa temporária da APA Carste de Lagoa Santa, MG. *Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais*. 30 p. Graduação: Instituto de Ciências Biológicas.

OWEN, M. and BLACK, J.M., 1990. *Waterfowl ecology*. Chapman and Hall, New York, 119 p.

PIRATELLI, A. et al., 2008. Searching for bioindicators of forest fragmentation: passerine birds in the Atlantic forest of southeastern Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, v. 68, n. 2, p. 259-268.

RAMSAR, 1971. Final act of the international conference on the conservation of wetlands and waterfowl. Ramsar Convention Bureau, Ramsar, Irã.

RAMSAR, 1976. Convention on wetlands of international importance especially as waterfowl habitat. Ramsar Convention Bureau, Ramsar, Iran, 10 p.

RODRIGUES, M. and MICHELIN, V.B., 2005. Riqueza e diversidade de aves aquáticas de uma lagoa natural no sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, vol. 22, no. 4, p. 928-935.

RUSSI, D., et al., 2013. The economics of ecosystems and biodiversity for water and wetlands. IEEP, London and Brussels; Ramsar Secretariat, Gland., 78p.

SAMPAIO, J.L.D., 2010. Inventário digital da APA (Área de Proteção Ambiental) Carste de Lagoa Santa e alguma implicações. Belo Horizonte: Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. 221 p. Tese: Geografia.

SHAW, S.P. and GORDON, C.F., 1956. Wetlands of the United States - their extent and their value to waterfowl and other wildlife., U.S.Department of the Interior, Washington, D.C. Circular 39.Northern Prairie Wildlife Research Center Online., p. <http://www.npwrc.usgs.gov/resource/wetlands/uswetlan/index.htm> (Version 05JAN99).

WALKER, L.R., 2012. The biology of disturbed habitats. Oxford University Press, New York.

WETLANDS INTERNATIONAL, 2012. Waterbird population estimates. Wetlands International, Wageningen, The Netherlands, 27 p.

# Capítulo 1: Aves Aquáticas da Área de Proteção Ambiental Carste de Lagoa Santa<sup>1</sup>

## Resumo

Áreas úmidas disponibilizam diversos serviços ecossistêmicos e servem como habitat para vários organismos. Em Minas Gerais, a Área de Proteção Ambiental Carste de Lagoa Santa é reconhecida pela sua importância ecológica. Inventariamos as espécies de aves aquáticas dessa área e registramos 39 espécies de aves aquáticas (15 famílias, 14 guildas tróficas). Cinco são migrantes intercontinentais e duas intracontinentais. Março e Maio de 2012 foram os meses mais ricos, enquanto Maio e Julho 2012 tiveram maior abundância. Em relação à sensibilidade, 24 espécies apresentam baixa sensibilidade, 14 possuem média sensibilidade e duas são altamente sensíveis à degradação. Tais dados sugerem que o ambiente não está favorável às espécies de níveis mais elevados de sensibilidade.

## Abstract

Wetlands provide many ecosystem services and serve as habitat for diverse organisms. In Minas Gerais, the Environmental Protection Area Karst of Lagoa Santa (APA Karst) is recognized for its ecological importance. We made an inventory of waterbird species in the area where were recorded thirty nine waterbird species (fifteen families, fourteen trophic guilds). Five are intercontinental migrants and two intra-continental migrants. March and May 2012 showed the biggest species richness while May and July 2012 showed more abundance. Regarding sensitivity, 24 species were rated as having low sensitivity, 14 had medium sensitivity, and two were highly sensitive to environmental degradation. This data gives an indication that the environment is not favourable for species of higher levels of sensitivity.

---

<sup>1</sup> Artigo submetido ao Boletim de Divulgação Científica MG-Biota como um dos produtos obrigatórios do projeto nº 20101010402410 “Aves Aquáticas da Lagoa do Sumidouro e outras Lagoas Temporárias da APA Carste de Lagoa Santa”.

## Introdução

São consideradas áreas úmidas pântanos, lagos, várzeas, rios, pantanais, estuários, manguezais, de regime natural ou artificial, permanentes ou temporários, contendo água parada ou corrente, doce, salobra ou salgada (Ramsar, 1994). São de grande importância biológica, por apresentarem funções tais como armazenamento e depuração de água, recarga do lençol freático, regulação do clima local (Russi *et al.*, 2013) e habitat para inúmeras plantas e animais adaptados a regiões com essas características, tais como as aves aquáticas.

Consideramos aves aquáticas as espécies ecologicamente dependentes de áreas úmidas, pertencentes às famílias Anhimidae, Anatidae, Podicipedidae, Ciconiidae, Phalacrocoracidae, Anhingidae, Pelecanidae, Ardeidae, Threskiornitidae, Phoenicopteridae, Eurypygidae, Aramidae, entre outras, com representantes no Brasil (Wetlands International, 2012).

Das cerca de 1800 aves que ocorrem no Brasil, aproximadamente 250 são consideradas aquáticas (Deluca *et al.*, 2006) e usam áreas úmidas para repouso, forrageamento e/ou reprodução. São consideradas bioindicadoras de qualidade ambiental (Niemi e McDonald, 2004; García-Moreno *et al.*, 2007; Piratelli *et al.*, 2008), principalmente em lagoas de águas rasas (Stotz *et al.*, 1996). Exercem diferentes funções ecológicas, como a dispersão de sementes e propágulos de plantas, pequenos peixes e invertebrados aquáticos (Figuerola e Green, 2002; Green *et al.*, 2002; Raulings *et al.*, 2011) e controle populacional dos níveis mais baixos da cadeia alimentar (Madenjian e Gabrey, 1995; Dalton *et al.*, 2009).

Em Minas Gerais existem áreas úmidas formadas por rios, brejos e lagoas que são propícias para a ocorrência de aves aquáticas. É o caso do Parque Estadual do Rio Doce (PE Rio Doce), da região do Alto São Francisco, da Área de Proteção Ambiental do Rio Pandeiros (APA Rio Pandeiros) e Área de Proteção Ambiental Carste de Lagoa Santa (APA Carste), onde já foram registradas, respectivamente, 27, 41, 44 e 56<sup>2</sup> espécies de aves aquáticas

---

<sup>2</sup> Esses números devem ser vistos com cautela, pois podem refletir intensidade dos estudos em cada região.

(Lins *et al.*, 1998; Ief, 2001; Rodrigues e Michelin, 2005; Krabbe, 2007; Oliveira, 2009; Lopes *et al.*, 2010; Dornas e Figueira, 2012; Carvalho, 2013).

Atualmente, a degradação das áreas úmidas de todo o planeta vem se tornando mais comum e mais intensa (M.E.A., 2005), acarretando perda de biodiversidade (Lytle e Poff, 2004). Na APA Carste, a fragmentação florestal teria resultado na extinção de 13 espécies de aves florestais, além da redução populacional de outras 10 espécies (Christiansen e Pitter, 1997). De maneira similar, a deterioração das áreas úmidas e de seus entornos teria levado à provável extinção de ao menos 13 espécies de aves aquáticas (Dornas e Figueira, 2012).

Considerando-se a elevada importância histórica, cultural, paisagística, científica e biológica da APA Carste, que é reconhecida nacional e internacionalmente pelos estudos zoológicos e botânicos dos naturalistas Johannes Reinhardt e Eugene Warming, no século XIX, e pelos inúmeros sítios arqueológicos e paleontológicos que guardam registros da fauna do período Pleistoceno e dos primeiros habitantes humanos da região (IBAMA, 1998a), somada à importância estratégica do aquífero cárstico em um cenário de mudanças climáticas, torna-se imperativo estudos que expandam os conhecimentos sobre o ecossistema cárstico que têm sofrido impactos antrópicos irreversíveis. O levantamento de espécies que compõem suas comunidades biológicas é um dos procedimentos preliminares.

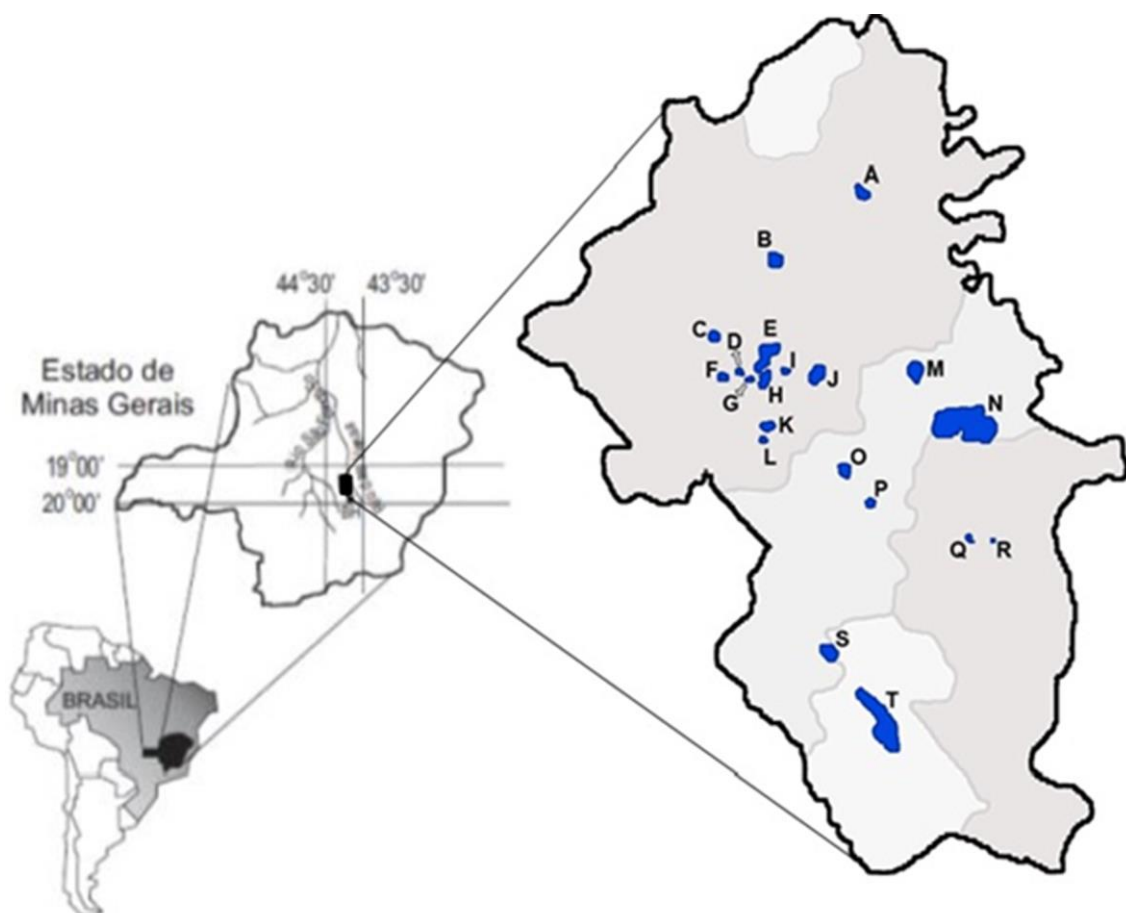
Objetivamos realizar um inventário das espécies de aves aquáticas que ocorrem em 20 lagoas temporárias da APA Carste; analisar a variação temporal dos grupos tróficos; e verificar o nível de sensibilidade das aves à degradação ambiental, como indicativo da qualidade do ambiente. Este inventário ajudará a divulgar a importância desta área úmida, potencializando a sua valorização e ainda contribuindo para a preservação das espécies inventariadas.

## **Materiais e Métodos**

### **Área de estudo**

A APA Carste foi criada pelo Decreto Federal nº 98.881 em 1990, abrange uma área de 35.600 hectares e compreende parte dos municípios de

Lagoa Santa, Pedro Leopoldo, Matozinhos, Funilândia e Confins (19°33'5"S 43°58'54"O) (IBAMA, 1998b) (Figura 1). Seus objetivos básicos são proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais (Brasil, 2000). Está situada no hotspot de biodiversidade Cerrado, no centro-sul do Estado de Minas Gerais, sendo considerada de extrema importância para a conservação da biodiversidade (Drummond *et al.*, 2005). Sobrepondo-se aos limites da APA Carste existem outras Unidades de Conservação (Área de Proteção Especial Aeroporto de Confins, Parque Estadual do Sumidouro, Parque Estadual de Cerca Grande, Monumento Natural Lapa Vermelha, Monumento Natural Vargem de Pedra, Monumento Natural Experiência da Jaguará, Monumento Natural Santo Antônio, Monumento Natural Várzea da Lapa e Reserva Particular do Patrimônio Natural Sol Nascente) (Minas Gerais, 1980; 2010e; c; d; b; a; f), que auxiliam no cumprimento dos objetivos da APA Carste.



**Figura 1:** Localização da Área de Proteção Ambiental Carste de Lagoa Santa, Minas Gerais, Brasil. Lagoas temporárias amostradas. A: Porcos; B: Curtume; C: da Fazenda do Marinheiro; D: Santo Antônio II; E: da Fazenda Santo Antônio; F: Pequena; G: Santo Antônio I; H:

Pedrinha; I: Caetano; J: Cerca Grande; K: Maria Angélica; L: Vargem de Pedra; M: Ribeira; N: Sumidouro; O: Baú; P: Abrigo da Samambaia; Q: Sangradouro II; R: Sangradouro I; S: Lapa Vermelha; T: Vargem Bonita.

A área está localizada em uma das regiões brasileiras mais importantes em termos de paisagem cárstica carbonática (Berbert-Born, 2002) e, em função das características cársticas, há na APA Carste uma série de lagoas, distribuídas ao longo de toda sua área. Essas lagoas são temporárias, com ciclos irregulares, anuais ou plurianuais, de cheias e secas, condicionados pelo regime de chuva associado ao nível do lençol freático do aquífero cárstico (Figura 2).



**Figura 2:** Algumas lagoas da Área de Proteção Ambiental Carste de Lagoa Santa, Minas Gerais, Brasil, em período de chuva e seca. A e B – Vargem de Pedra; C e D – Marinheiro; E e F – Fazenda Santo Antônio.

## Métodos

O inventário das aves aquáticas foi realizado de forma sistemática por dois observadores, perfazendo um esforço amostral total de aproximadamente 750 horas/observador. Bimensalmente, entre os anos 2011 e 2013, as aves foram identificadas e contadas utilizando binóculos e luneta, seguindo dois métodos distintos: transecto percorrendo-se todo o perímetro de cada lagoa e ponto fixo com distância de detecção indeterminada (Sutherland *et al.*, 2005) (Sutherland *et al.*, 2005), sendo o número de pontos proporcional ao perímetro de cada lagoa. Dessa forma, toda a extensão da lagoa foi amostrada. A abundância foi dada como o número de indivíduos de cada espécie.

A identificação das espécies foi realizada com consultas a guias de campo (Erize *et al.*, 2006; Sigrist, 2007; Perlo, 2009) e a lista das espécies foi organizada seguindo o CBRO – Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos, utilizando a 11<sup>a</sup> Lista de Aves do Brasil, disponível em <http://www.cbro.org.br/CBRO/listabr.htm>. Com auxílio de literatura (Sick, 1997; Scherer *et al.*, 2011; Rubim, 2013), as espécies foram agrupadas em oito guildas tróficas, de acordo com a sua dieta e o modo de obtenção do alimento (Anexo I) (Degraaf *et al.*, 1985; Sick, 1997; Scherer *et al.*, 2011; Rubim, 2013).

As espécies identificadas foram classificadas também de acordo com sua sensibilidade aos distúrbios ambientais, segundo Stotz e colaboradores (1996), em baixa, média e alta sensibilidade (Anexo II). Segundo essa classificação, que é baseada em impressões dos autores, a presença de espécies sensíveis é uma indicação do estado de conservação do ambiente. Quanto mais sensível a espécie for, maior será a chance dela desaparecer devido a alterações do ambiente, seja por perda ou fragmentação do habitat (Roma, 2006).

Para termos um indicativo da importância do ambiente baseado na classificação de sensibilidade, realizamos uma comparação das proporções dos níveis de sensibilidade observados na assembleia de aves da APA Carste com a proporção dos níveis de sensibilidade da assembleia de aves aquáticas que podem ocorrer em Minas Gerais (Dornas e Figueira, 2012; Lepage, 2015). Realizamos um teste qui-quadrado de contingência para verificar se a proporção de espécies de alta, média e baixa sensibilidade observada foi igual

ou diferente da proporção esperada, utilizando o programa Past (versão 2.08b (Hammer *et al.*, 2001)).

## **Resultados e Discussão**

Nesta pesquisa registramos 39 espécies de aves aquáticas, pertencentes a 15 famílias, que foram agrupadas em 14 guildas tróficas (Tabela 2 e 3, Figura 3). As famílias mais representativas foram Ardeidae (socós e garças, guilda carnívoro de água rasa), Anatidae (patos, guilda onívoro de água rasa) e Scolopacidae (maçaricos e narcejas, guilda onívoro de água rasa) com oito, seis e quatro espécies registradas, respectivamente.

Vários outros levantamentos de curta duração e/ou em menor número de lagoas foram realizados na APA Carste, resultando em menor riqueza em espécies do que observado no presente trabalho: 31 (Lins *et al.*, 1998), 27 (Rodrigues e Michelin, 2005) e 32 espécies (Oliveira, 2009). Uma compilação de todas as espécies de aves aquáticas já registradas na APA Carste totalizou 53 espécies (Dornas e Figueira, 2012). Dessas, sete são registros únicos e históricos feitos por Lund e Reinhardt no século XIX (Krabbe, 2007). O presente estudo inventariou 72% de todas as espécies de aves aquáticas já registradas na região, e ainda incluiu mais duas: *Charadrius semipalmatus* e *Gelochelidon nilotica* (Nóbrega *et al.*, no prelo).



**Figura 3:** Algumas aves aquáticas da Área de Proteção Ambiental Carste de Lagoa Santa, Minas Gerais, Brasil. A – *Charadrius semipalmatus*; B – *Tringa flavipes*; C – *Mycteria americana*; D- *Tringa solitaria*; E – *Gelocheilon nilotica*; F – *Platalea ajaja*; G – *Butorides striata*; H – *Ardea alba*; I – *Phalacrocorax brasilianus*.

**Tabela I:** Lista de espécies de aves aquáticas da Área de Proteção Ambiental Carste de Lagoa Santa, Minas Gerais, Brasil, registradas durante esse estudo. Sensibilidade (segundo Stotz *et al*, 1996): L = baixo; M = médio; H = alto. Grau de ameaça: Deliberação Normativa nº 147 (Brasil, 2010) Migração: VN = vagante do Hemisfério Norte. Guilda Trófica: CAR - Carnívoro de água rasa; PM - Piscívoro mergulhador; CT - Carnívoro terrestre; PV - Piscívoro voador; OAR – Onívoro de água rasa; OM – Onívoro mergulhador; OT – Onívoro terrestre; OCSM – Onívoro que caça sobre macrófitas; GAR – Granívoro de água rasa; HM – Herbívoro mergulhador; IAR – Insetívoro de água rasa; IT – Insetívoro terrestre; MAR – Moluscívoro de água rasa; PAR – Piscívoro de água rasa. Lagoa com registro: A – Porcos; B – Curtume; C – Faz. Marinheiro; D – Santo Antônio II; E – Faz. Santo Antônio; F – Pequena; G – Santo Antônio I; H – Pedrinha; I – Caetano; J – Cerca Grande; K – Maria Angélica; L – Vargem de Pedra; M – Ribeira; N – Sumidouro; O – Macacos; P; Abrigo da Samambaia; Q – Sangradouro II; R – Sangradouro I; S – Lapa Vermelha; T – Vargem Bonita.

Nome do Táxon	Nome popular	Sensibilidade	Grau de ameaça	Status de Migração	Guilda trófica	Lagoa com registro
Anseriformes Linnaeus, 1758						
Anatidae Leach, 1820						
Dendrocygninae Reichenbach, 1850						
<i>Dendrocygna viduata</i> (Linnaeus, 1766)	Irerê	L			GAR	A,B,C,D,E,F,G,H,I, J,K,M,N,Q,R,S,T
<i>Dendrocygna autumnalis</i> (Linnaeus, 1758)	Marreca-cabocla	L			GAR	A,B,C,E,F,G,H,I,J, K,L,M,N,R,S,T
Anatinae Leach, 1820						
<i>Cairina moschata</i> (Linnaeus, 1758)	Pato-do-mato	M			OM	J,T
<i>Amazonetta brasiliensis</i> (Gmelin, 1789)	Marreca-de-pé- vermelho	L			GAR	A,B,C,D,E,F,G,H,J, K,L,M,N,S,T
<i>Netta erythrophthalma</i> (Wied, 1832)	Paturi-preta	L			GAR	E,K,N
<i>Nomonyx dominica</i> (Linnaeus, 1766)	Marreca-de-bico- roxo	M			HM	F,M,N
Podicipediformes Fürbringer, 1888						
Podicipedidae Bonaparte, 1831						
<i>Tachybaptus dominicus</i> (Linnaeus, 1766)	Mergulhão- pequeno	M			OM	B,C,F
<i>Podilymbus podiceps</i> (Linnaeus, 1758)	Mergulhão- caçador	M			PM	A,B,D,E,F,G,H,J,K, L,M,N,Q,R,S,T
Ciconiiformes Bonaparte, 1854						
Ciconiidae Sundevall, 1836						
<i>Mycteria americana</i> Linnaeus, 1758	Cabeça-seca	L	vulnerável		CAR	A,J,K,N

Suliformes Sharpe, 1891					
Phalacrocoracidae Reichenbach, 1849					
<i>Phalacrocorax brasilianus</i> (Gmelin, 1789)	Biguá	L		PM	A,B,C,D,E,G,H,I,J, K,L,N,Q,S,T
Anhingidae Reichenbach, 1849					
<i>Anhinga anhinga</i> (Linnaeus, 1766)	Biguatinga	M		PM	A,E,I,N,T
Pelecaniformes Sharpe, 1891					
Ardeidae Leach, 1820					
<i>Tigrisoma lineatum</i> (Boddaert, 1783)	Soco-boi	M		CAR	K
<i>Nycticorax nycticorax</i> (Linnaeus, 1758)	Savacu	L		PAR	A,B,D,H,I,K,L,M,N, T
<i>Butorides striata</i> (Linnaeus, 1758)	Socozinho	L		CAR	A,B,C,D,E,F,G,H,J, K,L,M,N,Q,R,T
<i>Bubulcus ibis</i> (Linnaeus, 1758)	Garça-vaqueira	L		IT	A,B,C,D,E,F,H,I,J, K,L,M,N,O,R,S,T
<i>Ardea cocoi</i> Linnaeus, 1766	Garça-moura	L		CAR	A,B,E,G,H,J,K,L,Q, S,T
<i>Ardea alba</i> Linnaeus, 1758	Garça-grande	L		CAR	A,B,C,E,F,G,H,I,J, K,L,M,N,Q,T
<i>Syrigma sibilatrix</i> (Temminck, 1824)	Maria-faceira	M		OT	A,B,C,D,E,G,H,I,J, K,L,M,N,O,S,T
<i>Egretta thula</i> (Molina, 1782)	Garça-pequena	L		CAR	A,B,D,F,G,H,I,K,L, N,R,T
Threskiornithidae Poche, 1904					
<i>Phimosus infuscatus</i> (Lichtenstein, 1823)	Tapirucu-de-cara pelada	M		OAR	A,E,H,N,Q,T
<i>Theristicus caudatus</i> (Boddaert, 1783)	Curicaca	L		CAR	E,H,K
<i>Platalea ajaja</i> Linnaeus, 1758	Colhereiro	M	vulnerável	PAR	E,H,K,N
Gruiformes Bonaparte, 1854					
Aramidae Bonaparte, 1852					
<i>Aramus guarauna</i> (Linnaeus, 1766)	Carão	M		MAR	E,H,N,Q,R

Rallidae Rafinesque, 1815					
<i>Aramides cajanea</i> (Statius Muller, 1776)	Saracura-três potes	H		OT	H,R
<i>Gallinula galeata</i> (Lichtenstein, 1818)				OAR	A,B,C,D,E,F,G,H,J, K,M,N,Q,R,S,T
<i>Porphyrio martinica</i> (Linnaeus, 1766)	Frango-d'água	L		OCSM	A,B,F,H,K,M,N,Q,R, ,T
	Frango-d'água- azul	L			
Charadriiformes Huxley, 1867					
Charadrii Huxley, 1867					
Charadriidae Leach, 1820					
<i>Vanellus cayanus</i> (Latham, 1790)	Batuíra-de- esporão	M		CAR	N
<i>Vanellus chilensis</i> (Molina, 1782)				CT	A,B,C,D,E,F,G,H,I, J,K,L,M,N,O,R,S,T
	Quero-quero	L		OAR	H
<i>Charadrius semipalmatus</i> Bonaparte, 1825	Batuíra-de-bando	M	VN		
Recurvirostridae Bonaparte, 1831					
<i>Himantopus melanurus</i> Vieillot, 1817				IAR	B,C,D,E,F,G,H,K,L, N,S
	Pernilongo-de- costas-negras	M			
Scolopaci Steijneger, 1885					
Scolopacidae Rafinesque, 1815					
<i>Gallinago paraguaiae</i> (Vieillot, 1816)	Narceja	L		OAR	B,E,N
<i>Tringa solitaria</i> Wilson, 1813	Maçarico-solitário	L	VN	CAR	C,E,H,I,J,K,L
<i>Tringa melanoleuca</i> (Gmelin, 1789)	Maçarico-grande-de-perna amarela	L	VN	OAR	N
<i>Tringa flavipes</i> (Gmelin, 1789)				OAR	B,C,E,H,I,K,L,N,O, S,T
	Maçarico-de- perna-amarela	L	VN		
Jacanidae Chenu & Des Murs, 1854					
<i>Jacana jacana</i> (Linnaeus, 1766)				OCSM	A,B,D,E,F,G,H,J,K, L,M,N,O,S,T
	Jaçanã	L			
Sternidae Vigors, 1825					
<i>Gelochelidon nilotica</i> (Gmelin, 1789)	Trinta-réis-de-bico-preto	H	VN	CV	N
Coraciiformes Forbes, 1844					
Alcedinidae Rafinesque, 1815					

<i>Megaceryle torquata</i> (Linnaeus, 1766)	Martim-pescador- grande	L	PV	B,C,E,H,I,K,L,N,Q, R,S,T
<i>Chloroceryle amazona</i> (Latham, 1790)	Martim-pescador- verde	L	PV	E,K,L,S,T
<i>Chloroceryle americana</i> (Gmelin, 1788)	Martim-pescador- pequeno	L	PV	B,C,H,I,K,L,N,Q,S, T

---

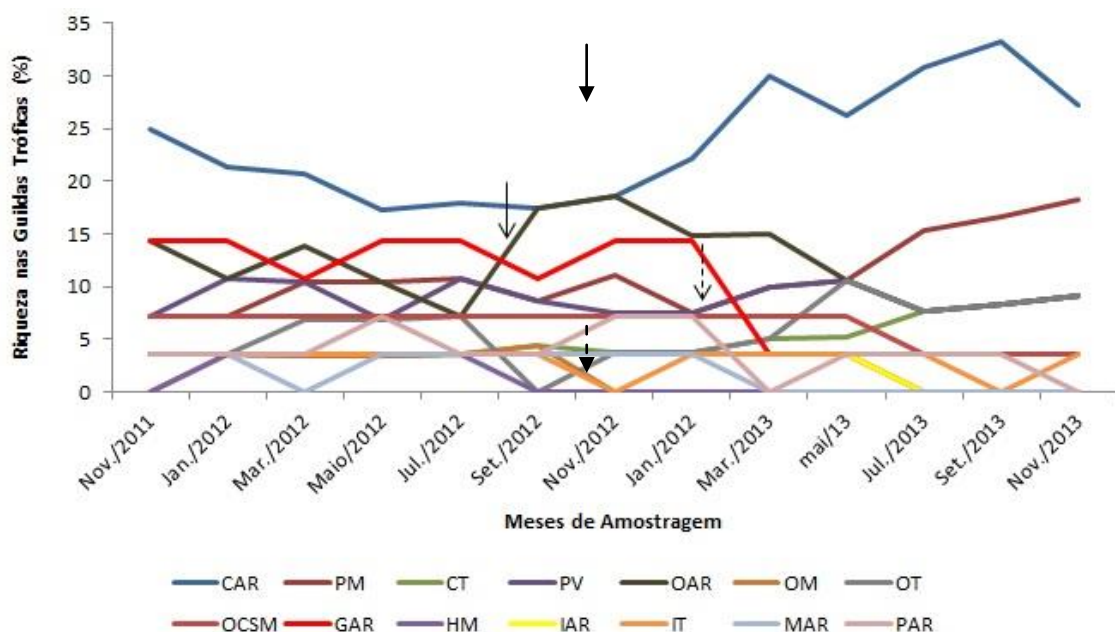
Essa variação na riqueza de aves aquáticas está relacionada aos ciclos anuais de cheias e secas que ocorrem nas lagoas da APA Carste, uma vez que grupos de aves pertencentes a diferentes guildas tróficas podem se distribuir em diferentes lagoas, em diferentes locais de uma mesma lagoa ou na mesma lagoa em diferentes épocas. Assim como observado no Pantanal (Antas, 1994; Figueira *et al.*, 2006) e em outras áreas úmidas sujeitas a ciclos de secas e cheias, como o arquipélago de Anavilhanas (Cintra *et al.*, 2007; Cintra, 2012) e em lagoas costeiras do sul do Brasil (Guadagnin *et al.*, 2005), as espécies tendem a estar presentes em ambientes que as favoreçam, seja com alimentação ou disponibilidade de habitat.

Do mesmo modo, a escassez de habitat e alimento adequado fazem com que as espécies se desloquem para outras lagoas ou regiões (Bancroft *et al.*, 2002; Cintra *et al.*, 2007), contribuindo para o decréscimo no número de espécies nas localidades de origem e acréscimo nas localidades de destino. É o que ocorre com as espécies migratórias, que realizam movimentos sazonais entre áreas de reprodução e áreas de alimentação e descanso (Townsend *et al.*, 2006; Alves, 2007; Salewski e Bruderer, 2007), a fim de evitar as dificuldades que um determinado ambiente ou período podem trazer (Sick, 1997; Townsend *et al.*, 2006).

Na APA Carste, registramos a chegada de cinco espécies migratórias provenientes do hemisfério norte, *Charadrius semipalmatus*, *Tringa solitaria*, *T. melanoleuca*, *T. flavipes* e *Gelochelidon nilotica*, entre os meses de Setembro a Abril. A chegada dessas espécies é responsável pelo pico de riqueza e abundância da guilda na qual estão classificadas, onívoro de água rasa (OAR) e carnívoro de água rasa (CAR), como pode ser observado nas figuras 04 e 05. O que corrobora alguns trabalhos desenvolvidos na região litorânea do Brasil, que indicam o incremento da riqueza de espécies associada à chegada das espécies migratórias do hemisfério norte (Azevedo-Junior *et al.*, 2002; Larrazábal *et al.*, 2002; Telino-Júnior *et al.*, 2003), em especial nos meses de Novembro, Fevereiro e Março, e a queda na riqueza associada ao retorno ao hemisfério de origem.

Registramos também a presença de *Mycteria americana* e *Platalea ajaja*, espécies vulneráveis à extinção no estado de Minas Gerais. São consideradas migratórias intracontinentais, pois se deslocam em função da

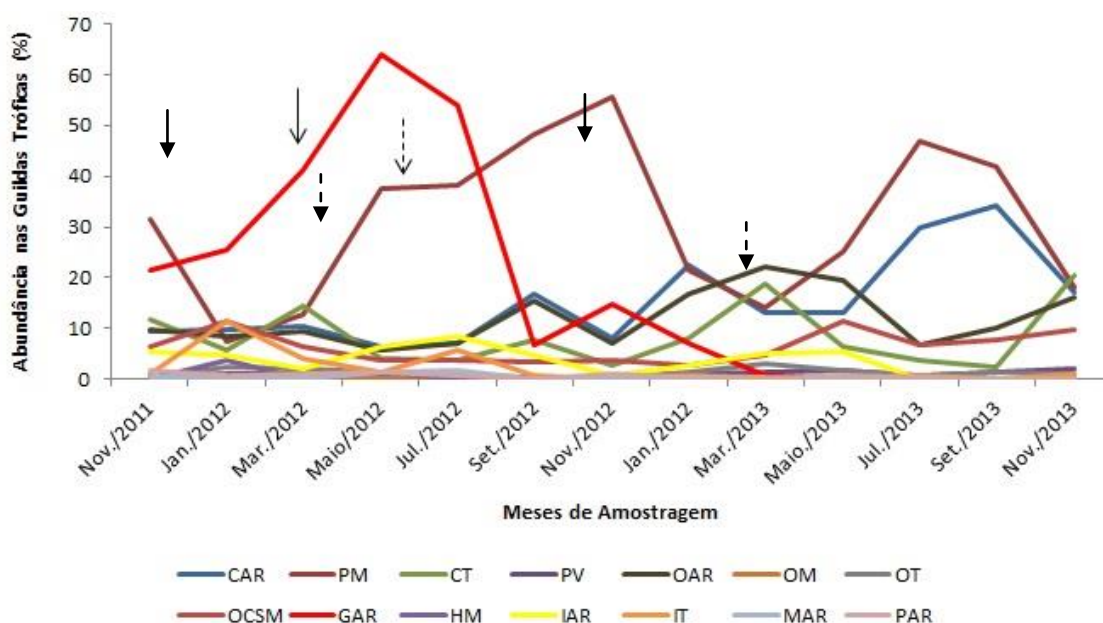
variação e disponibilidade de recursos dentro do mesmo continente (Antas, 1994). Essas espécies se deslocam sazonalmente, deixando o Pantanal, na época de cheia, em direção ao Rio Grande do Sul e Argentina. Nossas observações mostram que elas utilizam a área da APA Carste nesse mesmo período, entre os meses de Novembro e Maio, coincidindo com o período indicado por Antas (1994) no qual as espécies se deslocam em busca de condições ambientais mais favoráveis (Figueira *et al.*, 2006). Corrobora outros trabalhos desenvolvidos na região que indicam um padrão de migração sazonal dessas espécies (Rodrigues e Michelin, 2005; Oliveira, 2009).



**Figura 4:** Variação na riqueza de espécies que compõem as guildas tróficas de aves aquáticas da Área de Proteção Ambiental Carste de Lagoa Santa, Minas Gerais, Brasil: Área (ha) das lagoas; CAR - Carnívoro de água rasa; CM - Carnívoro mergulhador; CT - Carnívoro terrestre; CV - Carnívoro voador; OAR – Onívoro de água rasa; OM – Onívoro mergulhador; OT – Onívoro terrestre; OCSM – Onívoro que caça sobre macrófitas. Seta contínua indica momento de grande incremento de espécies da guilda onívoro de água rasa. Seta descontinua aponta pequena variação na riqueza de espécies da guilda piscívoro mergulhador.

Mesmo com a presença das espécies migratórias nos meses iniciais do ano, a maior riqueza de espécies foi registrada em Março e Maio de 2012 (n=29 espécies), enquanto maior abundância foi observada nos meses Maio e Julho de 2012 (2.435 e 2.335 indivíduos, respectivamente). Esses meses coincidem com o momento de diminuição no regime de chuva e consequente esvaziamento das lagoas. A diminuição do espelho d'água das lagoas provoca uma concentração de itens alimentares que atrai mais espécies e indivíduos de

aves, devido à facilitação na captura das presas, elevando a riqueza de espécies e a abundância de indivíduos. Na APA Carste esse padrão foi observado por Rodrigues e Michelin (2005), que registraram maior diversidade de espécies e maior abundância na lagoa do Sumidouro, e por Oliveira (2009) que mostrou maior diversidade de espécies no momento em que a lagoa da Fazenda Santo Antônio estava esvaziando. Esse padrão é bastante consistente e se repete em outras áreas úmidas, não apenas em lagoas (Oliveira, 2005; Figueira *et al.*, 2006; Aguiar e Naiff, 2010).



**Figura 5:** Variação na abundância de espécies que compõem as guildas tróficas de aves aquáticas da Área de Proteção Ambiental Carste de Lagoa Santa, Minas Gerais, Brasil: Área (ha) das lagoas; CAR - Carnívoro de água rasa; CM - Carnívoro mergulhador; CT - Carnívoro terrestre; CV - Carnívoro voador; OAR – Onívoro de água rasa; OM – Onívoro mergulhador; OT – Onívoro terrestre; OCSM – Onívoro que caça sobre macrófitas. Setas indicam momentos de incremento das guildas granívoro de água rasa (setas contínuas) e piscívoro mergulhador (setas descontínuas).

A riqueza de espécies e a abundância de indivíduos nas guildas tróficas também sofreram flutuações ao longo do ano (Figura 4 e 5). As guildas onívoro de água rasa e piscívoro mergulhador foram as que apresentaram maiores flutuações. A guilda onívoro de água rasa, formada por espécies como frango d’água, que caçam desde insetos até pequenos vertebrados nas margens brejosas formadas durante o período de aumento da área das lagoas, teve incremento de espécies nesses períodos (Figura 4 – seta contínua). O que foi favorecido, também, pela chegada das espécies migratórias, como indicado

anteriormente. A guilda piscívoro mergulhador formada por espécies mergulhadoras, como o biguá (*Phalacrocorax brasilianus*) sofreu pouca variação na riqueza de espécies ao longo do período amostrado (Figura 4, seta descontínua).

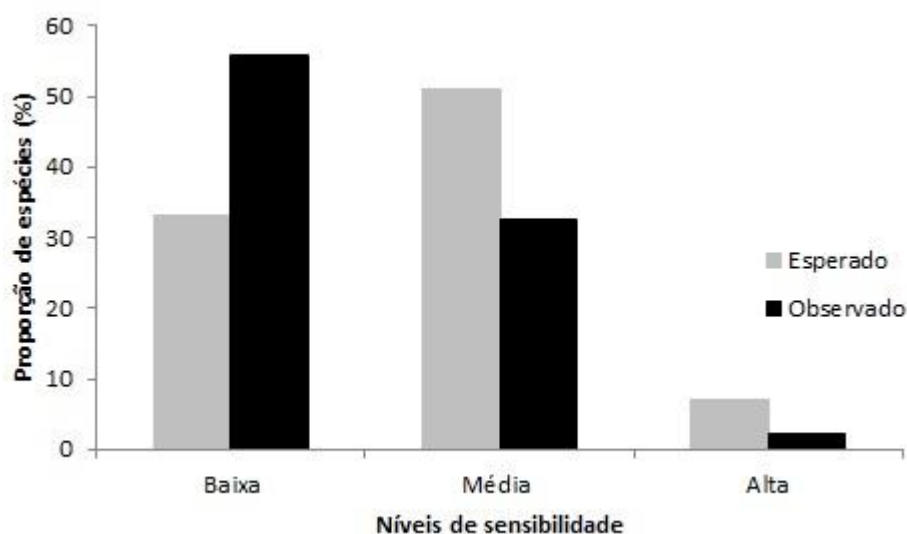
Tanto a guilda granívoro de água rasa quanto piscívoro mergulhador sofreram grande flutuação na sua abundância ao longo do tempo. Enquanto a primeira acumulou muitos indivíduos quando as lagoas estavam enchendo (Figura 5, seta contínua), a segunda acumulou poucos, já que as lagoas cheias não favorecem a obtenção de alimento. No entanto, quando as lagoas estavam secando e ficando com área menor, os piscívoros mergulhadores tiveram grande incremento no número de indivíduos (Figura 5, seta descontínua). Nesse período peixes ficam mais concentrados no corpo d'água, facilitando a sua captura (Antas, 1994; Figueira *et al.*, 2006). As diferenças na ocorrência das espécies, representado pela abundância, indicam as diferenças de respostas das espécies às variações ambientais.

Já os meses de Setembro e Novembro de 2013 foram os meses menos ricos em espécies, 12 e 11 respectivamente. Esse resultado, provavelmente reflete a pluviosidade reduzida observada em 2013, quando em muitas lagoas não houve acúmulo de água, afetando a chegada e permanência de espécies em busca de ambiente propício para alimentação e repouso.

Em relação à sensibilidade à degradação ambiental, 62% das espécies (n=24) registradas na APA Carste foram consideradas de baixa sensibilidade, enquanto 35% das espécies (n=14) de média sensibilidade, e 2% (n=1) possuem alta sensibilidade à degradação. A proporção observada de espécies de baixa sensibilidade foi maior do que a esperada, enquanto que as proporções das espécies de média e alta sensibilidade foram mais baixas ( $X^2 = 29,2$   $p < 0,05$ ; Figura 6), o que nos dá indicativos de que o ambiente não está favorável às espécies de níveis mais elevados de sensibilidade.

Segundo Stotz (1996), espécies de aves aquáticas podem deixar de ocorrer em um corpo d'água como reflexo da sua sensibilidade à degradação ambiental e a sua presença está mais relacionadas à qualidade do ambiente que margeia o corpo d'água do que ao corpo d'água propriamente dito. Espécies com baixa ou média sensibilidade, como *Butorides striata* (socozinho) e *Podilymbus podiceps* (mergulhão-caçador), respectivamente, se adaptam

bem em ambientes degradados e podem conviver com as alterações, como perda e fragmentação do habitat que margeia o corpo d'água.



**Figura 6:** Proporção de espécies por nível de sensibilidade na Área de Proteção Ambiental Carste de Lagoa Santa, Minas Gerais, Brasil.

Além disso, a falta de registros de algumas espécies anteriormente observadas na região, como *Porphyrio flavirostris* e *Cochlearius cochlearius* podem dar indícios do efeito da degradação e deterioração do habitat na biota local. Por outro lado, a ocorrência de espécies de média sensibilidade é um indicativo que a região ainda apresenta áreas não degradadas (Stotz *et al.*, 1996; Burger e Gochfeld, 2004; Ferreira, 2011). O monitoramento a longo prazo das populações pode ajudar na compreensão desses padrões.

### Considerações finais

O monitoramento sistemático de um conjunto maior de lagoas da APA Carste neste trabalho elevou o número de espécies de aves aquáticas da região. Todavia, mesmo esse esforço amostral não foi suficiente para registrar espécies com média e alta sensibilidade aos impactos ambientais, como *Porphyrio flavirostris* e *Cochlearius cochlearius* (arapapá) que estão entre as espécies registradas por Reinhardt no século XIX e não mais registradas na APA Carste, podendo ter sido extintas localmente.

A região da APA Carste é considerada de extrema importância para a conservação da biodiversidade (Drummond *et al.*, 2005) e a ocorrência de considerável riqueza de aves aquáticas, incluindo espécies migratórias de médias e longas distâncias e espécies vulneráveis à extinção, só vem a corroborar esse fato.

Existe uma necessidade urgente de maior esforço de conservação para o que ainda resta dos ecossistemas que compõem a APA Carste. A criação das Unidades de Conservação do Sistema de Áreas Protegidas (SAP), fiscalização, educação ambiental e turismo educativo, ajudarão a diminuir perdas de espécies e os insubstituíveis serviços ecossistêmicos a elas associados.

## Referências Bibliográficas

AGUIAR, K. M. O.; NAIFF, R. H. Composição da avifauna da Área de Proteção Ambiental do Rio Curiaú, Macapá, Amapá, Brasil. **Ornithologia**, v. 4, n. 1, p. 36-48, 2010.

ALVES, M. A. S. Sistemas de migrações de aves em ambientes terrestres no Brasil: exemplos, lacunas e propostas para o avanço do conhecimento. **Revista Brasileira de Ornithologia**, v. 15, n. 2, p. 231-238, 2007.

ANTAS, P. T. Z. Migration and other movements among the lower Paraná River valley wetlands, Argentina, and the south Brazil/Pantanal wetlands. **Bird Conservation International**, v. 4, n. 2-3, p. 181-190, 1994.

AZEVEDO-JUNIOR, S. M.; FILHO, M. M. D.; LARRAZÁBAL, M. E. L.; FERNANDES, C. J. G. Capacidade de vôo de quatro espécies de Charadriiformes (Aves) capturadas em Pernambuco, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 19, n. Supl.1, p. 183-189, 2002.

BANCROFT, G. T.; GAWLIK, D. E.; RUTCHEY, K. Distribution of wading birds relative to vegetation and water depths in the Northern Everglades of Florida, USA. **Waterbirds**, v. 25, n. 3, p. 265-277, 2002.

BERBERT-BORN, M. Carste de Lagoa Santa, MG - berço da paleontologia e da espeleologia brasileira. In: SCHOBENHAUS, C.; CAMPOS, D. A., *et al* (Ed.). **Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil**. Brasília: DNPM/CPRM - Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos (SIGEP), v.01, 2002. p.415-430.

BRASIL. **Lei nº 9.985 Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III, e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências**. Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]: Brasília, DF. 138 (19-07-2000) Seção I: 45-48 p. 2000.

\_\_\_\_\_. **Deliberação Normativa Copam nº 147. Aprova a lista de espécies ameaçadas de extinção da fauna do Estado de Minas Gerais**. Diário Oficial de Minas Gerais Belo Horizonte, MG. 30/04/2010 137-140 p. 2010.

BURGER, J.; GOCHFELD, M. Marine birds as sentinels of environmental pollution. **EcoHealth**, v. 1, n. 3, 2004.

CARVALHO, C. M. S. **Lagoas marginais: importância ecológica para a conservação de aves aquáticas no Alto Rio São Francisco Minas Gerais - Brasil**. 2013. 63 (Mestrado). Biologia Animal, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

CHRISTIANSEN, M. B.; PITTER, E. Species loss in a forest bird community near Lagoa Santa in Southeastern Brazil. **Biological Conservation**, v. 80, n. 1, p. 23-32, 1997.

CINTRA, R. Ecological gradients influencing waterbird communities in Black Water lakes in the Anavilhanas Archipelago, Central Amazonia. **International Journal of Ecology**, v. 1, n. 1, p. 1-21, 2012.

CINTRA, R.; SANTOS, P. M. R. S.; LEITE, C. B. Composition and structure of the lacustrine bird communities of seasonally flooded wetlands of Western Brazilian Amazonia at high water. **Waterbirds**, v. 30, n. 4, p. 521-540, 2007.

DALTON, C. M.; ELLIS, D.; POST, D. M. The impact of double-crested cormorant (*Phalacrocorax auritus*) predation on anadromous alewife (*Alosa pseudoharengus*) in south-central Connecticut, USA. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, v. 66, n. 2, p. 177-186, 2009.

DEGRAAF, R. M.; TILGHMAN, N. G.; ANDERSON, S. H. Foraging guilds of North American birds. **Environment Management**, v. 9, n. 6, p. 493-536, 1985.

DELUCA, A.; DEVELEY, P.; OLMOS, F. **Final report waterbirds in Brazil**. São Paulo: SAVE Brasil, 2006.

DORNAS, T.; FIGUEIRA, J. E. C. Aves aquáticas da Área de Proteção Ambiental Carste de Lagoa Santa, Minas Gerais, Brasil: uma síntese comparativa entre os estudos de Peter Wilhelm Lund e Johannes Theodor Reinhardt em meados do século XIX e estudos contemporâneos. **Cotinga**, v. 34, p. 5-14, 2012.

DRUMMOND, G. M.; MARTINS, C. S.; MACHADO, A. B. M.; SEBAIO, F. A.; ANTONINI, Y. **Biodiversidade em Minas Gerais: um atlas para a sua conservação**. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas, 2005. 222.

ERIZE, F.; MATA, J. R. R.; RUMBOLL, M. **Birds of South America non-passerines: rheas to woodpeckers**. Princeton: Princeton University Press, 2006. 384.

FERREIRA, A. P. Assessment of heavy metals in *Egretta thula*: case study: Coroa Grande mangrove, Sepetiba Bay, Rio de Janeiro, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 71, n. 1, p. 77-82, 2011.

FIGUEIRA, J. E. C.; CINTRA, R.; VIANA, L. R.; YAMASHITA, C. Spatial and temporal patterns of bird species diversity in the Pantanal of Mato Grosso, Brazil: implications for conservation. **Brazilian Journal of Biology**, v. 66, n. 2A, p. 393-404, 2006.

FIGUEROLA, J.; GREEN, A. J. Dispersal of aquatic organisms by waterbirds: a review of past research and priorities for future studies. **Freshwater Biology**, v. 47, p. 483-494, 2002.

GARCÍA-MORENO, J.; CLAY, R. P.; RÍOS-MUÑOZ, C. A. The importance of birds for conservation in the Neotropical region. **Journal of Ornithology**, v. 148, n. S2, p. 321-326, 2007.

GREEN, A. J.; FIGUEROLA, J.; SÁNCHEZ, M. I. Implications of waterbird ecology for the dispersal of aquatic organisms. **Acta Oecologica**, v. 23, p. 177-189, 2002.

GUADAGNIN, D.; PETER, A. S.; PERELLÓ, L. F. C.; MALTCHIK, L. Spatial and temporal patterns of waterbird assemblages in fragmented wetlands of Southern Brazil. **Waterbirds**, v. 28, n. 3, p. 261-272, 2005.

HAMMER, Ø.; HARPER, D. A. T.; RYAN, P. D. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. **Palaeontologia Electronica** v. 4, n. 1, p. 1-9, 2001.

IBAMA. **Estudo do meio biótico**. Belo Horizonte: IBAMA/CPRM, 1998a.

\_\_\_\_\_. **Gestão ambiental**. Belo Horizonte: IBAMA/BIODIVERSITAS/CPRM, 1998b. 40.

IEF. Anexo 1- Lista das espécies de aves registradas para o Parque Estadual do Rio Doce **IEF - MG**, v. Disponível em: [www.ief.mg.gov.br](http://www.ief.mg.gov.br), acessado em 6/Março/2012, 2001.

KRABBE, N. Birds collected by P.W.Lund and J.T.Reinhardt in south-eastern Brazil between 1825 and 1855, with notes on P.W.Lund's travels in Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Ornitologia**, v. 15, n. 3, p. 331-357, 2007.

LARRAZÁBAL, M. E.; AZEVEDO-JUNIOR, S. M.; PENA, O. Monitoramento de aves limícolas na Salina Diamante Branco, Galinhos, Rio Grande do Norte, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 19, n. 4, p. 1081-1089, 2002.

LEPAGE, D. **Checklist of the birds of Minas Gerais. Avibase, the world bird database.**: Disponível em: <http://avibase.bsceoc.org/checklist.jsp?lang=PT&region=brmi&list=howardmoore&format=1>, 2015.

LINS, L.; MACHADO, R. B.; VASCONCELOS, M. F. Avifauna. In: HERMANN, G.; KOHLER, H. C., *et al* (Ed.). **APA Carste de Lagoa Santa, Meio Biótico**. Belo Horizonte: IBAMA/CPRM, v.II, 1998. p.92.

LOPES, L. E.; NETO, S. D.; LEITE, L. O.; MORAES, L. L.; CAPURUCHO, J. M. G. Birds from Rio Pandeiros, southeastern Brazil: a wetland in an arid ecotone. **Revista Brasileira de Ornitologia**, v. 18, n. 4, p. 267-282, 2010.

LYTLE, D. A.; POFF, N. L. Adaptation to natural flow regimes. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 19, n. 2, p. 94-100, 2004.

MADENJIAN, C. P.; GABREY, S. W. Waterbird predation on fish in western lake Erie: a bioenergetics model application. **The Condor**, v. 97, p. 141-153, 1995.

MILLENIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. **Ecosystems and human well-being: biodiversity synthesis**. Washington, DC: World Resources Institute, 2005. 85.

MINAS GERAIS. **Decreto Estadual nº 20.375. Cria o Parque Ecológico do Vale do Sumidouro e dá outras providências**. Diário Oficial do Estado de Minas Gerais (DOEMG): Belo Horizonte, MG. (04/01/1980) 1980.

\_\_\_\_\_. **Decreto Estadual nº 45.391. Cria o Monumento Natural Estadual Experiência da Jaguará e declara de utilidade pública para desapropriação de pleno domínio terrenos e benfeitorias no município de Matozinhos**. Diário Oficial do Estado de Minas Gerais (DOEMG): Belo Horizonte, MG. (09/06/2010) 2010a.

\_\_\_\_\_. **Decreto Estadual nº 45.392. Cria o Monumento Natural Estadual Vargem da Pedra, no município de Matozinhos, e dá outras providências**. Diário Oficial do Estado de Minas Gerais (DOEMG): Belo Horizonte, MG. (09/06/2010) 2010b.

\_\_\_\_\_. **Decreto Estadual nº 45.398. Cria o Parque Estadual da Cerca Grande, no município de Matozinhos, e dá outras providências**. Diário Oficial do Estado de Minas Gerais (DOEMG): Belo Horizonte, MG. (15/06/2010): 2-3 p. 2010c.

\_\_\_\_\_. **Decreto Estadual nº 45.399. Cria o Monumento Natural Estadual Santo Antônio, no município de Matozinhos, e dá outras providências**. Diário Oficial do Estado de Minas Gerais (DOEMG): Belo Horizonte, MG. (14/06/2010): 3 p. 2010d.

\_\_\_\_\_. **Decreto Estadual nº 45.400. Cria o Monumento Natural Estadual Lapa Vermelha, no município de Pedro Leopoldo, e dá outras providências**. Diário Oficial do Estado de Minas Gerais (DOEMG): Belo Horizonte, MG. (14/06/2010): 4 p. 2010e.

\_\_\_\_\_. **Decreto Estadual nº 45.508. Cria o Monumento Natural Estadual Várzea da Lapa, no município de Lagoa Santa, e dá outras providências**. Diário Oficial do Estado de Minas Gerais (DOEMG): Belo Horizonte, MG. (26/11/2010) 2010f.

NIEMI, G. J.; MCDONALD, M. E. Application of ecological indicators. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, v. 35, n. 1, p. 89-111, 2004.

NÓBREGA, P. F. A.; AGUIAR, J. A. B.; FIGUEIRA, J. E. C. First records of *Charadrius semipalmatus*, Bonaparte 1825 (Charadriidae) and *Gelochelidon nilotica* Gmelin 1789 (Sternidae) in the State of Minas Gerais, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**. No prelo. 2015.

OLIVEIRA, D. M. M. **Efeitos bióticos e abióticos de ambientes alagáveis nas assembléias de aves aquáticas e piscívoras no Pantanal, Brasil**. 2005. 198 (Doutorado). Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Universidade do Amazonas, Manaus.

OLIVEIRA, T. D. **Sazonalidade, riqueza e abundância de espécies de aves aquáticas associadas a uma lagoa temporária da APA Carste de Lagoa Santa, MG**. 2009. 30

Graduação (Graduação). Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

PERLO, B. V. **A field guide to the birds of Brazil**. Oxford: Oxford University Press., 2009. 465.

PIRATELLI, A.; SOUSA, S. D.; CORRÊA, J. S.; ANDRADE, V. A.; RIBEIRO, R. Y.; AVELAR, L. H.; OLIVEIRA, E. F. Searching for bioindicators of forest fragmentation: passerine birds in the Atlantic forest of southeastern Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 68, n. 2, p. 259-268, 2008.

RAMSAR. Convention on wetlands of international importance especially as waterfowl habitat. Ramsar (Irã), p. Disponível em: [http://www.ramsar.org/cda/en/ramsar-documents-texts-convention-on/main/ramsar/1-31-38%5E20671\\_4000\\_0](http://www.ramsar.org/cda/en/ramsar-documents-texts-convention-on/main/ramsar/1-31-38%5E20671_4000_0), 1994. Acesso em: 27/06/2014.

RAULINGS, E.; MORRIS, K. A. Y.; THOMPSON, R.; NALLY, R. M. Do birds of a feather disperse plants together? **Freshwater Biology**, v. 56, n. 7, p. 1390-1402, 2011.

RODRIGUES, M.; MICHELIN, V. B. Riqueza e diversidade de aves aquáticas de uma lagoa natural no sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 22, n. 4, p. 928-935, 2005.

ROMA, J. C. R. **A fragmentação e seus efeitos sobre aves de fitofisionomias abertas do Cerrado**. 2006. 210 (Doutorado). Departamento de Ecologia, Universidade de Brasília, Brasília.

RUBIM, P. Sazonalidade na assembleia de aves aquáticas em uma lagoa marginal do rio Mogi Guaçu, estado de São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Ornitologia**, v. 21, n. 1, p. 10-15, 2013.

RUSSI, D.; BRINK, P.; FARMER, A.; BADURA, T.; COATES, D.; FORSTER, J.; KUMAR, R.; DAVIDSON, N. **The economics of ecosystems and biodiversity for water and wetlands**. IEEP, London and Brussels; Ramsar Secretariat, Gland., 2013. 78.

SALEWSKI, V.; BRUDERER, B. The evolution of bird migration—a synthesis. **Naturwissenschaften**, v. 94, p. 11, 2007.

SCHERER, A. L.; PETRY, M. V.; SCHERER, J. F. M. Estrutura e composição da comunidade de aves aquáticas em uma área úmida no sul do Brasil. **Revista Brasileira de Ornitologia**, v. 19, n. 3, p. 323-331, 2011.

SICK, H. **Ornitologia Brasileira**. Rio de Janeiro: Editora Nova Fronteira, 1997. 910.

SIGRIST, T. **Aves do Brasil Oriental – guia de campo**. . São Paulo: Avis Brasilis. , 2007. 448.

STOTZ, D. F.; FITZPATRICK, J. W.; PARKER III, T. A.; MOSKOVITS, D. K. **Neotropical birds: ecology and conservation**. Chicago: University of Chicago Press, 1996.

SUTHERLAND, W. J.; NEWTON, I.; GREEN, R. **Bird ecology and conservation. A handbook of techniques**. . Oxford: Oxford University Press, 2005. 386.

TELINO-JÚNIOR, W. R.; AZEVEDO-JUNIOR, S. M.; LYRA-NEVES, R. M. Censo de aves migratórias (Charadriidae, Scolopacidae e Laridae) na Coroa do Avião, Igarassu, Pernambuco, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 20, n. 3, p. 451-456, 2003.

TOWNSEND, C. R.; BEGON, M.; HARPER, J. L. **Fundamentos em ecologia**. Porto Alegre: Artmed, 2006.

WETLANDS INTERNATIONAL. **Waterbird population estimates**. 5ª. Wageningen, The Netherlands: Wetlands International, 2012. 27.

## Anexos

**Anexo I** – Guildas tróficas das espécies de aves aquáticas da Área de Proteção Ambiental Carste de Lagoa Santa, Minas Gerais, Brasil. A classificação seguiu informações de DeGraaf et al. (1985), Scherer et al (2011), Sick (1997) e Rubim (2013).

	Itens Alimentares	Habitat e Modo de obtenção do alimento
CAR - Carnívoro de água rasa	peixes, lagartos, insetos, crustáceos, anfíbios, entre outros.	Obtêm o alimento na margem alagada das lagoas.
CM - Carnívoro mergulhador	peixes, lagartos, insetos, crustáceos, anfíbios, entre outros.	Permanece empoleirado à espera de presas. Obtêm o alimento fisgando sem deixar o poleiro, ou mergulhando.
CT - Carnívoro terrestre	pequenos lagartos, anfíbios e insetos.	Procura alimento em ambientes secos, mas pode forragear próximo de lagoas.
CV - Carnívoro voador	peixes e, ocasionalmente de pequenos anfíbios, camarões de água doce e larvas de insetos.	Permanece empoleirado à espera de presas. Obtêm o alimento mergulhando.
OAR – Onívoro de água rasa	pequenos peixes, anfíbios, insetos, larvas, crustáceos, vegetais, sementes, entre outros.	Obtêm o alimento na margem alagada das lagoas.
OM – Onívoro mergulhador	pequenos peixes, anfíbios, insetos, larvas, crustáceos, vegetais, sementes, entre outros.	Captura o alimento geralmente sob a água.
OT – Onívoro terrestre	pequenos peixes, anfíbios, insetos, larvas, crustáceos, vegetais, sementes, entre outros.	Procura alimento em ambientes secos, mas pode forragear próximo de lagoas.
OCSM – Onívoro que caça sobre macrófitas	pequenos peixes, anfíbios, insetos, larvas, crustáceos, vegetais, sementes, entre outros.	Permanecem sobre a vegetação aquática capturando alimentos que encontram no caminho.
GAR – Granívoro de água rasa	Alimenta-se sementes.	Obtêm o alimento na margem alagada das lagoas.
HM – Herbívoro mergulhador	Alimenta-se de sementes, raízes e folhas de plantas aquáticas.	Captura o alimento geralmente sob a água.
IAR – Insetívoro de água rasa	Alimenta-se de insetos e outros invertebrados.	Captura o alimento geralmente sob a água.
IT – Insetívoro terrestre	Alimenta-se de insetos e outros invertebrados.	Procura alimento em ambientes secos, mas pode forragear próximo de lagoas.
MAR – Moluscívoro de água rasa	Alimenta-se de moluscos.	Obtêm o alimento na margem alagada das lagoas.
PAR – Piscívoro de água rasa	Alimenta-se de peixes.	Obtêm o alimento na margem alagada das lagoas.

**Anexo II – Níveis de sensibilidade das espécies de aves aquáticas da Área de Proteção Ambiental Carste de Lagoa Santa. A atual classificação seguiu Stotz 1996.**

Nível de sensibilidade	Descrição
Baixa	São espécies tolerantes aos distúrbios ambientais. As espécies persistem no ambiente mesmo diante de grandes distúrbios.
Média	São espécies relativamente tolerantes aos distúrbios. As espécies persistem no ambiente até um determinado nível de degradação, quando podem se tornar rara ou desaparecer.
Alta	São espécies intolerantes aos distúrbios ambientais. Podem se tornar raras ou desaparecer de habitats que são alterados. São consideradas as melhores espécies para indicação de qualidade do habitat.

## **Capítulo 2: First Records of *Charadrius semipalmatus*, Bonaparte 1825 (Charadriidae) and *Gelochelidon nilotica* Gmelin 1789 (Sternidae) in the State of Minas Gerais, Brazil<sup>3</sup>**

### **Abstract**

Around forty bird species habitually reproduce in the Northern Hemisphere during summer, and migrate to the Southern Hemisphere during northern winter. These migrating birds fly together in large or small groups until they have reached the Caribbean, Central American, or Brazilian shores. *Charadrius semipalmatus*, Bonaparte 1825, is one of these migrating species that uses resting and feeding areas along eastern and western coasts of North and South America, with several records for the Brazilian coast, and very few for the inland country. On November 24, 2011, an individual of this species was observed on the banks of one of the lakes that compose a complex of about 40 temporary lakes within the Karst of Lagoa Santa Environmental Protection Area. On October 29 and 30, 2012 a single individual of *Gelochelidon nilotica*, Gmelin 1789, was also observed in Sumidouro State Park. We suggest that these specimens have used the Atlantic Ocean migration route, following the São Francisco River Basin, until the karst area. Although highly impacted, the temporary lakes within the Karst of Lagoa Santa still harbor a significant number of bird species, and serve as resting and feeding places for migratory or errant species that are still eliciting new records.

Key words: Karst of Lagoa Santa; migration route; Semipalmated Plover; temporary lake; Gull-Billed Tern.

### **Primeiro registro de *Charadrius semipalmatus*, Bonaparte 1825 (Charadriidae) e *Gelochelidon nilotica* Gmelin 1789 (Sternidae) em Minas Gerais**

#### **Resumo**

Cerca de 40 espécies de aves se reproduzem no hemisfério Norte durante o verão e migram durante o inverno, desse hemisfério, para o hemisfério Sul. Essas aves migradoras se reúnem em grandes ou pequenos bandos até atingir o Caribe, América Central e região costeira do Brasil. *Charadrius semipalmatus*, Bonaparte 1825, é uma

---

<sup>3</sup> Artigo aceito para publicação na Revista Brasileira de Biologia (BJB).

das migratórias que usa áreas de repouso e alimentação ao longo das costas leste e oeste das Américas do Norte e do Sul, tendo vários registros no litoral brasileiro e muito poucos no interior do país. No dia 24 de novembro de 2011, um indivíduo da espécie foi observado nas margens de uma das lagoas que compõem um complexo de cerca de 40 lagoas temporárias da Área de Proteção Ambiental (APA) Carste de Lagoa Santa. Nos dias 29 e 30 de outubro de 2012 um indivíduo de *Gelochelidon nilotica*, Gmelin 1789, foi observado na lagoa do Sumidouro, no Parque Estadual do Sumidouro. Sugerimos que os indivíduos utilizaram a rota do Oceano Atlântico para a migração, seguindo a bacia do rio São Francisco até atingir a área da APA. Apesar de altamente impactadas, as lagoas temporárias da APA Carste de Lagoa Santa ainda abrigam expressiva riqueza em espécies e servem como local de repouso e alimentação para espécies migratórias ou errantes ocasionais que continuam sendo registradas.

Palavras chave: Carste de Lagoa Santa; rota de migração; Semipalmated Plover; lagos temporários; Gull-Billed Tern.

Around forty bird species habitually reproduce in the Northern Hemisphere during summer, and migrate to the Southern Hemisphere during northern winter (Campos, et al. 2008; Mestre, 2007; Nunes and Tomas, 2008). In the US, migration of large groups occurs mainly along the eastern and western coasts, while small groups utilize inland migrating routes, making use of flooded regions, until they have reached the Caribbean, Central America, and the Brazilian coast (Nol and Blanken, 1999; Sick, 1997). The migration within the Brazilian territory occurs through four main routes (Antas, 1983; Nunes and Tomas, 2004; Nunes and Tomas, 2008): i) the Atlantic Ocean coastline, ii) Central Brazil (includes the routes of Rio Negro – Pantanal and Rio Xingu – Tocantins), iii) Central Amazon and Pantanal, and iv) Western Amazon (Cis-Andina).

*Charadrius semipalmatus* Bonaparte, 1825 (Charadriidae), commonly known as Semipalmated Plover, is a migrating bird that leaves the Arctic lakes, rivers and swamps in the winter (Nol and Blanken, 1999). During migration, it utilizes resting and feeding areas along the North and South American eastern and western shores (Barbieri et al., 2000; Nol and Blanken, 1999; Sick, 1997). It reaches the Brazilian coast between August and November (Nol and Blanken, 1999; Sick, 1997), when it is found from the Amapá coast to the Southern end of Rio Grande do Sul. There are further records for the Fernando de Noronha archipelago, and for the countryside in the States of Pará, Maranhão, Ceará, Paraíba and Santa Catarina (Branco et al., 2004; Campos et al., 2008;

Cardoso and Zeppelini, 2011; Cremer et al., 2011; Rodrigues, 2000; Serrano, 2011). Some juveniles, unable to migrate, are found in Brazil throughout the year (Barbieri and Paes, 2008; Campos et al., 2008). On November 24, 2011, a single adult *C. semipalmatus* was observed feeding on invertebrates, on the banks of the Lagoa da Pedrinha (19°31'16.1"S, 44°1'19.7"W; see Figure 1), one of the temporary lakes of the Karst of Lagoa Santa Environmental Protection Area (APA Karst of Lagoa Santa), in the State of Minas Gerais.



Figure 1 - *Charadrius semipalmatus* on the banks of the Lagoa da Pedrinha, Matozinhos - MG.

*Gelochelidon nilotica* Gmelin, 1789 (Sternidae), commonly known as Gull-Billed Tern, formerly *Sterna nilotica* (Bridge et al., 2005), is a migrating bird that inhabits the Northern Hemisphere, also migrating to the Southern Hemisphere during the winter (del Hoyo et al., 1996). There are six *G. nilotica* recognized subspecies (Molina et al., 2009), and among them, *G. n. aranea*, which can be observed in coastal and freshwater lakes and rivers in Central America, and on the coasts of Brazil and Peru (del Hoyo et al., 1996, Molina et al., 2009). This subspecies was recorded along the Brazilian coast in the Amazon estuary, Pará, Ceará and Rio Grande do Norte, and in the coastal lagoons of Rio Grande do Sul (De Luca et al., 2006; Girão et al., 2008; Kirwan et al., 2012; Petersen and Petry, 2011; Sick, 1997). There are also records in Rio de Janeiro (Sick, 1997), however, these need confirmation (De Luca et al. 2006). On the

other hand, del Hoyo et al. (1996), suggest a continuous distribution of this species along the eastern Brazilian coast, which seems far more likely. Reproductive activity was observed in Rio Grande do Norte (Azevedo et al., 2004), Rio Grande do Sul and the Amazon estuary (de Luca et al., 2006). On October 29 and 30, 2012, a single adult *G. nilotica* was observed flying and foraging alone near the margins of the Sumidouro lake (19°32'16.01"S, 43°56'41.61"W; see Figure 2), the largest temporary lake of the APA Karst of Lagoa Santa.



Figure 2 - *Gelocheidon nilotica* flying in the Sumidouro Lake, Lagoa Santa – MG.

The records of *C. semipalmatus* and *G. nilotica* were made on sunny days with two binoculars Bushnell Excursion (8x42), a spotting scope Bushnell Legend Ultra High Definition (15-45x60mm) and photographs Canon PowerShot (SX30 IS 14.1Mp Zoom 35x). Both records are remarkable and very unexpected, since the first species is a shorebird, the second a seabird, and the two lakes, where both species were sighted, make part of a complex of about 40 temporary lakes situated at least 380 Km from the Brazilian eastern coast (see Figure 3). Probably this system of temporary lakes is used by these and other Northern migratory species as stopover places, where they may rest and forage (Barbieri et al., 2013), during their passage to the Southern Hemisphere.

These records are outside the Brazilian coastline and, as far as it is known, the first for the State of Minas Gerais.

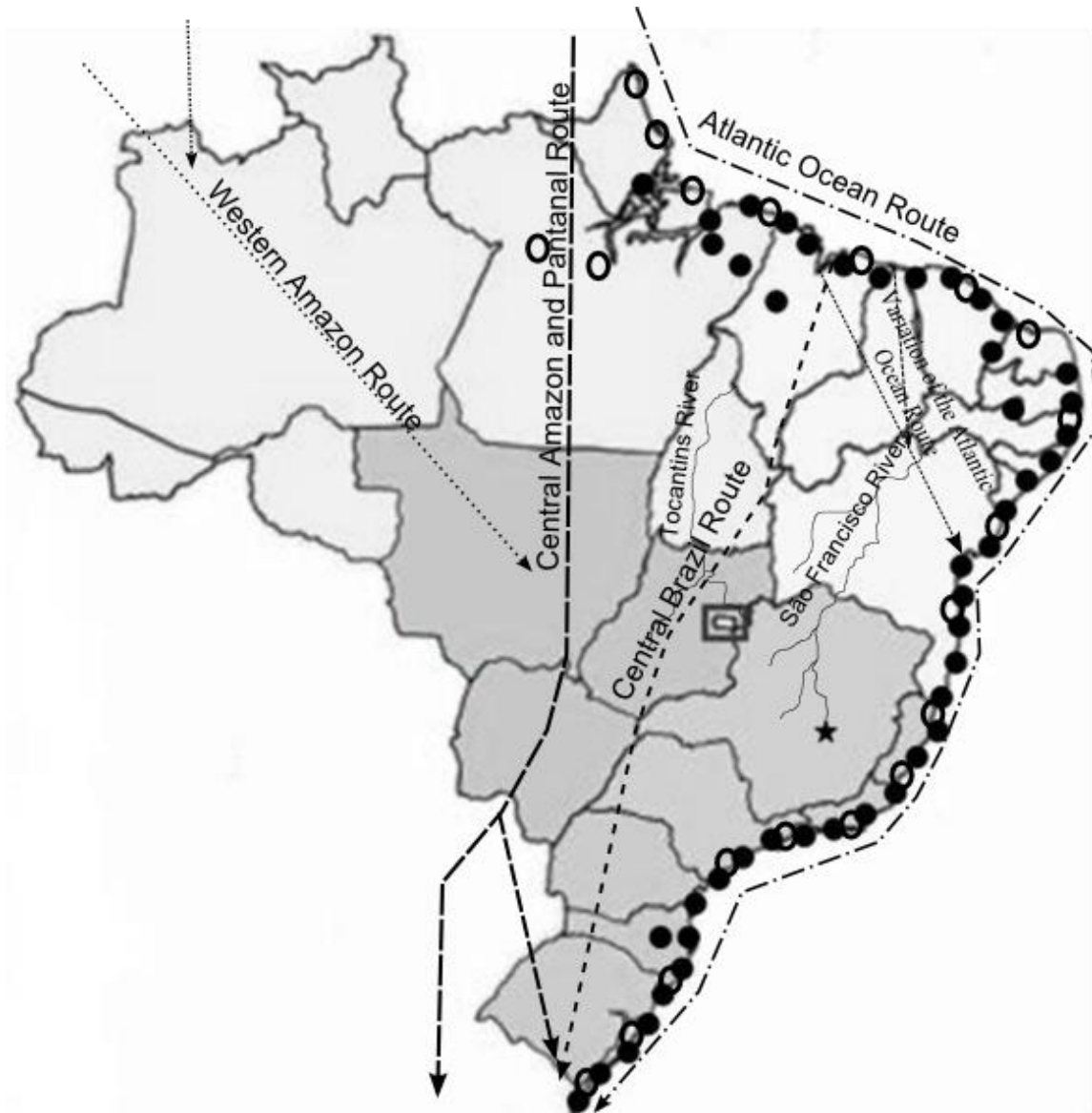


Figure 3- Distribution map of *Charadrius semipalmatus* (closed circles) and *Gelochelidon nilotica* (open circles). Star indicates the location of the new records in Minas Gerais. (Adapted of Antas 1983 and del Hoyo *et al.*, 1996).

Larkin and Szafoni (2008) suggest that several closely related species of birds migrate in mixed groups, sharing information on food and guidance, increasing their chances of survival. Campos *et al.* (2008) have observed a strong correlation between *C. semipalmatus* and *Pluvialis dominica*, (Statius Muller 1776) and *C. semipalmatus* and

*Tringa solitaria* (Wilson 1813) on the Amapá coast, which may indicate synchronized arrivals and departures, or migratory movements in mixed groups. On the other hand, Azevedo et al. (2004) related the presence of mixed groups of *G. nilotica* and *Larus cirrocephalus* on the Rio Grande do Norte coast. In addition to the aforementioned species, around fifty aquatic bird species have been recorded in the APA Karst of Lagoa Santa. Among these species, *Calidris melanotos* (Vieillot 1819), *T. flavipes* (Gmelin 1789), *T. melanoleuca* (Gmelin 1789), *T. solitaria* and *P. dominica* come from the Northern Hemisphere (Krabbe, 2007; Lins et al., 1998; Oliveira and Figueira, 2009; Rodrigues and Michelin, 2005). *Charadrius semipalmatus* was observed foraging near a single *T. flavipes* and a single *T. solitaria*. Thus, it is possible that this bird strayed from its species flock and followed groups of *Tringa* spp., which have been recorded in the APA Karst of Lagoa Santa since the nineteenth century (Warming, 1908, see also Krabbe, 2007). *Charadrius semipalmatus* and *G. nilotica* were not recorded on other occasions (the fieldwork occurred every two months between November 2011 and November 2013 when 16 out of the near 40 temporary lakes were regularly sampled), though *Tringa flavipes* and *T. solitaria*, were still observed.

Although highly impacted by mining activities, deforestation, agriculture, cattle raising, and urbanization (Drummond, 2005), the APA Karst of Lagoa Santa still harbors a significant species richness, serving as a resting and feeding place for several migratory birds, most of them coming from other Brazilian wetlands, and a few from the Northern Hemisphere.

It is not possible to surely assert which migratory route these specimens have used to reach this region. Nevertheless, for *C. semipalmatus*, we indicate two possibilities: i) the Atlantic Ocean route, which concentrates almost all records of this species in Brazil; and ii) the variation of the Atlantic Ocean route, crossing the Brazilian Northeast until the Baía de Todos os Santos, Bahia (Antas, 1983). It is possible that the observed specimens have deviated from these routes and followed the São Francisco River Basin, which connects with the Velhas River, which in turn delimits the eastern boundary of the APA Karst of Lagoa Santa (see Figure 3).

### **Acknowledgements**

We would like to thank the Brazilian Scientific and Technological Development Council (CNPq) for the PFAN scholarship, and the Minas Gerais State Research Support Foundation (FAPEMIG) for the resources made available for fieldwork. We

further thank the Minas Gerais State Forest Institute (IEF-MG), the Sumidouro State Park for all the logistical support, and the IDEA WILD non-profit organizations for donating equipment for fieldwork. We also thank two anonymous reviewers for comments and suggestions.

## References

ANTAS, P. T. Z., 1983. Migration of Nearctic shorebirds (Charadriidae and Scolopacidae) in Brazil – flyways and their different seasonal use. Wader Study Group Bulletin, vol. 39, p. 52-53.

AZEVEDO J. S. M., LARRAZÁBAL, M. E. and PENA, O., 2004. Aves aquáticas de ambientes antrópicos (salinas) do Rio Grande do Norte, Brasil. p. 255-266 in Aves marinhas e insulares brasileiras: bioecologia e conservação (Organizado por Joaquim Olinto Branco). Editora da UNIVALI, Itajaí, SC.

BARBIERI, E., MENDONÇA, J.T. and XAVIER, S.C., 2000. Distribuição da batuíra-de-bando (*Charadrius semipalmatus*) ao longo do ano de 1999 na praia da ilha comprida. Notas Técnicas Facimar, vol. 4, p. 69-76.

BARBIERI, E. and PAES, E.T., 2008. The birds at Ilha Comprida beach (São Paulo state, Brazil): a multivariate approach. Biota Neotropica, vol. 8, p. 41-50.

BARBIERI, E., DELCHIARO, R. T. C. and BRANCO, J.O., 2013. Flutuações mensais na abundância dos Charadriidae e Scolopacidae da praia da Ilha Comprida, São Paulo, Brasil. Biota Neotropica, vol. 13, p. 268-277.

BRANCO, J.O., MACHADO I.E. and BOVENDORP, M.S., 2004. Avifauna associada a ambientes de influência marítima no litoral de Santa Catarina, Brasil. Revista Brasileira de Zoologia, vol. 21, p. 459-466.

CAMPOS, C.E.C., NAIFF, R.H. and ARAUJO, A.S., 2008. Censo de aves migratórias (Charadriidae e Scolopacidae) da Porção Norte da Bacia Amazônica, Macapá, Amapá, Brasil. Ornitologia, vol. 3, p. 38-46.

CARDOSO, T.A.L. and ZEPPELINI, D., 2011. Migratory Shorebirds during Boreal Summer and Southward Migration on the Coast of Paraíba, Brazil. Waterbirds, vol. 34, p. 369-375.

CREMER, M.J., GROSE, A.V., HILLEBRANDT, C.C., DIAS, C.P., CERCAL, E.J. and AGE, E.C., 2011. Baía da Babitonga p. 309-312 In: Renata Valente *et al.* (eds) Conservação de aves migratorias nearticas no Brasil. Conservacao Internacional.

DE LUCA, A., DEVELEY, P. F. and OLMOS, F., 2006. Final report, waterbirds In Brazil. SAVE Brasil, São Paulo. 61p.

del Hoyo, J., Elliot, A. and Sargatal, J., 1996. Handbook of birds of the world. Vol3. Hoatzin to Auks. Lynx Edicions, Barcelona.

DRUMMOND, G.M., MARTINS, C.S., MACHADO, A.B.M., SEBAIO, F.A. and ANTONINI, Y. Y. (orgs.), 2005. Biodiversidade em Minas Gerais: um atlas para sua conservação. Fundação Biodiversitas, Belo Horizonte.

GIRÃO, W., ALBANO, C., CAMPOS, A.A., PINTO, T. and CARLOS, C.J., 2008. Registros documentados de cinco novos trinta-réis (Charadriiformes: Sternidae) no estado do Ceará, nordeste do Brasil. Revista Brasileira de Ornitologia, vol. 16, p. 252-255.

KIRWAN, G.M., BOSTOCK, N., HORNBUCKLE, J., MARSHALL, A. and OXLADE, M., 2012. Does Gull-billed Tern *Gelochelidon nilotica* breed in the interior of continental South America? Bulletin of the British Ornithologists' Club, vol. 132, p. 133-135.

KRABBE, N., 2007. Birds collected by P. W. Lund and J. T. Reinhardt in south-eastern Brazil between 1825 and 1855, with notes on P. W. Lund's travels in Rio de Janeiro. Revista Brasileira de Ornitologia, vol. 15, p. 331-357.

LARKIN, R. P. and SZAFONI, R. E., 2008. Evidence for widely dispersed birds migrating together at night. Integrative and Comparative Biology, vol. 48, p. 40-49.

LINS, L., MACHADO, R.B. and VASCONCELOS, M.F., 1998. Avifauna, p.32-36. In: G. Hermann, H.C. Kohler, J.C. Duarte and Carvalho, P.G.S. (eds) APA Carste de Lagoa

Santa, Meio Biótico Volume II. CPRM, Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, Belo Horizonte, Ibama.

MESTRE, L.A.M., 2007. Registros das migrações de trinta-réis-boreal *Sterna hirundo*: análise das recuperações de indivíduos marcados na América do Norte (1928 – 2005) e Brasil (1983 – 2005). *Ornitologia*, vol. 2, p. 81-87.

MOLINA, K. C., PARNELL J. F. and ERWIN R. M., 2009. Gull-billed Tern (*Gelochelidon nilotica*), The Birds of North America Online (A. Poole, Ed.). Ithaca: Cornell Lab of Ornithology; Retrieved from the Birds of North America. Disponível em: < <http://bna.birds.cornell.edu/bna/species/140/articles/distribution>>, acessado em 26/02/2013.

NOL, E. and BLANKEN, M.S., 1999. Semipalmated Plover (*Charadrius semipalmatus*), The Birds of North America Online (A. Poole, Ed.). Ithaca: Cornell Lab of Ornithology; Retrieved from the Birds of North America Disponível em: <http://bna.birds.cornell.edu/bna/species/444> doi:10.2173/bna.444, acessado em 06/Março/2012.

NUNES, A.P. and TOMAS, W.M., 2004. Aves migratórias ocorrentes no Pantanal: Caracterização e conservação. Corumbá: Embrapa-Pantanal. 27p.

NUNES, A.P. and TOMAS, W.M., 2008. Aves migratórias e nômades ocorrentes no Pantanal. Corumbá: Embrapa Pantanal.

OLIVEIRA, T.D. and FIGUEIRA, J.E.C., 2009. Sazonalidade, riqueza e abundância de espécies de aves aquáticas associadas a uma lagoa temporária da APA Carste de Lagoa Santa, MG. Monografia ICB. UFMG.

PETERSEN, E.S. and PETRY, M.V., 2011. Riqueza e abundância sazonal de Laridae e Sternidae no litoral médio do Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Ornitologia*, vol. 19, p. 493-497.

RODRIGUES, A.A.F., 2000. Seasonal abundance of nearctic shorebirds in the gulf of Maranhão, Brazil. *Journal of Field Ornithology*, vol. 71, p. 665-675.

RODRIGUES, M. and MICHELIN, V.B., 2005. Riqueza e Diversidade de Aves Aquáticas de uma Lagoa do Sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, vol. 22, p. 928-935.

SERRANO, I.L., 2011. Arquipélago de Fernando de Noronha, p 155- 158 In. Renata Valente et al. (eds) *Conservação de aves migratorias nearticas no Brasil. Conservação Internacional*.

SICK, H., 1997. *Ornitologia Brasileira*. Rio de Janeiro. Editora Nova Fronteira.

WARMING, E., 1908. Lagoa Santa. Contribuição para a Geographia Phytobiologica. Imprensa Official do Estado de Minas Gerais, Bello Horizonte.

## **Capítulo 3: Riqueza e Abundância de Aves Aquáticas Durante Ciclos de Cheias e Secas em Lagoas Temporárias**

### **Resumo**

A relação entre riqueza em espécies e área e abundância-área, é um dos padrões ecológicos mais fundamentais, e é favorecida, entre outros atributos, pela variação temporal da área. Objetivamos mostrar que as lagoas temporárias da APA Carste de Lagoa Santa têm diferentes dinâmicas e que comportam diferentes avifaunas em função das suas características e épocas do ano. A estabilidade da área das lagoas se relacionou ao seu tamanho ( $p < 0,05$ ), enquanto a variação da área das lagoas influenciou a riqueza de espécies ( $p < 0,05$ ) e a abundância de indivíduos de aves aquáticas ( $p < 0,05$ ). Verificamos variação sazonal apenas na relação abundância-área e na relação abundância-área da guilda piscívoro mergulhador. As mudanças do ambiente entre o período de cheia e seca afeta as características do habitat e a disponibilidade de recursos, que por sua vez influenciam a ocorrência das aves aquáticas. A assembleia de aves aquáticas da APA Carste foi determinada basicamente pela área das lagoas e suas variações conforme o ciclo anual de cheia e seca. Áreas úmidas do Brasil mostraram perder mais espécies e indivíduos a cada unidade de área perdida, quando comparadas com áreas úmidas de outros países. Como essas espécies tendem a se deslocar em busca de um habitat mais favorável, é importante e urgente que se preserve as lagoas do sistema de áreas úmidas, independente de tamanho e origem, já que podem ser utilizados como ponto de descanso durante o deslocamento ou até mesmo como habitat temporário para as aves aquáticas.

Palavras-chave: variação temporal, carste, relação espécie-área, área úmida, estabilidade.

### **Abstract**

The relationships between species richness and area and abundance-area are among the most fundamental ecological patterns, and are favoured, among other things, by seasonal variation in the area. The goal of this article is to show that the seasonal lakes in the Environmental Protection Area Karst of Lagoa Santa (APA Karst) have different dynamics and different birds according to their characteristics and time of the year. The area stability was related to the lakes' size ( $r = -0.66$ ;  $p < 0.05$ ), while the

variation of the lake area influenced species richness ( $r = 0.62$ ;  $p < 0.05$ ) and the abundance of waterbird ( $r = 0.59$ ). We found seasonal variability only in abundance-area ratio and abundance-area of diver carnivores guild ratio. The environmental seasonality affects habitat characteristics and the availability of resources, which in turn influences the occurrence of waterbird. The assemblage of waterbird in APA Karst was basically determined by the area of the lakes and its variations along the annual cycle of flood and drought. Brazilian wetlands showed losing more species and individuals per lost area unit than other countries' wetlands. As these species tend to move in search of a more favourable habitat, it is important and urgent to preserve the lakes of the wetland system, regardless of size and origin, since they can be used as a point of rest during travel or even as a temporary habitat for waterbird.

Key-words: seasonal variation, Karst, specie-area relationship, wetland, stability

## **Introdução**

A relação entre riqueza em espécies e área, e abundância-área, é um dos padrões ecológicos mais fundamentais e testados em todo planeta, e descreve como o número de espécies e indivíduos varia com o tamanho da área (Connor and Mccoy, 1979). Já foi observada em diversos ambientes, como em ilhas oceânicas (Kobayashi, 1983; Martin et al., 1995), topos de montanha em regiões continentais (Nores, 1995), remanescentes de vegetação (Lomolino and Weiser, 2001; Wethered and Lawes, 2003) e em sistemas de lagoas (Guadagnin et al., 2009; Lomolino and Weiser, 2001).

Essas relações encontradas podem suportar total ou parcialmente algumas das teorias desenvolvidas para tentar explicá-las, como a amostragem passiva, que foi a primeira tentativa de se entender esse padrão, descrita por Arrhenius (1921), na qual a probabilidade de uma espécie ocorrer em uma ilha é proporcional ao tamanho da mesma (Coleman, 1981; Coleman et al., 1982). E a teoria de equilíbrio de biogeografia de ilhas de MacArthur & Wilson (1963; Wilson, 2009), que propõe que a riqueza em espécies resulta de um equilíbrio dinâmico entre taxas de imigração e extinção determinadas pela área e grau de isolamento das ilhas e outras unidades de paisagem.

Outra hipótese, também considerada pilar na ecologia (Tews et al., 2004), é a da heterogeneidade, que assume que habitats mais complexos ou heterogêneos podem prover mais microhabitats em uma mesma unidade de espaço, levando a um aumento na diversidade em espécies (Bazzaz, 1975; MacArthur and MacArthur, 1961; Scheiner, 2003). O efeito da heterogeneidade sobre as espécies é amplamente comentado para

áreas úmidas, especificamente com o grupo de aves aquáticas (Cintra, 2012; Guadagnin and Maltchik, 2006; Guadagnin et al., 2009; Kallimanis et al., 2008; Malavasi et al., 2009; Nsor and Obodai, 2014; Vilella and Baldassarre, 2010).

Favorecendo também a ocorrência ou substituição de espécies está a variação temporal da área de lagoas (Colwell and Taft, 2000; Dimalexis and Pyrovetsi, 1997; Ma et al., 2009; Ntiamoa-Baidu et al., 1998; Suter, 1994), que são tidas como áreas úmidas (Ramsar, 1971) que formam mosaicos na paisagem (Gibbs, 2000). Essas variações possibilitam o incremento de micro-habitat, heterogeneidade estrutural e recurso alimentar (Colwell and Taft, 2000; Hoyer and Canfield, 1994; Ma et al., 2009; Muñoz-Pedreros and Merino, 2014). Isso é evidente em áreas úmidas sujeitas a pulsos de inundação, como o Pantanal (Figueira et al., 2006; Junk et al., 1989).

Na região metropolitana de Belo Horizonte, está localizada a Área de Proteção Ambiental Carste de Lagoa Santa (APA Carste), uma das regiões brasileiras mais importantes da paisagem cárstica carbonática e pelítica do grupo Bambuí (Berbert-Born, 2002), que apresenta um sistema com aproximadamente 40 lagoas cársticas temporárias e perenes, formado por depressões (dolinas e uvalas) ou extensas planícies rebaixadas (poljes) (Sampaio, 2010). A formação dessas depressões resulta da dissolução das rochas carbonáticas (depressões geralmente rasas) ou do abatimento do teto de cavernas (depressões profundas), o que é característica dos ambientes cársticos (Berbert-Born, 2002). As lagoas temporárias passam por ciclos de cheias e secas anuais ou plurianuais, determinados pelo regime pluviométrico e nível freático do aquífero cárstico (IBAMA, 1998b; Sampaio, 2010).

Pesquisas desenvolvidas na APA Carste registraram a presença de diversas espécies de aves aquáticas e as relacionaram às características do ambiente. Rodrigues e Michelin (2005), indicaram que algumas espécies seguem um padrão sazonal de ocorrência, com uma provável relação com a precipitação. Já Oliveira (2009) mostrou uma correlação positiva entre a diversidade de espécies e a área da lagoa, e flutuação das guildas tróficas ao longo do ano, apontando ainda que a heterogeneidade de recursos e habitat favorecem a presença das espécies.

Sabendo que a assembléia de aves sofre variações conforme o habitat passa pelo ciclo de cheia e seca, nosso objetivo foi mostrar que as lagoas temporárias da APA Carste têm diferentes dinâmicas e que comportam diferentes assembleias de aves, associando essas diferenças às suas características e épocas do ano. Além disso, usamos os parâmetros das curvas espécie-área e abundância-área para comparar o sistema de

lagoas da APA com outras áreas úmidas, medindo assim, sua importância relativa e também a possível importância de lagoas da APA Carste não amostradas.

Nossas principais hipóteses são: i) lagoas maiores terão áreas mais estáveis e apresentarão como consequência uma assembleia de aves mais estável do que lagoas menores; ii) a riqueza em espécies e a abundância de aves aquáticas irão variar com a área, o grau de isolamento, e a complexidade do perímetro das lagoas; iii) as relações espécie-área e abundância-área irão diferir ao longo do tempo, acompanhando migrações de espécies entre lagoas e entre a APA Carste e outras áreas úmidas; iv) em consonância com as mudanças na composição em espécies de aves, as guildas tróficas irão variar ao longo do tempo, devido às alterações na condição ambiental estabelecida pelo ciclo da lagoa que levará à modificação na disponibilidade e dinâmica de recursos.

## **Materiais e Métodos**

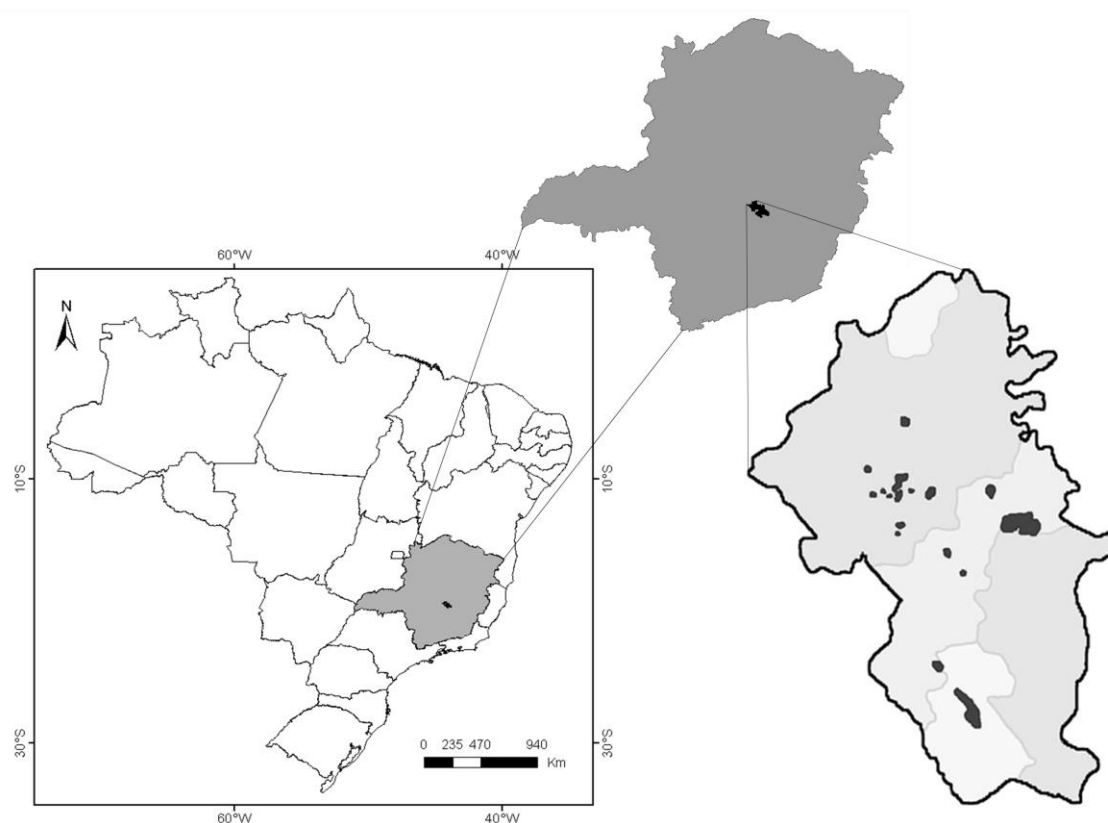
### **Área de Estudo**

A Área de Proteção Ambiental Carste de Lagoa Santa (APA Carste) é uma Unidade de Conservação de Uso Sustentável, criada pelo Decreto Federal nº 98.881 em 1990, abrangendo uma área de 35.600 hectares e compreende parte dos municípios de Lagoa Santa, Pedro Leopoldo, Matozinhos, Funilândia e Confins (19°33'5.33"S 43°58'54.38"O; Fig. 01) (IBAMA, 1998a). Ocorrem nessa área Mata Atlântica e Cerrado, dois hotspots de biodiversidade, além de apresentar matas decíduas e semidecíduas e vegetação rupestre associada aos afloramentos calcários (IBAMA, 1998a). Devido à ocorrência de espécies de vertebrados e invertebrados raras, endêmicas e ameaçadas a região é considerada de extrema importância para a conservação da biodiversidade (Drummond et al., 2005). Apresenta clima do tipo Aw de Köppen (Peel et al., 2007), com verões chuvosos e invernos secos.

### **Métodos**

Consideramos aves aquáticas as espécies ecologicamente dependentes de áreas úmidas, de acordo com a Convenção Sobre Zonas Úmidas de Importância Internacional (Wetlands International, 2012), que desconsidera os Passeriformes. A riqueza e a abundância de aves aquáticas de 18 lagoas foram obtidas através de inventário sistemático feito por dois observadores, a cada dois meses entre Novembro de 2011 e Novembro de 2013, sendo que a sequência de inventariamento foi alterada a cada mês.

As aves foram identificadas com consultas a guias de campo (Erize et al., 2006; Perlo, 2009) e contadas utilizando binóculos e luneta, combinando dois métodos distintos: transecto (percorrendo-se todo o perímetro de cada lagoa) e ponto fixo com distância de detecção indeterminada (Sutherland et al., 2005), sendo o número de pontos proporcional ao perímetro de cada lagoa. Cada espécie foi agrupada em uma guilda trófica, de acordo com a sua dieta e o modo de obtenção do alimento, seguindo dados compilados no anexo I.



**Figura 1:** Localização da Área de Proteção Ambiental Carste de Lagoa Santa, Minas Gerais, Brazil, Detalhe para o sistema lacustre da área.

Durante cada amostragem das aves, delimitamos o perímetro das lagoas com auxílio de um GPSmap 76CSx Garmin. Posteriormente, a área, a altitude média, o isolamento, e a complexidade do perímetro de cada lagoa, foram delimitados e mensurados com auxílio do programa GPS Track Maker pro e imagens de alta definição do Google Earth, datadas de 2011 a 2013.

A variação anual da área das lagoas ( $CV_{\text{área}}$ ), da riqueza em espécies ( $CV_{\text{riq}}$ ) e da abundância de indivíduos ( $CV_{\text{abun}}$ ) foi expressa através do coeficiente de variação (CV), usado como medida de estabilidade, e calculado a partir da fórmula  $CV = \text{desvio padrão} / \text{média}$ .

O isolamento das lagoas foi calculado de duas formas distintas: isoI – adaptação do método do quadrante: somatório da distância da lagoa amostrada à quatro lagoas mais próximas e delas para a mais próxima (Nunes, 2009); isoII – utilizando a fórmula  $I=(\sqrt{d_i}+\sqrt{d_a}+\sqrt{d_c})$ , onde  $d_i$  = distância para a lagoa mais próxima de tamanho equivalente ou maior;  $d_a$  = distância para lagoa mais próxima, independente do tamanho; e  $d_c$  = distância para a maior lagoa, Sumidouro, a maior da APA Carste (Daehler, 2006; Dahl, 1991).

A complexidade da margem também foi calculada de duas formas distintas: complexI - seguindo o índice de Patton (1975) que assume que uma lagoa circular tem  $C = 1.0$  e todos os demais formatos apresentam valores maiores:  $C = P/2\sqrt{\pi A}$ , onde  $P$  = perímetro da lagoa e  $A$  = área da lagoa; complexII - razão entre perímetro e área (Helzer and Jelinski, 1999).

### **Análise de dados**

A variação da área das lagoas em relação à sua área máxima foi testada através de correlação de Spearman (Legendre and Legendre, 1998) entre o CV\_área e a área máxima das lagoas. A mesma análise entre CV\_área, CV\_riqueza e CV\_abundância foi realizada para determinar a estabilidade da assembleia de aves em função da estabilidade das lagoas (hipótese i).

Para determinar possíveis relações entre a riqueza em espécies, abundância de indivíduos e riqueza e abundância das guildas tróficas e as características de cada lagoa (área, isolamento e complexidade do perímetro) (hipótese ii e iv) usamos correlação de Spearman (Legendre and Legendre, 1998). Posteriormente, incluímos em modelos de regressão linear apenas as variáveis que se correlacionaram significativamente às variáveis da assembleia de aves aquáticas.

Como a área entra no cálculo da complexidade (Ewers and Didham, 2006; Pincheira-Ulbrich et al., 2009), seus efeitos podem ser confundidos, comprometendo possível efeito da complexidade do perímetro sobre a assembleia de aves aquáticas. Para contornar esse problema, usamos correlação parcial (Legendre and Legendre, 1998), controlando o efeito da área.

Analisamos os dados bimensais para determinar se houve variação temporal nas relações espécie-área e abundância-área, testando a hipótese iii. As curvas geradas para os meses Janeiro e Setembro de 2012, meses com variações extremas, foram comparadas por análise de covariância (ANCOVA) (Gotelli and Ellison, 1994).

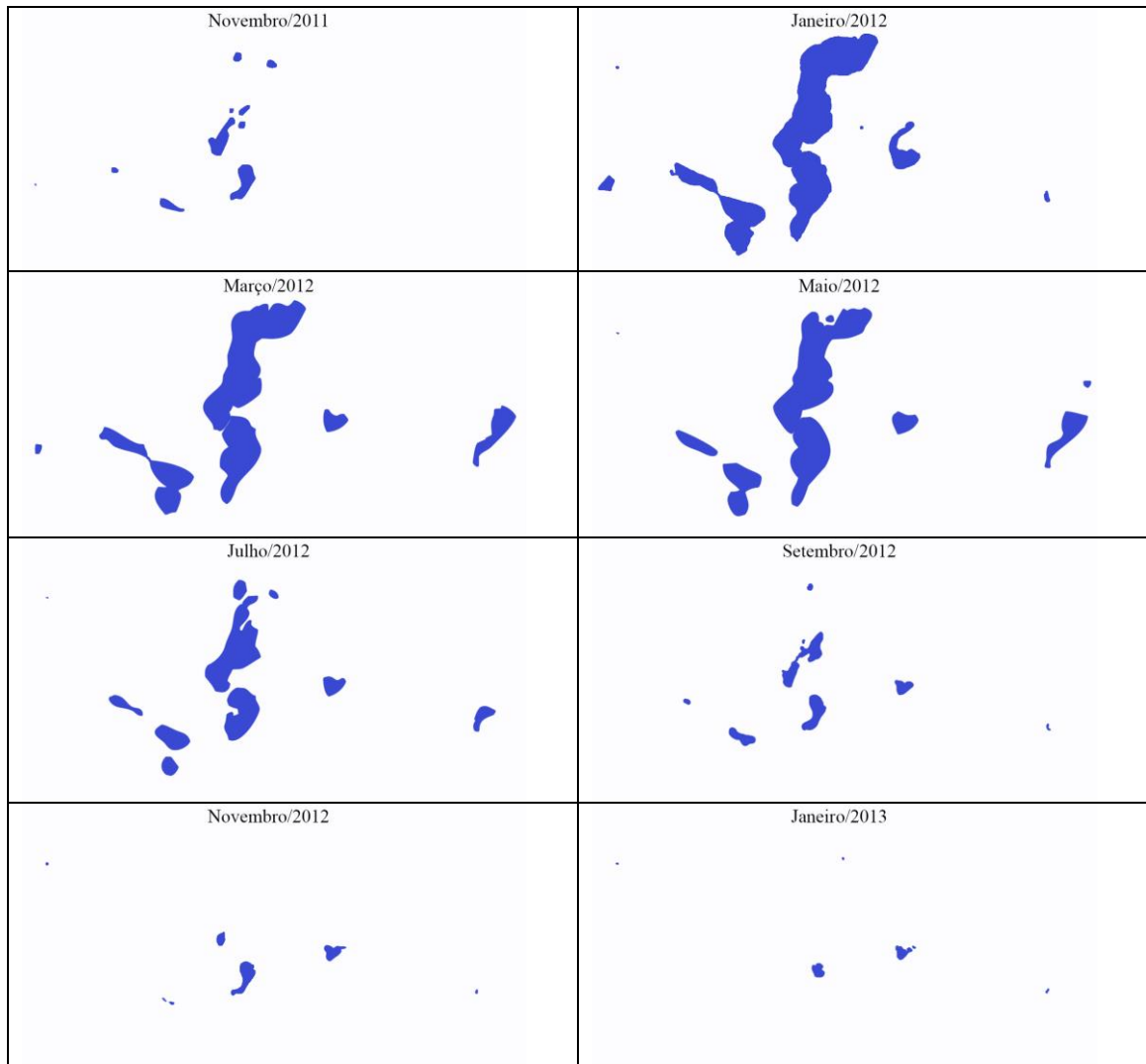
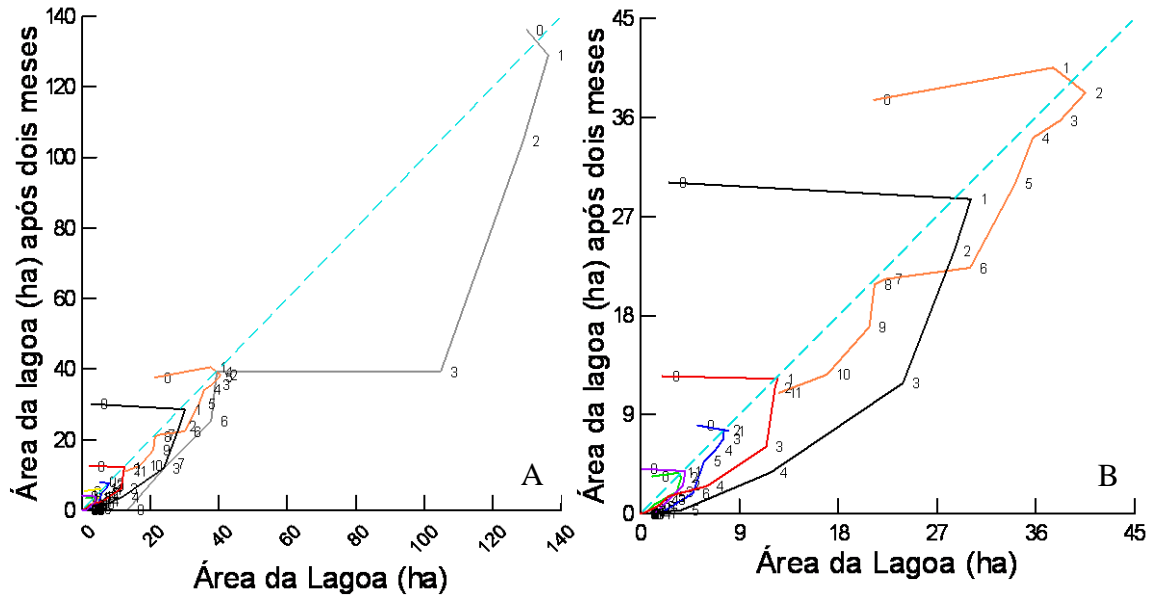
As análises foram realizadas nos programas Past (versão 2.08b (Hammer et al., 2001)), BioEstat (versão 5.3) e Mystat (versão 12.02.00). Para todos os testes estatísticos, consideramos valores significantes quando  $p < 0.05$ . Os dados foram logaritmizados ( $\log_{10}$ ) em busca de melhores ajustes. Como as lagoas passam por ciclos de cheia e seca, secando completamente em alguns casos, o número de lagoas foi variável ao longo do tempo.

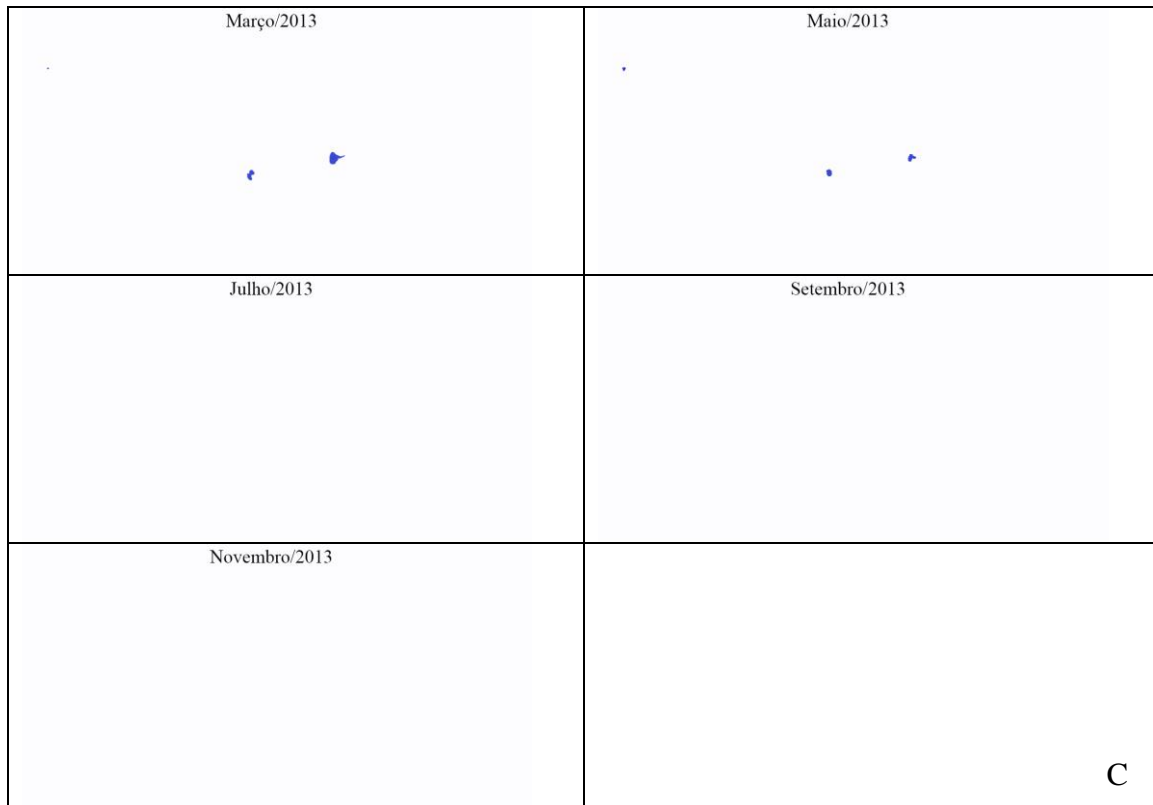
## **Resultados**

No total, registramos 38 espécies de aves aquáticas e 13.277 indivíduos, pertencentes a 28 famílias, sendo que Ardeidae foi a mais rica em espécies ( $n = 8$ ), seguida por Anatidae e Scolopacidae ( $n = 4$ ). A área das lagoas temporárias amostradas variou de 0 a 136 hectares, a riqueza de 0 a 21 espécies, e abundância de 0 a 1.160 indivíduos. As espécies foram classificadas em 14 guildas tróficas, sendo a guilda carnívoro de água rasa (CAR) a mais rica em espécies ( $n = 9$ ), seguida por onívoro de água rasa (OAR,  $n = 6$ ) e granívoro de água rasa (GAR) ( $n = 4$ ) (Anexo II).

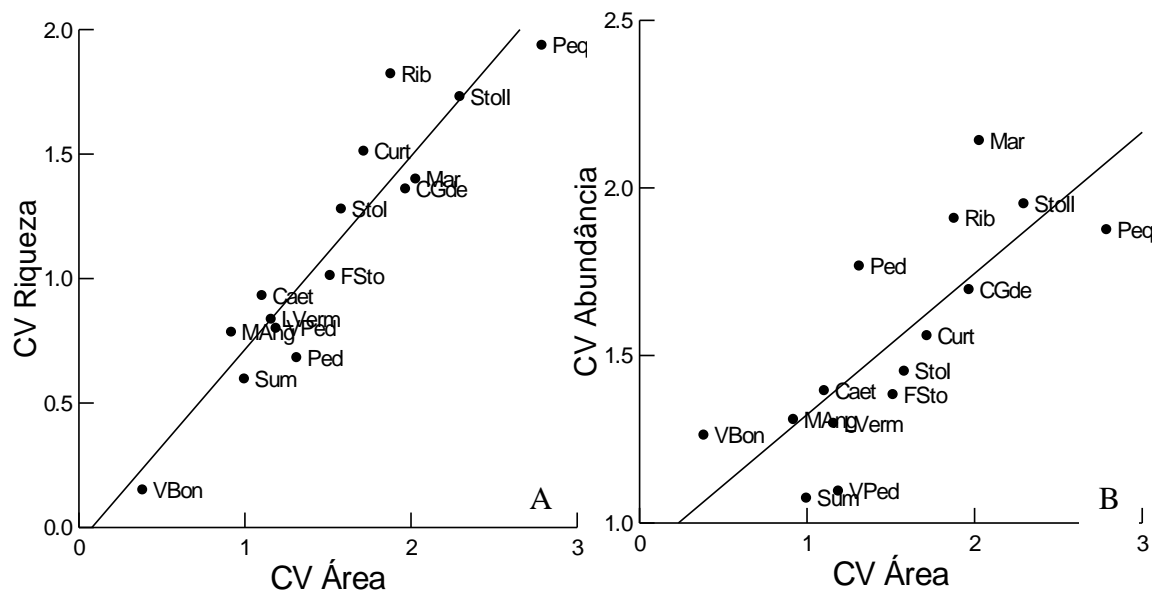
As lagoas da APA Carste passam por um ciclo de cheias e seca (Fig.2), que está relacionado à precipitação e ao nível do lençol freático. A estabilidade da área dessas lagoas mostrou estar relacionada ao seu tamanho ( $r = -0,66$ ;  $p < 0,05$ ) e não apresentou relação significativa com a altitude. A variação da área das lagoas se relacionou com a variação da riqueza de espécies ( $r = 0,62$ ;  $p < 0,05$ ; Fig.3A) e da abundância de indivíduos de aves aquáticas ( $r = 0,59$ ;  $p < 0,05$ ; Fig.3B). Já em relação às guildas tróficas, a variação da área influenciou apenas a variação da abundância nas guildas piscívoro voador e piscívoro de água rasa ( $r = -0,49$  e  $-0,56$ ,  $p < 0,05$ , respectivamente).

A análise por lagoas indicou que a riqueza em espécies e a abundância de indivíduos de oito lagoas são correlacionadas com ao menos uma das variáveis ambientais. No entanto, os modelos de regressão indicaram que apenas a variável área influenciou de fato a riqueza em espécies e a abundância de indivíduos em quatro lagoas (Tabela I). Apesar do isolamento I apresentar resultados significativos em alguns casos, esses dados foram desconsiderados já que a influência foi marginal e muito baixa.





**Figura 2:** A) Diagrama de fase das lagoas da APA Carste de Lagoa Santa, Minas Gerais, Brasil (0 - Nov11 - Jan12; 1 - Jan12 - Mar12; 2 - Mar12 - Mai12; 3 - Mai12 - Jul12; 4 - Jul12 - Set12; 5 - Set12 - Nov12; 6 - Nov12 - Jan13; 7 - Jan13 - Mar13; 8 - Mar13 - Maio13; 9 - Maio13 - Jul13; 10- Jul13 - Set13; 11 Set13 - Nov13); B) Detalhe do diagrama de fases das lagoas Vargem Bonita (laranja) Fazenda Santo Antônio (preto), Pedrinha (vermelho), Maria Angélica (azul), Curtume (violeta) e Lapa Vermelha (verde); C) variação da área das lagoas da região de Mocambeiro, Área de Proteção Ambiental Carste de Lagoa Santa.



**Figura 3:** Variação da riqueza em espécies (A) (CV riqueza) e variação da abundância (B) (CV abundância) em função da variação da área (CV área) das lagoas da Área de Proteção Ambiental Carste de Lagoa Santa, Minas Gerais, Brasil. Lagoas: VBon = Vargem Bonita; Caet = Caetano; Sum = Sumidouro; MAng = Maria Angélica; Ped = Pedrinha; FSto = Fazenda Santo Antônio; LVerm = Lapa Vermelha.

Vermelha; StoI = Santo Antônio I; Mar = Marinheiro; CGde = Cerca Grande; Peq = Pequena; Curt = Curtume; VPed = Vargem da Pedra; Rib = Ribeira; StoII = Santo Antônio II.

**Tabela I:** Modelo de regressão linear entre a riqueza de espécies de aves aquáticas e a abundância de indivíduos e as características das lagoas (área, complexidade da margem e isolamento) significativamente correlacionadas a essas variáveis em cada uma das lagoas amostradas. Resultados não significativos foram suprimidos da tabela.

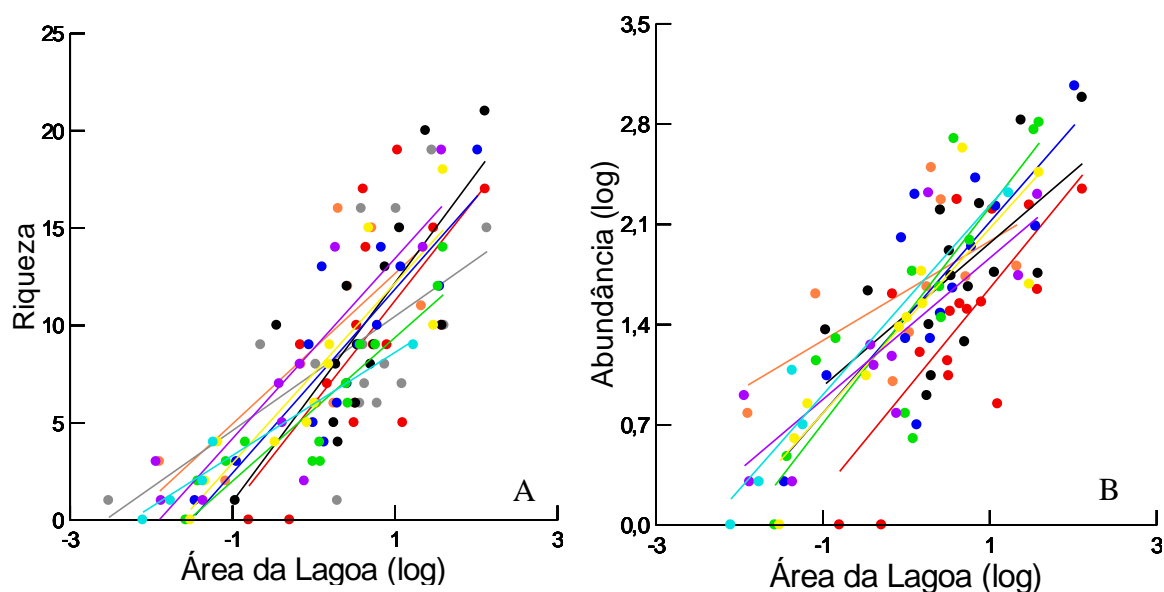
Lagoa		r <sup>2</sup>	Riqueza p	coeficiente	r <sup>2</sup>	Abundância (log) p	coeficiente
Santo Antonio I	Intercepto	0,90	<0,05	-1,418			
	Área (log)			1,954			
	ComplexidadeII			1,321			
Ribeira	Intercepto	0,74	<0,05	6,420	0,92	<0,05	1,019
	Área (log)			3,756			0,531
Cerca Grande	Intercepto	0,79	<0,05	6,063	0,66	<0,05	1,319
	Área (log)			3,407			0,596
Tulio	Intercepto	0,79	<0,05	9,529			
	Área (log)			4,730			

Efeito positivo e significativo da área sobre a riqueza em espécies e a abundância também foi verificada na análise temporal (Tabela II; Fig.4). No entanto, a comparação entre as retas da regressão espécie-área mostrou que elas não diferem quanto à inclinação e intercepto, não apresentando, portanto, variação ao longo do tempo. Já a comparação das retas abundância-área indicou que existe variação, sendo as retas diferentes nos seus interceptos e iguais na inclinação.

A área também foi a única variável que apresentou influência tanto sobre a riqueza quanto sobre a abundância nas guildas. As guildas CAR, PM e OAR mostraram ser influenciadas pela área em praticamente todos os meses de amostragem (Tabela III). No entanto, apenas a abundância da guilda PM apresentou variação sazonal. Já as guildas OT e OM não foram influenciadas por nenhuma das variáveis ambientais analisadas. As guildas HM, IAR e IT não entraram na análise, pois só possuem uma espécie representante.

**Tabela II:** Modelo de regressão linear entre a riqueza de espécies e a abundância de indivíduos e as características das lagoas significativamente correlacionadas a essas variáveis ao longo do ano. Resultados não significativos foram suprimidos da tabela.

	Riqueza			Abundância (log)		
	Intercepto	Inclinação (área log)	$r^2$	Intercepto	Inclinação (área log)	$r^2$
Novembro/11	8,810	3,961	0,54			
Janeiro/12	5,977	5,298	0,45	0,942	0,711	0,53
Março/12	7,539	2,932	0,36			
Mai/12	6,571	5,619	0,59	1,470	0,499	0,41
Julho/12	7,142	4,720	0,73	1,450	0,667	0,66
Setembro/12	5,696	3,687	0,82	1,465	0,755	0,72
Novembro/12	7,547	4,618	0,79	1,426	0,645	0,76
Janeiro/13	8,819	0,888	0,77	1,371	0,493	0,67
Julho/13	5,971	2,647	0,95	1,571	0,661	0,93



**Figura 4:** Retas das relações entre a riqueza (A), a abundância (B) e a área das lagoas da Área de Proteção Ambiental Carste de Lagoa Santa, Minas Gerais, Brasil. Só foram incluídos no gráfico os meses que apresentaram relação significava na análise dos dados. Novembro/11 – laranja; Janeiro/12 – vermelho; Março/12 – cinza; Maio/12 – preto; Julho/12–azul; Setembro/12 – verde; Novembro/12 – amarelo; Janeiro/13 – violeta; Julho/13 – azul claro.

**Tabela III:** Modelo de regressão linear entre a riqueza de espécies e a abundância de indivíduos nas guildas tróficas e as características das lagoas significativamente correlacionadas a essas variáveis. Resultados não significativos foram suprimidos da tabela. CAR – carnívoro de água rasa; PM – piscívoro mergulhador; OAR – onívoro de água rasa; OCSM – onívoro que caça sobre macrófita; MAR – moluscívoro de água rasa; PAR – piscívoro de água rasa; PV - piscívoro voador; GAR – granívoro de água rasa; CT – carnívoro terrestre.

Guilda		Riqueza			Abundância (log)		
		Intercepto	Inclinação (área log)	r <sup>2</sup>	Intercepto	Inclinação (área log)	r <sup>2</sup>
CAR	Novembro/11	2,123	1,432	0,56	0,643	0,437	0,58
	Janeiro/12	0,951	1,201	0,42	0,315	0,476	0,54
	Março/12	1,756	0,784	0,35	0,640	0,297	0,44
	Maió/12	1,660	1,297	0,40	0,444	0,510	0,61
	Julho/12	1,878	0,889	0,45	0,550	0,447	0,69
	Setembro/12	1,121	0,807	0,46	0,632	0,491	0,37
	Novembro/12	1,677	1,014	0,54	0,589	0,391	0,56
	Janeiro/13	2,079	0,909	0,54			
PM	Janeiro/12	0,562	0,659	0,34	0,228	0,412	0,41
	Março/12	0,951	0,557	0,56	0,190	0,687	0,69
	Maió/12	0,599	1,180	0,73	0,284	0,915	0,67
	Julho/12	1,309	0,692	0,68	0,739	0,666	0,67
	Setembro/12	0,969	0,764	0,73	0,880	0,855	0,75
	Novembro/12	1,122	0,793	0,77	0,855	0,680	0,577
	Janeiro/13	0,883	0,597	0,75	0,646	0,428	0,54
OAR	Novembro/11				0,752	0,407	0,65
	Janeiro/12	0,609	0,495	0,28	0,274	0,424	0,44
	Março/12	0,852	0,497	0,29	0,508	0,335	0,38
	Maió/12	0,485	0,827	0,46	0,359	0,516	0,53
	Julho/12	0,443	0,527	0,56	0,382	0,493	0,49
	Setembro/12				0,464	0,507	0,45
	Novembro/12	0,852	0,838	0,66	0,415	0,467	0,70
	Janeiro/13	1,382	0,920	0,64	0,674	0,460	0,72
OCSM	Novembro/11	0,782	0,518	0,55			
	Maió/12	0,473	0,418	0,48	0,301	0,413	0,40
MAR	Maió/12	-0,006	0,332	0,37	-0,024	0,258	0,38
PAR	Maió/12	0,123	0,337	0,27			
PV	Março/12				0,160	0,114	0,26
	Julho/12	0,524	0,504	0,30			
GAR	Janeiro/12				0,537	0,562	0,38

	Novembro/12	1,303	0,773	0,53	0,780	0,385	0,432
	Janeiro/13	1,698	0,971	0,59	0,638	0,405	0,64
CT	Janeiro/12				0,171	0,370	0,36
	Julho/12				0,426	0,339	0,41
	Setembro/12				0,702	0,436	0,54
	Maio/13				0,567	0,361	0,90

## Discussão

O sistema lacustre da APA Carste é formado por lagoas que passam por ciclos de cheia e seca que vem sendo descritos desde os anos 1900 (Berbert-Born, 2002; Warming, 1908). A precipitação e proximidade do lençol freático são fatores que determinam a formação dessas lagoas (Sampaio, 2010), cuja área apresenta uma grande variação temporal, nem sempre sincrônica. Dessa forma, esperava-se que lagoas situadas em menor altitude apresentassem ciclos mais longos, devido à proximidade do lençol freático. No entanto, a variação da área das lagoas se mostrou relacionada à área das mesmas e não teve influência da altitude. Isso pode acontecer devido às características cársticas da região, onde o nível das lagoas pode ser influenciado pela presença de rios subterrâneos ou algum outro escoamento superficial (Auler, 1995).

Apesar da influência das águas subterrâneas, com a ocorrência de períodos de seca prolongados as lagoas desse sistema tendem a secar, parcial ou completamente, chegando a desaparecer da paisagem. Essa acentuada sazonalidade do ambiente afeta as características do habitat e a disponibilidade de recursos, que são alguns dos fatores que influenciam a ocorrência das aves aquáticas (Bhat et al., 2009; Sebastián-González and Green, 2014; Suter, 1994), levando à distribuição variável da riqueza em espécies e abundância em função da área das lagoas e suas variações.

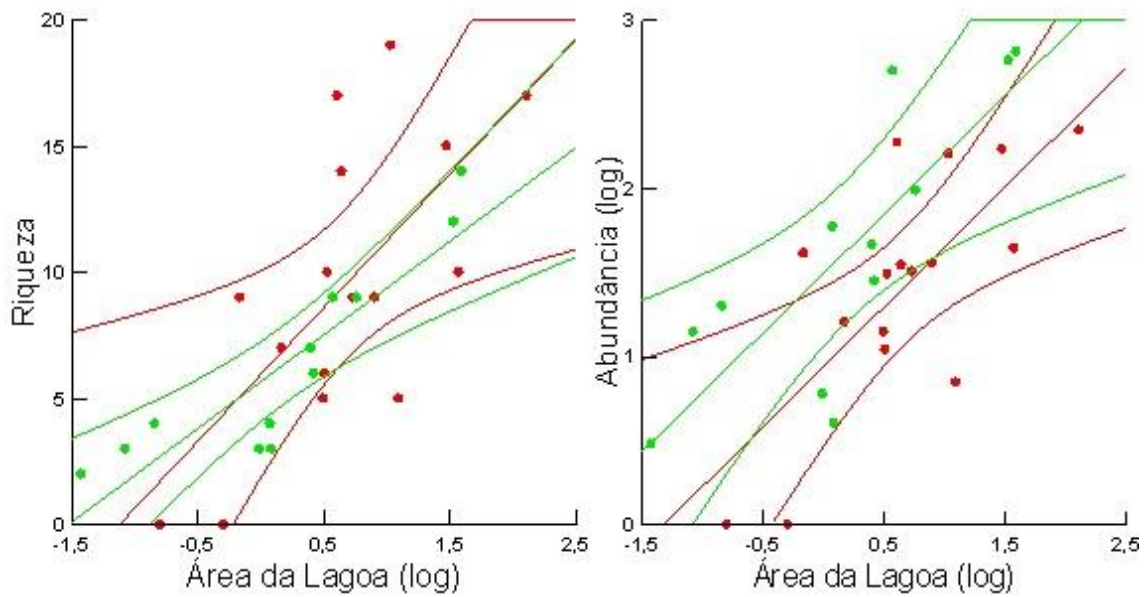
A área das lagoas da região da APA Carste é o fator ambiental que mais fortemente influencia a riqueza em espécies e suas abundâncias, afetando também a ocorrência nas guildas tróficas. Outros estudos conduzidos em áreas úmidas também demonstraram o efeito apenas da área sobre a assembleia de aves aquáticas (González-Gajardo et al., 2009; Smith and Chow-Fraser, 2010).

Essa relação espécie-área tende a ser explicada através de duas principais hipóteses (Connor and McCoy, 1979): i) área per se, na qual áreas maiores são mais ricas em espécies e indivíduos, sendo a riqueza proporcional à área (Arrhenius, 1921), além de suportarem populações mais numerosas e serem alvos mais fáceis para espécies em

deslocamento (Ricklefs and Lovette, 1999); ii) heterogeneidade de habitat, que incorpora a diversidade de habitat como fator explicativo da riqueza. No entanto, Kohn e Walsh (1994) mostraram que o incremento da área leva ao incremento da diversidade de habitat, logo as duas hipóteses são consideradas complementares na explicação da relação com a riqueza.

Isso tem sido demonstrado por diversas pesquisas, que mostram que outras características ambientais das áreas úmidas, além da área em si, também influenciam a riqueza e abundância das aves aquáticas, tais como a diversidade de habitat (Guadagnin et al., 2009), desenvolvimento, comprimento e heterogeneidade da vegetação da margem (González-Gajardo et al., 2009), características hidroquímicas (Patterson, 1976) e profundidade (Paracuellos and Tellería, 2004).

A complexidade da margem das lagoas foi utilizada como uma medida de heterogeneidade, e as duas medidas de complexidade testadas só mostraram relação às variáveis da assembleia de aves quando associada à variável área. Quando o efeito da área foi controlado, a complexidade deixou de apresentar relação. Cintra (2012), estudando sistema de lagos na Amazônia, também não encontrou influência da forma das lagoas sobre as aves, mas atribuiu o resultado à baixa heterogeneidade nas formas das lagoas. Já Helzer e Jelinski (1999) e Riffell (2001) indicaram que formas mais complexas possuem mais espécies e indivíduos. Acreditamos que esses resultados só ocorreram porque a complexidade é determinada como uma interação entre a área e seu perímetro (Cintra utilizou índice de Patton, e Helzer e Jelinski e Riffell utilizaram a razão entre perímetro e área), sendo, portanto, diretamente dependente da área (Ewers and Didham, 2006; Pincheira-Ulbrich et al., 2009). Consequentemente, os autores verificaram o efeito da área sobre a assembleia das aves, cujo efeito estaria sendo confundido e atribuído à complexidade.



**Figura 5:** Retas das relações abundância-área e riqueza-área das lagoas da Área de Proteção Ambiental Carste de Lagoa Santa, Minas Gerais, Brasil e seus intervalos de confiança. Cada cor representa um mês: Janeiro/12 – vermelho; Setembro/12 – verde.

Como a sazonalidade do ambiente afeta a disponibilidade de área para forrageamento (Dimalexis and Pyrovetsi, 1997) eram esperadas variações nas relações riqueza e abundância-área entre os meses amostrados. Apesar da área ter influenciado a assembleia de aves a cada mês de amostragem, só temos indícios de variação mensal para a relação abundância-área, com variação no intercepto, e abundância-área da guilda carnívoro mergulhador, com variação no intercepto e na inclinação. No entanto, é possível que a relação riqueza-área exista mas não tenha sido detectada (erro tipo II (Gotelli and Ellison, 1994)) devido ao grande intervalo de confiança das retas de regressão (Fig. 5).

A variação mensal no intercepto da relação abundância-área indica alteração no número de indivíduos ao longo do tempo (Connor and Mccoy, 1979) e, provavelmente, é uma resposta à variação na disponibilidade de recursos, área ou alimento (Dimalexis and Pyrovetsi, 1997), já que comparamos dois meses extremos, Janeiro apresenta lagoas mais cheias, e Setembro, esvaziamento das mesmas. Essa dinâmica das lagoas tende a concentrar os itens alimentares que antes estavam dispersos e favorecer a captura, pois os indivíduos conseguem se deslocar na água, conseqüentemente ocorre aumento da abundância de indivíduos (Colwell and Taft, 2000; Rajpar and Zakaria, 2011), principalmente porque muitas espécies de aves aquáticas tendem a se deslocar em bandos.

A guilda trófica piscívoro mergulhador (PM) apresentou variação sazonal e é composta por espécies (*Podilymbus podiceps*, *Phalacrocorax brasilianus* e *Anhinga anhinga*) que usam as áreas mais profundas das lagoas para mergulhar e capturar peixes, e assim como ocorre com outras espécies de aves aquáticas (Gawlik, 2002), sua abundância é variável em função da densidade de presas. A diferença nas inclinações das curvas abundância-área dessa guilda aponta que ela responde de forma diferente à variação da área das lagoas ao longo do tempo. Em setembro os indivíduos estão mais sensíveis à redução do habitat, já que a diminuição da área das lagoas nesse mês poderia levar à perda completa do habitat, e é provável que mais indivíduos abandonem a área nesse período.

Além de influenciarem a assembleia de aves, as flutuações mensais da área afetam também as características ambientais do habitat, como o grau de isolamento das lagoas (Dimalexis and Pyrovetsi, 1997), já que se tornam menos isoladas com o aumento da área, e mais isoladas com a diminuição da mesma. Entretanto não encontramos evidências de que o isolamento, calculado pelos dois métodos, influencia o deslocamento das aves aquáticas, indicando que a distância entre as lagoas não gera isolamento para esses organismos. A elevada capacidade de deslocamento das aves aquáticas (Antas, 1994; Hovestadt and Poethke, 2005), inclusive das espécies mais perenes que abandonam as lagoas quando essas secam, associada à presença de outras lagoas construídas e perenizadas na região de Lagoa Santa tornam o isolamento avaliado não efetivo. A falta de efeito do isolamento não é algo tão incomum em trabalhos com aves aquáticas (Guadagnin et al., 2009; Sebastián-González and Green, 2014), sendo também avaliado como favorável, já que lagoas mais isoladas representam uma fonte alternativa de recursos (Sebastián-González and Green, 2014).

Dessa forma a assembleia de aves aquáticas da APA Carste é determinada basicamente pela área das lagoas e suas variações. Além disso, pesquisas anteriores (Oliveira, 2009; Rodrigues and Michelin, 2005) já mostraram que a assembleia também varia ao longo do ano em consequência da chegada e partida de espécies migratórias.

No entanto, diante de um período de seca prolongado, no qual as lagoas podem secar completamente, as aves abandonam as lagoas da APA Carste e a assembleia é desintegrada. Esses momentos extremos parecem ocorrer na região. Lund, no século XIX, teria presenciado 12 anos de seca na região, seguido de cinco anos de muita chuva (veja Warming (1908)). O que nos dá indícios de que a assembleia deve utilizar outras lagoas, construídas ou perenizadas.

Comparando dados de pesquisas realizadas no Brasil (atual:  $Slog=0,741+0,279Arealog$ ; Guadagnin (2009):  $Slog=0,417+0,30Arealog$ ), Canadá (Smith e Chow-Fraser (2010):  $Slog=1,05+0,07Arealog$ ) e Suíça (Suter (1994):  $Slog=0,782+0,24Arealog$ ), temos indicação de que as áreas úmidas do Brasil perdem mais espécies e indivíduos a cada unidade de área perdida, o que gera indícios que as espécies são mais sensíveis à redução do habitat. Como essas espécies tendem a se deslocar em busca de um habitat mais favorável, é importante e urgente que se preserve todas as lagoas do sistema de áreas úmidas, independente de tamanho e origem, já que podem ser utilizados como ponto de descanso durante o deslocamento ou até mesmo como habitat temporário para as aves aquáticas.

### **Agradecimentos**

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ) pela bolsa de estudos de PFAN, e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelos recursos para o trabalho de campo. Ao Instituto Estadual de Florestas (IEF-MG) e Parque Estadual do Sumidouro pelo suporte logístico e à ONG IDEA WILD pela doação de equipamentos para a pesquisa.

## Referências Bibliográficas

ANTAS, P.T.Z., 1994. Migration and other movements among the lower Paraná River valley wetlands, Argentina, and the south Brazil/Pantanal wetlands. *Bird Conservation International*, vol. 4, no. 2-3, p. 181-190.

ARRHENIUS, O., 1921. Species and area. *Journal of Ecology*, vol. 9, no., p. 95-99.

AULER, A., 1995. Lakes as a speleogenetic agent in the karst of Lagoa Santa, Brazil. *Cave and Karst Science*, vol. 21, no. 3, p. 105-110.

BAZZAZ, F.A., 1975. Plant species diversity in old-field successional ecosystems in Southern Illinois. *Ecology*, vol. 56, no. 2, p. 485-488.

BERBERT-BORN, M., 2002. Carste de Lagoa Santa, MG - berço da paleontologia e da espeleologia brasileira. In C. SCHOBENHAUS, D.A. CAMPOS, E.T. QUEIROZ, M. WINGE and M.L.C. BERBERT-BORN (Editors), *Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil. DNPM/CPRM - Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos (SIGEP)*, Brasília, p. 415-430.

BHAT, P.I., CRISTOPHER, S.S. and HOSETTI, B.B., 2009. Avifaunal diversity of Anekere wetland, Karkala, Udipi district, Karnataka, India. *Journal of Environmental Biology*, vol. 30, no. 6, p. 1059-1062.

CINTRA, R., 2012. Ecological gradients influencing waterbird communities in Black Water lakes in the Anavilhanas Archipelago, Central Amazonia. *International Journal of Ecology*, vol. 1, no. 1, p. 1-21.

COLEMAN, B.D., 1981. On random placement and species-area relations. *Mathematical Biosciences*, vol. 54, no. 3-4, p. 191-215.

COLEMAN, B.D., MARES, M.A., WILLIG, M.R. and HSIEH, Y.H., 1982. Randomness, area, and species richness. *Ecology*, vol. 63, no. 4, p. 1121-1133.

COLWELL, M.A. and TAFT, O.W., 2000. Waterbird communities in managed wetlands of varying water depth. *Waterbirds*, vol. 23, no. 1, p. 45-55.

CONNOR, E. and MCCOY, E., 1979. The statistics and biology of the species-area relationship. *The American Naturalist*, vol. 113, no. 6, p. 791-833.

DAEHLER, C.C., 2006. Invasibility of tropical islands by introduced plants: Partitioning the influence of isolation and propagule pressure. *Preslia*, vol. 78, no., p. 389-404.

DAHL, A.L., 1991. United nations environment programme. *UNEP Regional Seas Directories and Bibliographies*, Nairobi, 573 p.

DEGRAAF, R.M., TILGHMAN, N.G. and ANDERSON, S.H., 1985. Foraging guilds of North American birds. *Environment Management*, vol. 9, no. 6, p. 493-536.

- DIMALEXIS, A. and PYROVETSI, M., 1997. Effect of water level fluctuations on wading bird foraging habitat use at an irrigation reservoir, lake Kerkini, Greece. *Colonial Waterbirds*, vol. 20, no. 2, p. 244-252.
- DRUMMOND, G.M., MARTINS, C.S., MACHADO, A.B.M., SEBAIO, F.A. and ANTONINI, Y., 2005. Biodiversidade em Minas Gerais: um atlas para a sua conservação. Fundação Biodiversitas, Belo Horizonte, 222 p.
- ERIZE, F., MATA, J.R.R. and RUMBOLL, M., 2006. Birds of South America non-passerines: rheas to woodpeckers. Princeton University Press, Princeton, 384 p.
- EWERS, R.M. and DIDHAM, R.K., 2006. Confounding factors in the detection of species responses to habitat fragmentation. *Biological reviews of the Cambridge Philosophical Society*, vol. 81, no. 1, p. 117-42.
- FIGUEIRA, J.E.C., CINTRA, R., VIANA, L.R. and YAMASHITA, C., 2006. Spatial and temporal patterns of bird species diversity in the Pantanal of Mato Grosso, Brazil: implications for conservation. *Brazilian Journal of Biology*, vol. 66, no. 2A, p. 393-404.
- GAWLIK, D.E., 2002. The effects of prey availability on the numerical response. *Ecological Monographs*, vol. 72, no. 3, p. 329-346.
- GIBBS, J.P., 2000. Wetland loss and biodiversity conservation. *Conservation Biology*, vol. 14, no. 1, p. 314-317.
- GONZÁLES-GAJARDO, A., SEPÚLVEDA, P.V. and SCHLATTER, R., 2009. Waterbird assemblages and habitat characteristics in wetlands: influence of temporal variability on species-habitat relationships. *Waterbirds*, vol. 32, no. 2, p. 225-233.
- GOTELLI, N.J. and ELLISON, A.M., 1994. A primer of ecological statistics. Sinauer Associates, Inc, Massachusetts, 510 p.
- GUADAGNIN, D.L. and MALTCHIK, L., 2006. Habitat and landscape factors associated with neotropical waterbird occurrence and richness in wetland fragments. *Biodiversity and Conservation*, vol. 16, no. 4, p. 1231-1244.
- GUADAGNIN, D.L., MALTCHIK, L. and FONSECA, C.R., 2009. Species-area relationship of Neotropical waterbird assemblages in remnant wetlands: looking at the mechanisms. *Diversity and Distributions*, vol. 15, no. 2, p. 319-327.
- HAMMER, Ø., HARPER, D.A.T. and RYAN, P.D., 2001. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica* vol. 4, no. 1, p. 1-9.
- HELZER, C.J. and JELINSKI, D.E., 1999. The relative importance of patch area and perimeter-area ratio to grassland breeding birds. *Ecological Applications*, vol. 9, no. 4, p. 1448-1458.

- HOVESTADT, T. and POETHKE, H.J., 2005. Dispersal and establishment: spatial patterns and species-area relationships. *Diversity and Distributions*, vol. 11, no. 4, p. 333-340.
- HOYER, M.V. and CANFIELD, D.E., 1994. Bird abundance and species richness on florida lakes: influence of trophic status, lake morphology, and aquatic macrophytes. *Hydrobiologia*, vol. 297, no. 1, p. 107-119.
- IBAMA, 1998a. Gestão ambiental. IBAMA/BIODIVERSITAS/CPRM, Belo Horizonte, 40 p.
- IBAMA, 1998b. Meio físico - Síntese da geologia, recursos minerais e geomorfologia, 1. IBAMA/CPRM, Belo Horizonte, 301 p.
- JUNK, W.J., BAYLEY, P.B. and SPARKS, R.E., 1989. The flood pulse concept in river floodplain systems. *Canadian Special Publications of Fisheries and Aquatic Sciences*, vol. 106, no., p. 110-127.
- KALLIMANIS, A.S. et al., 2008. How does habitat diversity affect the species–area relationship? *Global Ecology and Biogeography*, vol. 17, no. 4, p. 532-538.
- KOBAYASHI, S., 1983. The species-area relation for archipelago biotas: islands as samples from a species pool. *Researches on Population Ecology*, vol. 25, no. 2, p. 221-237.
- KOHN, D.D. and WALSH, D.M., 1994. Plant species richness - the effect of island size and habitat diversity. *Journal of Ecology*, vol. 82, no. 2, p. 367-377.
- LEGENDRE, P. and LEGENDRE, L., 1998. Numerical ecology (Developments in environmental modelling, 20). Elsevier B.V., Amsterdam, 870 p.
- LOMOLINO, M.V. and WEISER, M.D., 2001. Towards a more general species-area relationship: diversity on all islands, great and small. *Journal of Biogeography*, vol. 28, no. 4, p. 431-445.
- MA, Z., CAI, Y., LI, B. and CHEN, J., 2009. Managing wetland habitats for waterbirds: an international perspective. *Wetlands*, vol. 30, no. 1, p. 15-27.
- MACARTHUR, R.H. and MACARTHUR, J.W., 1961. On bird species diversity. *Ecology*, vol. 42, no. 3, p. 594-598.
- MACARTHUR, R.H. and WILSON, E.O., 1963. An equilibrium theory of insular zoogeography. *Evolution*, vol. 17, no. 4, p. 373-387.
- MALAVASI, R., BATTISTI, C. and CARPANETO, G.M., 2009. Seasonal bird assemblages in a mediterranean patchy wetland: corroborating the intermediate disturbance hypothesis. *Polish Journal of Ecology*, vol. 57, no. 1, p. 171-179.

MARTIN, J.L., GASTON, A.J. and HITIER, S., 1995. The effect of island size and isolation on old growth forest habitat and bird diversity in Gwaii Haanas (Queen Charlotte Islands, Canada). *Oikos*, vol. 72, no. 1, p. 115-131.

MUÑOZ-PEDREROS, A. and MERINO, C., 2014. Diversity of aquatic bird species in a wetland complex in southern Chile. *Journal of Natural History*, vol. 48, no. 23-24, p. 1453-1465.

NORES, M., 1995. Insular biogeography of birds on mountain tops in northwestern Argentina. *Journal of Biogeography*, vol. 22, no. 1, p. 61-70.

NSOR, C.A. and OBODAI, E.A., 2014. Environmental determinants influencing seasonal variations of bird diversity and abundance in wetlands, Northern Region (Ghana). *Annals of Experimental Biology*, vol. 2, no. 3, p. 17-30.

NTIAMOA-BAIDU, Y. et al., 1998. Water depth selection, daily feeding routines and diets of waterbirds in coastal lagoons in Ghana. *Ibis*, vol. 140, no. 1, p. 89-103.

NUNES, A.P., 2009. Ocupação de manchas florestais por três espécies de aves insetívoras do sub-bosque no Pantanal da Nhecolândia, Corumbá, Mato Grosso do Sul. Campo Grande: Universidade Federal de Mato Grosso do Sul 71 p. Dissertação: Programa de Pós-graduação em Ecologia e Conservação.

OLIVEIRA, T.D., 2009. Sazonalidade, riqueza e abundância de espécies de aves aquáticas associadas a uma lagoa temporária da APA Carste de Lagoa Santa, MG. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais. 30 p. Graduação: Instituto de Ciências Biológicas.

PARACUELLOS, M. and TELLERÍA, J.L., 2004. Factors affecting the distribution of a waterbird community: the role of habitat configuration and bird abundance. *Waterbirds*, vol. 27, no. 4, p. 446-453.

PATTERSON, J., 1976. The role of environmental heterogeneity in the regulation of Duck populations. *The Journal of Wildlife Management*, vol. 40, no. 1, p. 22-32.

PATTON, D.R., 1975. A diversity index for quantifying hábitat edge. *Wildlife Society Bulletin*, vol. 3, no., p. 171-173.

PEEL, M.C., FINLAYSON, C.M. and MCMAHON, T.A., 2007. Updated world map of the Koppen-Geiger climate classification. *Hydrology and Earth System Sciences*, vol. 11, no., p. 1633-1644.

PERLO, B.V., 2009. A field guide to the birds of Brazil. Oxford University Press., Oxford, 465 p.

PINCHEIRA-ULBRICH, J., RAU, J.R. and PEÑA-CORTÉS, F., 2009. Tamaño y forma de fragmentos de bosque y su relación con la riqueza de especies de árboles y arbustos. *Revista Internacional de Botánica Experimental*, vol. 78, no. 2, p. 121-128.

RAJPAR, M.N. and ZAKARIA, M., 2011. Effects of water level fluctuation on waterbirds distribution and aquatic vegetation composition at Natural Wetland Reserve, Peninsular Malaysia. *International Scholarly Research Network Ecology*, vol. 2011, no., p. 1-13.

RAMSAR, 1971. Final act of the international conference on the conservation of wetlands and waterfowl. Ramsar Convention Bureau, Ramsar, Irã.

RICKLEFS, R.E. and LOVETTE, I.J., 1999. The roles of island area per se and habitat diversity in the species-area relationships of four Lesser Antillean faunal groups. *Journal of Animal Ecology* vol. 68, no. 6, p. 1142-1160.

RIFFELL, S.K., KEAS, B.E. and BURTON, T.M., 2001. Area and habitat relationships of birds in great lakes coastal wet meadows. *Wetlands*, vol. 21, no. 4, p. 492-507.

RODRIGUES, M. and MICHELIN, V.B., 2005. Riqueza e diversidade de aves aquáticas de uma lagoa natural no sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, vol. 22, no. 4, p. 928-935.

RUBIM, P., 2013. Sazonalidade na assembleia de aves aquáticas em uma lagoa marginal do rio Mogi Guaçu, estado de São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Ornitologia*, vol. 21, no. 1, p. 10-15.

SAMPAIO, J.L.D., 2010. Inventário digital da APA (Área de Proteção Ambiental) Carste de Lagoa Santa e algumas implicações. Belo Horizonte: Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. 221 p. Tese: Geografia.

SCHEINER, S.M., 2003. Six types of species-area curves. *Global Ecology and Biogeography*, vol. 12, no. 6, p. 441-447.

SCHERER, A.L., PETRY, M.V. and SCHERER, J.F.M., 2011. Estrutura e composição da comunidade de aves aquáticas em uma área úmida no sul do Brasil. *Revista Brasileira de Ornitologia*, vol. 19, no. 3, p. 323-331.

SEBASTIÁN-GONZÁLEZ, E. and GREEN, A.J., 2014. Habitat use by waterbirds in relation to pond size, water depth, and isolation: lessons from a restoration in Southern Spain. *Restoration Ecology*, vol. 22, no. 3, p. 311-318.

SICK, H., 1997. *Ornitologia Brasileira*. Editora Nova Fronteira, Rio de Janeiro, 910 p.

SMITH, L.A. and CHOW-FRASER, P., 2010. Implications of the species-area relationship on sampling effort for marsh birds in Southern Ontario. *Wetlands*, vol. 30, no. 3, p. 553-563.

SUTER, W., 1994. Overwintering waterfowl on Swiss lakes: how are abundance and species richness influenced by trophic status and lake morphology? *Hydrobiologia*, vol. 279/280, no. 1, p. 1-14.

SUTHERLAND, W.J., NEWTON, I. and GREEN, R., 2005. *Bird ecology and conservation. A handbook of techniques*. . Oxford University Press, Oxford, 386 p.

TEWS, J. et al., 2004. Animal species diversity driven by habitat heterogeneity/diversity: the importance of keystone structures. *Journal of Biogeography*, vol. 31, no. 1, p. 79-92.

VILELLA, F.J. and BALDASSARRE, G.A., 2010. Abundance and distribution of waterbirds in the Llanos of Venezuela. *The Wilson Journal of Ornithology*, vol. 122, no. 1, p. 102-115.

WARMING, E., 1908. Lagoa Santa: contribuição para a geographia phytobiologica. Imprensa Official do Estado de Minas Gerais, Belo Horizonte, 277 p.

WETHERED, R. and LAWES, M.J., 2003. Matrix effects on bird assemblages in fragmented Afromontane forests in South Africa. *Biological Conservation*, vol. 114, no. 3, p. 327-340.

WETLANDS-INTERNATIONAL, 2012. Waterbird population estimates. Wetlands International, Wageningen, The Netherlands, 27 p.

WILSON, E.O., 2009. Island Biogeography in the 1960s. In J.B. LOSOS and R.E. RICKEFS (Editors), *The Theory of Island Biogeography Revisited*. Princeton University Press, Princeton, p. 476.

## Anexos

**Anexo I:** Guildas tróficas das espécies de aves aquáticas da Área de Proteção Ambiental Carste de Lagoa Santa, Minas Gerais, Brasil. A classificação seguiu informações de DeGraaf *et al.* (1985), Scherer *et al* (2011), Sick (1997) e Rubim (2013).

	<b>Itens Alimentares</b>	<b>Habitat e Modo de obtenção do alimento</b>
CAR - Carnívoro de água rasa	Alimenta-se de peixes, lagartos, insetos, crustáceos, anfíbios, entre outros.	Obtêm o alimento na margem alagada das lagoas.
PM - Carnívoro mergulhador	Alimenta-se de peixes.	Permanece empoleirado à espera de presas. Obtêm o alimento fisingando sem deixar o poleiro, ou mergulhando.
CT - Carnívoro terrestre	Alimenta-se de pequenos lagartos, anfíbios e insetos.	Procura alimento em ambientes secos, mas pode forragear próximo de lagoas.
PV - Carnívoro voador	Alimenta-se de peixes.	Permanece empoleirado à espera de presas. Obtêm o alimento mergulhando.
OAR – Onívoro de água rasa	Alimenta-se de pequenos peixes, anfíbios, insetos, larvas, crustáceos, vegetais, sementes, entre outros.	Obtêm o alimento na margem alagada das lagoas.
OM – Onívoro mergulhador	Alimenta-se de pequenos peixes, anfíbios, insetos, larvas, crustáceos, vegetais, sementes, entre outros.	Captura o alimento geralmente sob a água.
OT – Onívoro terrestre	Alimenta-se de pequenos peixes, anfíbios, insetos, larvas, crustáceos, vegetais, sementes, entre outros.	Procura alimento em ambientes secos, mas pode forragear próximo de lagoas.
OCSM – Onívoro que caça sobre macrófitas	Alimenta-se de pequenos peixes, anfíbios, insetos, larvas, crustáceos, vegetais, sementes, entre outros.	Permanecem sobre a vegetação aquática capturando alimentos que encontram no caminho.
GAR – Granívoro de água rasa	Alimenta-se sementes.	Obtêm o alimento na margem alagada das lagoas.
HM – Herbívoro mergulhador	Alimenta-se de sementes, raízes e folhas de plantas aquáticas.	Captura o alimento geralmente sob a água.
IAR – Insetívoro de água rasa	Alimenta-se de insetos e outros invertebrados.	Captura o alimento geralmente sob a água.
IT – Insetívoro terrestre	Alimenta-se de insetos e outros invertebrados.	Procura alimento em ambientes secos, mas pode forragear próximo de lagoas.
MAR – Moluscívoro de água rasa	Alimenta-se de moluscos.	Obtêm o alimento na margem alagada das lagoas.
PAR – Piscívoro de água rasa	Alimenta-se de peixes.	Obtêm o alimento na margem alagada das lagoas.

**Anexo II:** Lista das Aves Aquáticas da Área de Proteção Ambiental Carste de Lagoa Santa, Minas Gerais, Brasil, registradas durante esse estudo. Guilda trófica CAR - Carnívoro de água rasa; PM - Piscívoro mergulhador; CT - Carnívoro terrestre; PV - Piscívoro voador; OAR – Onívoro de água rasa; OM – Onívoro mergulhador; OT – Onívoro terrestre; OCSM – Onívoro que caça sobre macrófitas; GAR – Granívoro de água rasa; HM – Herbívoro mergulhador; IAR – Insetívoro de água rasa; IT – Insetívoro terrestre; MAR – Moluscívoro de água rasa; PAR – Piscívoro de água rasa.

Nome do Táxon	Nome popular	Guilda trófica
Anseriformes Linnaeus, 1758		
Anatidae Leach, 1820		
Dendrocygninae Reichenbach, 1850		
<i>Dendrocygna viduata</i> (Linnaeus, 1766)	irerê	GAR
<i>Dendrocygna autumnalis</i> (Linnaeus, 1758)	marreca cabocla	GAR
Anatinae Leach, 1820		
<i>Cairina moschata</i> (Linnaeus, 1758)	pato do mato	OM
<i>Amazonetta brasiliensis</i> (Gmelin, 1789)	marreca de pé vermelho	GAR
<i>Netta erythrophthalma</i> (Wied, 1832)	paturi preta	GAR
<i>Nomonyx dominica</i> (Linnaeus, 1766)	marreca de bico roxo	HM
Podicipediformes Fürbringer, 1888		
Podicipedidae Bonaparte, 1831		
<i>Tachybaptus dominicus</i> (Linnaeus, 1766)	mergulhão pequeno	OM
<i>Podilymbus podiceps</i> (Linnaeus, 1758)	mergulhão caçador	PM
Ciconiiformes Bonaparte, 1854		
Ciconiidae Sundevall, 1836		
<i>Mycteria americana</i> Linnaeus, 1758	cabeça seca	CAR
Suliformes Sharpe, 1891		
Phalacrocoracidae Reichenbach, 1849		
<i>Phalacrocorax brasilianus</i> (Gmelin, 1789)	biguá	PM
Anhingidae Reichenbach, 1849		

<i>Anhinga anhinga</i> (Linnaeus, 1766)	biguatinga	PM
Pelecaniformes Sharpe, 1891		
Ardeidae Leach, 1820		
<i>Tigrisoma lineatum</i> (Boddaert, 1783)	soco boi	CAR
<i>Nycticorax nycticorax</i> (Linnaeus, 1758)	savacu	PAR
<i>Butorides striata</i> (Linnaeus, 1758)	socozinho	CAR
<i>Bubulcus ibis</i> (Linnaeus, 1758)	garça vaqueira	IT
<i>Ardea cocoi</i> Linnaeus, 1766	garça moura	CAR
<i>Ardea alba</i> Linnaeus, 1758	garça grande	CAR
<i>Syrigma sibilatrix</i> (Temminck, 1824)	maria faceira	OT
<i>Egretta thula</i> (Molina, 1782)	garça pequena	CAR
Threskiornithidae Poche, 1904		
<i>Phimosus infuscatus</i> (Lichtenstein, 1823)	tapirucu de cara pelada	OAR
<i>Theristicus caudatus</i> (Boddaert, 1783)	curicaca	CAR
<i>Platalea ajaja</i> Linnaeus, 1758	colhereiro	PAR
Gruiformes Bonaparte, 1854		
Aramidae Bonaparte, 1852		
<i>Aramus guarauna</i> (Linnaeus, 1766)	carão	MAR
Rallidae Rafinesque, 1815		
<i>Aramides cajanea</i> (Statius Muller, 1776)	saracura tres potes	OT
<i>Gallinula galeata</i> (Lichtenstein, 1818)	frango d'água	OAR
<i>Porphyrio martinica</i> (Linnaeus, 1766)	frango d'água azul	OCSM
Charadriiformes Huxley, 1867		
Charadrii Huxley, 1867		
Charadriidae Leach, 1820		
<i>Vanellus cayanus</i> (Latham, 1790)	batuíra de esporão	CAR
<i>Vanellus chilensis</i> (Molina, 1782)	quero quero	CT
<i>Charadrius semipalmatus</i> Bonaparte, 1825	baturia de bando	OAR

Recurvirostridae Bonaparte, 1831		
Recurvirostridae Bonaparte, 1831		
<i>Himantopus melanurus</i> Vieillot, 1817	pernilongo de costas negras	IAR
Scolopaci Stejneger, 1885		
Scolopacidae Rafinesque, 1815		
<i>Gallinago paraguaiiae</i> (Vieillot, 1816)	narceja	OAR
<i>Tringa solitaria</i> Wilson, 1813	maçarico solitario	CAR
<i>Tringa melanoleuca</i> (Gmelin, 1789)	maçarico grande de perna amarela	OAR
<i>Tringa flavipes</i> (Gmelin, 1789)	maçarico de perna amarela	OAR
Jacanidae Chenu & Des Murs, 1854		
<i>Jacana jacana</i> (Linnaeus, 1766)	jaçana	OCSM
Coraciiformes Forbes, 1844		
Alcedinidae Rafinesque, 1815		
<i>Megaceryle torquata</i> (Linnaeus, 1766)	martim pescador grande	PVO
<i>Chloroceryle amazona</i> (Latham, 1790)	martim pescador verde	PVO
<i>Chloroceryle americana</i> (Gmelin, 1788)	martim pescador pequeno	PVO

---

## Capítulo 4: Alterações Espaço-Temporais na Assembleia de Aves Aquáticas em Ambiente Cárstico, Brasil

### Resumo

Alterações na estrutura das comunidades biológicas são amplamente encontradas na natureza. Nosso objetivo foi caracterizar a assembleia de aves aquáticas e suas variações temporais, a cada dois meses, em 18 lagoas da APA Carste de Lagoa Santa. Foram registradas 38 espécies pertencentes a 14 famílias, sendo a assembleia dominada pelas espécies *Phalacrocorax brasilianus*, *Gallinula galeata*, *Dendrocygna autumnalis*, *Podilymbus podiceps* e *Vanellus chilensis*, cujas abundâncias corresponderam a 25%, 12%, 8%, 7,4% e 7,2%, respectivamente, da abundância total registrada durante todo o período de estudo. Uma análise de ordenação (NMDS) revelou variações na similaridade da composição da assembleia de aves, que foi influenciada negativamente pela instabilidade das lagoas (medida pelo CV de suas áreas:  $r = -0,56$ ,  $p < 0,05$ ). A assembleia de aves nas 18 lagoas apresentou padrão de ocorrência aninhado ao longo do ano: a composição de espécies das lagoas menores e mais instáveis foi sucessivamente um subconjunto da encontrada em lagoas maiores e de ciclos mais longos. As variações da área do espelho d'água foram responsáveis pela organização da biota. A comparação bimensal da trajetória da assembleia das aves evidenciou os efeitos do avanço da seca, inicialmente com variações de pequena amplitude que se acentuaram e se deslocaram no espaço formado pelos dois primeiros eixos da NMDS. Essas variações refletem diferenças nas condições ambientais e disponibilidade de recursos.

Palavras-chave: variação temporal, lagoas temporárias, mudança de fase, similaridade da composição.

### Abstract

Structural variations in biological communities are widely found in nature. Our goal was characterizing the assemblage of waterbirds and its seasonal changes every two months in 18 lakes in the APA Karst of Lagoa Santa. We recorded 39 species belonging to 14 families, being *Phalacrocorax brasilianus*, *Gallinula galeata*, *Dendrocygna autumnalis*, *Podilymbus podiceps* and *Vanellus chilensis* the most representative ones, whose abundance corresponded to 25%, 12%, 8%, 7.4% and 7.2 %, respectively, of the total registered. An ordering analysis (NMDS) showed similarity variation in the assemblage of waterbirds, which was negatively influenced by the

instability of the lakes (measured by the CV of their areas:  $r = -0.56$ ;  $p < 0.05$ ). The assemblage of waterbirds, considering the 18 lakes, presented a nested pattern throughout the year: the species composition of the smallest and most unstable lakes is a subset of the largest lakes with longer cycles. Variations of the lake area are responsible for the organization of the local biota. The bi-monthly comparison of the assemblage trajectory showed the drought advance effects, initially with small amplitude variations that have widened and moved spatially between the first two NMDS axes. These variations reflect differences in environmental conditions and resource availability.

Key-words: temporal variation, temporary lakes, phase shift, similarity.

## **Introdução**

Distribuições variáveis no espaço e no tempo nas comunidades biológicas são reflexo dos processos bióticos e abióticos que alteram sua estrutura ao longo do tempo e do espaço (Collins, 2000; Díaz et al., 2005). Isso ocorre porque as comunidades refletem interações entre organismos e ambiente, apresentando alterações em sua composição, comportamento e ecologia. Alterações essas que são respostas à flutuação na disponibilidade de recursos, às mudanças no clima e ocorrência de perturbações, sejam naturais ou antropogênicas (Balent and Courtiade, 1992; Walther et al., 2002).

Ambientes que apresentam variações no espaço e no tempo, como ambientes cíclicos, tendem a se constituir por comunidades com padrões também variáveis (Holling, 1973; Morris, 1990). É o que ocorre em áreas úmidas que passam por ciclos de seca e cheia ou pulsos de inundação, como planícies de inundação, pântanos e até desertos (Bancroft et al., 2002; Figueira et al., 2006; Figueira et al., 2011; Vilella and Baldassarre, 2010).

Áreas úmidas são formadas por mosaicos de habitats bastante heterogêneos (Amezaga et al., 2002; Blanco, 1999; Gibbs, 2000), e consideradas como um dos ecossistemas mais produtivos do mundo (Barbier et al., 1997). Nessas áreas, os recursos explorados por diferentes grupos de animais são influenciados pelo nível de inundação anual (Junk et al., 1989). No caso das aves aquáticas, é comum encontrar grandes agrupamentos de espécies no período de vazante, quando os itens alimentares se encontram concentrados e se tornam mais fáceis de capturar (Antas, 1994). Devido à grande capacidade de deslocamento desse grupo e a não dependência de uma área específica, as espécies tendem a abandonar a área quando as condições ambientais se tornam inadequadas ou os recursos se reduzem (Poulin et al., 1993).

Um dos padrões que podem ser afetados por essa dinâmica ecológica é o aninhamento, que expressa a organização espacial da composição de espécies. Ele indica que uma dada combinação de espécies ocorre de forma frequente e previsível, sendo a assembleia de uma área menor um subconjunto da assembleia de uma área maior (Patterson and Atmar, 1986; Patterson and Brown, 1991). Esse é um padrão frequente para fauna em áreas naturais ou fragmentadas e é causado por diversos processos como extinção e colonização seletiva (Cook and Quinn, 1995; Lomolino et al., 1989), requerimento de área e abundância das espécies (Higgins et al., 2006; Wright, 1998), tolerância aos fatores abióticos (Patterson and Brown, 1991) e tende a apresentar variados graus de intensidade de acordo com alterações na riqueza e na abundância das espécies (Florencio et al., 2011; Norton et al., 2004).

Flutuações espaço-temporal já foram alvo de diversas pesquisas e registradas para a abundância, riqueza e composição de espécies de aves aquáticas e terrestres (Rodríguez-Perez and Green, 2006; Russell et al., 2014; Sebastián-González et al., 2010b; Vilella and Baldassarre, 2010), sendo atribuídas à variação na disponibilidade de recursos e condições ambientais. Todavia, podem estar relacionadas também aos processos populacionais, como nascimento e morte, e aos movimentos migratórios e deslocamento entre habitats por algumas espécies (Poulin et al., 1993). Além disso, as flutuações no espaço e no tempo são altamente dependentes das variações meteorológicas anuais, podendo ser afetadas pelos eventos macroclimáticos globais, como El Niño e La Niña, que alteram os padrões de precipitação e geram eventos climáticos extremos (Holmgren et al., 2001).

A Área de Proteção Ambiental Carste de Lagoa Santa (APA Carste), possui um sistema de lagoas cársticas formado por 40 lagoas permanentes ou temporárias (Berbert-Born, 2002; Sampaio, 2010). As lagoas temporárias apresentam tamanhos variados e passam por ciclos de cheias e secas anuais ou plurianuais não sincronizados, determinados pelo regime pluviométrico e nível freático do aquífero cárstico (Auler, 1995; IBAMA, 1998b; Nóbrega et al. em prep., Sampaio, 2010). Estudos realizados na APA Carste indicam maior riqueza e abundância de aves aquáticas associada ao período de vazante das lagoas (Nóbrega et al. em prep., Oliveira, 2009; Rodrigues and Michelin, 2005).

Sabendo que as lagoas são utilizadas por diversas espécies de aves aquáticas ao longo do tempo, e que as lagoas apresentam um ciclo de seca e cheia, objetivamos caracterizar essa assembleia no sistema de lagoas da APA Carste, seu padrão de

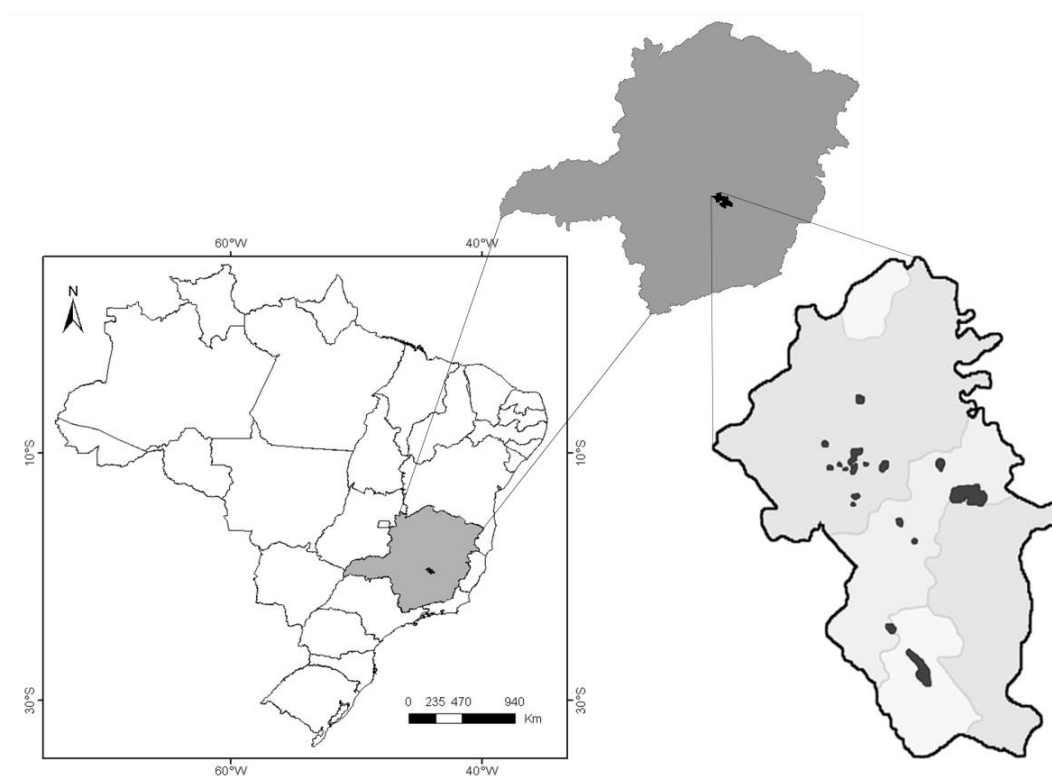
ocorrência e verificar se as variações na área das lagoas afetam a composição das espécies.

Nossas principais hipóteses são: i) a instabilidade da área das lagoas levará à instabilidade na composição de espécies; ii) devido à variação da área das lagoas entre os períodos de seca e chuva a composição de espécies irá diferir entre os anos de amostragem; iv) em razão da grande capacidade de deslocamento das aves aquáticas, a assembleia seguirá um padrão aninhado de ocorrência com pequenas variações ao longo do tempo.

## Materiais e Métodos

### Área de estudo

A APA Carste está localizada na região metropolitana de Belo Horizonte e compreende parte dos municípios de Lagoa Santa, Confins, Pedro Leopoldo, Matozinhos e Prudente de Morais ( $19^{\circ}30'40,81''\text{S}$ ;  $44^{\circ}0'41,03''\text{O}$  Fig.1). Apresenta diferentes fitofisionomias do cerrado como matas decíduas e semidecíduas e vegetação rupestre associada aos afloramentos calcários, numa região localizada em área de transição entre floresta Atlântica e Cerrado (IBAMA, 1998a). Apresenta clima do tipo Aw de Köppen (Peel et al., 2007), com verões chuvosos e invernos secos.



**Figura 1:** Localização da Área de Proteção Ambiental Carste de Lagoa Santa, Minas Gerais, Brasil. Detalhe para o sistema lacustre da área.

Localiza-se em uma das regiões cársticas mais importantes do Brasil, inserida nos domínios das rochas carbonáticas e pelíticas do grupo Bambuí (Berbert-Born, 2002; IBAMA, 1998b). Devido à ocorrência de espécies de vertebrados e invertebrados raras, endêmicas e ameaçadas, esta região é considerada de extrema importância para a conservação da biodiversidade (Drummond et al., 2005).

## **Métodos**

De acordo com a Convenção Sobre Zonas Úmidas de Importância Internacional foram consideradas aves aquáticas as espécies ecologicamente dependentes de áreas úmidas (Wetlands International, 2012), que desconsidera os Passeriformes. A riqueza e a abundância de aves aquáticas de 18 lagoas temporárias foram obtidas através de inventário sistemático feito por dois observadores, a cada dois meses entre novembro de 2011 e novembro de 2013, totalizando 13 amostragens, com a sequência de inventariamento alterada a cada mês. As aves foram identificadas com consultas a guias de campo (Erize et al., 2006; Perlo, 2009) e contadas com auxílio de binóculos e luneta, seguindo dois métodos distintos: transecto (percorrendo todo o perímetro da lagoa) e ponto fixo com distância de detecção indeterminada (Sutherland et al., 2005), sendo o número de pontos proporcional ao perímetro de cada lagoa.

A sequência taxonômica e sistemática apresentada foi organizada seguindo a listagem primária das aves do Brasil disponibilizada pelo Comitê Brasileiro de Registros Ornitológico (CBRO, 2014).

Durante cada amostragem das aves, delimitamos o perímetro das lagoas com auxílio de um GPSmap 76CSx Garmin. Posteriormente, a área foi delimitada e mensurada com auxílio do programa GPS Track Maker pro e imagens de alta definição do Google Earth, datadas de 2011 a 2013.

A variação anual da área das lagoas foi expressa através do coeficiente de variação (CV), utilizado como medida de estabilidade, e calculado a partir da fórmula  $CV = \text{desvio padrão} / \text{média}$ . Quanto maior seu valor maior a instabilidade da área.

Construímos uma matriz de dissimilaridade de Bray-Curtis modificado para a abundância das aves aquáticas (Clarke et al., 2006) em cada mês de amostragem e em cada lagoa. A preparação dos dados seguiu indicações de Clarke (1993), sendo o número de indivíduos de cada espécie logaritimizado e então padronizado pela maior abundância da amostra. A comparação da composição de espécies entre os meses de amostragem teve início no primeiro mês com registro de espécies, que foi variável

conforme a lagoa. Esse índice varia de zero a um, onde zero representa completamente similar e um representa completamente dissimilar. Utilizamos a dissimilaridade de Bray-Curtis modificado, pois trabalhamos com amostras sem registros de espécies, e nesses casos o coeficiente de Bray-Curtis é indefinido já que o numerador e o denominador da fórmula seriam iguais a zero. O coeficiente de Bray-Curtis modificado elimina esse problema já que se cria uma espécie fictícia com abundância um e que ocorre em todas as amostras, e dessa forma todas as amostras podem entrar nos cálculos (Clarke et al., 2006). A análise foi realizada no programa Mypstat (versão 12.02.00).

Como a similaridade é o contrário da dissimilaridade (Gotelli and Ellison, 1994), aplicamos a fórmula  $\text{similaridade} = 1 - \text{dissimilaridade}$  para obter a matriz de similaridade, onde zero passou a representar completamente dissimilar e um completamente similar. Para cada lagoa a média da similaridade foi obtida e interpretada como uma aproximação da estabilidade da composição, onde valores maiores indicam maior estabilidade na composição de espécies.

### **Análise de dados**

A curva de acumulação de espécies foi construída no programa EstimateS (versão 9.1.0) e Statistica (versão 10.0.228.2) para verificar se as 13 amostragens foram suficientes para capturar a riqueza real da área. A riqueza e o intervalo de confiança foram estimados utilizando-se o estimador Chao 1, que é considerado robusto para estimativa de riqueza (Gotelli and Colwell, 2011; Walther and Martin, 2001).

Realizamos correlação de Spearman (Legendre and Legendre, 1998) utilizando o programa Past (versão 2.08b, (Hammer et al., 2001) entre a variação da área das lagoas (CV\_área) e a estabilidade da composição de espécies para determinar se a estabilidade da composição é influenciada pela estabilidade da área (hipótese i).

A frequência de ocorrência das espécies (FO) foi calculada como o número de amostras em que a espécie ocorreu dividido pelo número total de amostras. O conjunto de dados foi agrupado por ano de amostragem (2012 e 2013), considerando a abundância das espécies, e a ordenação por meio de Escalonamento Multidimensional Não-Métrico (NMDS) foi realizada a fim de descrever a similaridade entre os anos em termos de composição de espécies (hipótese ii). Incluímos na análise as espécies que apresentaram contribuição maior que 1,5% para a ordenação. A ordenação foi realizada utilizando a opção auto-pilot do programa PC-ORD (versão 5.10). A preparação dos

dados seguiu indicações de Clarke (1993), a distância utilizada foi a de Bray-Curtis, e o número de dimensões foi definido pelo valor final de stress (McCune and Grace, 2002).

O percentual de similaridade (SIMPER) foi realizado no programa Primer 6 Demo (versão 6.1.16), para identificar a contribuição de cada espécie para a ordenação observada. Apenas espécies com percentual de contribuição maior ou igual a 1,5% foram representadas nos gráficos.

Utilizamos o programa NeD (Ulrich, 2012) para analisar o padrão de ocorrência das aves aquáticas em meses extremos, março 2012, setembro 2012 e março 2013, a fim de verificar se a assembleia de lagoas menos ricas tendem a apresentar subconjuntos de lagoas mais ricas, e se esse padrão muda ao longo do ano (hipótese iii). Para tanto, utilizamos a métrica NODF (Nestedness metric based on Overlap and Decreasing Fill), que avalia o grau de aninhamento entre as linhas, colunas e toda a matriz (Almeida-Neto et al., 2008). De acordo com os autores, quanto mais aninhada a assembleia maiores serão os valores de NODF.

A significância dos valores encontrados foi testada através de comparação com o modelo nulo EF (equiprobable row totals, fixed column totals) que mantém fixas as riquezas das áreas e aleatoriza a frequência de ocorrência das espécies (Strona et al., 2014; Ulrich, 2012; Ulrich and Gotelli, 2007).

Para todos os testes estatísticos consideramos valores significantes quando  $p < 0,05$ .

## **Resultados**

Foram registradas 39 espécies pertencentes a 14 famílias (Tabela I). O número de espécies observadas tendeu à estabilização, sugerindo que o esforço amostral foi suficiente para registrar o real número de espécies da área (Fig.2).

As famílias mais ricas em espécies foram Ardeidae (oito), seguida por Anatidae (seis) e Scolopacidae (quatro) (Tabela I). Já as mais abundantes foram Phalacrocoracidae (3427), seguida por Anatidae (3081) e Ardeidae (1862) (Tabela I). A assembleia foi dominada pelas espécies *Phalacrocorax brasilianus*, *Gallinula galeata*, *Dendrocygna autumnalis*, *Podilymbus podiceps* e *Vanellus chilensis*, cujas abundâncias corresponderam a 25%, 12%, 8%, 7,4% e 7,2%, respectivamente, da abundância total registrada.

*Phalacrocorax brasilianus*, *Gallinula galeata*, *Vanellus chilensis*, *Podilymbus podiceps*, *Ardea alba*, *Jacana jacana*, *Egretta thula* e *Butorides striatus* foram persistentes e ocorreram em todos os meses de amostragem.

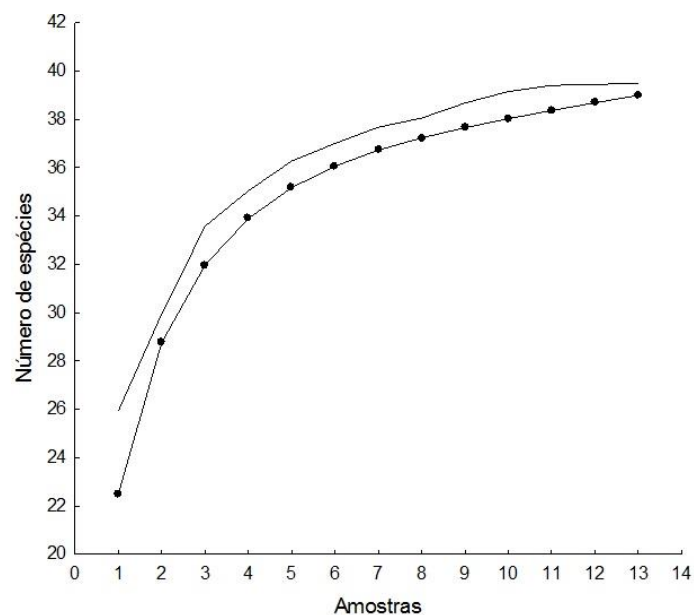
**Tabela I:** Lista das Aves Aquáticas da Área de Proteção Ambiental Carste de Lagoa Santa, Minas Gerais, Brasil, registradas durante essa pesquisa

Nome do Táxon	Nome popular	Abundância acumulada	FOa (%)
Anseriformes Linnaeus, 1758			
Anatidae Leach, 1820			
Dendrocygnae Reichenbach, 1850			
<i>Dendrocygna viduata</i> (Linnaeus, 1766)	irerê	768	61.5
<i>Dendrocygna autumnalis</i> (Linnaeus, 1758)	marreca cabocla	1585	53.8
Anatinae Leach, 1820			
<i>Cairina moschata</i> (Linnaeus, 1758)	pato do mato	5	7.7
<i>Amazonetta brasiliensis</i> (Gmelin, 1789)	marreca de pé vermelho	466	76.9
<i>Netta erythrophthalma</i> (Wied, 1832)	paturi preta	187	53.8
<i>Nomonyx dominica</i> (Linnaeus, 1766)	marreca de bico roxo	70	30.8
Podicipediformes Fürbringer, 1888			
Podicipedidae Bonaparte, 1831			
<i>Tachybaptus dominicus</i> (Linnaeus, 1766)	mergulhão pequeno	12	30.8
<i>Podilymbus podiceps</i> (Linnaeus, 1758)	mergulhão caçador	983	100
Ciconiiformes Bonaparte, 1854			
Ciconiidae Sundevall, 1836			
<i>Mycteria americana</i> Linnaeus, 1758	cabeça seca	100	38.5
Suliformes Sharpe, 1891			
Phalacrocoracidae Reichenbach, 1849			
<i>Phalacrocorax brasilianus</i> (Gmelin, 1789)	biguá	3427	100
Anhingidae Reichenbach, 1849			
<i>Anhinga anhinga</i> (Linnaeus, 1766)	biguatinga	9	30.8
Pelecaniformes Sharpe, 1891			
Ardeidae Leach, 1820			

<i>Tigrisoma lineatum</i> (Boddaert, 1783)	soco boi	2	15.4
<i>Nycticorax nycticorax</i> (Linnaeus, 1758)	savacu	57	69.2
<i>Butorides striata</i> (Linnaeus, 1758)	socozinho	295	100
<i>Bubulcus ibis</i> (Linnaeus, 1758)	garça vaqueira	355	84.6
<i>Ardea cocoi</i> Linnaeus, 1766	garça moura	35	76.9
<i>Ardea alba</i> Linnaeus, 1758	garça grande	660	100
<i>Syrigma sibilatrix</i> (Temminck, 1824)	maria faceira	132	92.3
<i>Egretta thula</i> (Molina, 1782)	garça pequena	326	100
Threskiornithidae Poche, 1904			
<i>Phimosus infuscatus</i> (Lichtenstein, 1823)	tapirucu de cara pelada	114	69.2
<i>Theristicus caudatus</i> (Boddaert, 1783)	curicaca	22	38.5
<i>Platalea ajaja</i> Linnaeus, 1758	colhereiro	47	38.5
Gruiformes Bonaparte, 1854			
Aramidae Bonaparte, 1852			
<i>Aramus guarauna</i> (Linnaeus, 1766)	carão	59	53.8
Rallidae Rafinesque, 1815			
<i>Aramides cajanea</i> (Statius Muller, 1776)	saracura tres potes	10	30.8
<i>Gallinula galeata</i> (Lichtenstein, 1818)	frango d'água	1116	100
<i>Porphyrio martinica</i> (Linnaeus, 1766)	frango d'água azul	116	76.9
Charadriiformes Huxley, 1867			
Charadrii Huxley, 1867			
Charadriidae Leach, 1820			
<i>Vanellus cayanus</i> (Latham, 1790)	batuíra de esporão	1	7.7
<i>Vanellus chilensis</i> (Molina, 1782)	quero quero	960	100
<i>Charadrius semipalmatus</i> Bonaparte, 1825	batuira de bando	1	7.7
Recurvirostridae Bonaparte, 1831			
Recurvirostridae Bonaparte, 1831			
<i>Himantopus melanurus</i> Vieillot, 1817	pernilongo de costas negras	581	76.9

Scolopaci Stejneger, 1885				
Scolopacidae Rafinesque, 1815				
	<i>Gallinago paraguaiiae</i> (Vieillot, 1816)	narceja	21	30.8
	<i>Tringa solitaria</i> Wilson, 1813	maçarico solitario	10	30.8
	<i>Tringa melanoleuca</i> (Gmelin, 1789)	maçarico grande de perna amarela	13	23.1
	<i>Tringa flavipes</i> (Gmelin, 1789)	maçarico de perna amarela	58	61.5
Jacanidae Chenu & Des Murs, 1854				
	<i>Jacana jacana</i> (Linnaeus, 1766)	jaçana	577	100
Coraciiformes Forbes, 1844				
Alcedinidae Rafinesque, 1815				
	<i>Megasceryle torquata</i> (Linnaeus, 1766)	martim pescador grande	52	76.9
	<i>Chloroceryle amazona</i> (Latham, 1790)	martim pescador verde	13	38.5
	<i>Chloroceryle americana</i> (Gmelin, 1788)	martim pescador pequeno	29	84.6

---

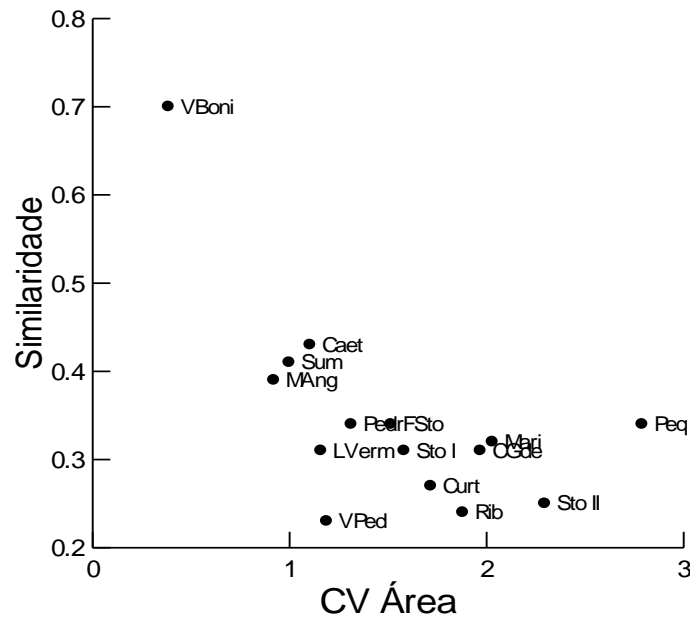


**Figura 2:** Curva de acumulação de espécies de aves aquáticas detectadas no período de novembro de 2011 a novembro de 2013 na Área de Proteção Ambiental Carste de Lagoa Santa, Minas Gerais, Brasil. Linha lisa = riqueza esperada; Linha com pontos = riqueza observada.

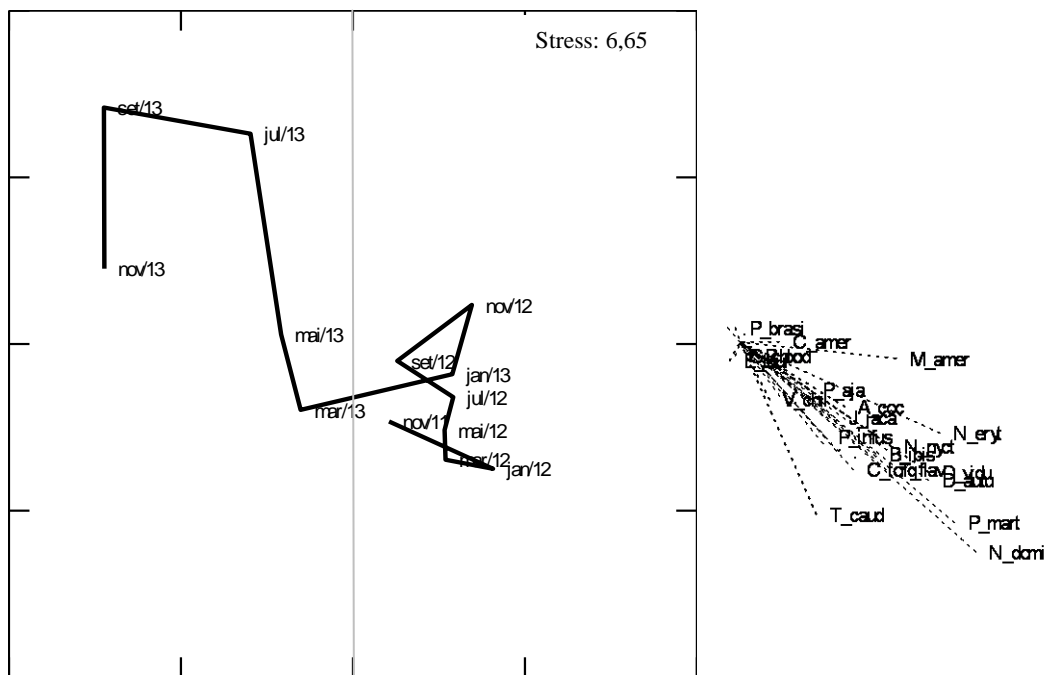
A variação da área das lagoas (CV) apresentou influência negativa sobre a similaridade da composição de espécies ( $r = -0,56$ ;  $p < 0,05$ ; Fig. 3), indicando que quanto maior a variação da área da lagoa, menor a similaridade da composição de espécies entre os meses. No entanto, a lagoa Vargem Bonita foi a única que manteve espelho d'água e assembleia de aves aquáticas pouco variável durante todo o período de amostragem. Quando retiramos essa lagoa da análise os resultados se tornam não significativos ( $r = -0,45$ ;  $p > 0,05$ ).

Das 39 espécies registradas, 11 ocorreram apenas no primeiro ano de amostragem, são elas *Dendrocygna viduata*, *Dendrocygna autumnalis*, *Netta erythrophthalma*, *Nomonyx dominicus*, *Tachybaptus dominicus*, *Anhinga anhinga*, *Nycticorax nycticorax*, *Theristicus caudatus*, *Aramides cajanea*, *Porphyrio martinica* e *Gallinago paraguayae*. A ordenação revelou existir variação temporal na ocorrência das espécies (Fig. 4). No entanto, no 1º ano de amostragem (Fig.4 lado direito) tal variação é menor em relação às variações observadas no 2º ano (Fig.4 lado esquerdo). O que pode estar relacionado a uma provável mudança de fase na composição de espécies influenciada pela seca extrema, com espécies da família Anatidae apresentando maior contribuição para essa diferença observada (Fig.5). Os vetores das espécies são apresentados na figura 4 e indicam que a grande maioria das espécies esteve associada ao 1º ano de amostragem. Já a importância relativa das espécies em cada ano de

amostragem (Fig.6) aponta a perda de espécies entre os anos, alteração na composição de espécies e consequente aumento da importância relativa das espécies mais persistentes.

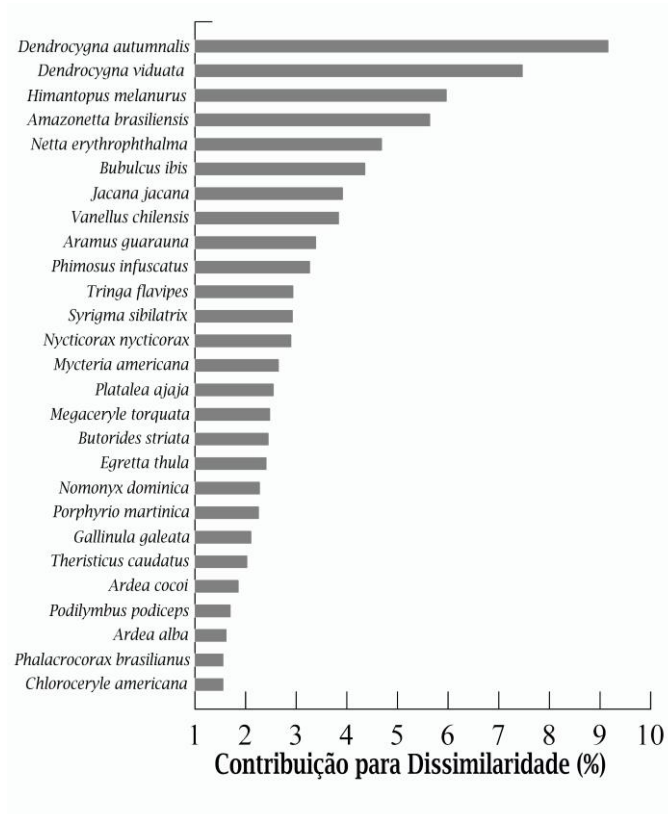


**Figura 3:** Similaridade da composição de espécies em função da variação da área das lagoas (CV) na Área de Proteção Ambiental Carste de Lagoa Santa, Minas Gerais, Brasil. Lagoas: VBoni = Vargem Bonita; Caet = Caetano; Sum = Sumidouro; MAng = Maria Angélica; Pedr = Pedrinha; FSto = Fazenda Santo Antônio; LVer = Lapa Vermelha; Sto I = Santo Antônio I; Mari = Marinheiro; CGde = Cerca Grande; Peq = Pequena; Curt = Curtume; VPed = Vargem da Pedra; Rib = Ribeira; Sto II = Santo Antônio II.

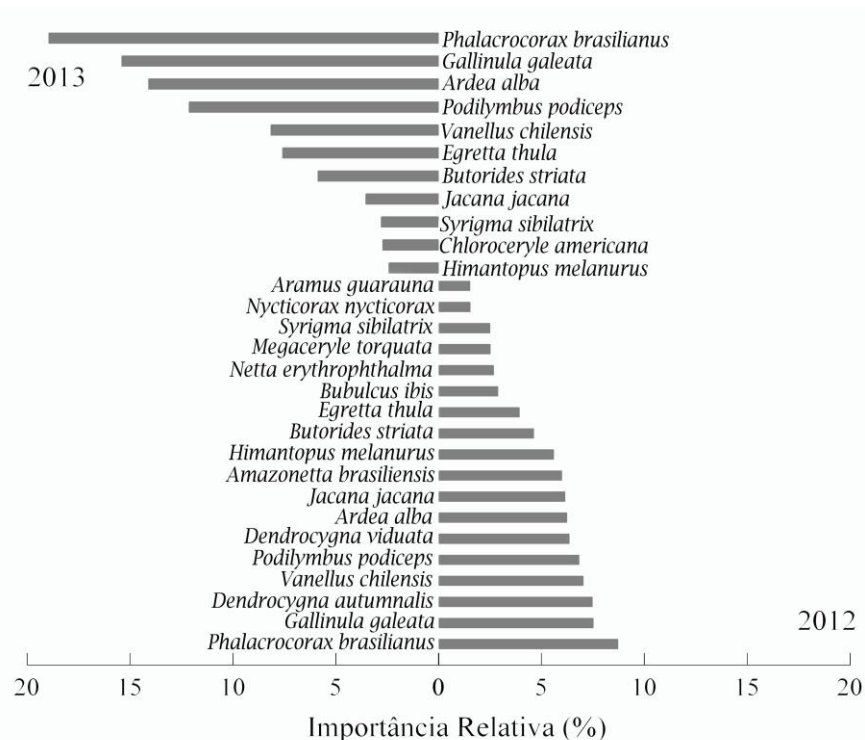


**Figura 4:** Ordenação dos 13 meses de amostragens de aves aquáticas em 18 lagoas temporárias da Área de Proteção Ambiental Carste de Lagoa Santa, Minas Gerais, Brasil. Espécies: D\_autu – *Dendrodygna autumnalis*; P\_pod – *Podylimbus podiceps*; J\_jaca – *Jacana jacana*; B\_ibis – *Bubulcus ibis*; V\_chil – *Vanellus chilensis*; G\_chlo – *Gallinula galeata*; D\_vidu – *Dendrocygna viduata*; E\_thul – *Egretta thula*;

N\_eryt – *Netta erythrophthalma*; P\_brasi – *Phalacrocorax brasilianus*; C\_torq – *Megaceryle torquatus*; C\_amer – *Chloroceryle americana*; N\_nyct – *Nycticorax nycticorax*; P\_infus – *Phimosus infuscatus*; T\_flav – *Tringa flavipes*; M\_amer – *Mycteria americana*; P\_aja – *Platalea ajaja*; P\_mart – *Porphyrio martinica*; N\_domi – *Nomonyx dominicus*; A\_coc – *Ardea cocoi*; T\_caud – *Theristicus caudatus*; H\_mel – *Himantopus melanurus*; B\_stria – *Butorides striatus*; A\_alba – *Ardea alba*; A\_bras – *Amazonetta brasiliensis*; A\_guara – *Aramus guarauna*; S\_sibil – *Syrigma sibilatrix*. Os nomes de algumas espécies foram suprimidos do gráfico.



**Figura 5:** Contribuição das espécies (>1.5%) para a dissimilaridade da assembleia de aves aquáticas da Área de Proteção Ambiental Carste de Lagoa Santa, Minas Gerais, Brasil, entre os anos de 2012 e 2013.



**Figura 6:** Importância relativa (>1.5) das espécies de aves aquáticas da Área de Proteção Ambiental Carste de Lagoa Santa, Minas Gerais, Brasil, em cada um dos anos de amostragem.

Os valores de NODF da assembleia analisada foram maiores do que os valores da matriz gerada pelo modelo nulo em todas as amostras testadas, o que indica que a assembleia analisada foi significativamente aninhada, e que esse padrão se manteve ao longo do ano (Tabela II).

**Tabela II:** Valores de aninhamento da matriz ordenada por riqueza no mês de Março de 2012, Setembro de 2012 e Março de 2013.

Amostra	Métrica	Índice	Z	p
Março 2012	NODF	56.5	13.10	<0.001
Setembro 2012	NODF	45.6	5.3	<0.001
Março 2013	NODF	47.7	7.5	<0.001

## Discussão

A assembleia de aves aquáticas observadas na APA Carste foi composta por muitas espécies raras, com poucos registros ao longo das coletas, e poucas espécies abundantes, que totalizaram cerca de 60% da abundância total observada. Padrão comumente encontrado em outras áreas úmidas, como em rios no Amazonas (Cintra et al., 2007) e na Argentina (Pescador and Peris, 2009).

O inventariamento sistemático de um grande número de lagoas da APA Carste possibilitou o registro de um grande número de espécies, assim como esperado por Rodrigues e Michelin (2005), totalizando quase 72% de todas as espécies de aves aquáticas já registradas para a área (Dornas and Figueira, 2012). Apesar da curva de acumulação tender à estabilização, 14 espécies anteriormente visualizadas na área não foram registradas. Cinco dessas espécies (*Cochlearius cochlearius*, *Porzana flaviventer*, *Porphyrio flavirostris*, *Calidris melanotos* e *Sternula superciliaris*) possuem um registro histórico realizado por Lund no século XIX, e foram ausentes em todos os demais inventariamentos da região (Dornas and Figueira, 2012; Krabbe, 2007). Essas ausências não são as únicas para a APA Carste. Christiansen e Pitter (1997) e Rodrigues e Goulard (2005) notaram a perda de espécies de aves florestais em decorrência das alterações antrópicas do ambiente. O mesmo pode estar ocorrendo com as aves aquáticas que podem estar deixando de utilizar a área devido às alterações ambientais, como desmatamento e utilização das lagoas para agropecuária (Dornas and Figueira, 2012, Nóbrega et al, em prep.)

As lagoas cársticas apresentam ciclos de cheia e seca descritos desde o final do século XIX (Warming, 1908). Esses ciclos são determinados pela pluviosidade, sendo influenciados localmente pela extensão da depressão cárstica (dolina, uvala, polje), proximidade do lençol freático e ocorrência de rios subterrâneos (Auler, 1995; Sampaio, 2010). Em consequência, as áreas dessas lagoas passam por grandes variações ao longo do ano, secando completamente em alguns casos (ex. Oliveira, 2009, Nóbrega et al, em prep.) e influenciando a disponibilidade de recurso alimentar e condições ambientais. O mesmo ocorre em outras regiões sujeitas a pulsos e ciclos de inundação, como Pantanal (Figueira et al., 2006; Figueira et al., 2011; Junk et al., 1989), áreas úmidas na Amazônia (Cintra et al., 2007) e lagos salinos (Romano et al., 2005).

Em ambientes cíclicos, que apresentam uma fase seca e outra alagada, é comum as espécies serem adaptadas às variações hidrológicas (Neiff, 1999). Com chegadas e saídas de espécies em função das fases dos ciclos (Figueira et al., 2011; Junk et al., 1989). Nóbrega et al. (capítulo 03) mostrou existir uma relação entre a riqueza e a abundância de aves aquáticas e a área das lagoas da APA Carste, sendo que lagoas com áreas mais estáveis ao longo do tempo apresentaram menor variação da riqueza e da abundância a elas associadas.

Essa relação também ocorreu para a composição de espécies. No entanto apresenta-se pouco correlacionada à instabilidade sazonal da área das lagoas, sendo

dependente da estabilidade de uma única lagoa. Esses resultados ocorrem devido à grande capacidade de deslocamento das aves aquáticas, o que permite que as espécies se desloquem de um ambiente menos favorável para outro mais favorável em resposta às fases dos ciclos hidrológicos (Kingsford et al., 2010; Romano et al., 2005). Em lagoas da APA Carste com maior variação de área, a escassez de recursos ocorre de forma mais rápida, e no intervalo de dois meses da amostragem, algumas espécies podem abandonar ou chegar à área, utilizar o ambiente que passou a ter outras características, como menor profundidade e maior área de campo, alterando assim a composição de espécies. O mesmo não ocorre nas lagoas com menor variação de área, já que o habitat é mais estável, e permanece favorável por mais tempo.

As alterações observadas na composição de espécies indicam uma provável mudança de fase em função da seca, que é uma modificação no equilíbrio da comunidade em resposta às condições ambientais (Done, 1992; Dudgeon et al., 2010). No caso da APA Carste, a seca levou à substituição de várias lagoas cársticas por campos de gramíneas, diminuindo assim o habitat disponível para as aves aquáticas. É possível perceber que a assembleia apresentava pequenas variações sazonais na sua composição e que essas variações se tornaram mais instáveis com a seca pronunciada. Resultado este que é bastante parecido com o mostrado por Dauvin (veja Clarke, 1993), onde uma comunidade de macrobentos, após ser afetada por uma perturbação antrópica, passou a apresentar variações sazonais mais instáveis.

A provável mudança de fase observada foi gerada, principalmente, pela ausência das espécies de Anatídeos durante o 2º ano de amostragem. Isso porque essas espécies tendem a migrar durante o período de seca em busca de melhores condições ambientais (Antas, 2010). No entanto, a grande diminuição da abundância das espécies que persistiram mesmo diante da seca bastante severa (Apêndice I), também contribuiu para a mudança observada. Essa variação na abundância era esperada, já que fases extremas do ciclo hidrológico afetam a disponibilidade de recursos (DuBow, 1988), e geram a dispersão dos indivíduos (Neiff, 1999; Romano et al., 2005).

Como a APA Carste apresenta um sistema de lagoas temporárias não sincrônicas, parte da biota local pode se manter mesmo diante da perda de uma ou várias lagoas, assim como é esperado ocorrer em mosaicos de áreas úmidas (Gibbs, 2000). A lagoa Vargem Bonita foi a lagoa mais estável, permanecendo com espelho d'água até o final das amostragens, e a responsável pela manutenção de parte da

avifauna no 2º ano de amostragem. Apesar de estar localizada em um centro urbano, funcionou como um refúgio para as espécies mais persistentes.

Além das variações sazonais, o padrão aninhado de ocorrência das espécies também foi observado, indicando que a assembleia de aves aquáticas das lagoas pequenas é um subconjunto da assembleia observada em lagoas maiores. Assim como observado em lagoas na Espanha (Sebastián-González et al., 2010a), o aninhamento se repetiu por todas as estações do ano, com variações na sua intensidade. A ocorrência desse padrão em aves é muitas vezes atribuída à sua capacidade de dispersão, que possibilita grande movimentação entre habitats e compensa as alterações na assembleia que poderiam ser criadas por perda de espécies (Cook and Quinn, 1995). Outro fator que favorece o aninhamento é a similaridade nas condições bióticas e abióticas de habitats, o que tende a suportar espécies com mesmos requerimentos ecológicos. Além disso, a existência de uma relação espécie-área tende a enquadrar a assembleia no padrão aninhado (Ulrich et al., 2009). Na APA Carste a ocorrência das espécies é determinada pela variação da área (Nóbrega et al. em prep.), e pela disponibilidade de recursos que é dependente da duração do ciclo das lagoas. Dessa forma as lagoas menores e com ciclos mais curtos apresentarão um subconjunto das espécies encontradas em lagoas maiores e de ciclos mais longos, desde que essas apresentem as condições ambientais necessárias para a ocorrência das espécies.

As variações sazonais e os padrões de ocorrência observados indicam que as aves aquáticas estão respondendo ao ambiente cíclico e dinâmico da APA Carste, e frequentam tanto as lagoas pequenas quanto as maiores. No entanto, uma perturbação como a seca severa pela qual a APA Carste passou pode alterar a configuração ambiental e influenciar a ocorrência das espécies. As projeções climáticas alertam para secas cada vez mais severas e prolongadas (IPCC, 2014), o que deve dificultar a recomposição da área das lagoas. Essa situação reforça a importância da preservação de todo o sistema de lagoas, permitindo dessa forma a manutenção de refúgios para a biota, como a lagoa Vargem Bonita, que podem manter a avifauna em momentos mais críticos do ciclo hidrológico das demais lagoas.

### **Agradecimentos**

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ) pela bolsa de estudos de PFAN, e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelos recursos para o trabalho de campo. Ao Instituto

Estadual de Florestas (IEF-MG) e Parque Estadual do Sumidouro pelo suporte logístico e à ONG IDEA WILD pela doação de equipamentos para a pesquisa.

## Referências Bibliográficas

ALMEIDA-NETO, M., GUIMARÃES, P., GUIMARÃES, P.R., LOYOLA, R.D. and ULRICH, W., 2008. A consistent metric for nestedness analysis in ecological systems: reconciling concept and measurement. *Oikos*, vol. 117, no. 8, p. 1227-1239.

AMEZAGA, J.M., SANTAMARIA, L. and GREEN, A.J., 2002. Biotic wetland connectivity — supporting a new approach for wetland policy. *Acta Oecologica*, vol. 23, no. 3, p. 213-222.

ANTAS, P.T.Z., 1994. Migration and other movements among the lower Paraná River valley wetlands, Argentina, and the south Brazil/Pantanal wetlands. *Bird Conservation International*, vol. 4, no. 2-3, p. 181-190.

ANTAS, P.T.Z., 2010. Migration and other movements among the lower Paraná River valley wetlands, Argentina, and the south Brazil/Pantanal wetlands. *Bird Conservation International*, vol. 4, no. 2-3, p. 9.

AULER, A., 1995. Lakes as a speleogenetic agent in the karst of Lagoa Santa, Brazil. *Cave and Karst Science*, vol. 21, no. 3, p. 105-110.

BALENT, G. and COURTIADÉ, B., 1992. Modeling bird communities landscape patterns relationships in a rural area of South-Western France. *Landscape Ecology*, vol. 6, no. 3, p. 195-211.

BANCROFT, G.T., GAWLIK, D.E. and RUTCHEY, K., 2002. Distribution of wading birds relative to vegetation and water depths in the Northern Everglades of Florida, USA. *Waterbirds*, vol. 25, no. 3, p. 265-277.

BARBIER, E.B., ACREMAN, M. and KNOWLER, D., 1997. Economic valuation of wetlands - a guide for policy makers and planners. Ramsar Convention Bureau, Gland, 138 p.

BERBERT-BORN, M., 2002. Carste de Lagoa Santa, MG - berço da paleontologia e da espeleologia brasileira. In C. SCHOBENHAUS, D.A. CAMPOS, E.T. QUEIROZ, M. WINGE and M.L.C. BERBERT-BORN (Editors), *Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil*. DNPM/CPRM - Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos (SIGEP), Brasília, p. 415-430.

BLANCO, D., 1999. Los humedales como habitat de aves acuáticas. In A.I. MALVÁREZ (Editor), *Temas sobre Humedales Subtropicales y Templados de Sudamérica*. Universidad de Buenos Aires, Montevideo, p. 208-217.

CBRO, 2014. Listas das aves do Brasil 11ª Edição. Acesso em: 15/01/2015. p. Disponível em: <http://www.cbro.org.br>.

CHRISTIANSEN, M.B. and PITTER, E., 1997. Species loss in a forest bird community near Lagoa Santa in Southeastern Brazil. *Biological Conservation*, vol. 80, no. 1, p. 23-32.

CINTRA, R., SANTOS, P.M.R.S. and LEITE, C.B., 2007. Composition and structure of the lacustrine bird communities of seasonally flooded wetlands of Western Brazilian Amazonia at high water. *Waterbirds*, vol. 30, no. 4, p. 521-540.

CLARKE, K.R., 1993. Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Australian Journal of Ecology*, vol. 18, no. 1, p. 117-143.

CLARKE, K.R., SOMERFIELD, P.J. and CHAPMAN, M.G., 2006. On resemblance measures for ecological studies, including taxonomic dissimilarities and a zero-adjusted Bray–Curtis coefficient for denuded assemblages. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, vol. 330, no. 1, p. 55-80.

COLLINS, S., 2000. Disturbance frequency and community stability in native Tallgrass Prairie. *The American Naturalist*, vol. 155, no. 3, p. 311-325.

COOK, R.R. and QUINN, J.F., 1995. The influence of colonization in nested species subsets. *Oecologia*, vol. 102, no. 4, p. 413-424.

DÍAZ, S. et al., 2005. Biodiversity regulation of ecosystem services, Ecosystems and human well-being: current state and trends. Island Press, Washington, DC, p. 948.

DONE, T.J., 1992. Phase shifts in coral reef communities and their ecological significance. *Hydrobiologia*, vol. 247, no. 1-3, p. 121-132.

DORNAS, T. and FIGUEIRA, J.E.C., 2012. Aves aquáticas da Área de Proteção Ambiental Carste de Lagoa Santa, Minas Gerais, Brasil: uma síntese comparativa entre os estudos de Peter Wilhelm Lund e Johannes Theodor Reinhardt em meados do século XIX e estudos contemporâneos. *Cotinga*, vol. 34, no., p. 5-14.

DRUMMOND, G.M., MARTINS, C.S., MACHADO, A.B.M., SEBAIO, F.A. and ANTONINI, Y., 2005. Biodiversidade em Minas Gerais: um atlas para a sua conservação. Fundação Biodiversitas, Belo Horizonte, 222 p.

DUBOWY, P.J., 1988. Waterfowl communities and seasonal environments: temporal variability in interspecific competition. *Ecology*, vol. 69, no. 5, p. 1439-1453.

DUDGEON, S.R., ARONSON, R.B., BRUNO, J.F. and PRECHT, W.F., 2010. Phase shifts and stable states on coral reefs. *Marine Ecology Progress Series*, vol. 413, p. 201-216.

ERIZE, F., MATA, J.R.R. and RUMBOLL, M., 2006. Birds of South America non-passerines: rheas to woodpeckers. Princeton University Press, Princeton, 384 p.

FIGUEIRA, J.E.C., CINTRA, R., VIANA, L.R. and YAMASHITA, C., 2006. Spatial and temporal patterns of bird species diversity in the Pantanal of Mato Grosso, Brazil: implications for conservation. *Brazilian Journal of Biology*, vol. 66, no. 2A, p. 393-404.

FIGUEIRA, J.E.C., MOURÃO, F.A. and COELHO, A.S., 2011. Habitat heterogeneity and climatic seasonality structure the avifauna trophic guilds in the Brazilian Pantanal wetland. *Canadian Journal of Zoology*, vol. 89, no. 12, p. 1206-1213.

- FLORENCIO, M., DÍAZ-PANIAGUA, C., SERRANO, L. and BILTON, D.T., 2011. Spatio-temporal nested patterns in macroinvertebrate assemblages across a pond network with a wide hydroperiod range. *Oecologia*, vol. 166, no. 2, p. 469-483.
- GIBBS, J.P., 2000. Wetland loss and biodiversity conservation. *Conservation Biology*, vol. 14, no. 1, p. 314-317.
- GOTELLI, N.J. and COLWELL, R.K., 2011. Estimating species richness. In A.E. MAGURRAN and B.J. MCGILL (Editors), *Frontiers in Measuring Biodiversity*. Oxford University, New York, p. 39-54.
- GOTELLI, N.J. and ELLISON, A.M., 1994. *A primer of ecological statistics*. Sinauer Associates, Inc, Massachusetts, 510 p.
- HAMMER, Ø., HARPER, D.A.T. and RYAN, P.D., 2001. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica* vol. 4, no. 1, p. 1-9.
- HIGGINS, C.L., WILLIG, M.R. and STRAUSS, R.E., 2006. The role of stochastic process in producing nested patterns of species distributions. *Oikos*, vol. 114, no. 1, p. 159-167.
- HOLLING, C., 1973. Resilience and stability of ecological system. *Annual Review of Ecology and Systematics*, vol. 4, no., p. 1-23.
- HOLMGREN, M., SCHEFFER, M., EZCURRA, E., GUTIÉRREZ, J.R. and MOHREN, G.M.J., 2001. El Niño effects on the dynamics of terrestrial ecosystems. *Trends in Ecology & Evolution*, vol. 16, no. 2, p. 89-94.
- IBAMA, 1998a. *Gestão ambiental*. IBAMA/BIODIVERSITAS/CPRM, Belo Horizonte, 40 p.
- IBAMA, 1998b. *Meio físico - Síntese da geologia, recursos minerais e geomorfologia*, 1. IBAMA/CPRM, Belo Horizonte, 301 p.
- IPCC, 2014. *Climate change 2014: synthesis report*. Contribution of working groups I, II and III to the fifth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC, Geneva.
- JUNK, W.J., BAYLEY, P.B. and SPARKS, R.E., 1989. The flood pulse concept in river floodplain systems. *Canadian Special Publications of Fisheries and Aquatic Sciences*, vol. 106, no., p. 110-127.
- KINGSFORD, R.T., ROSHIER, D.A. and PORTER, J.L., 2010. Australian waterbirds - time and space travellers in dynamic desert landscapes. *Marine and Freshwater Research*, vol. 61, no. 8, p. 875-884.

KRABBE, N., 2007. Birds collected by P.W.Lund and J.T.Reinhardt in south-eastern Brazil between 1825 and 1855, with notes on P.W.Lund's travels in Rio de Janeiro. *Revista Brasileira de Ornitologia*, vol. 15, no. 3, p. 331-357.

LEGENDRE, P. and LEGENDRE, L., 1998. Numerical ecology (Developments in environmental modelling, 20). Elsevier B.V., Amsterdam, 870 p.

LOMOLINO, M.V., BROWN, J.H. and DAVIS, R., 1989. Island biogeography of montane forest mammals in the American Southwest. *Ecology*, vol. 70, no. 1, p. 180-194.

MCCUNE, B. and GRACE, J.B., 2002. Analysis of ecological communities. Mjmm Software Design, Oregon, 307 p.

MORRIS, D., 1990. Temporal variation, habitat selection and community structure. *Oikos*, vol. 59, no. 3, p. 303-312.

NEIFF, J.J., 1999. El regimen de pulsos en rios y grandes humedales de Sudamerica. In A.I. MALVÁREZ (Editor), *Temas sobre humedales Subtropicales y Templados de Sudamerica*. Universidad de Buenos Aires, Montevideo, p. 229.

NORTON, J., LEWIS, J.W. and ROLLINSON, D., 2004. Temporal and spatial patterns of nestedness in eel macroparasite communities. *Parasitology*, vol. 129, no. 2, p. 203-211.

OLIVEIRA, T.D., 2009. Sazonalidade, riqueza e abundância de espécies de aves aquáticas associadas a uma lagoa temporária da APA Carste de Lagoa Santa, MG. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais. 30 p. Graduação: Instituto de Ciências Biológicas.

PATTERSON, B.D. and ATMAR, W., 1986. Nested subsets and the structure of insular mammalian faunas and archipelagos. *Biological Journal of the Linnean Society*, vol. 28, no. 1-2, p. 65-82.

PATTERSON, B.D. and BROWN, J.H., 1991. Regionally nested patterns of species composition in granivorous rodent assemblages. *Journal of Biogeography*, vol. 18, no. 4, p. 395-402.

PEEL, M.C., FINLAYSON, C.M. and MCMAHON, T.A., 2007. Updated world map of the Koppen-Geiger climate classification. *Hydrology and Earth System Sciences*, vol. 11, no., p. 1633-1644.

PERLO, B.V., 2009. A field guide to the birds of Brazil. Oxford University Press., Oxford, 465 p.

PESCADOR, M. and PERIS, S., 2009. Seasonal and water mass size effects on the abundance and diversity of waterbirds in a Patagonian National Park. *Waterbirds*, vol. 32, no. 1, p. 25-35.

POULIN, B., LEFEBVRE, G. and MCNEIL, R., 1993. Variations in bird abundance in tropical arid and semi-arid habitats. *Ibis*, vol. 135, no. 4, p. 432-441.

RODRIGUES, M. and GOULART, F.F., 2005. Aves regionais: de Burton aos dias de hoje. In E.M.A. GOULART (Editor), *Navegando o rio das Velhas das Minas aos Gerais*. Instituto Guaicuy-SOS Rio das Velhas/ Projeto Manuelzão/ UFMG, Belo Horizonte, p. 590-602.

RODRIGUES, M. and MICHELIN, V.B., 2005. Riqueza e diversidade de aves aquáticas de uma lagoa natural no sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, vol. 22, no. 4, p. 928-935.

RODRIGUEZ-PEREZ, H. and GREEN, A.J., 2006. Waterbird impacts on widgeon grass *Ruppia maritima* in a Mediterranean wetland: comparing bird groups and seasonal effects. *Oikos*, vol. 112, no. 3, p. 525-534.

ROMANO, M., BARBERIS, I., PAGANO, F. and MAIDAGAN, J., 2005. Seasonal and interannual variation in waterbird abundance and species composition in the Melincue´ saline lake, Argentina. *European Journal of Wildlife Research*, vol. 51, no. 1, p. 1-13.

RUSSELL, I.A., RANDALL, R.M. and HANEKOM, N., 2014. Spatial and temporal patterns of waterbird assemblages in the Wilderness Lakes Complex, South Africa. *Waterbirds*, vol. 37, no. 1, p. 1-18.

SAMPAIO, J.L.D., 2010. Inventário digital da APA (Área de Proteção Ambiental) Carste de Lagoa Santa e algumas implicações. Belo Horizonte: Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. 221 p. Tese: Geografia.

SEBASTIÁN-GONZÁLEZ, E., BOTELLA, F., PARACUELLOS, M. and SÁNCHEZ-ZAPATA, J.A., 2010a. Processes driving temporal dynamics in the nested pattern of waterbird communities. *Acta Oecologica*, vol. 36, no. 2, p. 160-165.

SEBASTIÁN-GONZÁLEZ, E., SÁNCHEZ-ZAPATA, J.A. and BOTELLA, F., 2010b. Agricultural ponds as alternative habitat for waterbirds: spatial and temporal patterns of abundance and management strategies. *European Journal of Wildlife Research*, vol. 56, no. 1, p. 11-20.

STRONA, G., GALLI, P., SEVESO, D., MONTANO, S. and FATTORINI, S., 2014. Nestedness for dummies (NeD): a user-friendly web interface for exploratory nestedness analysis. *Journal of Statistical Software*, vol. 59, no. 3, p. 1-9.

SUTHERLAND, W.J., NEWTON, I. and GREEN, R., 2005. *Bird ecology and conservation. A handbook of techniques*. . Oxford University Press, Oxford, 386 p.

ULRICH, W., 2012. NODF – a FORTRAN program for nestedness analysis. Nicolaus Copernicus University in Toruń, Toruń, 9 p.

ULRICH, W., ALMEIDA-NETO, M. and GOTELLI, N.J., 2009. A consumer's guide to nestedness analysis. *Oikos*, vol. 118, no. 1, p. 3-17.

ULRICH, W. and GOTELLI, N.J., 2007. Null model analysis of species nestedness patterns. *Ecology*, vol. 88, no. 7, p. 1824-1831.

VILELLA, F.J. and BALDASSARRE, G.A., 2010. Abundance and distribution of waterbirds in the Llanos of Venezuela. *The Wilson Journal of Ornithology*, vol. 122, no. 1, p. 102-115.

WALTHER, B.A. and MARTIN, J.L., 2001. Species richness estimation of bird communities: how to control for sampling effort? *Ibis*, vol. 143, no. 4, p. 413-419.

WALTHER, G.R. et al., 2002. Ecological responses to recent climate change. *Nature*, vol. 416, no., p. 389-395.

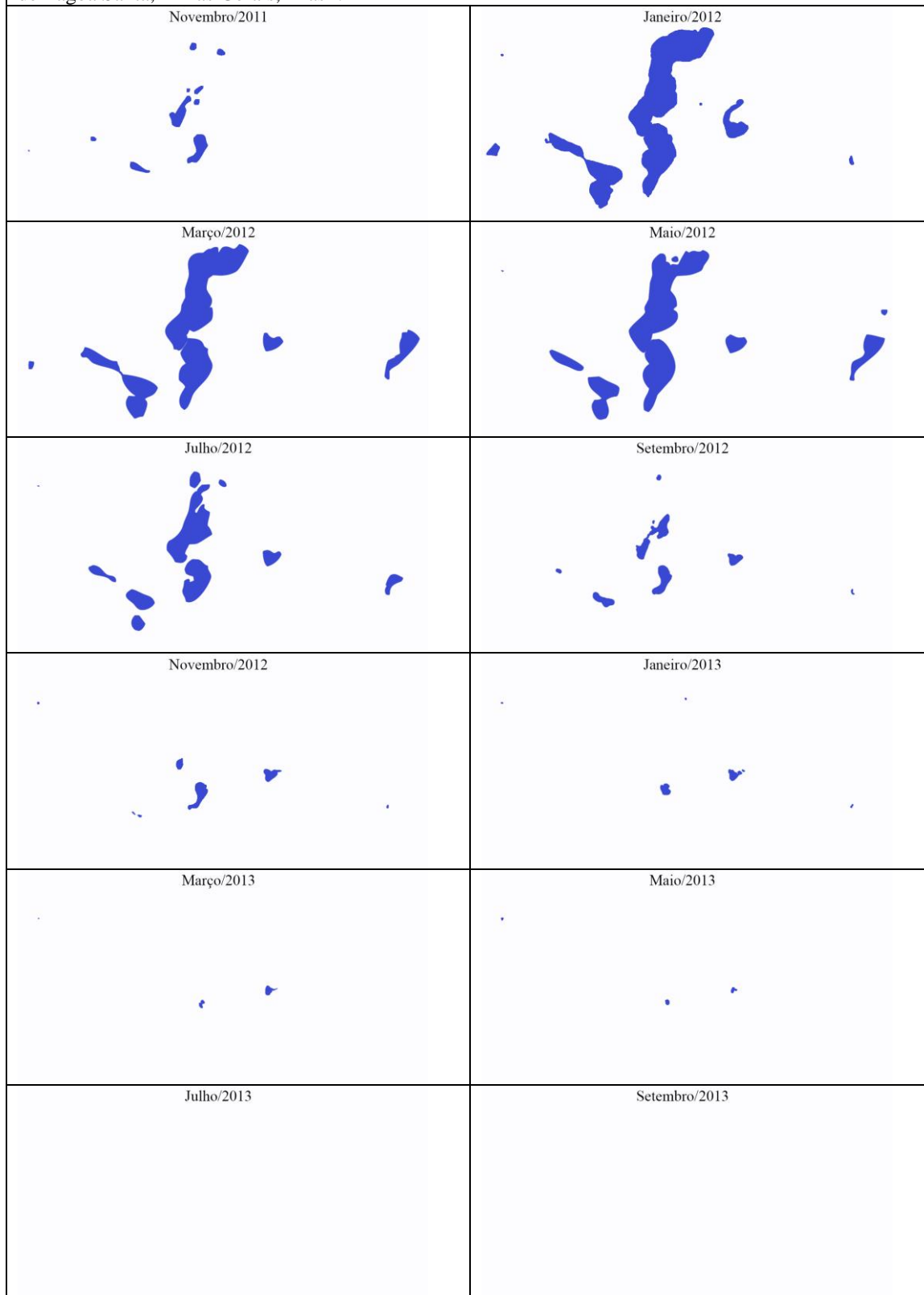
WARMING, E., 1908. Lagoa Santa: contribuição para a geographia phytobiologica. Imprensa Official do Estado de Minas Gerais, Belo Horizonte, 277 p.

WETLANDS-INTERNATIONAL, 2012. Waterbird population estimates. Wetlands International, Wageningen, The Netherlands, 27 p.

WRIGHT, D., 1998. A comparative analysis of nested subset patterns of species composition. *Oecologia*, vol. 113, no. 1, p. 1-20.

## Apêndice

**Apêndice 1:** Variação da área das lagoas da região de Mocambeiro, Área de Proteção Ambiental Carste de Lagoa Santa, Minas Gerais, Brasil.



Novembro/2013	
---------------	--

## Capítulo 5: Áreas Úmidas, Aves Aquáticas e Impactos: Visões sobre um Sistema Cárstico

### Resumo

Áreas úmidas têm sido modificadas e utilizadas para diferentes fins apesar de sua grande importância. Avaliamos a criticidade dos impactos ambientais sobre uma região cárstica e suas ameaças sobre as aves aquáticas, acreditando que elas respondem negativamente às ameaças e podem ser utilizadas como alvos de conservação. Em 38 lagoas registramos 32 espécies de aves aquáticas, 2038 indivíduos e cinco ameaças diretas às aves. A riqueza de aves aquáticas aumentou com a área das lagoas ( $riq = 2,52 + 4,80 \text{área}$ ), e os valores residuais se relacionaram positivamente com a pecuária e agricultura ( $res = -3,647 + 0,415agr + 0,791past - 0,026past^2$ ). Os resultados refutam nossa hipótese e indica que as aves estão mais relacionadas à área das lagoas. A ausência das relações negativas esperadas pode ser reflexo dos baixos valores de criticidade encontrados e ainda à tolerância das aves aquáticas às ameaças consideradas. Situação que deve ser alterada, já que as políticas públicas de desenvolvimento da região incentivam a urbanização, o que deverá aumentar a criticidade das ameaças diretas observadas. Talvez o fortalecimento das políticas ambientais em consonância às políticas de desenvolvimento urbano consiga diminuir e impedir a destruição desse sistema cárstico.

Palavras-chave: ave aquática, modelo conceitual, Lagoa Santa, modificação antrópica.

### Abstract

Wetlands have been modified and used for different purposes despite its great ecological importance. We assessed the criticality of the environmental impacts over a karstic region and its threats to waterbird, with the hypothesis that these birds would respond negatively to threats and therefore could be used as conservation targets. In 38 studied lakes 32 waterbird species, 2038 individuals and five direct threats to the birds identified were recorded. Waterbird species richness increased with the area of the lake ( $ric = 2.52 + 4.80 \text{ area}$ ;  $r^2 = 0.28$ ;  $p = 0.001$ ), and residual values were positively related to livestock presence and agriculture ( $res = -3.647 + 0.791liv + 0.415agr - 0.026live^2$ ;  $r^2 = 0.45$ ;  $p < 0.05$ ). This result refutes our first hypothesis and indicates that birds are more related to the area of the lakes than to the surrounding environmental impacts.

However, low system degradation rates can explain the lack of expected negative relationships. This situation might be altered, once development public policies in the region are encouraging urbanization. Strengthening environmental policies in public policies may reduce and prevent the destruction of this karst system.

Key-words: waterbirds, conceptual model, Lagoa Santa, anthropogenic modification

## **Introdução**

Áreas úmidas são áreas periodicamente ou permanentemente inundadas, seja pelo transbordamento de rios ou lagos, precipitação direta ou afloramento do lençol freático (Junk et al., 1989; Shaw and Gordon, 1956). Essas áreas têm extrema importância ecológica e social, uma vez que mantêm elevada diversidade e riqueza de espécies e proporcionam diversos serviços ecossistêmicos que são críticos para a vida e para a economia, como estocagem de água, recarga e descarga do aquífero e regulação do clima local (Russi et al., 2013).

Visando inicialmente conservar o habitat de aves aquáticas migratórias, a Convenção sobre Zonas Úmidas de Importância Internacional, denominada Convenção Ramsar, tem como missão conservar e usar de forma racional as zonas úmidas por meio de ação local, regional, nacional e cooperação internacional, a fim de conservar essas importantes áreas em todo o mundo (Matthews, 2013).

Apesar de sua importância, a degradação desses ecossistemas tem se tornado mais intensa nas últimas décadas, principalmente devido ao aumento da densidade populacional humana (M.E.A., 2005; Russi et al., 2013; Walker, 2012). As principais ameaças a essas áreas são a destruição e conversão de habitats para implantação de sistemas agropecuários, introdução de espécies exóticas, modificação do fluxo natural, poluição e uso indiscriminado da água (Dudgeon et al., 2005; King et al., 2010; Kingsford and Norman, 2002; Russi et al., 2013). Esses impactos são ainda acentuados por mudanças climáticas globais e alterações no ciclo de nutrientes (Dudgeon et al., 2005).

A degradação ambiental pode afetar diversos grupos animais, entre eles as aves, por meio de mudanças nos processos ecológicos, estrutura do habitat e disponibilidade de alimentos (Traut and Hostetler, 2003). Diversos estudos demonstraram que a degradação do habitat afeta o padrão de distribuição (Burger, 1981; Pfister et al., 1992), o comportamento (Donaldson et al., 2007; Thomas et al., 2003; Traut and Hostetler, 2003; Yasué, 2006), a composição de espécies (Blair, 1996), reduz o sucesso

reprodutivo e aumenta a mortalidade das aves (Burger, 1981; Zande et al., 1980). A presença de pessoas e o aumento da urbanização também influenciam negativamente as comunidades de aves (Burger et al., 2004; Chace and Walsh, 2006). As espécies tendem a abandonar as áreas onde ocorrem diante de perturbações antrópicas, levando à diminuição da riqueza e à homogeneização da comunidade (Chace and Walsh, 2006). Espécies migratórias também podem abandonar sua área de descanso e alimentação na presença de distúrbios humanos (Burger, 1981; Burger et al., 2004; Pfister et al., 1992) e os efeitos negativos desses distúrbios sobre o ganho de peso dessas aves pode atrasar o início da migração (Burger et al., 2004). No entanto algumas espécies se beneficiam da presença humana e da urbanização, como é caso das granívoras e omnívoras (Chace and Walsh, 2006).

A região centro sul do estado de Minas Gerais, próxima à capital Belo Horizonte, está localizada em uma das áreas brasileiras mais importantes na paisagem cárstica carbonática (Berbert-Born, 2002), contém um sistema de lagoas cársticas formado por depressões (dolinas e uvalas) ou extensas planícies rebaixadas (poljes), que podem se alagar quando o nível do aquífero cárstico sobe durante o período chuvoso (Sampaio, 2010). A formação dessas depressões resulta da dissolução das rochas carbonáticas ou do abatimento do teto de cavernas, o que é característica dos ambientes cársticos (Berbert-Born, 2002).

Essa região é reconhecida nacional e internacionalmente pela sua elevada importância histórica, cultural, paisagística, científica e biológica (Rodrigues and Goulart, 2005; Warming, 1908), abrigando sítios arqueológicos e paleontológicos, amplamente estudados por Peter Lund, que guardam registros da fauna do período Pleistoceno e dos primeiros habitantes humanos do Brasil, reconhecidos como “Homem de Lagoa Santa” (Berbert-Born, 2002). Apesar de ser considerada naturalmente vulnerável à degradação ambiental (Alt, 2008; Deus et al., 1997) essa área vem sofrendo alterações na forma de manejo do solo ao longo dos anos, que implicam na substituição da cobertura vegetal nativa principalmente por áreas agrícolas, pastagens e zonas urbanas (Alt, 2008).

Sabendo que a área vem sendo amplamente impactada e que as margens das lagoas, segundo a legislação ambiental brasileira, deveriam ser protegidas, buscamos verificar quais impactos ambientais ocorrem na região e como esses impactos afetam as aves aquáticas a partir da análise dos impactos diretos sobre as lagoas e suas margens. Nossa principal hipótese é que as aves aquáticas respondem negativamente aos

impactos ambientais, não ocorrendo em áreas com criticidade alta, e dessa forma podem ser utilizadas como alvo de conservação.

## Material e Métodos

### Área de estudo

A região estudada compreende parte dos municípios de Lagoa Santa, Confins, Pedro Leopoldo, Matozinhos, Prudente de Morais e Sete Lagoas (19°30'40.81"S; 44° 0'41.03"O). Encontra-se entre dois hotspots de biodiversidade, a Mata Atlântica e o Cerrado, e apresenta diferentes fitofisionomias do cerrado como matas decíduas e semidecíduas e vegetação rupestre associada aos afloramentos calcários (IBAMA, 1998a) (Fig.1). Apresenta clima do tipo Aw (Peel et al., 2007), com verões chuvosos e invernos secos.

Localiza-se em uma das regiões cársticas mais importantes do Brasil, estando inserida nos domínios das rochas carbonáticas e pelíticas do grupo Bambuí (Berbert-Born, 2002; IBAMA, 1998b). A região apresenta aproximadamente 60 lagoas permanentes ou temporárias. As lagoas temporárias passam por ciclos de cheia e seca anuais ou plurianuais, determinados pelo regime pluviométrico e nível freático do aquífero cárstico (IBAMA, 1998b).



**Figura 1:** Região de Lagoa Santa, Minas Gerais, Brasil. Inclui os municípios Lagoa Santa, Confins, Pedro Leopoldo, Matozinhos, Prudente de Morais e Sete Lagoas.

Devido à sua importância histórica, cultural e biológica, partes da região de estudo foram transformadas em áreas protegidas de diferentes categorias de manejo. A maior delas é a Área de Proteção Ambiental Carste de Lagoa Santa (APA Carste), que possui uma área de 35.600 ha e abrange, dentro dos seus limites, outras sete áreas protegidas de uso mais restritivo: o Parque Estadual do Sumidouro, o Parque Estadual Cerca Grande, o Monumento Natural Lapa Vermelha, o Monumento Natural Vargem de Pedra, o Monumento Natural Experiência da Jaguará, o Monumento Natural Santo Antônio e o Monumento Natural Várzea da Pedra (Minas Gerais, 1980; 2010a; b; c; d; e; f). Na área de estudo ainda existe a Área de Proteção Ambiental da Serra de Santa Helena com aproximadamente 4.600 ha.

A região é considerada de importância especial a extrema para conservação da biodiversidade, por apresentar espécies de vertebrados e invertebrados raras, endêmicas e ameaçadas (Drummond et al., 2005).

### **Construção do Modelo Conceitual**

Seguindo a lógica metodológica dos Padrões Abertos para a Prática da Conservação, desenvolvida pela Aliança para as Medidas da Conservação (CMP, 2007), construímos um diagrama que apresenta as relações entre o alvo de conservação, as ameaças diretas e os fatores indiretos que contribuem para a sua existência, tendo as aves aquáticas como alvo de conservação. É em relação a ele que objetivos e ações para a prática da conservação são estabelecidos (CMP, 2007). As ameaças diretas podem ser atividades humanas ou processos que têm influência imediata sobre o alvo de conservação, e fatores indiretos são elementos institucionais e políticos, por exemplo, que causam ou impulsionam as ameaças diretas, influenciando indiretamente o alvo de conservação (Salafsky et al., 2007). A identificação e análise das ameaças diretas foram feitas durante visitas em 38 lagoas entre os anos 2012 e 2013.

Baseado no artigo 4º do Código Florestal Brasileiro (Brasil, 2012), todos os corpos d'água devem possuir uma área marginal, denominada Área de Preservação Permanente (APP). No caso de lagoas, a APP varia de 30 a 100 metros, de acordo com seu tamanho e sua localização em zona rural ou zona urbana. A partir do perímetro máximo alcançado pelas lagoas nos anos 2012 e 2013, estimamos a área da APP de cada lagoa, considerando sua classificação como rurais ou urbanas a partir dos Planos Diretores dos municípios em que as lagoas estão inseridas.

Calculamos a criticidade de cada ameaça direta sobre o alvo de conservação, a partir de cada ameaça sobre o leito das lagoas e sobre as APP. Consideramos, de acordo com a metodologia estabelecida pelo WWF (2007), três diferentes fatores: i) extensão do dano causado pela atividade; ii) sua severidade; iii) e permanência do dano no ambiente, ou o grau de irreversibilidade do dano causado à APP e à lagoa. Para cada um destes itens foi atribuído um valor de 1 a 4 e a sua multiplicação resultou na criticidade de cada ameaça direta em cada uma das lagoas.

A criticidade total de cada ameaça direta sobre o alvo de conservação foi calculada pelo somatório dos valores de criticidade apresentados por cada uma das ameaças e em cada uma das lagoas. A razão da criticidade total observada pelo valor máximo que poderia atingir caso todas as lagoas apresentassem grau máximo de impacto resultou no índice de criticidade (IC), onde 1 significa o máximo de criticidade que a ameaça pode alcançar. A frequência de ocorrência de cada ameaça direta foi calculada pelo número de lagoas em que a ameaça direta ocorreu dividido pelo número total de lagoas amostradas (n=38).

Os fatores indiretos foram levantados por meio de pesquisa documental e experiência dos membros da equipe de pesquisa.

### **Aves aquáticas**

Consideramos aves aquáticas as espécies ecologicamente dependentes de áreas úmidas (Wetlands International, 2012). Realizamos o inventariamento das aves aquáticas em 38 lagoas temporárias e permanentes, de tamanhos variados nas zonas rurais e urbanas, localizadas dentro (n=19) e fora das áreas protegidas (n=19). Inventariamos a riqueza e a abundância de aves aquáticas de cada lagoa por meio de inventário sistemático feito por dois observadores. Identificamos as aves com consultas a guias de campo (Erize et al.2006; Perlo, 2009) e contamos o número de indivíduos de cada espécie com auxílio de binóculos e luneta, seguindo dois métodos distintos: transecto (percorrendo-se todo o perímetro de cada lagoa) e ponto fixo com distância de detecção indeterminada (Sutherland, 2005), sendo o número de pontos proporcional ao perímetro de cada lagoa.

Classificamos as espécies de acordo com sua sensibilidade aos distúrbios ambientais, como proposto em Stotz (1996), em baixa, média e alta sensibilidade. Segundo essa classificação a presença de espécies sensíveis é uma indicação do estado de conservação do ambiente. Quanto mais sensível a espécie for, maior será a chance

dela desaparecer devido a alterações do ambiente, seja por perda ou fragmentação do habitat (Roma, 2006).

### **Análise de Ameaças sobre o Alvo de Conservação**

A frequência de ocorrência das ameaças diretas foi calculada a partir do número de lagoas que a ameaça ocorreu dividido pelo número total de lagoas amostradas. Já o Índice de Criticidade (IC) de cada ameaça direta foi calculado como a criticidade total observada dividido pela criticidade máxima possível.

Como a abundância de indivíduos e a riqueza de espécies estão altamente correlacionadas ( $r = 0.89$ ;  $p < 0,05$ ), optamos por utilizar apenas a riqueza de espécies como variável representativa da avifauna. Verificamos o efeito da área sobre a riqueza de espécies por meio de uma regressão linear simples. Para excluir o efeito da área sobre a riqueza nas análises das ameaças, utilizamos os valores residuais da regressão anterior (res) como variável resposta da análise.

A fim de verificar o efeito das ameaças diretas nas APP das lagoas sobre a comunidade de aves aquáticas, relacionamos a riqueza de espécies, representada pela variável res, com a criticidade total das ameaças diretas encontradas, por meio de regressões múltiplas *stepwise*.

Realizamos uma análise canônica de correspondência (CCA), no programa Past (versão 2.08b (Hammer et al., 2001)) a fim de examinar as relações entre a assembleia de aves aquáticas (considerando a abundância de 16 espécies) e as variáveis ambientais (cinco ameaças diretas e a área das lagoas). Para tanto, incluímos na análise apenas as espécies que apresentaram abundância maior que 10 indivíduos, já que espécies raras podem não ser adequadamente estimadas pela análise (Clarke and Warwick, 2001). A CCA realiza uma ordenação direta e seleciona as combinações lineares das variáveis ambientais que maximizem a dispersão dos scores das espécies. As espécies são representadas por círculos, enquanto as variáveis ambientais por linhas cujas direções representam a direção do aumento de seus valores (Leps and Smilauer, 1999). Executamos uma análise prévia de correlação (coeficiente de Spearman) a fim de assegurar que as variáveis ambientais não fossem fortemente correlacionadas.

Logaritmizamos os dados sempre que os valores comparados apresentavam escalas diferentes ou valores muito distantes. O pacote estatístico utilizado foi Mypstat (versão 12.02.00).

Demarcamos e calculamos a área máxima das lagoas, das APPs e a extensão das ameaças diretas, área total da ameaça na APP, utilizando os softwares GPS TrackMaker Pro (versão 4.9), Google Earth e GEPATH 1.4.5.

## Resultados

Registramos 32 espécies de aves aquáticas e 2.038 indivíduos, pertencentes a 14 famílias, sendo que Ardeidae foi a mais rica em espécies (n= 8), seguida por Anatidae (n= 6). Essas espécies foram classificadas em três categorias de sensibilidade a distúrbios ambientais (Material Suplementar).

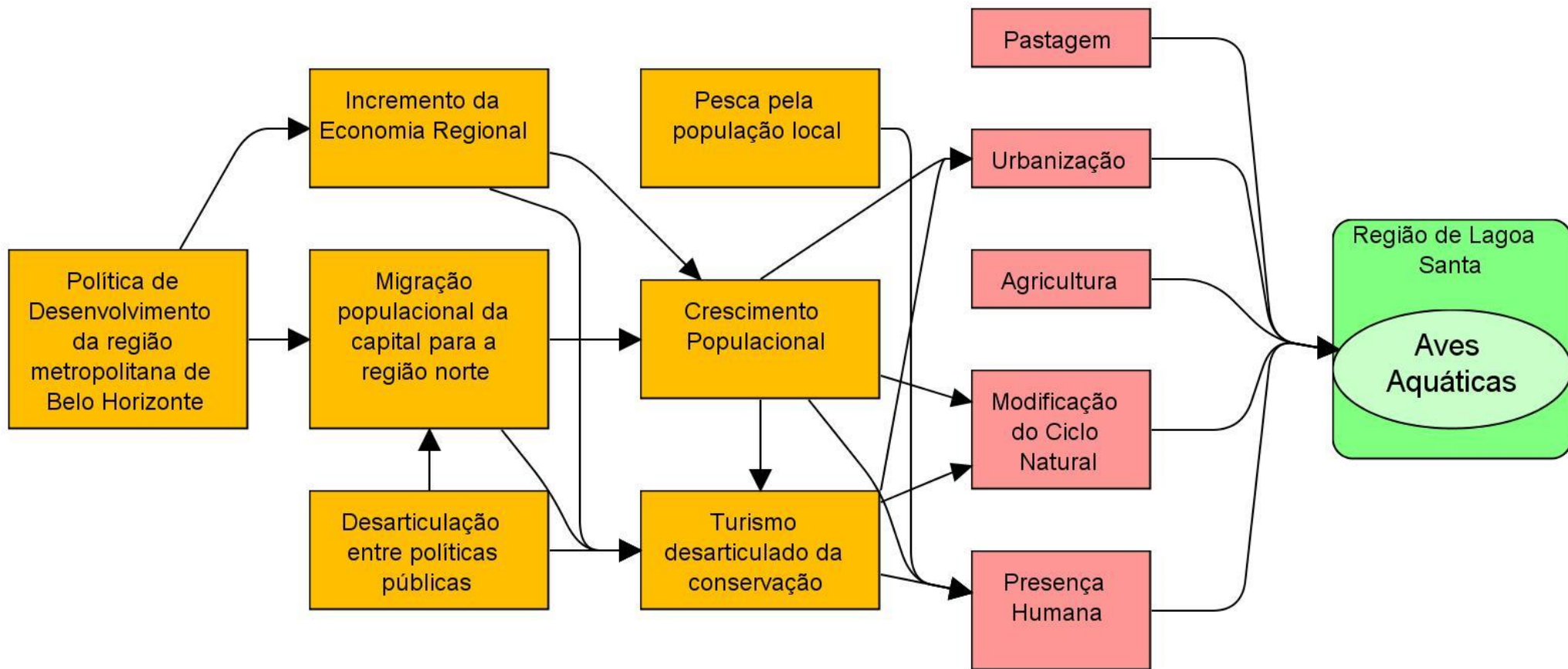
Identificamos cinco ameaças diretas relacionadas à destruição ou descaracterização das lagoas ou de seus arredores imediatos: pastagem, urbanização, agricultura, modificação do ciclo natural e presença humana e listamos sete fatores indiretos (Material Suplementar). A relação causa-consequência entre as ameaças e entre elas e o sistema lacustre formaram o Modelo Conceitual apresentado na Fig.2.

Dentre todas as ameaças diretas identificadas, a mais frequente foi presença humana (97,4%), seguida por urbanização (84,2%) e pastagem (57,9%) (Fig.3). A urbanização foi a ameaça mais crítica (IC = 0,20), seguida pela modificação do ciclo natural das lagoas (IC = 0,16) e pastagem (IC = 0,15) (Fig.4). Entre os fatores indiretos, destaca-se a política de desenvolvimento da Região Metropolitana de Belo Horizonte e a desarticulação entre políticas públicas, já que esses aspectos são a base geradora dos demais fatores.

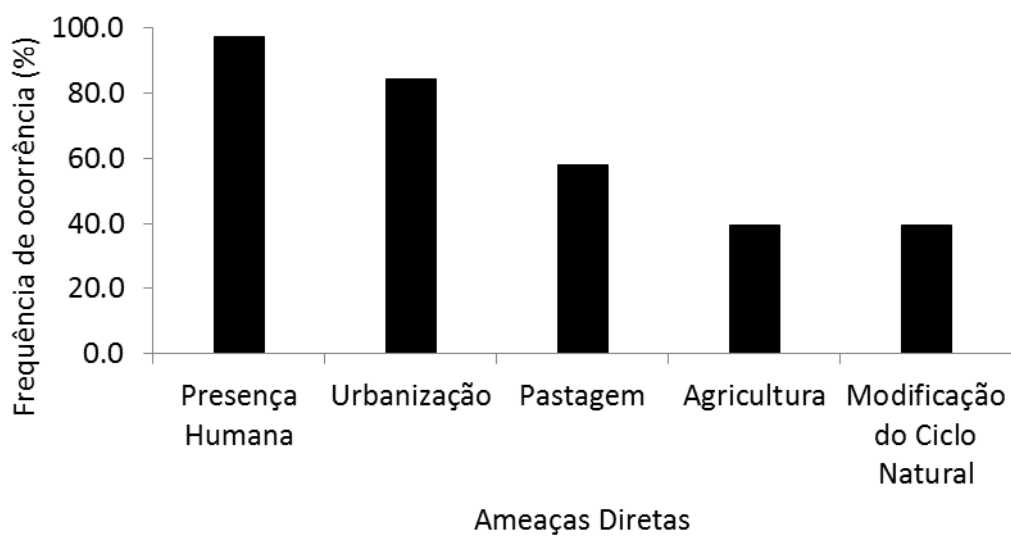
A riqueza de espécies de aves aquáticas aumentou linearmente com a área das lagoas ( $\text{riq} = 2,52 + 4,80 \text{área}$ ;  $p = 0,001$ ), sendo 28% da variação da riqueza de espécies explicada pela variável preditiva (área).

Os valores residuais foram positivamente e linearmente correlacionados à ameaça agricultura e apresentaram uma correlação quadrática com a pastagem ( $\text{res} = -3,647 + 0,415 \text{crit.agr} + 0,791 \text{crit.past} - 0,026 \text{crit.past}^2$ ;  $r^2 = 0,45$ ;  $p < 0,05$ ; Fig.5).

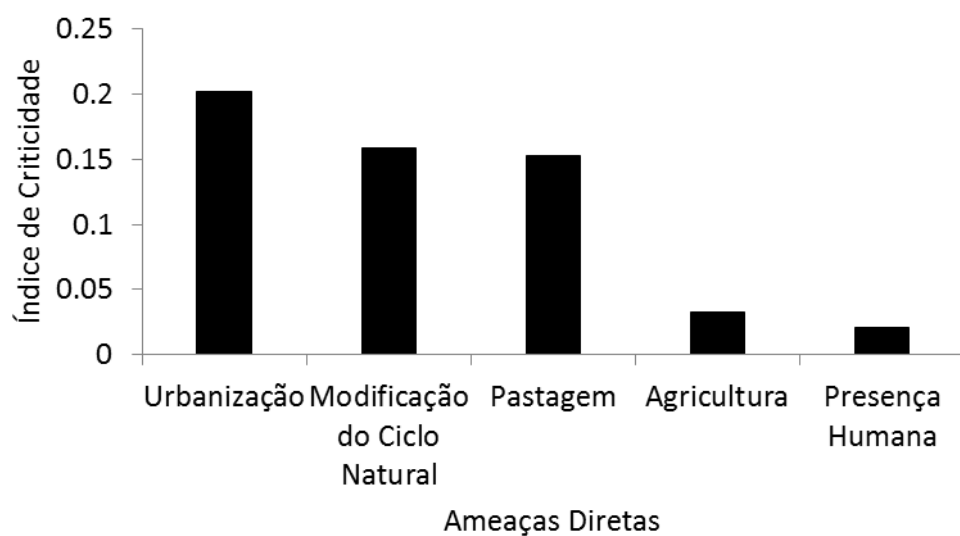
Na relação entre a assembleia de espécies e as ameaças diretas, aproximadamente 49% e 25% da variação foi explicada pelos eixos 1 e 2 da CCA, respectivamente. O eixo 1 representou um gradiente de uso do solo, partindo do urbano para o rural. A ordenação das espécies seguiu esse gradiente, tendo o eixo 1 diferenciado as espécies mais associadas a zonas rurais daquelas mais associadas a zona urbana (Fig.6).



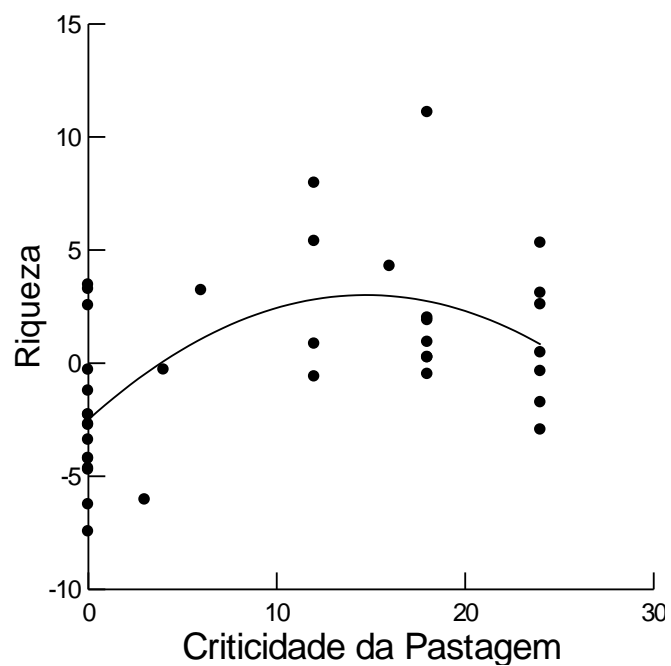
**Figura 2:** Modelo Conceitual indicando a relação entre as ameaças diretas (rosa) e fatores indiretos (laranja) ao alvo de conservação (verde).



**Figura 3:** Frequência de ocorrência das ameaças diretas ao alvo de conservação. Região de Lagoa Santa, Minas Gerais, Brasil.



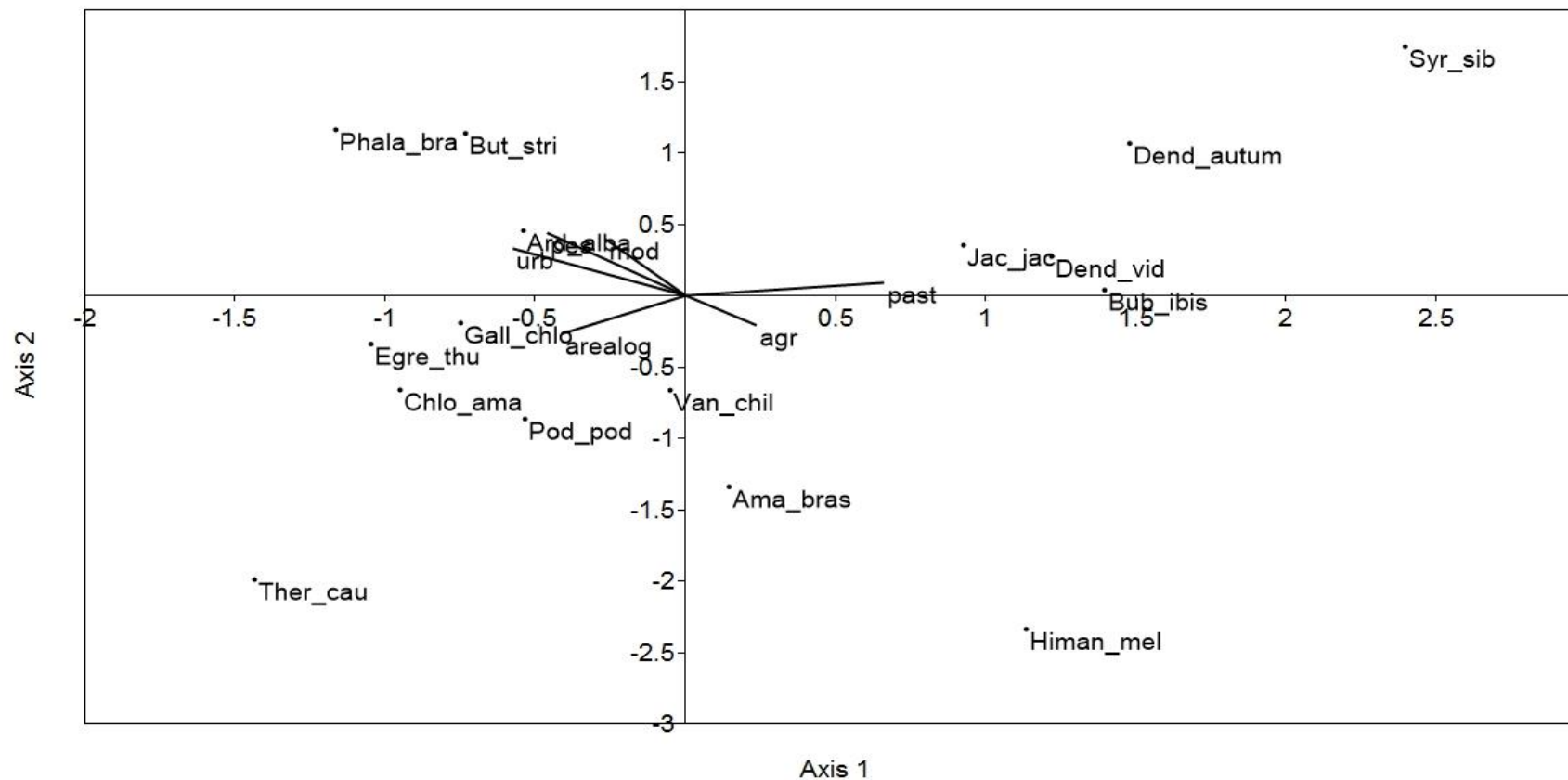
**Figura 4:** Índice de criticidade das ameaças diretas ao alvo de conservação. Região de Lagoa Santa, Minas Gerais, Brasil.



**Figura 5:** Relação polinomial entre a riqueza de espécies de aves aquáticas e a criticidade da ameaça pastagem. Região de Lagoa Santa, Minas Gerais, Brasil.

**Tabela I:** Variáveis ambientais correlacionadas aos dois eixos mais explicativos da CCA.

	Eixo 1	Eixo 2
Agricultura	0,23	-0,20
Pastagem	0,65	0,090
Modificação do ciclo natural	-0,26	0,39
Presença de pessoas	-0,46	0,43
Urbanização	-0,57	0,33
Area (log)	-0,41	-0,26
% da variação dos dados explicada pelo eixo	48,87	24,56



**Figura 6:** Diagrama da Análise de Correspondência Canônica (CCA), mostrando a relação entre as variáveis ambientais e as espécies de aves aquáticas. Pontos representam as espécies e as linhas as variáveis ambientais. Espécies: Ama\_bras – *Amazonetta brasiliensis*; Ard\_alba – *Ardea alba*; Bub\_ibis – *Bubulcus ibis*; But\_stri – *Butorides striatus*; Chlo\_ama – *Chloroceryle amazona*; Dend\_autum – *Dendrocygna autumnalis*; Dend\_vid – *Dendrocygna viduata*; Egre\_thu – *Egretta thula*; Gall\_chlo – *Gallinula galeata*; Himan\_mel – *Himantopus melanurus*; Jac\_jac – *Jacana jacana*; Phala\_bra – *Phalacrocorax brasilianus*; Pod\_pod – *Podylimbus podiceps*; Syr\_sib – *Syrigma sibilatrix*; Ther\_cau – *Theristicus caudatus*; Van\_chil – *Vanellus chilensis*. Variáveis ambientais: agr – agricultura; past – pastagem; mod – modificação do ciclo natural; pes – presença de pessoas; urb – urbanização; arealog – área da lagoa (log).

Apesar do efeito negativo esperado das demais ameaças diretas não ser significativo no modelo de regressão, a criticidade da urbanização (urb) apresentou influência negativa sobre a pastagem ( $\text{past} = 20,044 - 11,272\text{urb}$ ;  $r^2 = 0,33$ ;  $p < 0,05$ ), indicando que a expansão urbana sobre as áreas de pastagem pode ser prejudicial para a avifauna aquática.

## **Discussão**

Apesar do Código Florestal Brasileiro (Brasil, 2012) prever a proteção das APP visando à preservação dos corpos d'água, a paisagem e a biodiversidade, observa-se na região a descaracterização dessas áreas, seja pela sua conversão em pastagens, campos agriculturáveis, ou pela construção de estradas e urbanização, que inclui residências e infraestrutura turística.

Essa descaracterização, com a conversão das matas e cerrados da região em lavouras e pastagens, remonta ao século XIX (Alt, 2008; Rodrigues and Goulart, 2005; Warming, 1908). A partir dos anos 1980, houve na região uma crescente conversão do uso do solo, sendo a cobertura vegetal nativa gradativamente substituída pela agropecuária, zonas de urbanização e atividade minerária (Alt, 2008). Além da supressão da vegetação, inclusive nas APP, essas lavouras e pastagens, quando utilizadas de forma intensiva, podem contaminar a água do aquífero cárstico com fertilizantes e pesticidas, tornando-se um problema na região (Alt, 2008). No entanto, a maior parte da agricultura observada na área de estudo é do tipo familiar.

É comum observar também a utilização do leito seco das lagoas, seja pelo gado, que se alimenta da vegetação que cobre o leito das lagoas ou as utiliza como bebedouro, ou pelo agricultor que transforma o leito seco em campo de agricultura. Esses usos geram, além dos já citados, compactação do solo (Vizzotto et al., 2000), podendo afetar a capacidade de infiltração da água (Schneider et al., 1978).

Apesar de registrarmos atividade mineradora de calcário na região, que pode alterar a qualidade das águas superficiais e subterrâneas (Neri, 2007), essa ameaça não foi incluída no modelo conceitual, pois não ocorre diretamente nas APP das lagoas.

A urbanização é uma das ameaças diretas mais preocupantes, pois ocorre em grande parte das lagoas estudadas e apresenta o maior IC entre as ameaças diretas. Mas mesmo assim, não atingiu metade da criticidade máxima possível. O crescimento de áreas urbanizadas resulta na supressão das últimas áreas de vegetação nativa e no

lançamento de efluentes domésticos e/ou resíduos sólidos que contaminam o aquífero cárstico, que é altamente suscetível à poluição (Hardt, 2008; Milanovic, 2002; Urich, 2002).

O modelo conceitual (Fig.2) indicou a influência dos fatores indiretos sobre três das cinco ameaças diretas observadas: urbanização, modificação do ciclo natural e presença humana. O desenvolvimento urbano estimulado pela política de desenvolvimento da Região Metropolitana de Belo Horizonte, e a falta de articulação entre as políticas públicas dos municípios e unidades de conservação são os principais fatores indiretos que impulsionam essas três ameaças. O desenvolvimento urbano tem sido estimulado pelas políticas públicas atuais, favorecendo o crescimento demográfico, a industrialização e o turismo desordenado, com a criação de polos industriais e diversos loteamentos urbanos (PDDI-RMBH, 2011a; b; c) e é de se esperar o aumento dessa ameaça no futuro. Por outro lado, as áreas de pastagem e agricultura devem se retrair em favor do favorecimento das demais ameaças diretas, visto que essas atividades não são impulsionadas pelas políticas públicas atuais.

Baseado no trabalho desenvolvido por Stotz (1996), que indicou que aves aquáticas respondem muito mais às alterações da margem do que da lagoa em si, e no realizado por Josens (2009) que sugeriu alterações na comunidade de aves relacionadas ao tipo de manejo de uso do solo (Josens et al., 2009), esperávamos que as ameaças diretas na APP das lagoas impactassem negativamente a assembleia de aves da região estudada, no entanto isso não foi observado. Quesnelle (2013) também não encontrou efeito da matriz circundante sobre algumas espécies de aves aquáticas, e indicou que, apesar de haver possibilidade da composição da matriz influenciar a riqueza de espécies, a área das lagoas é o fator que causa maior efeito positivo por disponibilizar recursos alimentares e locais de descanso. As espécies de aves aquáticas responderam fortemente à variação da área assim como em Nobrega et. al. (Capítulo 3) Hoyer et.al. (2006), Guadagnin e Gravato (2009) e Quesnelle et al (2013), o que indica a necessidade de proteção das lagoas, já que a perda de área, por aterramento para construção de estradas ou seu assoreamento por causas diversas pode trazer efeitos negativos para as aves (Bancroft et al., 2002).

Neste estudo, a pastagem e a agricultura apresentaram influência positiva sobre a riqueza de espécies de aves aquáticas. A influência da pastagem, especificamente, pode ser interpretada seguindo a hipótese do distúrbio intermediário (Fig.4) (Connell, 1978), que indica que a diversidade de espécies é influenciada pelos eventos naturais e

antropogênicos, sendo que há um pico de diversidade geralmente associado aos valores intermediários dos distúrbios. Resultado semelhante também foi observado por Malavasi (2009) que indicou que os distúrbios causados por atividades humanas podem afetar a estrutura das populações e comunidades de aves e demonstrou o efeito intermediário da pastagem sobre esse grupo.

Quando em pequena extensão, o que reflete na baixa criticidade, as atividades pastagem e agricultura têm um efeito positivo na riqueza e influenciam a distribuição das espécies, pois abrem um novo microhabitat, podendo se tornar áreas alternativas para forrageamento (Navedo et al., 2013). Além disso, esse distúrbio em pequena escala pode permitir a chegada e permanência de espécies que são favorecidas pela disponibilidade de grãos, como os patos (Dias and Burger, 2005), ou pela baixa altura das gramíneas na pastagem devido ao seu forrageio, o que facilita a captura de pequenas presas por maçaricos, pernilongos e jaçanãs (Colwell and Dodd, 1997) (Fig.6). Essa associação positiva entre aves e atividades rurais também foi relatada por Ghys e Favero (2004), Acosta (2010), Nsor e Obodai (2014) e Weyland (2014), que indicam, inclusive, que o padrão do uso do solo é um fator importante para determinar a distribuição de espécies.

No entanto, quando a pastagem atinge valores elevados de criticidade, que é principalmente reflexo de sua abrangência, seu efeito passa a ser negativo, pois seu estabelecimento relaciona-se à conversão de maior área de vegetação nativa. Logo, espécies que se beneficiam da vegetação que foi suprimida, como algumas espécies carnívoras que empoleiram na vegetação da margem à espera das presas, podem deixar de ocorrer e a riqueza de espécies das lagoas diminui. Efeitos negativos da agricultura sobre a avifauna aquática não foram encontrados neste estudo, apesar da substituição de espécies ser comum em áreas rurais, indicando que enquanto algumas espécies são beneficiadas outras são impactadas (Alava and Haase, 2011; Dias and Burger, 2005; Faggi et al., 2008; King et al., 2010).

Embora a pastagem e a agricultura tenham apresentado efeito positivo sobre a riqueza de aves aquáticas, é necessário levar em consideração que as espécies que se estabelecem em lagoas circundadas por atividades rurais são espécies comuns (Dias and Burger, 2005). Das sete espécies relacionadas às atividades rurais na CCA, apenas uma, *Himantopus melanurus*, é classificada no nível médio de sensibilidade. Além disso, são espécies que utilizam a margem brejosa da lagoa no seu forrageamento, microhabitat

que não existe em lagoas completamente urbanizadas. Logo, a ocorrência das espécies nessas áreas pode estar relacionada à disponibilidade de habitat e não à sua qualidade.

De todas as espécies observadas na área de estudo (n = 32), 24 são consideradas pouco sensíveis a alterações ambientais, e apenas oito espécies são um pouco mais exigentes. Todavia, espécies mais sensíveis como *Calidris melanotos*, *Sternula superciliaris*, *Porphyrio flaviventer* e *Cochlearius cochlearius*, já foram registradas na região e passaram a ser provavelmente extintas (Dornas and Figueira, 2012). Esses autores sugerem que as três primeiras espécies tenham deixado de utilizar a região diante de todos os distúrbios ambientais existentes. Além disso, é plausível que um dos fatores que colaboraram para o desaparecimento de *Cochlearius cochlearius*, especificamente, seja o crescente desmatamento e supressão de vegetação nativa para o estabelecimento da agropecuária ou expansão da urbanização, uma vez que essa espécie tem preferência por áreas florestais (Dornas and Figueira, 2012; Sick, 1997).

Ainda que a urbanização não tenha se mostrado diretamente relacionada à perda de espécies, o declínio de diversidade causado por essa ameaça já foi observado em outras regiões (Reis, 2010; Sacco et al., 2013; Stratford and Robinsin, 2005; Villegas and Garitano-Zavala, 2010), sendo em alguns casos também interpretado com base na teoria do distúrbio intermediário (Hou et al., 2014; Malavasi et al., 2009).

Apesar do diagrama da CCA indicar maior diversidade em áreas urbanizadas do que em áreas rurais, verifica-se que áreas mais urbanizadas também apresentaram lagoas maiores. Sete das oito espécies atraídas pelas ameaças urbanas no diagrama se alimentam de peixes, forrageando na margem alagada ou na zona limnética das lagoas (Sick, 1997). Apenas uma delas (*Podilymbus podiceps*) é classificada no nível médio de sensibilidade e todas as demais apresentam sensibilidade baixa (Stotz et al., 1996), o que nos dá indícios que a ocorrência dessas espécies está sendo determinada pela área das lagoas e não pela urbanização.

No entanto, é provável que o tamanho da área de entorno das lagoas urbanas, utilizada na avaliação do grau de criticidade das ameaças neste estudo, tenha ocultado o real efeito da urbanização sobre as aves aquáticas, uma vez que as APP de lagoas localizadas em áreas urbanas são muito pequenas (30m), independente da zona urbana ser consolidada ou não de acordo com o novo código florestal brasileiro (Brasil, 2012-Art. 4º, inc. II “b”). Além disso, alguns municípios têm transformado áreas rurais em urbanas e as APP das lagoas, que variavam de 50 – 100 metros, estão sendo reduzidas para 30 metros. Entretanto, como existe a possibilidade das áreas de pastagem e

agricultura serem substituídas por urbanização devido aos planos de desenvolvimento da região, acreditamos que o efeito negativo da urbanização será evidenciado, além de diminuir o efeito positivo da pastagem e agricultura, e interferirá negativamente na assembleia de aves aquáticas.

Apesar dos planos de desenvolvimento urbano da região, algumas oportunidades também surgem como medidas compensatórias, como é o caso da criação do Sistema de Áreas Protegidas do Vetor Norte (SAP Vetor Norte) (Minas Gerais, 2009). Estão previstas a criação de 20 Unidades de Conservação (até o momento foram criadas sete delas, com área total aproximada de 270 ha), que devem ajudar a minimizar alguns dos impactos observados na região. No entanto, essa política de criação de áreas protegidas apresenta alguns pontos negativos, como: pequena extensão das áreas protegidas criadas; localização das mesmas (criadas dentro da área da APA Carste, o que não incrementa a área total das áreas protegidas da região); falta de implementação; e desarticulação entre políticas públicas e órgãos executores, que, como demonstrado por Alt (2008) geram divergências administrativas que são desfavoráveis para toda a região.

## **Conclusões**

As lagoas da região de Lagoa Santa dão condições para ocorrência de diversas espécies de aves aquáticas. Todavia a ocorrência dessas espécies está mais relacionada a área das lagoas e à disponibilidade de habitat do que aos impactos ambientais em si, mesmo com a maior parte das APP desmatada, o que indica que este grupo de aves aquáticas não é um bom alvo de conservação.

Entretanto, é de se esperar grandes alterações na qualidade e no uso do ambiente, uma vez que as políticas públicas de urbanização da região indicam preferência pelo desenvolvimento econômico, em detrimento da conservação de áreas rurais e seus serviços ecossistêmicos associados, que possibilitam a reposição de recursos utilizados pela sociedade em geral.

Esse desenvolvimento urbano pode resultar na supressão das últimas áreas de vegetação nativa e no lançamento de efluentes domésticos e/ou resíduos sólidos que contaminam todo o sistema cárstico, que é altamente suscetível à poluição. A substituição de áreas rurais por áreas urbanas aumentará a degradação do sistema, diminuindo a disponibilidade de habitat, não apenas para a avifauna aquática, mas para toda a fauna e flora da região, o que deve gerar perda de biodiversidade.

Acreditamos que apenas com o fortalecimento das políticas ambientais em consonância com as políticas de desenvolvimento urbano, criação e efetiva implementação e ampliação de Unidades de Conservação, associado à conscientização de governantes e sociedade em geral a respeito da importância de áreas rurais e florestais, será possível diminuir e impedir a destruição desse sistema cárstico.

### **Agradecimentos**

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ) pela bolsa de estudos de PFAN, à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pela bolsa de estudos de RPR e pelos recursos para o trabalho de campo. Ao Instituto Estadual de Florestas (IEF-MG) e Parque Estadual do Sumidouro pelo suporte logístico e à ONG IDEA WILD pela doação de equipamentos para a pesquisa.

## Referências Bibliográficas

ACOSTA, M. et al., 2010. Birds of Rice Fields in the Americas. *Waterbirds*, vol. 33, no. sp1, p. 105-122.

ALAVA, J.J. and HAASE, B., 2011. Waterbird Biodiversity and Conservation Threats in Coastal Ecuador and the Galapagos Islands. In O. GRILLO and G. VENORA (Editors), *Ecosystems Biodiversity*. InTech, Rijeka, Croatia, p. 271-314.

ALT, L., 2008. Efetividade sócio-ambiental da APA Carste de Lagoa Santa - MG: uma avaliação a partir de suas ferramentas de planejamento e gestão. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais. 243 p. Mestrado: Departamento de Geografia.

BANCROFT, G.T., GAWLIK, D.E. and RUTCHEY, K., 2002. Distribution of wading birds relative to vegetation and water depths in the Northern Everglades of Florida, USA. *Waterbirds*, vol. 25, no. 3, p. 265-277.

BERBERT-BORN, M., 2002. Carste de Lagoa Santa, MG - berço da paleontologia e da espeleologia brasileira. In C. SCHOBENHAUS, D.A. CAMPOS, E.T. QUEIROZ, M. WINGE and M.L.C. BERBERT-BORN (Editors), *Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil. DNPM/CPRM - Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos (SIGEP)*, Brasília, p. 415-430.

BLAIR, R.B., 1996. Land use and avian species diversity along an urban gradient. *Ecological Applications*, vol. 6, no. 2, p. 506-519.

BRASIL, 2012. Lei nº 12.651. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências., *Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]*. Brasília, DF., p. 1-8.

BURGER, J., 1981. The effect of human activity on birds at a Coastal Bay. *Biological Conservation*, vol. 21, no. 3, p. 231-241.

BURGER, J., JEITNER, C., CLARK, K. and NILES, L.J., 2004. The effect of human activities on migrant shorebirds: successful adaptive management. *Environmental Conservation*, vol. 31, no. 4, p. 283-288.

CHACE, J.F. and WALSH, J.J., 2006. Urban effects on native avifauna: a review. *Landscape and Urban Planning*, vol. 74, no. 1, p. 46-69.

CLARKE, K.R. and WARWICK, R.M., 2001. Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation. *PRIMER -E Ltd, Plymouth*.

CMP, 2007. Open standards for the practice of conservation version 2.0. Disponível em: <http://cmp-openstandards.org/>. *Conservation Measures Partnerships – CMP*. , 44 p.

COLWELL, M.A. and DODD, S.L., 1997. Environmental and habitat correlates of pasture use by nonbreeding shorebirds. *The Condor*, vol. 99, no. 2, p. 337-344.

CONNELL, J.H., 1978. Diversity in tropical rain forests and coral reefs. *Science*, vol. 199, no. 4335, p. 1302-1310.

DEUS, J.A.S., FERREIRA, C.C.D. and RODRIGUES, R.S., 1997. Preservação da Área Cárstica de Lagoa Santa - MG, através da educação ambiental. *Geonomos*, vol. 5, no. 2, p. 49-54.

DIAS, R.A. and BURGER, M.I., 2005. A assembléia de aves de áreas úmidas em dois sistemas de cultivo de arroz irrigado no extremo sul do Brasil. *Ararajuba*, vol. 13, no. 1, p. 63-80.

DONALDSON, M.R., HENEIN, K.M. and RUNTZ, M.W., 2007. Assessing the effect of developed habitat on waterbird behaviour in an urban riparian system in Ottawa, Canada. *Urban Ecosystems*, vol. 10, no. 2, p. 139-151.

DORNAS, T. and FIGUEIRA, J.E.C., 2012. Aves aquáticas da Área de Proteção Ambiental Carste de Lagoa Santa, Minas Gerais, Brasil: uma síntese comparativa entre os estudos de Peter Wilhelm Lund e Johannes Theodor Reinhardt em meados do século XIX e estudos contemporâneos. *Cotinga*, vol. 34, no., p. 5-14.

DRUMMOND, G.M., MARTINS, C.S., MACHADO, A.B.M., SEBAIO, F.A. and ANTONINI, Y., 2005. Biodiversidade em Minas Gerais: um atlas para a sua conservação. Fundação Biodiversitas, Belo Horizonte, 222 p.

DUDGEON, D. et al., 2005. Freshwater biodiversity: importance, threats, status and conservation challenges. *Biological Reviews*, vol. 81, no. 02, p. 163.

ERIZE, F., MATA, J.R.R. and RUMBOLL, M., 2006. Birds of South America non-passerines: rheas to woodpeckers. Princeton University Press, Princeton, 384 p.

FAGGI, A.M., KRELLENBERG, K., CASTRO, R., ARRIAGA, M. and ENDLICHER, W., 2008. Biodiversity in the Argentina rolling pampa ecoregion change caused by agriculture and urbanisation. In J. MARZLUFF et al. (Editors), *Urban Ecology*. Springer US, New York, p. 377-389.

GERAIS, M., 2009. Decreto Estadual nº 45.097, de 12 de maio de 2009. Dispõe sobre regime jurídico especial de proteção ambiental de áreas integrantes do Vetor Norte da Região Metropolitana de Belo Horizonte., Minas Gerais - Diário do Executivo Belo Horizonte, MG., p. 2.

GHYS, M.I. and FAVERO, M., 2004. Espectro trófico de la Gaviota Capucho Café (*Larus Maculipennis*) en agroecosistemas del sudeste de la Provincia de Buenos Aires, Argentina. *Ornitologia Neotropical*, vol. 15, no. 4, p. 493-500.

GUADAGNIN, D. and GRAVATO, I.C.F., 2009. O valor da legislação ambiental brasileira na conservação da biodiversidade em áreas suburbanas: um estudo de caso em Porto Alegre, Brasil. *Natureza & Conservação*, vol. 7, no. 1, p. 17-29.

HAMMER, Ø., HARPER, D.A.T. and RYAN, P.D., 2001. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica* vol. 4, no. 1, p. 1-9.

HARDT, R., 2008. Sistema cárstico e impactos antrópicos: considerções sobre o manejo, 1º Simpósio de Pós-Graduação em Geografia do Estado de São Paulo, Unesp - Rio Claro, p. 1295-1309.

HOU, Y., ZHOU, S., BURKHARD, B. and MULLER, F., 2014. Socioeconomic influences on biodiversity, ecosystem services and human well-being: A quantitative application of the DPSIR model in Jiangsu, China. *The Science of the total environment*, vol. 490, no., p. 1012-28.

HOYER, M.V., NOTESTEIN, S.K., FRAZER, T.K. and CONFIELD JR, D.E., 2006. A comparison between aquatic birds of lakes and coastal rivers in Florida. *Hydrobiologia*, vol. 567, no., p. 5-18.

IBAMA, 1998a. Gestão ambiental. IBAMA/BIODIVERSITAS/CPRM, Belo Horizonte, 40 p.

IBAMA, 1998b. Meio físico - Síntese da geologia, recursos minerais e geomorfologia, 1. IBAMA/CPRM, Belo Horizonte, 301 p.

JOSENS, M.L., HAYDEE, E.A. and FAVERO, M., 2009. Seasonal variability of waterbird assemblages in relationship to habitat characteristics in a Pampas Wetland. *Waterbirds*, vol. 32, no. 4, p. 523-530.

JUNK, W.J., BAYLEY, P.B. and SPARKS, R.E., 1989. The flood pulse concept in river floodplain systems. *Canadian Special Publications of Fisheries and Aquatic Sciences*, vol. 106, no., p. 110-127.

KING, S., ELPHICK, C.S., GUADAGNIN, D., TAFT, O. and AMANO, T., 2010. Effects of landscape features on waterbird use of rice fields. *Waterbirds*, vol. 33, no. sp1, p. 151-159.

KINGSFORD, R.T. and NORMAN, F.I., 2002. Australian waterbirds – products of the continent's ecology. *EMU*, vol. 102, no., p. 47-69.

LEPS, J. and SMILAUER, P., 1999. Multivariate analysis of ecological data. University of South Bohemia, České Budějovice.

MALAVASI, R., BATTISTI, C. and CARPANETO, G.M., 2009. Seasonal bird assemblages in a mediterranean patchy wetland: corroborating the intermediate disturbance hypothesis. *Polish Journal of Ecology*, vol. 57, no. 1, p. 171-179.

MATTHEWS, G.V.T., 2013. The Ramsar convention on wetlands: its history and development - re-issued Ramsar convention secretariat. Ramsar Convention Bureau, Gland, Switzerland.

MILANOVIC, P., 2002. The environmental impacts of human activities and engineering constructions in karst regions. *Episodes*, vol. 25, no. 1, p. 13-21.

MILLENIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT, 2005. *Ecosystems and human well-being: biodiversity synthesis*. World Resources Institute, Washington, DC, 85 p.

MINAS GERAIS, 1980. Decreto Estadual nº 20.375. Cria o Parque Ecológico do Vale do Sumidouro e dá outras providências, *Diário Oficial do Estado de Minas Gerais (DOEMG)*. Belo Horizonte, MG.

MINAS GERAIS, 2010a. Decreto Estadual nº 45.391. Cria o Monumento Natural Estadual Experiência da Jaguará e declara de utilidade pública para desapropriação de pleno domínio terrenos e benfeitorias no município de Matozinhos, *Diário Oficial do Estado de Minas Gerais (DOEMG)*. Belo Horizonte, MG.

MINAS GERAIS, 2010b. Decreto Estadual nº 45.392. Cria o Monumento Natural Estadual Vargem da Pedra, no município de Matozinhos, e dá outras providências, *Diário Oficial do Estado de Minas Gerais (DOEMG)*. Belo Horizonte, MG.

MINAS GERAIS, 2010c. Decreto Estadual nº 45.398. Cria o Parque Estadual da Cerca Grande, no município de Matozinhos, e dá outras providências, *Diário Oficial do Estado de Minas Gerais (DOEMG)*. Belo Horizonte, MG., p. 2-3.

MINAS GERAIS, 2010d. Decreto Estadual nº 45.399. Cria o Monumento Natural Estadual Santo Antônio, no município de Matozinhos, e dá outras providências, *Diário Oficial do Estado de Minas Gerais (DOEMG)*. Belo Horizonte, MG., p. 3.

MINAS GERAIS, 2010e. Decreto Estadual nº 45.400. Cria o Monumento Natural Estadual Lapa Vermelha, no município de Pedro Leopoldo, e dá outras providências, *Diário Oficial do Estado de Minas Gerais (DOEMG)*. Belo Horizonte, MG., p. 4.

MINAS GERAIS, 2010f. Decreto Estadual nº 45.508. Cria o Monumento Natural Estadual Várzea da Lapa, no município de Lagoa Santa, e dá outras providências, *Diário Oficial do Estado de Minas Gerais (DOEMG)*. Belo Horizonte, MG.

NAVEDO, J.G. et al., 2013. Agroecosystems and conservation of migratory waterbirds: importance of coastal pastures and factors influencing their use by wintering shorebirds. *Biodiversity and Conservation*, vol. 22, no. 9, p. 1895-1907.

NERI, A.C., 2007. Avaliação da eficácia de medidas de recuperação ambiental em mineração de calcário para cimento. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. 309 p. Mestrado: Departamento de Engenharia de Minas e de Petróleo.

NSOR, C.A. and OBODAI, E.A., 2014. Environmental determinants influencing seasonal variations of bird diversity and abundance in wetlands, Northern Region (Ghana). *Annals of Experimental Biology*, vol. 2, no. 3, p. 17-30.

PDDI-RMBH, 2011a. Plano diretor de desenvolvimento integrado da região metropolitana de Belo Horizonte - propostas de políticas setoriais, projetos e investimentos prioritários. Vol.1. Governo de Minas Gerais, Belo Horizonte, 287 p.

PDDI-RMBH, 2011b. Plano diretor de desenvolvimento integrado da região metropolitana de Belo Horizonte - propostas de políticas setoriais, projetos e investimentos prioritários. Vol.2. Governo de Minas Gerais, Belo Horizonte, 270 p.

PDDI-RMBH, 2011c. Plano diretor de desenvolvimento integrado da região metropolitana de Belo Horizonte - propostas de políticas setoriais, projetos e investimentos prioritários. Vol.5. Governo de Minas Gerais, Belo Horizonte, 284 p.

PEEL, M.C., FINLAYSON, C.M. and MCMAHON, T.A., 2007. Updated world map of the Koppen-Geiger climate classification. *Hydrology and Earth System Sciences*, vol. 11, no., p. 1633-1644.

PERLO, B.V., 2009. *A field guide to the birds of Brazil*. Oxford University Press., Oxford, 465 p.

PFISTER, C., HARRINGTON, B.A. and LAVINE, M., 1992. The impact of human disturbance on shorebirds at a migration staging area. *Biological Conservation*, vol. 60, no. 2, p. 115-126.

QUESNELLE, P.E., FAHRIG, L. and LINDSAY, K.E., 2013. Effects of habitat loss, habitat configuration and matrix composition on declining wetland species. *Biological Conservation*, vol. 160, no., p. 200-208.

REIS, E.S., 2010. Riqueza de aves em diferentes níveis de urbanização: implicações para conservação da biodiversidade em Palmas, Tocantins - Brasil. Palmas: Universidade Federal do Tocantins. 72 p. Mestrado: Ecologia.

RODRIGUES, M. and GOULART, F.F., 2005. Aves regionais: de Burton aos dias de hoje. In E.M.A. GOULART (Editor), *Navegando o rio das Velhas das Minas aos Gerais*. Instituto Guaicuy-SOS Rio das Velhas/ Projeto Manuelzão/ UFMG, Belo Horizonte, p. 590-602.

ROMA, J.C.R., 2006. *A fragmentação e seus efeitos sobre aves de fitofisionomias abertas do Cerrado*. Brasília: Universidade de Brasília. 210 p. Departamento de Ecologia.

RUSSI, D. et al., 2013. *The economics of ecosystems and biodiversity for water and wetlands*. IEEP, London and Brussels; Ramsar Secretariat, Gland., 78 p.

SACCO, A.G., BERGMANN, F.B. and RUI, A.M., 2013. Assembleia de aves na área urbana do município de Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil. *Biota Neotropica*, vol. 13, no. 2, p. 153-162.

SALAFSKY, N. et al., 2007. A standard lexicon for biodiversity conservation: unified classifications of threats and actions. *Conservation Biology*, vol. 22, no. 4, p. 897-911.

SAMPAIO, J.L.D., 2010. *Inventário digital da APA (Área de Proteção Ambiental) Carste de Lagoa Santa e algumas implicações*. Belo Horizonte: Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. 221 p. Tese: Geografia.

SCHNEIDER, P.R., GALVÃO, F. and LONGHI, S.J., 1978. Influência do pisoteio de bovinos em áreas florestais Revista Floresta, vol. 19, no. 1, p. 19-23.

SHAW, S.P. and GORDON, C.F., 1956. Wetlands of the United States - their extent and their value to waterfowl and other wildlife., U.S.Department of the Interior, Washington, D.C. Circular 39.Northern Prairie Wildlife Research Center Online., p. <http://www.npwrc.usgs.gov/resource/wetlands/uswetlan/index.htm> (Version 05JAN99).

SICK, H., 1997. Ornitologia Brasileira. Editora Nova Fronteira, Rio de Janeiro, 910 p.

STOTZ, D.F., FITZPATRICK, J.W., PARKER III, T.A. and MOSKOVITS, D.K., 1996. Neotropical birds: ecology and conservation. University of Chicago Press, Chicago.

STRATFORD, J. and ROBINSIN, W., 2005. Distribution of neotropical migratory bird species across an urbanizing landscape. Urban Ecosystems, vol. 8, no. 1, p. 59-77.

SUTHERLAND, W.J., NEWTON, I. and GREEN, R., 2005. Bird ecology and conservation. A handbook of techniques. . Oxford University Press, Oxford, 386 p.

THOMAS, K., KVITEK, R.G. and BRETZ, C., 2003. Effects of human activity on the foraging behavior of sanderlings *Calidris alba*. Biological Conservation, vol. 109, no. 1, p. 61-71.

TRAUT, A.H. and HOSTETLER, M.E., 2003. Urban lakes and waterbirds: effects of development on avian behavior. Waterbirds, vol. 26, no. 3, p. 290-302.

URICH, P.B., 2002. Land use in karst terrain: review of impacts of primary activities on temperate karst ecosystems. Science for Conservation, vol. 198, no., p. 60.

VILLEGAS, M. and GARITANO-ZAVALA, A., 2010. Bird community responses to different urban conditions in La Paz, Bolivia. Urban Ecosystems, vol. 13, no. 3, p. 375-391.

VIZZOTTO, V.R., MARCHEZAN, E. and SEGABINAZZI, T., 2000. Efeito do pisoteio bovino em algumas propriedades físicas do solo de várzea. Ciência Rural, vol. 30, no. 6, p. 965-969.

W.W.F., 2007. Step 1.4 - Define: Threat ranking. Resources for implementing the WWF Project & Programme Standards. World Wildlife Fund Washington, DC.

WALKER, L.R., 2012. The biology of disturbed habitats. Oxford University Press, New York.

WARMING, E., 1908. Lagoa Santa: contribuição para a geographia phytobiologica. Imprensa Oficial do Estado de Minas Gerais, Belo Horizonte, 277 p.

WETLANDS-INTERNATIONAL, 2012. Waterbird population estimates. Wetlands International, Wageningen, The Netherlands, 27 p.

WEYLAND, F., BAUDRY, J. and GHERSA, C.M., 2014. Rolling Pampas agroecosystem: which landscape attributes are relevant for determining bird distributions? *Revista Chilena de Historia Natural*, vol. 1, no. 1, p. 1-12.

YASUÉ, M., 2006. Environmental factors and spatial scale influence shorebirds' responses to human disturbance. *Biological Conservation*, vol. 128, no. 1, p. 47-54.

ZANDE, A.N.V.D., KEURS, W.J.T. and WEIJDEN, W.J.V.D., 1980. The impact of roads on the densities of four bird species in an open field habitat - evidence of a long-distance effect. *Biological Conservation*, vol. 18, no. 4, p. 299-321.

## Material Suplementar

**Tabela II:** Lista de espécies registradas na região de Lagoa Santa, Minas Gerais, Brasil, durante o presente estudo. Sensibilidade: A – alta; M – média; B – baixa. A lista das espécies foi organizada seguindo o CBRO – Comitê Brasileiro de Registros Ornitológico.

Nome do Táxon	Nome popular	Sensibilidade
Anseriformes Linnaeus, 1758		
Anatidae Leach, 1820		
Dendrocygnae Reichenbach, 1850		
<i>Dendrocygna viduata</i> (Linnaeus, 1766)	irerê	B
<i>Dendrocygna autumnalis</i> (Linnaeus, 1758)	marreca cabocla	B
Anatinae Leach, 1820		
<i>Cairina moschata</i> (Linnaeus, 1758)	pato do mato	M
<i>Amazonetta brasiliensis</i> (Gmelin, 1789)	marreca de pé vermelho	B
<i>Netta erythrophthalma</i> (Wied, 1832)	paturi preta	B
<i>Nomonyx dominica</i> (Linnaeus, 1766)	marreca de bico roxo	M
Podicipediformes Fürbringer, 1888		
Podicipedidae Bonaparte, 1831		
<i>Tachybaptus dominicus</i> (Linnaeus, 1766)	mergulhão pequeno	B
<i>Podilymbus podiceps</i> (Linnaeus, 1758)	mergulhão caçador	M
Ciconiiformes Bonaparte, 1854		
Ciconiidae Sundevall, 1836		
<i>Mycteria americana</i> Linnaeus, 1758	cabeça seca	B
Suliformes Sharpe, 1891		
Phalacrocoracidae Reichenbach, 1849		
<i>Phalacrocorax brasilianus</i> (Gmelin, 1789)	biguá	B
Anhingidae Reichenbach, 1849		
<i>Anhinga anhinga</i> (Linnaeus, 1766)	biguatinga	M

Pelecaniformes Sharpe, 1891

Ardeidae Leach, 1820

<i>Tigrisoma lineatum</i> (Boddaert, 1783)	soco boi	M
<i>Nycticorax nycticorax</i> (Linnaeus, 1758)	savacu	B
<i>Butorides striata</i> (Linnaeus, 1758)	socozinho	B
<i>Bubulcus ibis</i> (Linnaeus, 1758)	garça vaqueira	B
<i>Ardea cocoi</i> Linnaeus, 1766	garça moura	B
<i>Ardea alba</i> Linnaeus, 1758	garça grande	B
<i>Syrigma sibilatrix</i> (Temminck, 1824)	maria faceira	B
<i>Egretta thula</i> (Molina, 1782)	garça pequena	B

Threskiornithidae Poche, 1904

<i>Phimosus infuscatus</i> (Lichtenstein, 1823)	tapirucu de cara pelada	M
<i>Theristicus caudatus</i> (Boddaert, 1783)	curicaca	B

Gruiformes Bonaparte, 1854

Aramidae Bonaparte, 1852

<i>Aramus guarauna</i> (Linnaeus, 1766)	carão	M
---	-------	---

Rallidae Rafinesque, 1815

<i>Gallinula galeata</i> (Lichtenstein, 1818)	frango d'água	B
<i>Porphyrio martinica</i> (Linnaeus, 1766)	frango d'água azul	B

Charadriiformes Huxley, 1867

Charadrii Huxley, 1867

Charadriidae Leach, 1820

<i>Vanellus chilensis</i> (Molina, 1782)	quero quero	B
--	-------------	---

Recurvirostridae Bonaparte, 1831

Recurvirostridae Bonaparte, 1831		
<i>Himantopus melanurus</i> Vieillot, 1817	pernilongo de costas negras	M

Scolopaci Steijneger, 1885

Scolopacidae Rafinesque, 1815

<i>Tringa solitaria</i> Wilson, 1813	maçarico solitario	B
<i>Tringa flavipes</i> (Gmelin, 1789)	maçarico de perna amarela	B
Jacaniidae Chenu & Des Murs, 1854		
<i>Jacana jacana</i> (Linnaeus, 1766)	jaçana	B
Coraciiformes Forbes, 1844		
Alcedinidae Rafinesque, 1815		
<i>Megaceryle torquata</i> (Linnaeus, 1766)	martim pescador grande	B
<i>Chloroceryle amazona</i> (Latham, 1790)	martim pescador verde	B
<i>Chloroceryle americana</i> (Gmelin, 1788)	martim pescador pequeno	B

---

**Tabela III:** Definição das ameaças diretas e fatores indiretos ao sistema de lagoas da região de Lagoa Santa, Minas Gerais, Brasil, e itens da análise de ameaças sobre o alvo de conservação. Adaptado de (Salafsky et al., 2007).

<b>Ameaças Diretas</b>	<b>Definição</b>	<b>Extensão</b>	<b>Severidade</b>	<b>Irreversibilidade</b>
Pastagem	Presença de pastagem e pastoreio, tanto na APP quanto no leito seco das lagoas.	Porcentagem da APP ocupada por pastagem.	Considerando o impacto na APP e no leito das lagoas, já que o gado e cavalo costumam utilizar o leito da lagoa seca. Lagoas com pastagem apenas na APP tiveram pontuação mais baixa que lagoas com pastoreio no seu leito.	Pontuações de acordo com a capacidade da APP de se recompor mediante o abandono da atividade.
Urbanização	Estabelecimentos urbanos: residências e hotéis nas APP ou próximo a elas; estradas e ruas construídas na APP e até mesmo no leito das lagoas.	Porcentagem da APP ocupada por estabelecimentos urbanos citados acima.	A pontuação desse item foi variável, levando-se em consideração o tipo de construção. Por exemplo, a severidade de uma estrada de asfalto é maior que de uma estrada de terra. Esse item também foi avaliado em relação a seu impacto à lagoa, pois existem estradas que cortam as lagoas.	Pontuações de acordo com a capacidade da APP de se recompor mediante o abandono da atividade. Estradas de terra e casas de madeira são mais fáceis de serem decompostas do que estradas de asfalto e casas de alvenaria, por exemplo.
Agricultura	Presença de plantações na APP.	Porcentagem da APP ocupada por plantações.	A pontuação desse item foi variável, levando-se em consideração o tipo de plantação. Por exemplo, a severidade de uma horta é	Pontuações de acordo com a capacidade da APP de se recompor mediante o abandono da atividade. Variável de acordo com a

			menor que de uma plantação de milho.	natureza da atividade.
Modificações do ciclo natural	Alterações antrópicas que causaram modificações no ciclo natural das lagoas, como estradas dividindo a lagoa e entupimento do sumidouro que acarretou a perenização da lagoa.	Proporção da APP ou lagoa afetada pela modificação. Por exemplo: entupimento afeta a lagoa inteira, já uma estrada pode afetar apenas um pedaço da APP, ou afetar a lagoa toda quando a divide em duas.	Se a alteração levou à modificação no ciclo completo, a severidade é alta, como é o caso do entupimento e da estrada dividindo a lagoa. Se a modificação diminuiu a área da APP, a severidade é mais baixa, como no caso de estradas que passam na área da APP.	Pontuações de acordo com a capacidade do ciclo natural se recompor mediante o abandono da atividade. Como consideramos impossível a reversibilidade do dano, a pontuação sempre foi máxima para esse item.
Presença Humana	Presença de pessoas na APP das lagoas.	Porcentagem da APP ocupada por pessoas exercendo as mais diversas atividades.	Considera o impacto das atividades na APP e no leito das lagoas.	Como o maior dano dessa atividade é a presença de lixo, consideramos a capacidade da lagoa e da APP de se recompor sempre alta.
<b>Fatores Indiretos</b>	<b>Definição</b>			
Política de Desenvolvimento da região metropolitana de Belo Horizonte – Vetor Norte	Política do Estado de Minas Gerais que visa o desenvolvimento da região metropolitana de Belo Horizonte (RMBH), através de reestruturação territorial de médio e longo prazo.			
Incremento da Economia Regional	A política de desenvolvimento da RMBH prevê a criação de polos industriais, o que impulsionará a economia regional.			
Migração da capital para a região norte	Aproveitando as oportunidades de emprego geradas pela política de desenvolvimento da RMBH e buscando melhor qualidade de vida está ocorrendo uma migração populacional da capital (Belo Horizonte) para as cidades metropolitanas.			
Desarticulação entre políticas públicas	Sobreposição de planos diretores dos municípios e planos gestores das unidades de conservação com objetivos diferentes para mesmas áreas.			

---

Pesca pela população local	Utilização das lagoas pela população local para obtenção de peixes. Pesca com varinha.
Crescimento populacional	Aumento da população das cidades metropolitanas através de migração impulsionada pela política de desenvolvimento da RMBH.
Turismo desarticulado da conservação	Turismo que ocorre na região, mas sem articulação que vise à conservação da área.

---

## **Capítulo 6: Como e Por Que Propor um Sítio Ramsar? Estudo de Caso em uma Região Cárstica Brasileira**

### **Resumo**

A Convenção Ramsar é um dos diversos acordos intergovernamentais que buscam desenvolver compromissos e soluções internacionais para a conservação do meio ambiente. Um dos seus objetivos é o reconhecimento de áreas úmidas como sítios Ramsar. O reconhecimento de um sítio se dá por meio de critérios relacionados ao habitat e à diversidade biológica. No Brasil, para que um sítio seja reconhecido, é necessário que a área seja uma Unidade de Conservação (UC), de acordo com os critérios do Conselho Nacional de Zonas Úmidas (CNZU), que é responsável pelos trâmites da designação de novos sítios. Devido à importância cultural, biológica e ecológica da Área de Proteção Ambiental Carste de Lagoa Santa (APA Carste), avaliamos o seu potencial como novo sítio Ramsar e construímos uma proposta para sua designação. A Ficha de Informação Ramsar, um dos documentos necessários para a proposição de um novo sítio, foi preenchida com informações obtidas a partir de um diagnóstico ambiental da área e por meio do levantamento de informações secundárias. A proposta foi apresentada aos gestores da APA Carste e encaminhada à equipe do Ministério do Meio Ambiente, que é uma das instituições componentes do CNZU e foram sugeridas algumas adequações, como a exclusão de áreas urbanizadas e definição de nome para o sítio proposto: Carste Peter Lund. Esse sítio se enquadrava em quatro critérios da Convenção que estão relacionados à representatividade do habitat e à biodiversidade da área. A proposta está sendo avaliada pelo CNZU e será encaminhada posteriormente ao secretariado Ramsar, localizado na Suíça. A designação da região como sítio Ramsar Carste Peter Lund trará maior visibilidade para a APA Carste e contribuirá para o desenvolvimento de projetos e programas com intuito de minimizar os problemas ambientais já evidenciados na área, além de incrementar as ações de conservação já existentes. No entanto, é preciso uma ação conjunta entre a sociedade e os setores públicos e privados, para que tal designação possa ser efetivamente utilizada como ferramenta de gestão.

Palavras-chave: Unidade de Conservação, APA Carste de Lagoa Santa, Convenção Ramsar, critérios.

## **Abstract**

Ramsar Convention is one of the several intergovernmental agreements that seek to develop international commitments for the environment conservation. One of its goals is to create a list of wetlands recognized as Ramsar sites. The recognition of a site is related to habitat and biodiversity criteria. In Brazil, to be eligible, a wetland must be already a Conservation Unit (UC), according to the National Council of Wetlands (CNZU) criteria, that is responsible for the procedures of the appointment of new sites. Due to the cultural, biological and ecological importance of Environmental Protection Area Karst of Lagoa Santa (APA Karst), we assessed its potential as a new Ramsar site and building a proposal for its indication as such. The Ramsar Information Sheet, one of the necessary documents to propose a new site, was filled with information obtained from an environmental diagnosis of the area and through secondary information survey. The proposal was presented to the managers of APA Karst and sent to Ministry of the Environment team, which is one of the institutions belonging to the CNZU, and some adjustments were made, as the removal of the most urbanized areas and the name definition for the proposed site: Karst Peter Lund. This site is framed on four criteria of the Convention that are related to habitat and biodiversity. The proposal is being reviewed by CNZU and will be sent to the Ramsar Secretariat, located in Switzerland. Karst Peter Lund designation will bring APA Karst greater visibility contributing to the development of projects and programs in the area directed towards minimizing pre-existing environmental problems, as well as reinforcing the existing conservation actions. However, joint and integrated action between civil society and public and private sectors is needed to ensure that this designation will effectively be used as a management tool.

Key-words: Conservation Unit, Karst of Lagoa Santa, Ramsar Convention Ramsar, criterion.

## **Introdução**

Entre os diversos acordos intergovernamentais que buscam desenvolver compromissos internacionais para a conservação do meio ambiente está a Convenção sobre Zonas Úmidas de Importância Internacional, Especialmente como Habitat para Aves Aquáticas, Convenção Ramsar (Ramsar, 1971). Tal Convenção foi instituída em 02 de Fevereiro de 1971 na cidade de Ramsar, no Irã, com a participação de 18 países (Matthews, 2013) e entrou em vigor em 1975.

Surgiu, como o próprio nome indica, da necessidade de preservação das áreas úmidas como habitat para as aves aquáticas e migratórias diante da crescente degradação ambiental e perda de áreas úmidas, uma vez que esse grupo necessita de ambientes que lhes garantam local para descanso, forrageamento e reprodução ao longo da sua rota de migração. No entanto, além da importância para a conservação de aves aquáticas, a Convenção Ramsar incorporou outros critérios para o estabelecimento de áreas úmidas internacionalmente reconhecidas, como sua importância social, econômica, cultural, recreativa e de outros componentes da biodiversidade (Bowman, 2002; Matthews, 2013).

Cada país signatário da Convenção assume o compromisso de conservar e incorporar o uso racional das áreas úmidas mediante planos, políticas, normas e desenvolvimento de ações educacionais para sua gestão adequada; designar áreas úmidas de interesse internacional em relação à ecologia, botânica, zoologia, limnologia e/ou hidrologia, que serão reconhecidas como sítios Ramsar; e cooperar internacionalmente para a gestão de áreas úmidas transfronteiriças (Ramsar, 2002). Para tanto, são reconhecidas como áreas úmidas os pântano, charco, turfa, naturais ou áreas artificiais, permanentes ou temporárias, com água estagnada ou corrente, doce, salobra ou áreas marinhas com profundidade inferior seis metros na maré baixa (Ramsar, 1971).

Atualmente fazem parte da Convenção 168 países (Países Signatários ou Partes Contratantes), que devem designar pelo menos um sítio e possuir ao menos um representante na Conferência das Partes (COP) que ocorre a cada três anos (Ramsar, 1994). Hoje existem 2.186 sítios que variam de 1 a 6.569.624 ha, totalizando 208.449.277 ha (disponível em <http://www.ramsar.org/sites-countries/the-ramsar-sites>). O Brasil possui 12 sítios criados a partir de iniciativas de órgãos ambientais nacionais, estaduais e entidades privadas, que totalizam 7.225.687 ha.

### **Como identificar e indicar sítios Ramsar?**

Uma área poderá ser designada sítio Ramsar se a mesma se enquadrar em ao menos um dos nove critérios estabelecidos pela Convenção Ramsar. Tais critérios foram adotados em 1974 e aprimorados durante as reuniões subsequentes dos países signatários que os organizaram em dois grupos: A) área que compreende habitat representativo, raro ou único; e B) áreas importantes para a conservação da diversidade biológica (Ramsar, 1999b; 2005; 2013) (Tabela I).

**Tabela I:** Critérios para designação de Áreas Úmidas de Importância Internacional.

<p>Grupo A</p> <p>Área úmida representativa, rara ou única.</p>	<p>Critério 1: Uma área úmida poderá ser considerada de Importância Internacional se contiver um exemplo representativo, raro ou único de um tipo de área úmida natural ou não, encontrado em sua região biogeográfica.</p>
<p>Critério específico baseado em espécies e comunidades.</p>	<p>Critério 2: Uma área úmida poderá ser considerada de Importância Internacional se suportar espécies vulneráveis, ameaçadas ou criticamente ameaçadas ou uma comunidade ecológica em risco.</p> <p>Critério 3: Uma área úmida poderá ser considerada de Importância Internacional se suportar populações de espécies de plantas ou animais importantes para manter a diversidade biológica de uma região biogeográfica.</p> <p>Critério 4: Uma área úmida poderá ser considerada de Importância Internacional se suportar espécies de plantas e animais em algum estágio crítico do seu ciclo de vida, ou prover refúgio durante condições adversas.</p>
<p>Grupo B</p> <p>Área de importância internacional para conservação da biodiversidade</p>	<p>Critério 5: Uma área úmida poderá ser considerada de Importância Internacional se, regularmente, suportar 20.000 ou mais aves aquáticas.</p> <p>Critério 6: Uma área úmida poderá ser considerada de Importância Internacional se, suportar regularmente 1% dos indivíduos de uma população de espécies ou subespécies de aves aquáticas.</p>
<p>Critério específico baseada em peixes</p>	<p>Critério 7: Uma área úmida poderá ser considerada de Importância Internacional se suportar uma proporção significativa de subespécies nativas de peixes, espécies ou famílias, fases do ciclo de vida, interações entre espécies e / ou populações que são representativas de uma área úmida e, assim, contribui para a diversidade biológica global.</p> <p>Critério 8: Uma área úmida poderá ser considerada de Importância Internacional se for uma importante fonte de alimento para os peixes, local de desova, reprodução e/ou rota de migração.</p>
<p>Critério específico baseado em outro <i>taxa</i></p>	<p>Critério 9: Uma área úmida poderá ser considerada de Importância Internacional se suportar regularmente 1% dos indivíduos de uma população de uma espécie ou subespécie de animais dependentes de área úmida, que não sejam aves aquáticas.</p>

Atualmente, a indicação de sítios Ramsar no Brasil ocorre por intermédio do Comitê Nacional de Zonas Úmidas (CNZU), vinculado ao Ministério do Meio Ambiente (MMA), que conta com representantes da sociedade civil e organizações governamentais (Brasil, 2003a)<sup>4</sup>. Além de se enquadrarem nos critérios internacionais mencionados acima, os sítios indicados pelo CNZU devem obrigatoriamente ser Unidades de Conservação (UC) já criadas (Recomendação CNZU nº 05 - Brasil, 2012) e com algum grau de representação de biomas e ecorregiões aquáticas (MMA, 2012; 2014).

### **Área de Proteção Ambiental Carste de Lagoa Santa: potencial sítio Ramsar?**

Na Região Metropolitana de Belo Horizonte, situada na região central do Estado de Minas Gerais (MG) está localizada a Área de Proteção Ambiental Carste de Lagoa Santa (APA Carste), que é uma Unidade de Conservação (UC) Federal de Uso Sustentável criada em 1990 (Brasil, 1990). A APA Carste possui área de 35.600 ha e foi criada com o objetivo de proteger a biodiversidade através de ordenação na ocupação do solo, de modo a garantir a sustentabilidade do uso dos recursos naturais (Brasil, 2000).

A área da APA Carste é sobreposta à Área de Proteção Especial Aeroporto de Confins, e abrange ainda em seus limites outras sete UC nas quais o uso direto dos recursos naturais é restrito (de proteção integral), que juntas têm extensão de 2.276 ha: o Parque Estadual do Sumidouro, o Parque Estadual Cerca Grande, o Monumento Natural Lapa Vermelha, o Monumento Natural Vargem de Pedra, o Monumento Natural Experiência da Jaguará, o Monumento Natural Santo Antônio e o Monumento Natural Várzea da Lapa (Minas Gerais, 1980; 2010a; b; c; d; e; f).

---

<sup>4</sup> A comissão técnica do CNZU é composta por representantes dos seguintes órgãos e entidades: Secretaria de Biodiversidade e Florestas do Ministério do Meio Ambiente (MMA), Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano do MMA, Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Ministério da Pesca e Aquicultura, Sociedade Brasileira de Limnologia, Rede Mangue-Mar, Rede Pantanal, WWF-Brasil, The Nature Conservancy (TNC), Birdlife International e Fórum Brasileiro de ONGs e Movimentos Sociais para o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (FBOMS) BRASIL, 2003a. Decreto de 23 de Outubro de 2003 - Cria o comitê nacional de zonas úmidas e dá outras providências, Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]. Brasília, DF..

A APA Carste situa-se na confluência de dois hotspots de biodiversidade, a Mata Atlântica e o Cerrado (IBAMA, 1998b), e é considerada de grande importância para a conservação da biodiversidade por apresentar espécies de vertebrados e invertebrados raras, endêmicas e ameaçadas (Drummond et al., 2005). Apresenta aproximadamente 40 lagoas permanentes ou temporárias onde ocorrem 55 espécies de aves aquáticas, entre elas seis espécies migratórias de longa distância (Lins et al., 1998; Nóbrega et al., no prelo; Oliveira, 2009; Rodrigues and Michelin, 2005). Além disso, localiza-se em uma das regiões cársticas mais relevantes do Brasil (Berbert-Born, 2002; IBAMA, 1998c) sendo também reconhecida nacional e internacionalmente pela sua importância histórico-cultural, uma vez que abriga vários sítios arqueológicos e paleontológicos (Berbert-Born, 2002; Warming, 1908). Apesar de sua importância, a degradação de áreas naturais da APA Carste tem sido impulsionada principalmente pela expansão urbana e intensificação de práticas agrícolas e minerárias (IBAMA, 1998b; Sampaio, 2010).

Devido à importância cultural, biológica e ecológica da área, principalmente para aves migratórias, avaliamos o potencial da APA Carste como novo sítio Ramsar, segundo os critérios estabelecidos pela Convenção.

### **Construção da Proposta**

A construção da proposta de criação de um sítio Ramsar na APA Carste teve início com o diagnóstico ambiental da área realizado por equipe técnica composta por representantes da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e Instituto Estadual de Florestas de Minas Gerais (IEF-MG). Esse diagnóstico foi realizado a partir de visitas a campo para avaliação da importância da APA Carste para a conservação de aves aquáticas e por meio do levantamento de informações secundárias sobre aspectos físicos, biológicos e histórico-culturais da região.

Essas informações foram utilizadas para o preenchimento da Ficha de Informação Ramsar (FIR), que é um dos documentos necessários para a proposição de um novo sítio Ramsar (disponível em: <http://www.ramsar.org/library>). A FIR compreende 34 questões sobre características físicas, mapas de localização, tipo de área úmida que representa, biodiversidade, tipos de uso da terra, importância histórico-cultural, principais ameaças e medidas de conservação, pesquisas científicas e atividades turísticas e de recreação, além de informações sobre jurisdição e gestão da

área (Anexo I) (Ramsar, 2012). Essas informações são a base para o monitoramento, análise e avaliação dos sítios criados (Ramsar, 2013).

A proposta de indicação da APA Carste como sítio Ramsar foi apresentada para membros do conselho consultivo da APA Carste e gestores das demais UC compreendidas nos limites da APA Carste e, posteriormente, foi encaminhada ao MMA para avaliação. Uma visita in loco para revisão e adequações da proposta foi realizada por representante do MMA, acompanhado por uma equipe técnica composta por representantes dos gestores da APA Carste e demais UC da região, e pelos proponentes ligados à UFMG.

A partir da visita técnica decidiu-se que as áreas mais urbanizadas da APA Carste seriam excluídas dos limites do sítio proposto. Dos 35.600 ha inicialmente propostos (toda a extensão da APA Carste), 24.000 ha foram compreendidos na proposta final (Fig.1), incorporando todas as UC de proteção integral existentes. Um novo nome foi estabelecido para o sítio proposto: sítio Ramsar Carste Peter Lund, como homenagem ao naturalista dinamarquês Peter Lund, que viveu na região de Lagoa Santa durante os anos 1830 e 1880 e realizou diversas pesquisas nas áreas de paleontologia e arqueologia (Krabbe, 2007), sendo responsável pela descrição de mais de 150 espécies de mamíferos fósseis e pela descoberta do “Homem de Lagoa Santa” (IBAMA, 1998b).

Com as modificações realizadas a proposta de designação da APA Carste como sítio Ramsar foi encaminhada pelo MMA ao CNZU para posterior avaliação. Caso seja aprovada, a proposta será então submetida pelo CNZU à secretaria da Convenção Ramsar, localizada na Suíça, para conferência dos documentos e consequente designação do sítio. As etapas de desenvolvimento da proposta estão sumarizadas na Figura 2.

O sítio “Carste Peter Lund” se enquadra em quatro dos nove critérios internacionais relacionados à importância do habitat e à relevância das espécies e comunidades ecológicas, cumprindo o estabelecido pela Convenção, como detalhado abaixo. Apesar da análise dos critérios partir de dados sobre a APA Carste e não ser restrita à área proposta como sítio Carste Peter Lund, as informações ambientais existentes para a APA correspondem às do sítio, uma vez que somente as áreas mais urbanizadas da UC foram excluídas do sítio delimitado.

➤ **Critério 1 – Uma área úmida poderá ser considerada de Importância Internacional se contiver um exemplo representativo, raro ou único de um tipo de área úmida natural ou não, encontrado em sua região biogeográfica.**

O sítio Carste Peter Lund está sob influência da Mata Atlântica e do Cerrado, biomas considerados hotspots de biodiversidade por serem áreas prioritárias para conservação, de alta biodiversidade e ameaçadas no mais alto grau (Mittermeier et al., 2005; Myers et al., 2000).

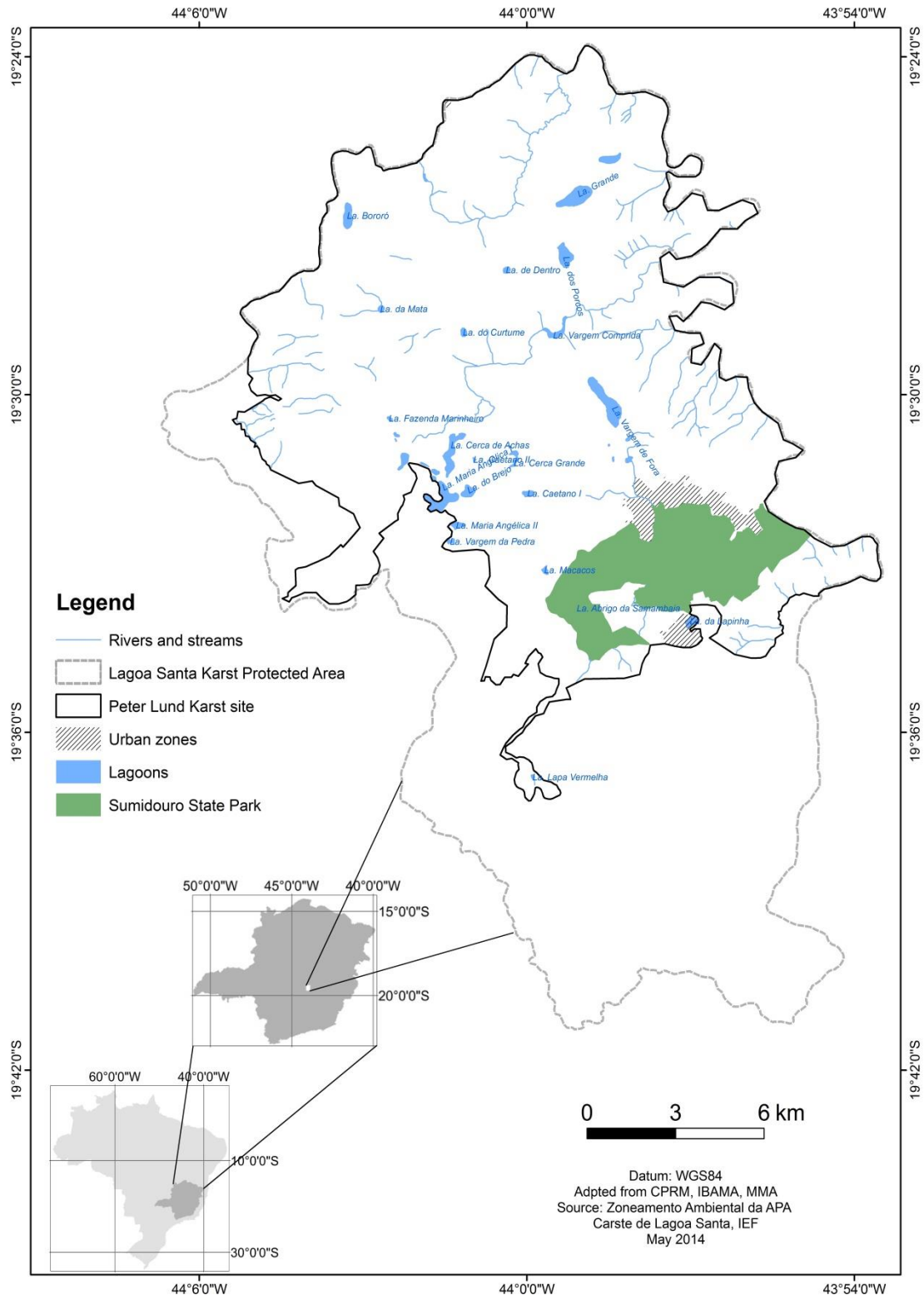
Além disso, a área está inserida em região cárstica, nos domínios das rochas carbonáticas e pelíticas do grupo Bambuí (Berbert-Born, 2002; IBAMA, 1998c). Essa formação geológica é considerada rara, compreendendo cerca de 13% da superfície terrestre (Williams and Fong, 2008). Cerca de 5 a 7% do território brasileiro é composto por terrenos cársticos (Karmann, 1994) e destes, 3% a 5% encontram-se no Estado de Minas Gerais (Travassos and Kohler, 2009). Devido às características cársticas a região de Lagoa Santa apresenta mais de 500 grutas e 26 táxons animais a elas associados. Ocorrem também importantes registros arqueológicos indicando ocupação humana há 12.000 anos (IBAMA, 1998d).

Uma das maiores peculiaridades dessa região é a grande concentração de lagoas temporárias, que passam por ciclos de cheias e secas irregulares, atraindo diversas espécies de aves aquáticas ( Dornas and Figueira, 2012; IBAMA, 1997; Rodrigues and Michelin, 2005).

➤ **Critério 2 – Uma área úmida poderá ser considerada de Importância Internacional se suportar espécies vulneráveis, ameaçadas ou criticamente ameaçadas ou uma comunidade ecológica em risco.**

Das 234 espécies de aves listadas para a área (Anexo II), duas são consideradas vulneráveis à extinção no Estado de Minas Gerais (Minas Gerais, 2010g). Entre os mamíferos, oito das 44 espécies listadas se enquadram em alguma categoria de ameaça (Anexo III; Tabela II ) (Brasil, 2003b; IUCN, 2014; Minas Gerais, 2010g).

## Peter Lund Karst site (Minas Gerais State, Brazil): Location



**Figura 1:** Localização do sítio Ramsar Carste Peter Lund, incluído na Área de Proteção Ambiental Carste de Lagoa Santa. Destaca-se o Parque Estadual do Sumidouro, que é a principal Área de Proteção na região. Elaborado por: Ana Maria Silva Lima - Instituto Estadual de Florestas de Minas Gerais.



**Figura 2:** Etapas de desenvolvimento da proposta de designação de um novo sítio Ramsar. No processo de avaliação pelo MMA ocorreu: 1) avaliação e contratação de consultoria para revisão e adequação da proposta; 2) visita técnica; 3) readequação de limites e definição de novo nome ao possível sítio Ramsar e encaminhamento para avaliação da proposta pelo CNZU. A secretaria Ramsar é responsável pela conferência dos documentos encaminhados pelo CNZU e designação do sítio.

**Tabela II:** Espécies de aves e mamíferos classificadas em alguma categoria de ameaça: Grau de ameaça: CR – criticamente ameaçado; NT – quase ameaçado; VU – vulnerável; EP – em perigo. Fontes: ( Dornas and Figueira, 2012; IBAMA, 1998a, Nóbrega et al em prep.). Fontes de ameaça: Aves - (Minas Gerais, 2010g) Mamíferos - MG (Minas Gerais, 2010g); BR (Brasil, 2003b); IUCN (IUCN, 2014).

Aves		Grau de ameaça		
Nome do táxon	Nome popular	MG	BR	IUCN
<i>Mycteria americana</i>	Cabeça seca	VU		
<i>Platalea ajaja</i>	Colhereiro	VU		
<b>Mamíferos</b>				
<i>Myrmecophaga tridactyla</i>	Tamanduá bandeira	VU	VU	VU
<i>Callicebus personatus</i>	Guigó	EP	VU	VU
<i>Alouatta fusca</i>	Bugio	CR		
<i>Leopardus pardalis</i>	Jagatirica	VU	VU	
<i>Puma concolor</i>	Onça parda	VU	VU	
<i>Panthera onca</i>	Onça pintada	CR		NT
<i>Chrysocyon brachyurus</i>	Lobo guará	VU	VU	NT
<i>Lontra longicaudis</i>	Lontra	VU		

➤ **Critério 3 – Uma área úmida poderá ser considerada de Importância Internacional se suportar populações de espécies de plantas ou animais importantes para manter a diversidade biológica de uma região biogeográfica.**

Por estar sob influência de dois biomas, a região possui grande diversidade tanto de espécies vegetais quanto de animais. São listadas 600 espécies vegetais, com espécies endêmicas, ameaçadas e raras (IBAMA, 1998a), o que faz a região ser considerada de importância biológica para a flora e uma das áreas prioritárias para sua conservação em Minas Gerais (Drummond et al., 2005).

A região é ainda considerada importante para a conservação de aves e mamíferos em Minas Gerais (Drummond et al., 2005), tendo sido registradas 236 espécies de aves e 44 espécies de mamíferos (Dornas and Figueira, 2012; Drummond et al., 2005; IBAMA, 1998a; Nóbrega et al. em prep.). Levantamentos da fauna cavernícola demonstram a importância desse ambiente para a conservação de invertebrados. Em apenas seis cavernas do Parque do Sumidouro foram encontradas 175 morfoespécies de invertebrados pertencentes a pelo menos 87 famílias. Dessas, duas apresentam características troglomórficas, *Trichorhina* sp. (Isopoda: Plathyartridae) e o ácaro Labidostomatidae (Acariforme) (Iniesta et al., 2012).

➤ **Critério 4 – Uma área úmida poderá ser considerada de Importância Internacional se suportar espécies de plantas e animais em algum estágio crítico do seu ciclo de vida, ou prover refúgio durante condições adversas.**

Seis espécies de aves migratórias que se reproduzem na América do Norte utilizam a região para repouso e alimentação (*Tringa flavipes*, *T. melanoleuca*, *T. solitaria*, *Calidris melanotos*; *Gelochelidon nilotica* e *Charadrius semipalmatus* – Figura 3) (Dornas and Figueira, 2012; Nóbrega et al., no prelo; Rodrigues and Michelin, 2005).

Os demais critérios são baseados no tamanho populacional que a área suporta, sendo específicos para aves aquáticas (critérios 5 e 6), para peixes (critérios 7 e 8) e qualquer outro táxon (critério 9), informações ainda não disponíveis para a região.

### **Benefícios da designação de um sítio Ramsar**

A designação de uma área como sítio Ramsar promove maior visibilidade nacional e internacional e reconhecimento da sua importância como área úmida, uma vez que os países signatários da Convenção Ramsar assumem o compromisso de cumprir os objetivos para a qual ela foi criada, como seu uso sustentável e gestão efetiva (Ramsar, 1976). Para isso podem contar com assistência técnica e apoio financeiro para desenvolvimento de pequenos projetos (Ramsar, 1999a; 2009). Além disso, as chances de conservação de uma área aumentam quando essa se torna sítio Ramsar, pois as probabilidades de participação popular na redução de ameaças são incrementadas (Castro et al., 2002). Especificamente para os países da região Neotropical e México existe o Programa Áreas Úmidas para o futuro, estabelecido entre a Convenção Ramsar e o Governo dos Estados Unidos, que promove assistência para o manejo das áreas

úmidas, capacitação de pessoal, desenvolvimento de políticas públicas e criação de planos de gestão (Astrálaga and Carvajal, 2006; Ramsar, 1997).



**Figura 3:** Espécies de aves migratórias que ocorrem na área do sítio Ramsar proposto Carste Peter Lund: A - *Tringa flavipes*, B - *T. melanoleuca*, C - *T. solitaria*, D - *Gelocheidon nilotica*, E - *Charadrius semipalmatus*. Fotos: Paula Nóbrega

Os benefícios da designação podem ser vistos em sítios Ramsar de países como a África do Sul, que implantou uma gestão turística no sítio Ramsar 35 (Barberspan) (Cumming et al., 2013). Na China a caça às aves foi banida do sítio Ramsar 1144 (Chongming Dongtan) (Ma et al., 2009). Em Portugal (sítio 828, Lagoas de Santo André e da Sancha) e nos 24 sítios de Marrocos a designação de áreas como sítio Ramsar proporcionou a manutenção e/ou o incremento da riqueza de aves aquáticas. Apesar dos benefícios observados em Portugal e Marrocos, a designação de sítios Ramsar não eliminou todas as ameaças às áreas, sendo necessários planos de manejo mais rigorosos e adaptativos que consigam minimizar os problemas que ainda existem, como eutrofização e caça a grupos animais (Kleijn et al., 2014; Silveira et al., 2009).

A dificuldade no controle das atividades desenvolvidas nos sítios Ramsar pode ser compreendida pela histórica má utilização desses ambientes (Bowman, 2002; Junk, 2013; Walker, 2012). Soma-se a esse fato a falta de regulamentação, fiscalização e

monitoramento dos sítios criados, o que faz com que muitos deles sejam pouco efetivos no cumprimento dos seus objetivos (Alava and Haase, 2011; Baakman, 2011). Como no Brasil os sítios Ramsar são estabelecidos em unidades de conservação, e dessa forma estão sujeitos às normas empregadas em sua gestão, é de se esperar que sua conservação seja facilitada em relação a outros países nos quais os sítios não são estabelecidos em áreas protegidas oficialmente.

A designação do sítio Carste Peter Lund deve reforçar as medidas já existentes de conservação e sustentabilidade do uso dos recursos naturais da APA Carste, onde o sítio se insere. Essa UC se enquadra na categoria de manejo menos restritiva a intervenções com relação a outras categorias previstas pelo Sistema de Unidades de Conservação do Brasil (Brasil, 2000), onde já foram constatados diversos problemas ambientais, como desmatamento e redução da cobertura vegetal nativa, tráfico de animais silvestres, expansão das atividades agropecuárias e crescimento demográfico acelerado (Alt, 2008; Dornas and Figueira, 2012; Rodrigues and Goulart, 2005). Nóbrega *et al.* (em prep.) identificaram cinco ameaças diretas (pastagem, urbanização, agricultura, modificação do ciclo natural e presença humana) e sete fatores indiretos que afetam o sistema lacustre cárstico da área, que vem sendo favorecidos pela política pública de reestruturação territorial de médio e longo prazo (PDDI-RMBH, 2011a; b; c).

A designação do sítio Carste Peter Lund deve aumentar a visibilidade da APA Carste e contribuir para o desenvolvimento de projetos e programas com intuito de minimizar os problemas já evidenciados, e incrementar as ações de conservação dessa área úmida. No entanto, é preciso uma ação conjunta entre a sociedade e os setores públicos e privados, para que tal designação possa ser efetivamente utilizada como ferramenta de gestão.

### **Agradecimentos**

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ) pela bolsa de estudos de PFAN, e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelos recursos para o trabalho de campo. Ao Instituto Estadual de Florestas (IEF-MG) e Parque Estadual do Sumidouro pelo suporte logístico e à ONG IDEA WILD pela doação de equipamentos para a pesquisa.

## Referências Bibliográficas

ALAVA, J.J. and HAASE, B., 2011. Waterbird Biodiversity and Conservation Threats in Coastal Ecuador and the Galapagos Islands. In O. GRILLO and G. VENORA (Editors), *Ecosystems Biodiversity*. InTech, Rijeka, Croatia, p. 271-314.

ALT, L., 2008. Efetividade sócio-ambiental da APA Carste de Lagoa Santa - MG: uma avaliação a partir de suas ferramentas de planejamento e gestão. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais. 243 p. Mestrado: Departamento de Geografia.

ASTRÁLAGA, M. and CARVAJAL, A.R., 2006. The wetlands for the future fund: a performance review of the first ten years. Ramsar Convention Bureau, Ramsar.

BAAKMAN, K., 2011. Testing times: the effectiveness of five international biodiversity-related conventions. Wolf Legal Publishers, Nijmegen.

BERBERT-BORN, M., 2002. Carste de Lagoa Santa, MG - berço da paleontologia e da espeleologia brasileira. In C. SCHOBENHAUS, D.A. CAMPOS, E.T. QUEIROZ, M. WINGE and M.L.C. BERBERT-BORN (Editors), *Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil*. DNPM/CPRM - Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos (SIGEP), Brasília, p. 415-430.

BOWMAN, M., 2002. The Ramsar convention on wetlands: has it made a difference? In O.S. STOKKE and O.B. THOMMESSEN (Editors), *YearBook of International Cooperation on Environmental and Development 2002/2003*. Fridtjof Nansen Institute, London, p. 334.

BRASIL, 1990. Decreto nº 98.881. Dispõe sobre a criação de área de proteção ambiental no Estado de Minas Gerais e dá outras providências, Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]. Brasília, DF., p. 1882.

BRASIL, 2000. Lei nº 9.985 Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III, e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências, Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]. Brasília, DF., p. 45-48.

BRASIL, 2003a. Decreto de 23 de Outubro de 2003 - Cria o comitê nacional de zonas úmidas e dá outras providências, Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]. Brasília, DF.

BRASIL, 2003b. Instrução Normativa nº 003. Lista das espécies da fauna brasileira ameaçadas de extinção, Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]. Brasília, DF., p. 88-97.

BRASIL, 2012. Recomendação CNZU nº 05 Dispões sobre critérios para designação de Sítios Ramsar e elenca Áreas Protegidas a serem indicadas como potenciais Sítios de Importância Internacional - Sítios Ramsar. Brasília, DF.

CASTRO, G., CHOMITZ, K. and THOMAS, T.S., 2002. Ramsar COP8 DOC. 37 - The Ramsar convention: Measuring its effectiveness for conserving wetlands of international importance. Ramsar Convention Bureau, Valencia.

- CUMMING, G.S., NDLOVU, M., MUTUMI, G.L. and HOCKEY, P.A.R., 2013. Responses of an African wading bird community to resource pulses are related to foraging guild and food-web position. *Freshwater Biology*, vol. 58, no. 1, p. 79-87.
- DORNAS, T. and FIGUEIRA, J.E.C., 2012. Aves aquáticas da Área de Proteção Ambiental Carste de Lagoa Santa, Minas Gerais, Brasil: uma síntese comparativa entre os estudos de Peter Wilhelm Lund e Johannes Theodor Reinhardt em meados do século XIX e estudos contemporâneos. *Cotinga*, vol. 34, no., p. 5-14.
- DRUMMOND, G.M., MARTINS, C.S., MACHADO, A.B.M., SEBAIO, F.A. and ANTONINI, Y., 2005. Biodiversidade em Minas Gerais: um atlas para a sua conservação. Fundação Biodiversitas, Belo Horizonte, 222 p.
- IBAMA, 1997. Zoneamento ambiental da APA Carste de Lagoa Santa-MG. IBAMA: Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, Belo Horizonte, 62 p.
- IBAMA, 1998a. Estudo do meio biótico, II. IBAMA/CPRM, Belo Horizonte.
- IBAMA, 1998b. Gestão ambiental. IBAMA/BIODIVERSITAS/CPRM, Belo Horizonte, 40 p.
- IBAMA, 1998c. Meio físico - Síntese da geologia, recursos minerais e geomorfologia, 1. IBAMA/CPRM, Belo Horizonte, 301 p.
- IBAMA, 1998d. Patrimônio espeleológico, histórico e cultural, III. IBAMA/CPRM, Belo Horizonte, 198 p.
- INIESTA, L.F.M., ÁZARA, L.N., SOUZA-SILVA, M. and FERREIRA, R.L., 2012. Biodiversidade em seis cavernas no Parque Estadual do Sumidouro (Lagoa Santa, MG). *Revista Brasileira de Espeleologia*, vol. 2, no. 2, p. 18-37.
- IUCN, 2014. The IUCN Red list of threatened species. Version 2014.3, . Acesso em: 17 November 2014., Disponível em: <http://www.iucnredlist.org>.
- JUNK, W.J., 2013. Current state of knowledge regarding South America wetlands and their future under global climate change. *Aquatic Sciences*, vol. 75, no. 1, p. 113-131.
- KARMANN, I., 1994. Evolução e dinâmica atual do sistema cárstico do Alto Vale do Ribeira de Iguape, sudoeste do estado de São Paulo. São Paulo: Universidade de São Paulo. 274 p. Instituto de Geociências.
- KLEIJN, D. et al., 2014. Waterbirds increase more rapidly in Ramsar-designated wetlands than in unprotected wetlands. *Journal of Applied Ecology*, vol. 51, no. 2, p. 289-298.
- KRABBE, N., 2007. Birds collected by P.W.Lund and J.T.Reinhardt in south-eastern Brazil between 1825 and 1855, with notes on P.W.Lund's travels in Rio de Janeiro. *Revista Brasileira de Ornitologia*, vol. 15, no. 3, p. 331-357.

LINS, L., MACHADO, R.B. and VASCONCELOS, M.F., 1998. Avifauna. In G. HERMANNING, H.C. KOHLER, J.C. DUARTE and P.G.S. CARVALHO (Editors), APA Carste de Lagoa Santa, Meio Biótico. IBAMA/CPRM, Belo Horizonte, p. 92.

MA, Z. et al., 2009. Waterbird population changes in the wetlands at Chongming Dongtan in the Yangtze River Estuary, China. *Environmental Management*, vol. 43, no. 6, p. 1187-1200.

MATTHEWS, G.V.T., 2013. The Ramsar convention on wetlands: its history and development - re-issued Ramsar convention secretariat. Ramsar Convention Bureau, Gland, Switzerland.

MINAS GERAIS, 1980. Decreto Estadual nº 20.375. Cria o Parque Ecológico do Vale do Sumidouro e dá outras providências, Diário Oficial do Estado de Minas Gerais (DOEMG). Belo Horizonte, MG.

MINAS GERAIS, 2010a. Decreto Estadual nº 45.391. Cria o Monumento Natural Estadual Experiência da Jaguará e declara de utilidade pública para desapropriação de pleno domínio terrenos e benfeitorias no município de Matozinhos, Diário Oficial do Estado de Minas Gerais (DOEMG). Belo Horizonte, MG.

MINAS GERAIS, 2010b. Decreto Estadual nº 45.392. Cria o Monumento Natural Estadual Vargem da Pedra, no município de Matozinhos, e dá outras providências, Diário Oficial do Estado de Minas Gerais (DOEMG). Belo Horizonte, MG.

MINAS GERAIS, 2010c. Decreto Estadual nº 45.398. Cria o Parque Estadual da Cerca Grande, no município de Matozinhos, e dá outras providências, Diário Oficial do Estado de Minas Gerais (DOEMG). Belo Horizonte, MG., p. 2-3.

MINAS GERAIS, 2010d. Decreto Estadual nº 45.399. Cria o Monumento Natural Estadual Santo Antônio, no município de Matozinhos, e dá outras providências, Diário Oficial do Estado de Minas Gerais (DOEMG). Belo Horizonte, MG., p. 3.

MINAS GERAIS, 2010e. Decreto Estadual nº 45.400. Cria o Monumento Natural Estadual Lapa Vermelha, no município de Pedro Leopoldo, e dá outras providências, Diário Oficial do Estado de Minas Gerais (DOEMG). Belo Horizonte, MG., p. 4.

MINAS GERAIS, 2010f. Decreto Estadual nº 45.508. Cria o Monumento Natural Estadual Várzea da Lapa, no município de Lagoa Santa, e dá outras providências, Diário Oficial do Estado de Minas Gerais (DOEMG). Belo Horizonte, MG.

MINAS GERAIS, 2010g. Deliberação Normativa nº 147. Aprova a lista de espécies ameaçadas de extinção da fauna do Estado de Minas Gerais, Diário Oficial do Estado de Minas Gerais (DOEMG). Belo Horizonte, MG.

MITTERMEIER, R.A. et al., 2005. Hotspots revisited: earth's biologically richest and most endangered terrestrial ecoregions Conservation International, Chicago, 392 p.

MMA, 2012. Relatório nacional sobre a implementação da convenção de Ramsar sobre áreas úmidas. Ramsar Convention Bureau, Brasília, 38 p.

MMA, 2014. National report on the implementation of the Ramsar convention on wetlands - 12 meeting. Ramsar Convention Bureau, Brasília, 59 p.

MYERS, M., MITTERMEIER, R.A., MITTERMEIER, C.G., FONSECA, G.A.B. and KENT, J., 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, vol. 403, no. 6772, p. 853-858.

NÓBREGA, P.F.A., AGUIAR, J.A.B. and FIGUEIRA, J.E.C., 2015. First records of *Charadrius semipalmatus*, Bonaparte 1825 (Charadriidae) and *Gelochelidon nilotica* Gmelin 1789 (Sternidae) in the State of Minas Gerais, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*. No prelo.

OLIVEIRA, T.D., 2009. Sazonalidade, riqueza e abundância de espécies de aves aquáticas associadas a uma lagoa temporária da APA Carste de Lagoa Santa, MG. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais. 30 p. Graduação: Instituto de Ciências Biológicas.

PDDI-RMBH, 2011a. Plano diretor de desenvolvimento integrado da região metropolitana de Belo Horizonte - propostas de políticas setoriais, projetos e investimentos prioritários. Vol.1. Governo de Minas Gerais, Belo Horizonte, 287 p.

PDDI-RMBH, 2011b. Plano diretor de desenvolvimento integrado da região metropolitana de Belo Horizonte - propostas de políticas setoriais, projetos e investimentos prioritários. Vol.2. Governo de Minas Gerais, Belo Horizonte, 270 p.

PDDI-RMBH, 2011c. Plano diretor de desenvolvimento integrado da região metropolitana de Belo Horizonte - propostas de políticas setoriais, projetos e investimentos prioritários. Vol.5. Governo de Minas Gerais, Belo Horizonte, 284 p.

RAMSAR, 1971. Final act of the international conference on the conservation of wetlands and waterfowl. Ramsar Convention Bureau, Ramsar, Irã.

RAMSAR, 1976. Convention on wetlands of international importance especially as waterfowl habitat. Ramsar Convention Bureau, Ramsar, Iran, 10 p.

RAMSAR, 1994. Convention on wetlands of international importance especially as waterfowl habitat - the convention on wetlands text, as amended in 1982 and 1987. Ramsar Convention Bureau, Paris, 6 p.

RAMSAR, 1997. Memorandum of understanding on the "Wetlands for the Future Program" between the bureau of the convention on wetlands of international importance and the government of the United States of America. United States Department of State Bureau of Oceans and International Environmental and Scientific Affairs, Washington, D.C.

RAMSAR, 1999a. Resolution VII.5 - Critical evaluation of the Ramsar small grants fund for wetlands conservation and wise use (SGF) and its future operations. Ramsar Convention Bureau, San José.

RAMSAR, 1999b. Resolution VII.11: Strategic framework and guidelines for the future development of the List of Wetlands of International Importance. Ramsar Convention Bureau, San José.

RAMSAR, 2002. Resolution VIII . 25 - The Ramsar strategic plan 2003-2008. Ramsar Convention Bureau, Valencia.

RAMSAR, 2005. Resolution IX.1 Annex B - Revised strategic framework and guidelines for the future development of the list of wetlands of international importance Ramsar Convention Bureau, Kampala, 6 p.

RAMSAR, 2009. Ramsar small grants fund for wetland conservation and wise use ( SGF ) operational guidelines for the triennium 2009-2012. Ramsar Convention Bureau, Gland.

RAMSAR, 2012. Information sheet on Ramsar wetlands (RIS) – 2009-2014 version. Ramsar Convention Bureau. Disponível em: [http://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/key\\_ris\\_e.pdf](http://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/key_ris_e.pdf), acesso em 13/12/2014., Ramsar.

RAMSAR, 2013. The Ramsar convention manual: a guide to the convention on wetlands (Ramsar, Iran, 1971). Ramsar Convention Secretariat, Gland, Switzerland.

RODRIGUES, M. and GOULART, F.F., 2005. Aves regionais: de Burton aos dias de hoje. In E.M.A. GOULART (Editor), Navegando o rio das Velhas das Minas aos Gerais. Instituto Guaicuy-SOS Rio das Velhas/ Projeto Manuelzão/ UFMG, Belo Horizonte, p. 590-602.

RODRIGUES, M. and MICHELIN, V.B., 2005. Riqueza e diversidade de aves aquáticas de uma lagoa natural no sudeste do Brasil. Revista Brasileira de Zoologia, vol. 22, no. 4, p. 928-935.

SAMPAIO, J.L.D., 2010. Inventário digital da APA (Área de Proteção Ambiental) Carste de Lagoa Santa e algumas implicações. Belo Horizonte: Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. 221 p. Tese: Geografia.

SILVEIRA, M., ENCARNAÇÃO, P., VIDAL, A. and FONSECA, L.C., 2009. Aves aquáticas e gestão da Lagoa de Santo André. Revista da Gestão Costeira Integrada, vol. 9, no. 3, p. 55-70.

TRAVASSOS, L.E.P. and KOHLER, H.C., 2009. Historical and geomorphological characterization of a brazilian karst region. Acta Carsologica, vol. 38, no. 2-3, p. 277-291.

WALKER, L.R., 2012. The biology of disturbed habitats. Oxford University Press, New York.

WARMING, E., 1908. Lagoa Santa: contribuição para a geographia phytobiologica. Imprensa Official do Estado de Minas Gerais, Belo Horizonte, 277 p.

WILLIAMS, P. and FONG, Y.T., 2008. World map of carbonate rock outcrops v3.0. SGGES/University of Auckland, New Zealand, disponível em: [http://web.env.auckland.ac.nz/our\\_research/karst/](http://web.env.auckland.ac.nz/our_research/karst/) p.

## Anexos

### Anexo I - Ficha de Informação Ramsar – versão 2009-2014

#### Notes for compilers:

1. The RIS should be completed in accordance with the attached *Explanatory Notes and Guidelines for completing the Information Sheet on Ramsar Wetlands*. Compilers are strongly advised to read this guidance before filling in the RIS.
2. Further information and guidance in support of Ramsar site designations are provided in the *Strategic Framework and guidelines for the future development of the List of Wetlands of International Importance* (Ramsar Wise Use Handbook 17, 4th edition).
3. Once completed, the RIS (and accompanying map(s)) should be submitted to the Ramsar Secretariat. Compilers should provide an electronic (MS Word) copy of the RIS and, where possible, digital copies of all maps.

---

1. Name and address of the compiler of this form:

---

2. Date this sheet was completed/updated:

---

3. Country:

---

4. Name of the Ramsar site:

The precise name of the designated site in one of the three official languages (English, French or Spanish) of the Convention. Alternative names, including in local language(s), should be given in parentheses after the precise name.

---

5. Designation of new Ramsar site or update of existing site:

This RIS is for (tick one box only):

- a) Designation of a new Ramsar site ; or  
b) Updated information on an existing Ramsar site

---

6. For RIS updates only, changes to the site since its designation or earlier update:

a) Site boundary and area

The Ramsar site boundary and site area are unchanged:   
or

If the site boundary has changed:

- i) the boundary has been delineated more accurately ; or  
ii) the boundary has been extended ; or  
iii) the boundary has been restricted\*\*

and/or

If the site area has changed:

- i) the area has been measured more accurately ; or  
ii) the area has been extended ; or  
iii) the area has been reduced\*\*

\*\* Important note: If the boundary and/or area of the designated site is being restricted/reduced, the Contracting Party should have followed the procedures established by the Conference of the Parties in the Annex to COP9 Resolution IX.6 and provided a report in line with paragraph 28 of that Annex, prior to the submission of an updated RIS.

b) Describe briefly any major changes to the ecological character of the Ramsar site, including in the application of the Criteria, since the previous RIS for the site:

---

7. Map of site:

Refer to Annex III of the *Explanatory Note and Guidelines*, for detailed guidance on provision of suitable maps, including digital maps.

a) A map of the site, with clearly delineated boundaries, is included as:

- i) a hard copy (required for inclusion of site in the Ramsar List): ;  
ii) an electronic format (e.g. a JPEG or ArcView image) ;  
iii) a GIS file providing geo-referenced site boundary vectors and attribute tables .

b) Describe briefly the type of boundary delineation applied:

e.g. the boundary is the same as an existing protected area (nature reserve, national park, etc.), or follows a catchment boundary, or follows a geopolitical boundary such as a local government jurisdiction, follows physical boundaries such as roads, follows the shoreline of a waterbody, etc.

---

8. Geographical coordinates (latitude/longitude, in degrees and minutes):

Provide the coordinates of the approximate centre of the site and/or the limits of the site. If the site is composed of more than one separate area, provide coordinates for each of these areas.

---

9. General location:  
Include in which part of the country and which large administrative region(s) the site lies and the location of the nearest large town.

---

10. Elevation: (in metres: average and/or maximum & minimum)

---

11. Area: (in hectares)

---

12. General overview of the site:  
Provide a short paragraph giving a summary description of the principal ecological characteristics and importance of the wetland.

---

13. Ramsar Criteria:  
Tick the box under each Criterion applied to the designation of the Ramsar site. See Annex II of the *Explanatory Notes and Guidelines* for the Criteria and guidelines for their application (adopted by Resolution VII.11). All Criteria which apply should be ticked.

1 • 2 • 3 • 4 • 5 • 6 • 7    8 • 9  
                       

---

14. Justification for the application of each Criterion listed in 13 above:  
Provide justification for each Criterion in turn, clearly identifying to which Criterion the justification applies (see Annex II for guidance on acceptable forms of justification).

---

15. Biogeography (required when Criteria 1 and/or 3 and /or certain applications of Criterion 2 are applied to the designation):  
Name the relevant biogeographic region that includes the Ramsar site, and identify the biogeographic regionalisation system that has been applied.  
a) biogeographic region:  
b) biogeographic regionalisation scheme (include reference citation):

---

16. Physical features of the site:  
Describe, as appropriate, the geology, geomorphology; origins - natural or artificial; hydrology; soil type; water quality; water depth, water permanence; fluctuations in water level; tidal variations; downstream area; general climate, etc.

---

17. Physical features of the catchment area:  
Describe the surface area, general geology and geomorphological features, general soil types, and climate (including climate type).

---

18. Hydrological values:  
Describe the functions and values of the wetland in groundwater recharge, flood control, sediment trapping, shoreline stabilization, etc.

---

19. Wetland Types  
a) presence:  
Circle or underline the applicable codes for the wetland types of the Ramsar “Classification System for Wetland Type” present in the Ramsar site. Descriptions of each wetland type code are provided in Annex I of the *Explanatory Notes & Guidelines*.  
Marine/coastal: A • B • C • D • E • F • G • H • I • J • K • Zk(a)  
Inland: L • M • N • O • P • Q • R • Sp • Ss • Tp Ts • U • Va •  
Vt • W • Xf • Xp • Y • Zg • Zk(b)  
Human-made: 1 • 2 • 3 • 4 • 5 • 6 • 7 • 8 • 9 • Zk(c)  
b) dominance:  
List the wetland types identified in a) above in order of their dominance (by area) in the Ramsar site, starting with the wetland type with the largest area.

---

20. General ecological features:  
Provide further description, as appropriate, of the main habitats, vegetation types, plant and animal communities present in the Ramsar site, and the ecosystem services of the site and the benefits derived from them.

---

21. Noteworthy flora:  
Provide additional information on particular species and why they are noteworthy (expanding as necessary on information provided in 14, Justification for the application of the Criteria) indicating, e.g., which species/communities are unique, rare, endangered or biogeographically important, etc. *Do not include here taxonomic lists of species present – these may be supplied as supplementary information to the RIS.*

---

22. Noteworthy fauna:  
Provide additional information on particular species and why they are noteworthy (expanding as necessary on information provided in 14. Justification for the application of the Criteria) indicating, e.g.,

which species/communities are unique, rare, endangered or biogeographically important, etc., including count data. *Do not include here taxonomic lists of species present – these may be supplied as supplementary information to the RIS.*

---

23. Social and cultural values:

a) Describe if the site has any general social and/or cultural values e.g., fisheries production, forestry, religious importance, archaeological sites, social relations with the wetland, etc. Distinguish between historical/archaeological/religious significance and current socio-economic values:

b) Is the site considered of international importance for holding, in addition to relevant ecological values, examples of significant cultural values, whether material or non-material, linked to its origin, conservation and/or ecological functioning?

If Yes, tick the box  and describe this importance under one or more of the following categories:

- i) sites which provide a model of wetland wise use, demonstrating the application of traditional knowledge and methods of management and use that maintain the ecological character of the wetland:
  - ii) sites which have exceptional cultural traditions or records of former civilizations that have influenced the ecological character of the wetland:
  - iii) sites where the ecological character of the wetland depends on the interaction with local communities or indigenous peoples:
  - iv) sites where relevant non-material values such as sacred sites are present and their existence is strongly linked with the maintenance of the ecological character of the wetland:
- 

24. Land tenure/ownership:

a) within the Ramsar site:

b) in the surrounding area:

---

25. Current land (including water) use:

a) within the Ramsar site:

b) in the surroundings/catchment:

---

26. Factors (past, present or potential) adversely affecting the site's ecological character, including changes in land (including water) use and development projects:

a) within the Ramsar site:

b) in the surrounding area:

---

27. Conservation measures taken:

a) List national and/or international category and legal status of protected areas, including boundary relationships with the Ramsar site:

In particular, if the site is partly or wholly a World Heritage Site and/or a UNESCO Biosphere Reserve, please give the names of the site under these designations.

b) If appropriate, list the IUCN (1994) protected areas category/ies which apply to the site (tick the box or boxes as appropriate):

Ia ; Ib ; II ; III ; IV ; V ; VI

c) Does an officially approved management plan exist; and is it being implemented?:

d) Describe any other current management practices:

---

28. Conservation measures proposed but not yet implemented:

e.g. management plan in preparation; official proposal as a legally protected area, etc.

---

29. Current scientific research and facilities:

e.g., details of current research projects, including biodiversity monitoring; existence of a field research station, etc.

---

30. Current communications, education and public awareness (CEPA) activities related to or benefiting the site:

e.g. visitors' centre, observation hides and nature trails, information booklets, facilities for school visits, etc.

---

31. Current recreation and tourism:

State if the wetland is used for recreation/tourism; indicate type(s) and their frequency/intensity.

---

32. Jurisdiction:

Include territorial, e.g. state/region, and functional/sectoral, e.g. Dept of Agriculture/Dept. of Environment, etc.

---

33. Management authority:

Provide the name and address of the local office(s) of the agency(ies) or organisation(s) directly responsible for managing the wetland. Wherever possible provide also the title and/or name of the person or persons in this office with responsibility for the wetland.

---

34. Bibliographical references:

---

Scientific/technical references only. If biogeographic regionalisation scheme applied (see 15 above), list full reference citation for the scheme.

---

Please return to: Ramsar Convention Secretariat, Rue Mauverney 28, CH-1196 Gland, Switzerland  
Telephone: +41 22 999 0170 • Fax: +41 22 999 0169 • e-mail: [ramsar@ramsar.org](mailto:ramsar@ramsar.org)

**Anexo II:** Lista das aves observadas na Área de Proteção Ambiental Carste de Lagoa Santa. Fontes dos registros: 1 - IBAMA, 1998a; 2 - Dornas and Figueira, 2012; 3 – pesquisa atual. Fonte grau de ameaça: (Minas Gerais, 2010g).

Nome do Táxon	Nome popular	Grau de ameaça em MG	Fonte do Registro
Tinamiformes Huxley, 1872			
Tinamidae Gray, 1840			
1827)	<i>Crypturellus parvirostris</i> (Wagler,	inhambu-chororó	1
1815)	<i>Crypturellus tataupa</i> (Temminck,	inhambu-chintã	1
1815)	<i>Rhynchotus rufescens</i> (Temminck,	perdiz	1
	<i>Nothura maculosa</i> (Temminck, 1815)	codorna-amarela	1
Anseriformes Linnaeus, 1758			
Anatidae Leach, 1820			
Dendrocygnae Reichenbach, 1850			
1758)	<i>Dendrocygna viduata</i> (Linnaeus, 1766)	irerê	1,2,3
	<i>Dendrocygna autumnalis</i> (Linnaeus,	marreca cabocla	1,2,3
Anatinae Leach, 1820			
	<i>Cairina moschata</i> (Linnaeus, 1758)	pato do mato	1,2,3
Ihering, 1907	<i>Sarkidiornis sylvicola</i> Ihering &	pato-de-crista	2
	<i>Amazonetta brasiliensis</i> (Gmelin, 1789)	marreca de pé vermelho	1,2,3
	<i>Netta erythrophthalma</i> (Wied, 1832)	paturi preta	2,3
	<i>Nomonyx dominica</i> (Linnaeus, 1766)	marreca de bico roxo	2,3
Galliformes Linnaeus, 1758			
Cracidae Rafinesque, 1815			
1815	<i>Penelope superciliaris</i> Temminck,	jacupemba	1
Podicipediformes Fürbringer, 1888			
Podicipedidae Bonaparte, 1831			
1766)	<i>Tachybaptus dominicus</i> (Linnaeus,	mergulhão pequeno	2,3
	<i>Podilymbus podiceps</i> (Linnaeus, 1758)	mergulhão caçador	2,3
Ciconiiformes Bonaparte, 1854			
Ciconiidae Sundevall, 1836			
	<i>Ciconia maguari</i> (Gmelin, 1789)	maguari	
	<i>Mycteria americana</i> Linnaeus, 1758	cabeça seca	vulnerável 2,3
Suliformes Sharpe, 1891			
Phalacrocoracidae Reichenbach, 1849			
1789)	<i>Phalacrocorax brasilianus</i> (Gmelin,	biguá	1,2,3
Anhingidae Reichenbach, 1849			
	<i>Anhinga anhinga</i> (Linnaeus, 1766)	biguatinga	1,2,3
Pelecaniformes Sharpe, 1891			
Ardeidae Leach, 1820			
	<i>Tigrisoma lineatum</i> (Boddaert, 1783)	soco boi	2,3
1766)	<i>Cochlearius cochlearius</i> (Linnaeus,	arapapá	2
	<i>Nycticorax nycticorax</i> (Linnaeus, 1758)	savacu	1,2,3

	<i>Butorides striata</i> (Linnaeus, 1758)	socozinho	1,2,3
	<i>Bubulcus ibis</i> (Linnaeus, 1758)	garça vaqueira	1,2,3
	<i>Ardea cocoi</i> Linnaeus, 1766	garça moura	1,2,3
	<i>Ardea alba</i> Linnaeus, 1758	garça grande	1,2,3
	<i>Syrigma sibilatrix</i> (Temminck, 1824)	maria faceira	1,2,3
	<i>Pilherodius pileatus</i> (Boddaert, 1783)	garça-real	2
	<i>Egretta thula</i> (Molina, 1782)	garça pequena	1,2,3
	Threskiornithidae Poche, 1904		
1823)	<i>Phimosus infuscatus</i> (Lichtenstein,		1,2,3
	<i>Theristicus caudatus</i> (Boddaert, 1783)	tapirucu de cara pelada	2,3
	<i>Platalea ajaja</i> Linnaeus, 1758	curicaca	1,2,3
		colhereiro	vulnerável
	Cathartiformes Seebohm, 1890		
	Cathartidae Lafresnaye, 1839		
	<i>Coragyps atratus</i> (Bechstein, 1793)	urubu-de-cabeça-preta	1
	<i>Sarcoramphus papa</i> (Linnaeus, 1758)	urubu-rei	1
	Accipitriformes Bonaparte, 1831		
	Accipitridae Vigors, 1824		
	<i>Leptodon cayanensis</i> (Latham, 1790)	gavião-de-cabeça-cinza	1
	<i>Elanus leucurus</i> (Vieillot, 1818)	gavião-peneira	1
	<i>Rostrhamus sociabilis</i> (Vieillot, 1817)	gavião-caramujeiro	1,2
1790)	<i>Heterospizias meridionalis</i> (Latham,	gavião-caboclo	1
	<i>Rupornis magnirostris</i> (Gmelin, 1788)	gavião-carijó	1
	Gruiformes Bonaparte, 1854		
	Aramidae Bonaparte, 1852		
	<i>Aramus guarauna</i> (Linnaeus, 1766)	carão	1,2,3
	Rallidae Rafinesque, 1815		
1776)	<i>Aramides cajanea</i> (Statius Muller,		1,2,3
	<i>Aramides saracura</i> (Spix, 1825)	saracura tres potes	1,2
	<i>Porzana flaviventer</i> (Boddaert, 1783)	saracura-do-mato	2
	<i>Pardirallus nigricans</i> (Vieillot, 1819)	sanã-amarela	1,2
	<i>Porzana albicollis</i> (Vieillot, 1819)	saracura-sanã	1,2
	<i>Gallinula galeata</i> (Lichtenstein, 1818)	sanã-carijó	1,2,3
	<i>Porphyrio martinica</i> (Linnaeus, 1766)	frango d'água	3
	<i>Porphyrio flavirostris</i> (Gmelin, 1789)	frango d'água azul	2
		frango-d'água-pequeno	
	Charadriiformes Huxley, 1867		
	Charadrii Huxley, 1867		
	Charadriidae Leach, 1820		
	<i>Vanellus cayanus</i> (Latham, 1790)	batuíra de esporão	2,3
	<i>Vanellus chilensis</i> (Molina, 1782)	quero quero	1,2,3
1776)	<i>Pluvialis dominica</i> (Statius Muller,		2
	<i>Charadrius semipalmatus</i> Bonaparte,	batuiruçu	3
1825)	<i>Charadrius collaris</i> Vieillot, 1818	baturia de bando	1,2
		batuíra-de-coleira	
	Recurvirostridae Bonaparte, 1831		
	Recurvirostridae Bonaparte, 1831		

	<i>Himantopus melanurus</i> Vieillot, 1817	pernilongo de costas negras	1,2,3
Scolopaci	Steijneger, 1885		
	Scolopacidae Rafinesque, 1815		
	<i>Gallinago paraguaiiae</i> (Vieillot, 1816)	narceja	1,2,3
	<i>Tringa solitaria</i> Wilson, 1813	maçarico solitario	2,3
	<i>Tringa melanoleuca</i> (Gmelin, 1789)	maçarico grande de perna amarela	2,3
	<i>Tringa flavipes</i> (Gmelin, 1789)	maçarico de perna amarela	1,2,3
	<i>Calidris melanotos</i> (Vieillot, 1819)	maçarico-de-colete	2
	Jacanidae Chenu & Des Murs, 1854		
	<i>Jacana jacana</i> (Linnaeus, 1766)	jaçana	1,2,3
	Sternidae Vigors, 1825		
	<i>Sternula superciliaris</i> (Vieillot, 1819)	trinta-réis-anão	2
	<i>Gelochelidon nilotica</i> (Gmelin, 1789)	trinta-réis-de-bico-preto	3
Columbiformes	Latham, 1790		
	Columbidae Leach, 1820		
	<i>Columbina talpacoti</i> (Temminck, 1811)	rolinha-roxa	1
	<i>Columbina squammata</i> (Lesson, 1831)	fogo-apagou	1
	<i>Claravis pretiosa</i> (Ferrari-Perez, 1886)	pararu-azul	1
	<i>Columba livia</i> Gmelin, 1789	pombo-doméstico	1
1813)	<i>Patagioenas picazuro</i> (Temminck,	pombão	1
	<i>Zenaida auriculata</i> (Des Murs, 1847)	pomba-de-bando	1
	<i>Leptotila verreauxi</i> Bonaparte, 1855	juriti-pupu	1
Cuculiformes	Wagler, 1830		
	Cuculidae Leach, 1820		
	Cuculinae Leach, 1820		
	<i>Piaya cayana</i> (Linnaeus, 1766)	alma-de-gato	1
	<i>Coccyzus americanus</i> (Linnaeus, 1758)	papa-lagarta-de-asa-vermelha	1
	Crotophaginae Swainson, 1837		
	<i>Crotophaga ani</i> Linnaeus, 1758	anu-preto	1
	<i>Guira guira</i> (Gmelin, 1788)	anu-branco	1
	Taperinae Verheyen, 1956		
	<i>Tapera naevia</i> (Linnaeus, 1766)	saci	1
Strigiformes	Wagler, 1830		
	Tytonidae Mathews, 1912		
	<i>Tyto furcata</i> (Temminck, 1827)	coruja-da-igreja	1
	Strigidae Leach, 1820		
	<i>Pulsatrix perspicillata</i> (Latham, 1790)	murucututu	1
1788)	<i>Glaucidium brasilianum</i> (Gmelin,	caburé	1
	<i>Athene cucularia</i> (Molina, 1782)	coruja-buraqueira	1
Caprimulgiformes	Ridgway, 1881		
	Caprimulgidae Vigors, 1825		
	<i>Antrostomus rufus</i> (Boddaert, 1783)	joão-corta-pau	1
1789)	<i>Lurocalis semitorquatus</i> (Gmelin,	tuju	1
	<i>Hydropsalis albicollis</i> (Gmelin, 1789)	bacurau	1
Apodiformes	Peters, 1940		

	Apodidae Olphe-Galliard, 1887		
	<i>Streptoprocne zonaris</i> (Shaw, 1796)	taperuçu-de-coleira-branca	1
	<i>Chaetura meridionalis</i> Hellmayr, 1907	andorinhão-do-temporal	1
	Trochilidae Vigors, 1825		
	Phaethornithinae Jardine, 1833		
	<i>Phaethornis ruber</i> (Linnaeus, 1758)	rabo-branco-rubro	1
1839)	<i>Phaethornis pretrei</i> (Lesson & Delattre,	rabo-branco-acanelado	1
	Trochilinae Vigors, 1825		
	<i>Eupetomena macroura</i> (Gmelin, 1788)	beija-flor-tesoura	1
	<i>Colibri serrirostris</i> (Vieillot, 1816)	beija-flor-de-orelha-violeta	1
	<i>Chlorostilbon lucidus</i> (Shaw, 1812)	besourinho-de-bico-vermelho	1
	<i>Amazilia lactea</i> (Lesson, 1832)	beija-flor-de-peito-azul	1
	Trogoniformes A. O. U., 1886		
	Trogonidae Lesson, 1828		
	<i>Trogon surrucura</i> Vieillot, 1817	surucuá-variado	1
	Coraciiformes Forbes, 1844		
	Alcedinidae Rafinesque, 1815		
	<i>Megaceryle torquata</i> (Linnaeus, 1766)	martim pescador grande	1,2,3
	<i>Chloroceryle amazona</i> (Latham, 1790)	martim pescador verde	1,2,3
1788)	<i>Chloroceryle americana</i> (Gmelin,	martim pescador pequeno	1,2,3
	Momotidae Gray, 1840		
1818)	<i>Baryphthengus ruficapillus</i> (Vieillot,	juruva-verde	1
	Galbuliformes Fürbringer, 1888		
	Galbulidae Vigors, 1825		
	<i>Galbula ruficauda</i> Cuvier, 1816	ariramba-de-cauda-ruiva	1
	Bucconidae Horsfield, 1821		
	<i>Malacoptila striata</i> (Spix, 1824)	barbudo-rajado	1
	<i>Nonnula rubecula</i> (Spix, 1824)	macuru	1
	Piciformes Meyer & Wolf, 1810		
	Ramphastidae Vigors, 1825		
	<i>Ramphastos toco</i> Statius Muller, 1776	tucanuçu	1
	Picidae Leach, 1820		
	<i>Picumnus cirratus</i> Temminck, 1825	pica-pau-anão-barrado	1
	<i>Melanerpes candidus</i> (Otto, 1796)	pica-pau-branco	1
	<i>Veniliornis passerinus</i> (Linnaeus, 1766)	picapauzinho-anão	1
1788)	<i>Colaptes melanochloros</i> (Gmelin,	pica-pau-verde-barrado	1
	<i>Colaptes campestris</i> (Vieillot, 1818)	pica-pau-do-campo	1
	<i>Dryocopus lineatus</i> (Linnaeus, 1766)	pica-pau-de-banda-branca	1
1788)	<i>Campephilus melanoleucos</i> (Gmelin,	pica-pau-de-topete-vermelho	1
	Cariamiformes Furbringer, 1888		
	Cariamidae Bonaparte, 1850		
	<i>Cariama cristata</i> (Linnaeus, 1766)	seriema	1
	Falconiformes Bonaparte, 1831		
	Falconidae Leach, 1820		

	<i>Caracara plancus</i> (Miller, 1777)	caracará	1
	<i>Milvago chimachima</i> (Vieillot, 1816)	carrapateiro	1
1758)	<i>Herpetotheres cachinnans</i> (Linnaeus,	acaçuã	1
	<i>Falco sparverius</i> Linnaeus, 1758	quiriquiri	1
	Psittaciformes Wagler, 1830		
	Psittacidae Rafinesque, 1815		
Muller, 1776)	<i>Psittacara leucophthalmus</i> (Stadius	periquitão-maracanã	1
	<i>Eupsittula aurea</i> (Gmelin, 1788)	periquito-rei	1
	<i>Pyrrhura frontalis</i> (Vieillot, 1817)	tiriba-de-testa-vermelha	1
	<i>Forpus xanthopterygius</i> (Spix, 1824)	tuim	1
	<i>Brotogeris chiriri</i> (Vieillot, 1818)	periquito-de-encontro-amarelo	
	<i>Pionus maximiliani</i> (Kuhl, 1820)	maitaca-verde	1
	<i>Amazona aestiva</i> (Linnaeus, 1758)	papagaio-verdadeiro	1
	Passeriformes Linnaeus, 1758		
	Tyranni Wetmore & Miller, 1926		
	Thamnophilida Patterson, 1987		
	Thamnophilidae Swainson, 1824		
	Thamnophilinae Swainson, 1824		
	<i>Formicivora serrana</i> Hellmayr, 1929	formigueiro-da-serra	1
1823)	<i>Dysithamnus mentalis</i> (Temminck,	choquinha-lisa	1
1868	<i>Herpsilochmus atricapillus</i> Pelzeln,	chorozinho-de-chapéu-preto	1
1816	<i>Thamnophilus caerulescens</i> Vieillot,	choca-da-mata	1
	<i>Taraba major</i> (Vieillot, 1816)	choró-boi	1
	<i>Hypoedaleus guttatus</i> (Vieillot, 1816)	chocão-carijó	1
	<i>Pyriglena leucoptera</i> (Vieillot, 1818)	papa-taoca-do-sul	1
	Conopophagidae Sclater & Salvin, 1873		
	<i>Conopophaga lineata</i> (Wied, 1831)	chupa-dente	1
	Furnariida Sibley, Ahlquist & Monroe, 1988		
	Furnarioidea Gray, 1840		
	Dendrocolaptidae Gray, 1840		
	Sittasominae Ridgway, 1911		
1818)	<i>Sittasomus griseicapillus</i> (Vieillot,	arapaçu-verde	1
	Dendrocolaptinae Gray, 1840		
	<i>Xiphorhynchus fuscus</i> (Vieillot, 1818)	arapaçu-rajado	1
1818)	<i>Lepidocolaptes angustirostris</i> (Vieillot,	arapaçu-de-cerrado	1
	<i>Dendrocolaptes platyrostris</i> Spix, 1825	arapaçu-grande	1
	Xenopidae Bonaparte, 1854		
	<i>Xenops rutilans</i> Temminck, 1821	bico-virado-carijó	1
	Furnariidae Gray, 1840		
	Furnariinae Gray, 1840		
	<i>Furnarius figulus</i> (Lichtenstein, 1823)	casaca-de-couro-da-lama	1
	<i>Furnarius rufus</i> (Gmelin, 1788)	joão-de-barro	1
1823)	<i>Lochmias nematura</i> (Lichtenstein,	joão-porca	1

	Philydorinae Sclater & Salvin, 1873		
1821)	<i>Automolus leucophthalmus</i> (Wied,	barraqueiro-de-olho-branco	1
1839 (1836)	Synallaxiinae De Selys-Longchamps,		
	<i>Phacellodomus rufifrons</i> (Wied, 1821)	joão-de-pau	1
	<i>Anumbius annumbi</i> (Vieillot, 1817)	cochicho	1
1788)	<i>Certhiaxis cinnamomeus</i> (Gmelin,	curutié	1,2
	<i>Synallaxis frontalis</i> Pelzeln, 1859	petrim	1
	<i>Synallaxis albescens</i> Temminck, 1823	uí-pi	1
	<i>Synallaxis spixi</i> Sclater, 1856	joão-teneném	1
	Tyrannida Wetmore & Miller, 1926		
	Pipridae Rafinesque, 1815		
	Neopelminae Tello, Moyle, Marchese & Cracraft, 2009		
1853)	<i>Neopelma pallescens</i> (Lafresnaye,	fruxu-do-cerradão	1
	Ilicurinae Prum, 1992		
	<i>Antilophia galeata</i> (Lichtenstein, 1823)	soldadinho	1
	Tityridae Gray, 1840		
	Tityrinae Gray, 1840		
	<i>Tityra cayana</i> (Linnaeus, 1766)	anambé-branco-de-rabo-preto	1
1818)	<i>Pachyramphus polychopterus</i> (Vieillot,	caneleiro-preto	1
1823)	<i>Pachyramphus validus</i> (Lichtenstein,	caneleiro-de-chapéu-preto	1
	Tyrannoidea Vigors, 1825		
	Platyrinchidae Bonaparte, 1854		
	<i>Platyrinchus mystaceus</i> Vieillot, 1818	patinho	1
	Rhynchocyclidae Berlepsch, 1907		
	Pipromorphinae Wolters, 1977		
1846)	<i>Leptopogon amaurocephalus</i> Tschudi,	cabeçudo	1
	<i>Corythopis delalandi</i> (Lesson, 1830)	estalador	1
	Rhynchocyclinae Berlepsch, 1907		
	<i>Tolmomyias sulphureus</i> (Spix, 1825)	bico-chato-de-orelha-preta	1
	Todirostrinae Tello, Moyle, Marchese & Cracraft, 2009		
1831)	<i>Todirostrum poliocephalum</i> (Wied,	teque-teque	1
(Lafresnaye, 1846)	<i>Poecilotriccus plumbeiceps</i>	tororó	1
1868)	<i>Poecilotriccus latirostris</i> (Pelzeln,	ferreirinho-de-cara-parda	1
	<i>Myiornis auricularis</i> (Vieillot, 1818)	miudinho	1
	<i>Hemitriccus nidipendulus</i> (Wied, 1831)	tachuri-campainha	1
	Tyrannidae Vigors, 1825		
	Hirundineinae Tello, Moyle, Marchese & Cracraft, 2009		
	<i>Hirundinea ferruginea</i> (Gmelin, 1788)	gibão-de-couro	1
	Elaeniinae Cabanis & Heine, 1860		
1824)	<i>Camptostoma obsoletum</i> (Temminck,	risadinha	1

	<i>Elaenia flavogaster</i> (Thunberg, 1822)	guaracava-de-barriga-amarela	
Lafresnaye, 1837)	<i>Elaenia obscura</i> (d'Orbigny & Myiopagis viridicata (Vieillot, 1817)	tucão	1
	<i>Phyllomyias fasciatus</i> (Thunberg, 1822)	guaracava-de-crista-alaranjada piolhinho	1
	Tyranninae Vigors, 1825		
	<i>Myiarchus ferox</i> (Gmelin, 1789)	maria-cavaleira	1
1776)	<i>Myiarchus tyrannulus</i> (Statius Muller,	maria-cavaleira-de-rabo-enferrujado	
	<i>Sirystes sibilator</i> (Vieillot, 1818)	gritador	1
	<i>Casiornis rufus</i> (Vieillot, 1816)	maria-ferrugem	1
	<i>Pitangus sulphuratus</i> (Linnaeus, 1766)	bem-te-vi	1
	<i>Machetornis rixosa</i> (Vieillot, 1819)	suiriri-cavaleiro	1
Muller, 1776)	<i>Myiodynastes maculatus</i> (Statius		1
	<i>Megarynchus pitangua</i> (Linnaeus,	bem-te-vi-rajado	1
1766)	<i>Myiozetetes similis</i> (Spix, 1825)	neinei	
	<i>Tyrannus albogularis</i> Burmeister, 1856	bentevizinho-de-penacho-vermelho	1
	<i>Tyrannus melancholicus</i> Vieillot, 1819	suiriri-de-garganta-branca	1
	<i>Tyrannus savana</i> Vieillot, 1808	suiriri	1
	<i>Empidonomus varius</i> (Vieillot, 1818)	tesourinha	1
	Fluvicolinae Swainson, 1832	peitica	1
	<i>Colonia colonus</i> (Vieillot, 1818)	viuvinha	
1776)	<i>Myiophobus fasciatus</i> (Statius Muller,		1
	<i>Fluvicola nengeta</i> (Linnaeus, 1766)	filipe	
	<i>Arundinicola leucocephala</i> (Linnaeus,	lavadeira-mascarada	1,2
1764)	<i>Gubernetes yetapa</i> (Vieillot, 1818)	freirinha	1,2
	<i>Cnemotriccus fuscatus</i> (Wied, 1831)	tesoura-do-brejo	2
	<i>Lathrotriccus euleri</i> (Cabanis, 1868)	guaracavuçu	1
	<i>Contopus cinereus</i> (Spix, 1825)	enferrujado	1
	<i>Satrapa icterophrys</i> (Vieillot, 1818)	papa-moscas-cinzento	1
	<i>Xolmis cinereus</i> (Vieillot, 1816)	suiriri-pequeno	1
	<i>Xolmis velatus</i> (Lichtenstein, 1823)	primavera	1
	Passeri Linnaeus, 1758	noivinha-branca	1
	Corvida Wagler 1830		
	Vireonidae Swainson, 1837		
	<i>Cyclarhis gujanensis</i> (Gmelin, 1789)	pitiguari	1
	<i>Vireo chivi</i> (Vieillot, 1817)	juruviara	1
(Nordmann, 1835)	<i>Hylophilus amaurocephalus</i>	vite-vite-de-olho-cinza	1
	Corvidae Leach, 1820		
1823)	<i>Cyanocorax cristatellus</i> (Temminck,		1
	Passerida Linnaeus, 1758	gralha-do-campo	
	Hirundinidae Rafinesque, 1815		
1817)	<i>Pygochelidon cyanoleuca</i> (Vieillot,		1
	<i>Alopochelidon fucata</i> (Temminck,	andorinha-pequena-de-casa	1
1822)		andorinha-morena	1

1817)	<i>Stelgidopteryx ruficollis</i> (Vieillot,	andorinha-serradora	1
	<i>Progne tapera</i> (Vieillot, 1817)	andorinha-do-campo	1
	<i>Tachycineta leucorrhoa</i> (Vieillot, 1817)	andorinha-de-sobre-branco	1
	<i>Hirundo rustica</i> Linnaeus, 1758	andorinha-de-bando	1
	Troglodytidae Swainson, 1831		
	<i>Troglodytes musculus</i> Naumann, 1823	corruíra	
	Donacobiidae Aleixo & Pacheco, 2006		
1766)	<i>Donacobius atricapilla</i> (Linnaeus,	japacanim	1
	Turdidae Rafinesque, 1815		
	<i>Turdus leucomelas</i> Vieillot, 1818	sabiá-barranco	1
	<i>Turdus rufiventris</i> Vieillot, 1818	sabiá-laranjeira	1
	<i>Turdus amaurochalinus</i> Cabanis, 1850	sabiá-poca	1
	Mimidae Bonaparte, 1853		
	<i>Mimus saturninus</i> (Lichtenstein, 1823)	sabiá-do-campo	1
	Motacillidae Horsfield, 1821		
	<i>Anthus lutescens</i> Pucheran, 1855	caminheiro-zumbidor	1
	Passerellidae Cabanis & Heine, 1850		
1776)	<i>Zonotrichia capensis</i> (Statius Muller,	tico-tico	1
	<i>Ammodramus humeralis</i> (Bosc, 1792)	tico-tico-do-campo	1
	<i>Arremon flavirostris</i> Swainson, 1838	tico-tico-de-bico-amarelo	1
	Parulidae Wetmore, Friedmann, Lincoln, Miller, Peters, van Rossem, Van Tyne & Zimmer 1947		
	<i>Setophaga pitaiyumi</i> (Vieillot, 1817)	mariquita	1
1789)	<i>Geothlypis aequinoctialis</i> (Gmelin,	pia-cobra	1
	<i>Basileuterus culicivorus</i> (Deppe, 1830)	pula-pula	1
	<i>Myiothlypis flaveola</i> Baird, 1865	canário-do-mato	1
	Icteridae Vigors, 1825		
	<i>Cacicus haemorrhous</i> (Linnaeus, 1766)	guaxe	1
	<i>Gnorimopsar chopi</i> (Vieillot, 1819)	graúna	1
	<i>Agelasticus cyanopus</i> (Vieillot, 1819)	carretão	2
	<i>Chrysomus ruficapillus</i> (Vieillot, 1819)	garibaldi	1,2
1819)	<i>Pseudoleistes guirahuro</i> (Vieillot,		2
	<i>Molothrus bonariensis</i> (Gmelin, 1789)	chopim-do-brejo	1
	<i>Sturnella supercilialis</i> (Bonaparte,	vira-bosta	1
1850)		polícia-inglesa-do-sul	1
	Thraupidae Cabanis, 1847		
	<i>Coereba flaveola</i> (Linnaeus, 1758)	cambacica	1
Lafresnaye, 1837	<i>Saltator similis</i> d'Orbigny &	trinca-ferro-verdadeiro	1
1819)	<i>Compothraupis loricata</i> (Lichtenstein,		1
	<i>Nemosia pileata</i> (Boddaert, 1783)	tiê-caburé	1
	<i>Lanio pileatus</i> (Wied, 1821)	saíra-de-chapéu-preto	1
	<i>Tangara sayaca</i> (Linnaeus, 1766)	tico-tico-rei-cinza	1
	<i>Tangara cayana</i> (Linnaeus, 1766)	sanhaçu-cinzento	1
	<i>Schistochlamys ruficapillus</i> (Vieillot,	saíra-amarela	1
1817)		bico-de-veludo	1

	<i>Tersina viridis</i> (Illiger, 1811)	saí-andorinha	1
	<i>Dacnis cayana</i> (Linnaeus, 1766)	saí-azul	1
1818)	<i>Hemithraupis ruficapilla</i> (Vieillot,	saíra-ferrugem	1
	<i>Conirostrum speciosum</i> (Temminck,		1
1824)		figuinha-de-rabo-castanho	
	<i>Sicalis luteola</i> (Sparman, 1789)	tipio	1
	<i>Emberizoides herbicola</i> (Vieillot, 1817)	canário-do-campo	1
	<i>Volatinia jacarina</i> (Linnaeus, 1766)	tiziu	1
	<i>Sporophila lineola</i> (Linnaeus, 1758)	bigodinho	1
	<i>Sporophila nigricollis</i> (Vieillot, 1823)	baiano	1
	<i>Sporophila bouvreuil</i> (Statius Muller,		1
1776)		caboclinho	
	Cardinalidae Ridgway, 1901		
	<i>Cyanoloxia brissonii</i> (Lichtenstein,		1
1823)		azulão	
	Fringillidae Leach, 1820		
	<i>Euphonia chlorotica</i> (Linnaeus, 1766)	fim-fim	1
	Passeridae Rafinesque, 1815		
	<i>Passer domesticus</i> (Linnaeus, 1758)	pardal	1

---

**Anexo III:** Lista de mamíferos observados na Área de Proteção Ambiental Carste de Lagoa Santa. Fonte: (IBAMA, 1998a). Grau de ameaça: CR – criticamente ameaçado; NT – quase ameaçado; VU – vulnerável; EP – em perigo. Fontes de ameaça: MG (MinasGerais, 2010g); BR (Brasil, 2003b); IUCN (IUCN, 2014)

Nome do Táxon	Nome popular	Grau de Ameaça		
		MG	BR	IUCN
Didelphiomorpha				
Didelphidae				
	<i>Didelphis albiventris</i> Lund, 1840			
	<i>Gracilinanus agilis</i> (Burmeister, 1854)			
	<i>Marmosops incanus</i> (Lund, 1840)			
	<i>Micoureus demerarae</i> (Thomas, 1905)			
Pilosa				
Mirmecophagidae				
	<i>Myrmecophaga tridactyla</i> Linnaeus, 1758	VU	VU	VU
	<i>Tamandua tetradactyla</i> (Linnaeus, 1758)			
Cingulata				
Dasypodidae				
	<i>Dasypus novemcinctus</i> Linnaeus, 1758			
	<i>Dasypus septemcinctus</i> Linnaeus, 1758			
	<i>Euphractus sexcinctus</i> (Linnaeus, 1758)			
Artiodactyla				
Cervidae				
	<i>Mazama americana</i> (Erxleben, 1777)			
	<i>Mazama gouazoubira</i> (G. Fischer, 1814)			
Primates				
Atelidae				
	<i>Alouatta guariba</i> (Humboldt, 1812)			
Callitrichidae				
	<i>Callithrix penicillata</i> (É. Geoffroy, 1812)			
Cebidae				
	<i>Sapajus apella</i> (Linnaeus, 1758)			
Pitheciidae				
	<i>Callicebus personatus</i> (É. Geoffroy, 1812)	EP	VU	VU
Carnivora				
Canidae				
	<i>Cerdocyon thous</i> (Linnaeus, 1766)			
	<i>Chrysocyon brachyurus</i> (Illiger, 1815)	VU	VU	NT
	<i>Lycalopex vetulus</i> (Lund, 1842)			
Felidae				
	<i>Leopardus pardalis</i> (Linnaeus, 1758)	VU	VU	
	<i>Panthera onca</i> (Linnaeus, 1758)	CR		NT
	<i>Puma concolor</i> (Linnaeus, 1771)	VU	VU	
	<i>Puma yaguaroundi</i> (É. Geoffroy, 1803)			
Mustelidae				
	<i>Eira barbara</i> (Linnaeus, 1758)			
	<i>Galictis vittata</i> (Schreber, 1776)			
	<i>Lontra longicaudis</i> (Olfers, 1818)	VU		
Procyonidae				
	<i>Nasua nasua</i> (Linnaeus, 1766)			
	<i>Procyon cancrivorus</i> (G. Cuvier, 1798)			
Chiroptera				
Molossidae				
	<i>Molossus molossus</i> (Pallas, 1766)			
Phyllostomidae				
	<i>Artibeus lituratus</i> (Olfers, 1818)			
	<i>Artibeus planirostris</i> (Spix, 1823)			
	<i>Carolia perspicillata</i> (Linnaeus, 1758)			
	<i>Desmodus rotundus</i> (É. Geoffroy, 1810)			
	<i>Glossophaga soricina</i> (Pallas, 1766)			
	<i>Mesophylla macconnelli</i> (Thomas, 1901)			
	<i>Platyrrhinus lineatus</i> (É. Geoffroy, 1810)			
	<i>Vampiressa pusilla</i> (Wagner, 1843)			

Vespertilionidae		
	<i>Myotis nigricans</i> (Schinz, 1821)	morcego
Lagomorpha		
Leporidae		
	<i>Sylvilagus brasiliensis</i> (Linnaeus, 1758)	tapeti
Rodentia		
Caviidae		
	<i>Hydrochoeuis hydrochaeris</i> (Linnaeus, 1766)	capivara
Cricetidae		
	<i>Calomys tener</i> (Winge, 1887)	rato do chão
	<i>Cerradomys subflavus</i> (Wagner, 1842)	rato do chão
	<i>Rhipidomys mastacalis</i> (Lund, 1840)	rato da árvore
Cuniculidae		
	<i>Cuniculus paca</i> (Linnaeus, 1766)	paca
Echimyidae		
	<i>Thricomys apereoides</i> (Lund, 1839)	rabudo
Sciuridae		
	<i>Guerlinguetus aestuans</i> (Linnaeus, 1766)	esquilo

## **Apêndice 01: Guia de Campo - Aves Aquáticas da APA Carste de Lagoa Santa**

O ecoturismo é uma atividade destinada à visitação de áreas naturais para apreciação e interação com a natureza (EMBRATUR/IBAMA, 1994). A busca por esse tipo de atividade tem se intensificado bastante nos dias atuais, principalmente devido ao padrão de vida tumultuado da população nos grandes centros urbanos (Ladeira et al., 2007). O ecoturismo pode ajudar nos esforços de conservação, pois as pessoas se tornam não só mais receptivas a entender a história natural, que engloba as inter-relações entre espécies e entre estas e o meio, mas também atentam para a necessidade de conservação desses ambientes naturais (IBAMA, 1999).

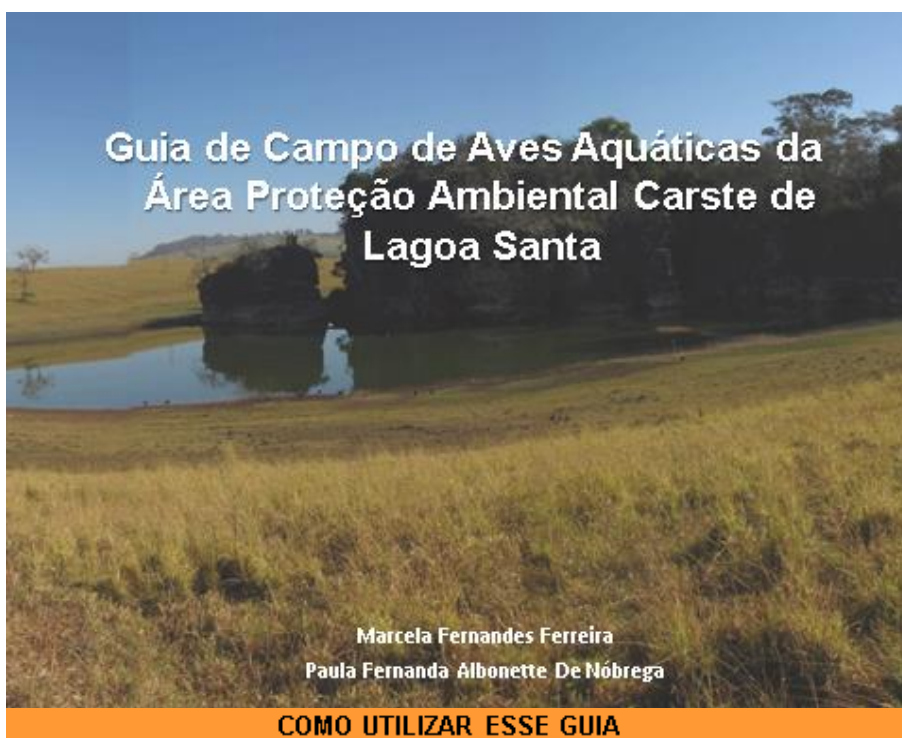
A Interpretação Ambiental é uma ferramenta da Educação Ambiental utilizada para divulgar o conhecimento para diferentes setores da sociedade. Essa ferramenta é muito aplicada em trilhas em áreas protegidas e consiste na observação e interpretação de fenômenos naturais, de uma linguagem técnica ou científica, para uma linguagem mais popular. Por meio da interpretação ambiental é possível integrar as pessoas ao meio ambiente, de forma educativa ou lúdica, provocando o interesse na conservação do ambiente (Ham, 1992).

O conhecimento gerado pela interpretação ambiental ajuda a criar um “senso de pertencimento” das pessoas com o ambiente, promovendo mudanças de atitudes e estimulando a adoção de práticas sustentáveis (Ham, 1992).

Alguns meios de comunicação podem ser utilizados para alcançar os objetivos da interpretação ambiental, como condutores em trilhas guiadas, audiovisuais, palestras, trilhas autoguiadas, exposições, folhetos e guias de campo (Siqueira, 2004). Os guias de campo podem orientar a observação da fauna, da flora ou de outros aspectos socioambientais (Pereira, 2007).

O desenvolvimento do Guia de Campo das Aves Aquáticas da APA Carste de Lagoa Santa teve por objetivo despertar o interesse pela conservação da área por meio do estímulo à observação e identificação de aves aquáticas. Além de divulgar informações e curiosidades sobre as espécies e seu comportamento em ambiente natural, e despertar a curiosidade e o interesse da comunidade pelas aves aquáticas de modo a conquistar parceiros na luta pela preservação dessas espécies e do ambiente onde vivem.

Algumas páginas do guia de campo são apresentadas abaixo:



Esse guia de campo busca fornecer informações relevantes sobre as cerca de 39 espécies de aves aquáticas que podem ser observadas nas lagoas temporárias e permanentes da Área de Proteção Ambiental (APA) Carste de Lagoa Santa. Buscamos, com essa publicação, incentivar a prática de observação desse grupo de aves, valorizar e estimular a visita às lagoas presentes na APA e demais Unidades de Conservação presentes na área.

Todas as espécies estão identificadas por seu nome popular e científico, seguindo a nomenclatura adotada pelo Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos de 2014 (CBRO), disponível em <http://www.cbro.org.br/CBRO/index.htm>. As espécies estão organizadas por família, com

informações sobre tamanho, característica marcante para identificação, comportamento, distribuição, alimentação, categoria de ameaça e status migratório.

As fotos presentes nesse guia foram selecionadas com o intuito de facilitar a identificação das espécies em campo.

## A ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL CARSTE DE LAGOA SANTA

A Área de Proteção Ambiental (APA) Carste de Lagoa Santa compreende parte dos municípios de Lagoa Santa, Pedro Leopoldo, Matozinhos, Funilândia e Confins (19°33'5.33"S 43°58'54.38"O) (IBAMA, 1998), totalizando cerca de 35.600 ha. Foi criada com o intuito de proteger a biodiversidade, organizar o processo de uso e ocupação do solo, além de garantir o uso sustentável dos recursos naturais (SNUC, 2000). É considerada área de extrema importância para a conservação da biodiversidade (Drummond et al. 2005). Um dos fatores que torna a APA uma área de interesse à pesquisa e à conservação é que ela está localizada em uma das regiões brasileiras mais importantes em termos de paisagem

cárstica carbonática (Berbert-Born, 2002). Devido à essa característica cárstica, há um sistema formado por aproximadamente 60 lagoas cársticas (Dornas e Figueira, 2012). Essas lagoas são estruturas naturais que se formaram na região por meio de dois processos geológicos, via dissolução das rochas carbonáticas e por abatimento (Berbert-Born, 2002). Em sua maioria possuem características temporárias, com ciclos anuais ou pluvianais, condicionados pelo regime pluviométrico. Devido a característica temporária das lagoas, elas possuem tipos de habitats diferentes ao longo do ano, o que possibilita a utilização da mesma lagoa por diversos grupos de aves.

5

## AVES AQUÁTICAS

As aves pertencem ao grupo dos vertebrados, são bípedes, ovíparos, possuem asas, bico, ossos pneumáticos, corpo coberto por penas e a temperatura do corpo é constante, independente da variação do clima do ambiente.

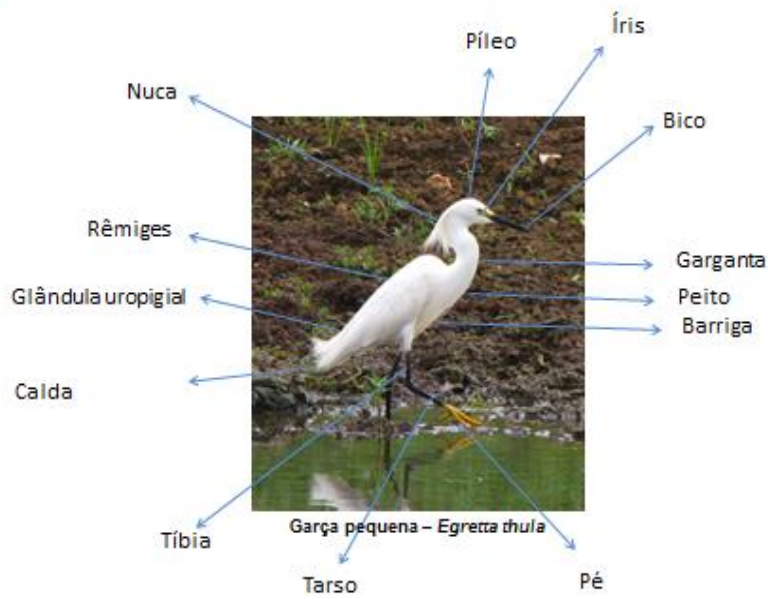
Outra característica é a presença da glândula uropigial, que se localiza na base da cauda e tem a função de produção de óleo para impermeabilizar as penas, fazendo com que as aves não se afoguem. Além disso, as aves possuem uma estrutura de penas que permitem um fluxo de ar e ossos leves para facilitar o voo.

As aves aquáticas são aquelas que habitam lugares úmidos. Seja para reproduzir, se alimentar, ou se proteger de predadores. As aves que habitam esses ambientes desenvolveram algumas adaptações a fim de manter sua sobrevivência, como presença de membranas entre os dedos para facilitar a natação.



8

## ESTRUTURA DAS AVES



9

## Asa branca - *Dendrocygna autumnalis*

Pouco preocupante



Sua face é cinzenta, a barriga preta e tem grande mancha branca na asa, visível apenas quando a ave voa. Tem bico e pés vermelhos. O juvenil possui as cores do corpo mais apagadas e o bico cinza escuro.

São encontrados nos brejos, rios e baías.

**Tamanho:** Cerca de 48cm de comprimento.

**Alimentação:** Pequenas sementes e folhas, larvas de insetos e pequenos crustáceos.

**Reprodução:** Constrói ninho em ocos de árvores. A fêmea faz uma postura de 16 ovos, e a incubação varia de 26 a 31 dias.

**Comportamento:** Vivem em enormes bandos. Tem o hábito de empoleirar regularmente para descansar. Além disso, bandos desse grupo aquecem ao sol para se secarem.



14

## Marreca de bico roxo - *Nomonyx dominicus*

Pouco preocupante



Os machos da espécie possuem a cabeça e o pescoço castanhos, face preta e o bico bastante azul. As fêmeas, possuem duas faixas pretas próximo aos olhos e bico

Vive em lagoas com vegetação e pastos alagados.

**Tamanho:** Cerca de 37 cm de comprimento.

**Alimentação:** Plantas e invertebrados.

**Reprodução:** A fêmea faz uma postura de 8 a 14 ovos, que são chocados pelo casal.

**Comportamento:** Vivem aos pares ou grupos de até 20 indivíduos. Tem o hábito de se esconder na vegetação densa.



18

## Mergulhão pequeno - *Tachybaptus dominicus*

Pouco preocupante



Possui coloração acinzentada com olhos amarelos alaranjados.

Vive em qualquer massa d'água até em poços artificiais bem pequenos. Só não é encontrado em áreas úmidas cobertas por plantas aquáticas.

**Tamanho:** Cerca de 21 a 28cm de comprimento.

**Alimentação:** Pequenos peixes, insetos aquáticos, e girinos. Captura seu alimento geralmente sob a água.

**Reprodução:** Faz um volumoso ninho flutuante onde faz a postura de 4 a 8 ovos com incubação de 21 dias.

**Comportamento:** Apesar das asas pequenas, voam entre lagos isolados. Encontrado solitário, aos pares ou em grupos familiares.



19

## **Referências Bibliográficas**

EMBRATUR/IBAMA, 1994. Diretrizes para uma política nacional de ecoturismo  
EMBRATUR/IBAMA, Brasília.

HAM, S.H., 1992. Environmental interpretation - a practical guide for people with big ideas and small budgets. North American Press, Golden.

IBAMA, 1999. Guia de chefe: manual de apoio ao gerenciamento de unidades de conservação federais. IBAMA/GTZ, Brasília.

LADEIRA, A.S. et al., 2007. O perfil dos visitantes do Parque Estadual do Ibitipoca (PEIb), Lima Duarte, MG. *Árvore*, vol. 31, no. 6, p. 1091-1098.

PEREIRA, M.A., 2007. Diversas publicações se dedicam a orientar turistas na observação da natureza. *Ciência e Cultura*, vol. 59, no. 3, p. 13-15.

SIQUEIRA, L.F., 2004. Trilhas interpretativas interpretativas: uma vertente responsável do (eco)turismo. *Caderno Virtual de Turismo*, vol. 4, no. 4, p. 79-87.

## Apêndice 02 – Fotos das Aves Aquáticas da Área de Proteção Ambiental Carste de Lagoa Santa

Fotos das Aves Aquáticas da Área de Proteção Ambiental Carste de Lagoa Santa. Autoria: Paula Nóbrega





*Tachybaptus dominicus*



*Podilymbus podiceps*



*Mycteria americana*



*Phalacrocorax brasilianus*



*Aninga anhinga*



*Nycticorax nycticorax*



*Butorides striatus*



*Bubulcus ibis*



*Ardea cocoi*



*Ardea alba*



*Syrigma sibilatrix*



*Egretta thula*



*Phimosus infuscatus*



*Theristicus caudatus*



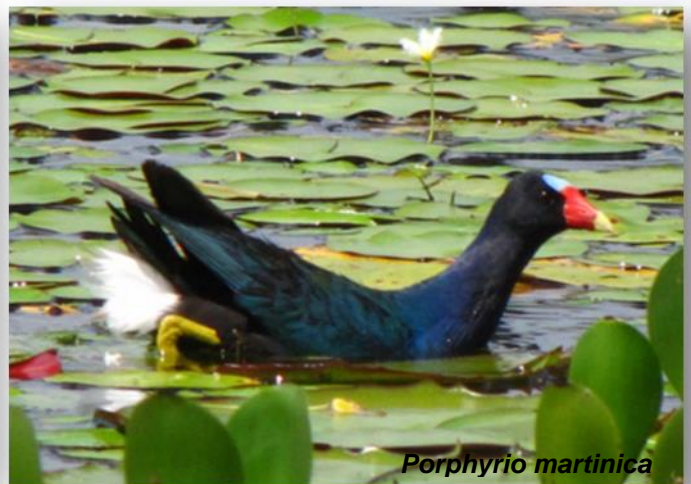
*Platalea ajaja*



*Aramus guarauna*



*Gallinula galeata*



*Porphyrio martinica*





*Tringa solitaria*



*Tringa melanoleuca*



*Tringa flavipes*



*Jacana jacana*



*Gelochelidon nilotica*



*Megaceryle torquata*



*Chloroceryle amazona*