

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Instituto de Biociências

Departamento de Zoologia

Trabalho de conclusão de curso de bacharelado em Ciências Biológicas

Aline Goulart Rodrigues

Urbanização como moduladora da diversidade de aves de uma
cidade

Porto Alegre, 4 de dezembro de 2013.

Urbanização como moduladora da diversidade de aves de uma cidade

Orientador: Márcio Borges Martins

Co-orientador: Felipe Zilio

Banca examinadora:

Profa. Dra. Sandra Maria Hartz (UFRGS)

Dr. Jan Karel Felix Mähler Junior

Porto Alegre, 4 de dezembro de 2013.

Agradecimentos

Gostaria de primeiramente agradecer ao professor Márcio e o Felipe Zilio por terem aceitado me orientar e me ajudar nesse desafio pessoal. Ambos foram muito importantes no processo de aprendizagem dentro da ornitologia (área nova para mim) e nunca aprendi tanto, podem ter certeza. Ao Zilio, especialmente, por ter acompanhado do início ao fim, também me acompanhando no campo, o que fez muita diferença.

À minha família, especialmente aos meus pais, por toda ajuda e compreensão nos momentos de estresse. À minha irmã e meu cunhado Jaques, que mesmo morando longe, sempre me deram apoio.

Aos colegas do laboratório de ecologia de interações por todos esses anos de amizade e ao professor Milton, meu grande mestre, obrigada por me orientar e me ensinar tudo que sei sobre ecologia de galhadores. Ao Adriano, meu conselheiro e amigo.

Aos meus colegas do Patas Dadas, por todo apoio nesse processo e amizade. Desde que entrei nesse projeto voltei a acreditar que as pessoas podem ser boas e podem ajudar o próximo sem pedir nada em troca.

Aos meus amigos, Paulo Barradas, Fábio Melo e Renata Augustin pela ajuda. À Graziela Lock e Sandra Mara, por terem me acolhido em suas casas quando eu mais precisei. À Danielle Franco, por todo auxílio e amizade.

À professora Sandra Hartz por todo o apoio.

Manuscrito formatado conforme normas de submissão da Revista Brasileira de Ornitologia.

Urbanização como moduladora da diversidade de aves de uma cidade

Aline Goulart Rodrigues¹, Felipe Zilio², Márcio Borges Martins³

¹ Graduação em Ciências Biológicas, Departamento de Zoologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil.

² Doutor em Biologia Animal, Departamento de Zoologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil.

³ Professor adjunto, Departamento de Zoologia, Universidade do Rio Grande do Sul, Brasil.

Resumo:

A urbanização pode ser classificada como um aumento da habitação humana, associada com o aumento do consumo de energia e extensiva modificação da paisagem, sendo um sistema com recursos diferentes do que existia anteriormente. Nosso objetivo foi avaliar como as características de um ecossistema urbano, como ruído, arborização e quantidade de predadores domésticos afetam a composição, riqueza e abundância de aves de uma cidade. A relação entre as variáveis ambientais e composição das espécies foi avaliada através de uma análise de correspondência canônica (CCA), enquanto regressões lineares generalizadas foram realizadas para avaliar a influência destas variáveis sobre a abundância das espécies e a riqueza. Foram registradas 101 espécies no município de Canoas distribuídas em 38 famílias. Dentre as espécies encontradas 14 foram registradas apenas de forma ocasional. Houve uma distinção entre espécies que ocupam áreas abertas e úmidas de espécies que habitam áreas mais arborizadas. As espécies de áreas abertas e úmidas estão mais associadas à ambientes com mais ruído do

que mais arborizados. O ruído teve relação negativa com a abundância e a riqueza por ponto de contagem. Abundância de predadores domésticos não teve influência sobre a riqueza e abundância de aves da cidade. Compreendendo de que maneira a avifauna utiliza esse ecossistema e como ela varia conforme o grau de urbanização, podemos criar estratégias de mitigação e conservação eficazes para o manejo de espécies raras ou com hábitos específicos.

Palavras-chave: avifauna, distúrbio antropogênico, riqueza, abundância, composição

Abstract:

The urbanization, classified as an increase in the human habitation, associated with the energy consumption increase and extensive modification of landscape, generating a system with different resources than previously existed. Our goal was estimate how the urban ecosystem's characteristics, as noise, afforestation and quantity of domestic predators affect the composition, richness and abundance of birds in the city. The measuring of the relationship between environmental variables and species composition was performed through Canonical correspondence analysis (CCA), and generalized linear regressions were realized to evaluate the influence of these variables on species abundance and richness. 101 species distributed in 38 families were recorded in the Canoas city. Among all the species found, 14 showed only on an occasional basis. We observed a distinction between species that occupy open and humid areas and that inhabit forested areas. The species of open and humid areas are associated with more noise than forested. The noise had negative relationship with an abundance and richness for count point. Abundance of domestic predators did not have influence in the richness and abundance of birds. Understand how the birds use this ecosystem and how it varies according to the degree of urbanization can lead to mitigation strategies for effective conservation and management of rare species or species with specific habits.

Keywords: anthropogenic disturbance, richness, abundance, composition

Lista de figuras

Figura 1.....	34
Figura 2.....	35
Figura 3.....	36
Figura 4.....	37
Figura 5.....	38
Figura 6	39

Lista de tabelas

Tabela 1.....	24
Tabela 2	25

Sumário

Introdução.....	10
Material e Métodos.....	12
Área de estudo	12
Amostragem.....	13
Análise de dados	15
Resultados.....	16
Discussão	17
Referências Bibliográficas.....	20

Introdução

A urbanização pode ser classificada como um aumento da habitação humana, associada com o aumento do consumo de energia e extensiva modificação da paisagem, criando um sistema que não usa os mesmos recursos do sistema que existia antes desse processo (McDonnell e Pickett 1990). Além disso, de todas as atividades humanas, a urbanização é a maior causa de homogeneização biótica. O distúrbio causado pelo crescimento das cidades não somente destrói o habitat de espécies nativas, como cria habitats favoráveis a poucas espécies adaptadas a esse tipo de ambiente. Essa troca de espécies nativas por espécies não nativas promove homogeneização biótica em diferentes escalas espaciais (McKinney 2006).

O distúrbio antropogênico também pode gerar mudanças fisiológicas nas espécies de aves, podendo levar ao declínio das populações e mesmo extinção local de espécies mais sensíveis. Essas alterações podem variar conforme a história de vida de cada espécie (Bisson *et al.* 2011, Chávez-Zichinelli *et al.* 2013). Processos como dispersão e reprodução em um mosaico urbano dependem do grau de tolerância aos diferentes ambientes formados. Espécies mais tolerantes podem vir a ocupar um grande número de ambientes, enquanto que espécies mais sensíveis tem restrição quanto à ocupação desses. Os processos são dinâmicos e a comunidade está sujeita a uma série de eventos como invasões, recolonizações e extinções locais (Accordi 2001).

Alterações nas interações das espécies podem gerar efeitos em cascata que causam consequências para a comunidade. Em cidades européias, por exemplo, a avifauna adaptada à dominância de predadores aéreos (*e.g.* falcões e gaviões) modificou o comportamento de vocalização em resposta a alteração na dominância para

predadores cursoriais (*e.g.* gatos) decorrentes da urbanização (Møller 2011). Como consequência, aves em ambientes urbanos passaram a utilizar poleiros mais elevados (e mais seguros) que seus coespecíficos em áreas rurais (Møller 2011).

Por outro lado, cidades não são ambientes homogêneos. Ao contrário, possuem um zoneamento decorrente do tipo de atividade ou uso dado a determinado espaço ou região (*e.g.* parques, zona industrial, zona residencial). Dessa maneira, em ambientes urbanos, a avifauna é dependente das características locais, geralmente relacionadas com o grau de urbanização de cada região (Rolando *et al.* 1997, Álvarez e Fors 2009, Fontana *et al.* 2011). Fatores como o grau de arborização (densidade de árvores), os níveis de ruído e a densidade populacional podem afetar a composição da assembleia de aves (Fontana *et al.* 2011), bem como fatores comportamentais, como escolha de lugares para nidificação (Rolando *et al.* 1997).

O ruído cria uma nova pressão seletiva nas espécies de aves que usam sinais acústicos para alcançar sucesso reprodutivo (Slabbekoorn e Peet 2003). Dependendo da capacidade de aprendizagem, as espécies podem se adaptar a um novo ambiente sonoro e se estabelecer em ambientes urbanos. Porém, espécies nas quais falta a plasticidade de aprendizagem, podem sofrer de mascaramento de suas vocalizações pelo ruído. Para estas espécies o ruído antropogênico pode reduzir as oportunidades para reprodução (no caso de espécies que dependem da vocalização para chamado para acasalamento) e contribui para o declínio da assembleia local (Slabbekoorn e Peet 2003).

O conhecimento de que maneira a avifauna utiliza o ecossistema urbano e como ela responde ao grau de urbanização é importante para esta parcela da diversidade de nossas cidades. Um conhecimento detalhado das respostas das diferentes espécies é essencial para que se possam criar estratégias de mitigação e conservação eficazes para o manejo de espécies raras ou com hábitos específicos.

Embora a avifauna e sua relação com o ambiente urbano seja relativamente bem estudada no hemisfério norte (Marzluff *et al.* 2001, Chace e Walsh 2006), na América do Sul ainda há poucos estudos abordando esta relação (Torga *et al.* 2007, Fontana *et al.* 2011, Sacco 2012). Assim, nosso objetivo foi avaliar como as características de um ecossistema urbano, como ruído, arborização, quantidade de predadores domésticos e movimento de carros e pedestres afetam a composição, riqueza e abundância de aves de uma cidade. Nossas hipóteses são que: 1) ambientes urbanizados com grande distúrbio sonoro e com pouca arborização suportam uma menor riqueza de aves; 2) abundância de aves em ambientes urbanizados diminui proporcionalmente ao aumento do ruído; 3) a quantidade de predadores domésticos afeta negativamente a riqueza e abundância de aves de uma região, 4) espécies de hábitos generalistas tem maior probabilidade de ocupar nichos em ambientes com distúrbio antropogênico, como o urbano, do que espécies dependentes de ambientes específicos com menor intervenção humana.

Material e Métodos

Área de estudo

O município de Canoas (29° 55' 12" S, 51°10'48" O) está localizado na região metropolitana de Porto Alegre e encontra-se no bioma Pampa, o qual ocupa 63% do território do estado do Rio Grande do Sul. Canoas é banhado pelo rio dos Sinos e rio Gravataí e situada na Bacia do Guaíba. Localiza-se na Depressão Central, porém a região é área de transição entre a Planície Costeira e o Planalto Meridional (Prefeitura

de Canoas 2013). O clima é temperado úmido com verão quente, do tipo *Cfa* (Köppen, 1918).

Segundo o censo de 2010 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a cidade possui uma população de 323.827 habitantes, uma área de 131.096 km² e densidade demográfica de 2.470,13 hab/ Km².

Como histórico de estabelecimento da cidade consta que em 1733, Francisco Pinto Bandeira tomou posse das terras situadas entre os rios Gravataí e Sinos, instalando a “Fazenda do Gravataí” na mesma área hoje ocupada pelo município de Canoas. O povoamento urbano iniciou-se por volta de 14 de abril de 1874, quando este território ainda estava sob a administração do Município de Porto Alegre, nessa época havendo a inauguração do primeiro trecho da estrada de ferro que ligaria São Leopoldo a Porto Alegre. Em 1939, Canoas é elevada à categoria de município (Prefeitura de Canoas 2013).

Amostragem

As amostragens ocorreram no mês de setembro de 2013, iniciando ao amanhecer local e terminando às 10:00 da manhã. A avifauna foi amostrada pelo método de pontos de contagem, que consiste em um observador em um local registrando todas as aves avistadas e escutadas em uma distância fixa ou não (Ralph *et al.* 1993). A duração de amostragem em cada ponto foi de 10 min usando um raio fixo de 50 m para detecção das aves (auditiva ou visualmente) (Ralph *et al.* 1993). Foram contabilizadas todas as aves visualizadas ou ouvidas, exceto aquelas sobrevoando o ponto a uma altura superior a 20 m, que foram anotadas como espécies ocasionais, registradas somente para fins

qualitativos. Em cada ponto foi mensurado: 1) o ruído médio (com decibelímetro foram realizadas três medidas de ruído: início da amostragem e depois de decorridos 5 min e 10 min); 2) arborização; 3) fluxo de carros e pedestres na área do ponto (contabilizado durante um min após a realização da amostragem da avifauna); e 4) abundância de cães e gatos na área do ponto (contabilizados durante todo o período de amostragem). A arborização foi mensurada através do registro do número de árvores na área do ponto e também através de estimativa em imagens de satélite (Google Earth) utilizando-se quatro categorias de abundância: 1) de 0 a 20 árvores; 2) de 21 a 30 árvores; 3) de 31 a 50 árvores; 4) de 51 a 100 árvores; 5) mais de 100 árvores. Foram contabilizados somente cães e gatos dentro das propriedades privadas ou área pública dentro do raio do ponto de contagem.

A amostragem da avifauna ocorreu em 118 pontos de contagem, gerados aleatoriamente com base em 60 cartas georreferenciadas de 1,1 km² (Projeto Geo Canoas 2013). Foram utilizadas somente 60 cartas que estavam inteiramente inseridas nos limites do município. Cada carta, por sua vez, encontra-se subdividida em quadrantes de 0,4 km² de área, os quais foram sorteados para definição das unidades amostrais. De modo a abranger toda a área urbana do município foram sorteados dois quadrantes em cada carta (através de uma função de geração de números aleatórios). Em cada quadrante, foi utilizado o ponto da coordenada central como unidade amostral (ponto de contagem), desde de que o mesmo estivesse em uma área de acesso público, ou seja, rua, calçada ou praça. Os pontos que ocorreram em área privada ou inacessível (p.ex. rio, lago), foram deslocados para a área pública mais próxima, sempre respeitando uma distância de *ca.* de 200 m para manter a independência entre as unidades amostrais. Dois pontos não puderam ser amostrados pois caíram em

propriedades privadas e não foi encontrado acesso público onde pudesse ser feita a amostragem.

Análise de dados

Foi feita uma análise de correspondência entre a composição de espécies nas unidades amostrais. A relação entre a composição da assembleia de aves e a variáveis que representam a urbanização foi analisada através de uma análise de correspondência canônica, utilizando presença e ausência das espécies nos pontos. Nessa análise foram realizadas 1000 permutações para testar a significância dos eixos. As variáveis representativas do grau de urbanização utilizadas nesse estudo foram: 1) nível médio de ruído (tabela 1); 2) categoria de arborização (figura 1); 3) tráfego (carros/min); 4) fluxo de pedestres (pedestres/min); e 5) abundância de cães e gatos. A influência da urbanização sobre a riqueza e abundância das aves (variáveis resposta) foi analisada por meio de modelos lineares generalizados (GLM). Para reduzir o efeito de valores extremos (*outliers*), a abundância e a riqueza de aves e a média do ruído passaram por transformação logarítmica para realização das análises. De modo a evitar multicolinearidade entre as variáveis, foi testada a correlação entre as variáveis, de modo que tráfego (carros/min) e fluxo de pedestres (pedestres/min), variáveis correlacionadas com nível médio de ruído ($R = 0,63$; $p < 0,01$; $R = 0,25$; $p < 0,01$; respectivamente), foram retiradas das análises. Todas as análises foram realizadas nos programas Past (Hammer *et al.* 2001) e R (Core Team 2013).

Resultados

Foram registradas 101 espécies de aves distribuídas em 38 famílias, sendo 14 registradas apenas de forma ocasional (Tabela 2). *Tyrannus savana*, espécie residente de verão no Rio Grande do Sul, foi registrada ocasionalmente depois de realizadas as amostragens, já que em setembro a espécie provavelmente ainda não estava presente na cidade. Foi registrado um número total de 2897 indivíduos nos 118 pontos de contagem. A maioria das espécies (33,64%) utilizam áreas abertas e campos (Figura 2) e possuem dieta onívora (31,68%) (Figura 3). As espécies mais abundantes foram: 1) *Passer domesticus* (568 indivíduos), que representou 19,60% da abundância total registrada, 2) *Molothrus bonariensis* (315 ind.); 3) *Pitangus sulphuratus* (165 ind.), 4) *Furnarius rufus* (154 ind.); e 5) *Turdus rufiventris* (119 ind.) (Figura 4).

A correspondência entre a composição das espécies por ponto de contagem revelou uma separação entre espécies que habitam ambientes úmidos para as que utilizam os demais ambientes. Contudo, os dois primeiros eixos explicaram somente 16,7% da variação dos dados (eixo 1 = 10,2%, eixo 2 = 6,5%) (Figura 5). Os eixos da análise de correspondência canônica acerca da composição de espécies e variáveis ambientais explicaram 99,98% da variação, sendo que o eixo 1 explicou 67,93% da variação e foi significativo ($p < 0,05$). Houve uma distinção entre dois grupos de espécies, as que estão em ambiente com maior quantidade de árvores e outras com maior média de ruído na cidade. As aves que são mais associadas com o ruído são características, em sua grande maioria, de áreas úmidas, e aquelas associadas positivamente à categoria de arborização são espécies mais associadas a ambiente de matas e capoeiras. A abundância de cães e gatos é relacionada ao eixo 2, não sendo

significativa a relação dessa variável com a composição de espécies para esta análise (Figura 6).

A análise de regressão linear generalizada revelou um efeito negativo significativo entre a interação da média do ruído com a segunda categoria de arborização (21 a 30 árvores) sobre a abundância das espécies ($p = 0,004$) (Abundância = $5.2665 - 3.3772 * \text{Categoria 2: Log(ruído)}$). Para a riqueza, somente a média do ruído resultou significativa ($p = 0,03$), sendo essa relação também negativa (Riqueza = $50.5826 - 23.4565 * \text{Log(ruído)}$).

Discussão

Houve distinção entre as espécies que ocupam áreas abertas e úmidas e as espécies que habitam áreas mais arborizadas na cidade. As espécies de áreas abertas e úmidas, tais como *Rostrhamus sociabilis*, *Phimosus infuscatus*, *Plegadis chihi*, foram mais associadas aos ambientes com maior nível de ruído do que aos mais arborizados. Não foi possível inferir se as espécies seguem algum gradiente de urbanização ou de áreas úmidas, já que não avaliamos quais ambientes tinham na cidade. Embora possa existir, além de um gradiente de urbanização, um gradiente de áreas úmidas, este último pode não exercer influência na riqueza, abundância ou diversidade funcional de aves (Sacco 2012).

O ruído e outros tipos de atividade humana podem restringir o estabelecimento de aves em cidades (Álvarez e Fors 2009, Fontana *et al.* 2011). Em Canoas, somente o ruído, dentre as variáveis ambientais testadas, parece ter influência sobre a riqueza e abundância de aves, sendo essa negativa. Algumas espécies estavam presentes em

ambientes com maior ruído, como espécies de áreas abertas e úmidas. Para estas, talvez o ruído não exerça influência direta, por não dependerem da vocalização para reprodução. Muitas destas áreas, na região periférica de Canoas, estão próximas à rodovias ou com rodovias em implantação, como a rodovia do Parque, em processo de andamento em áreas próximas a banhados e áreas de cultivo de arroz. Outro local com grande distúrbio sonoro é a BR-386, conhecido como Tabai - Canoas, onde há extensas porções de áreas abertas e áreas úmidas, o que pode explicar a relação entre o ruído e a distribuição de espécies desse tipo de ambiente.

O ruído reduz a riqueza de espécies e leva à diferenciação da assembleia (Francis *et al.* 2009) Esse fator indiretamente facilita o sucesso de indivíduos em áreas ruidosas por afetar as interações predador-presa, tendo consequências em cascata na comunidade. Espécies que produzem ninhos em cidades podem ter suas vocalizações mascaradas pelo ruído, assim dificultando a localização por predadores e tendo sucesso reprodutivo maior (Francis *et al.* 2009). Porém, no município de Canoas não foi possível detectar essa influência indireta positiva para a riqueza de espécies. O ruído se apresenta como um novo recurso evolucionário de interferência acústica, assim influenciando a ecologia e evolução de muitos animais. Além da perda de comunicação, esse fator interfere na detecção de sinais de perigo e eleva os níveis de estresse (Slabbekoorn e Ripmeester 2008).

Embora a arborização pareça ter influencia na composição das espécies, no município de Canoas, a avifauna não parece ter a mesma relação observada em outros estudos, nos quais áreas verdes maiores (mais arborizadas) tiveram uma maior riqueza de aves associada (Santos e Cademartori 2010, Fontana *et al.* 2011) .Historicamente, a região era dominada por fazendas e plantações, não sendo uma cidade com amplas áreas florestadas. Tampouco a topografia local se assemelha muito a áreas próximas, como a

cidade de Porto Alegre, cuja presença de morros graníticos favorece a ocorrência de florestas nas encostas. Devido a estas características, o grau de arborização parece ser menos influente na riqueza e abundância geral da assembleia de aves na região de Canoas. Contudo, é importante levar em consideração quais espécies de árvores que ocorrem na região e o tipo de recurso alimentar e de nidificação fornecido pela flora arbórea, que pode ter mais influência sobre a avifauna que somente a quantidade de árvores presentes.

Mesmo que a presença de predadores como cães e gatos possa modificar a escolha por poleiros na vegetação por espécies, diferindo nos ambientes rurais para urbanizados (Møller 2011), nesse estudo não foi possível detectar se esse fator interfere na diversidade da aves, o que pode ter sido influenciado também pela subestimativa desses predadores e pelo número de indivíduos caçados não alterar a dinâmica da comunidade de aves em geral.

As espécies mais abundantes nesse estudo possuem na sua maioria hábito onívoro e também são mais sinantrópicas (Rolando *et al.* 1997), além de possuírem dietas menos específicas, tem maior facilidade de ocupação de nichos que espécies de ambientes mais restritos, como úmidos, com dietas mais especializadas. As espécies com maiores densidades tiveram maior sucesso em obter recursos que são evolutivamente novos para as espécies nativas (Blair 1996). *Passer domesticus* e *Columba livia* são exemplos de espécies nesse estudo que tiveram grande abundância e possuem grande plasticidade na ocupação de ambientes, pois conseguem ocupar ambientes com maior distúrbio. *Molothrus bonariensis*, além de dieta onívora, é parasita de ninhos (Sick 1997), o que lhe confere grande vantagem em ambientes com restrição de recursos.

Referências Bibliográficas

Accordi, A. I. (2001). Avifauna de três sítios contíguos na zona urbana do município de Canoas, RS. *Acta Biologica Leopoldensia*. 23: 59-68.

Álvarez, R.O., e I. M. Fors (2009). Living in the big city: Effects of urban land-use on bird community structure, diversity, and composition. *Landscape and Urban Planning*, 90: 189 - 195.

Bisson, I.-A. , L. K. Butler, T. J. Hayden, P. Kelley, J. S. Adelman, L.M. Romero, e M. C. Wikelski (2011) Energetic response to human disturbance in an endangered songbird. *Animal Conservation*, 2011: 1-8

Blair, R.B (1996) Land use and avian species diversity along an urban gradient. *Ecol Appl* 6:506–519

Chace, J.F., e J.J. Walsh (2006) Urban effects on native avifauna: a review. *Landscape and Urban Planning*. 74: 46-69.

Chávez-Zichinelli, C.A., I. M. Fors, J. Quesada, P. T. Rohana, M. C. Romano, R. Valdéz e J. E. Schondube (2013) How Stressed are Birds in an Urbanizing Landscape? Relationships Between the Physiology of Birds and Three Levels of Habitat Alteration. *The Condor*, 115(1):84-92.

Fontana, C.S., M.I. Burger, e W.E. Magnussom (2011) Bird diversity in a subtropical South-American City: effects of noise levels, arborisation and human population density. *Urban Ecosyst*. 14: 341-360.

Francis, C.D, C.P. Ortega e A. Cruz (2009). Noise pollution changes avian communities and species interactions. *Current Biology*. 19: 1415 – 1419.

Hammer, Ø., Harper, D.A.T. e Ryan, P.D (2001) PAST: paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontol. Electronica* 4. Disponível em: http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm (acesso em 9 de novembro de 2013).

IBGE (2010) Contagem da população 2010 – Canoas/RS. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidades>. Acessado em: 08/05/2013.

Köppen, W (1918) Klassifikation der Klimate nach Temperatur, Niederschlag und Jahresablauf (Classification of climates according to temperature, precipitation and seasonal cycle). *Petermanns Geogr. Mitt.* 64, 193-203, 243-248. Disponível em: www.koepen-geiger.vu-wien.ac.at. Acessado em: 06/06/2013

Marzluff, J.M., R. Bowman e R. Donnelly (2001) *Avian ecology and conservation in an urbanizing world*. Kluwer Academic Publishers, Boston.

McDonnell, M.J. e S.T. Pickett (1990) Ecosystem structure and function along an urban-rural gradient: an unexploited opportunity for ecology. *Ecology*, 7(4):1232-1237.

McKinney, M.L. (2006) Urbanization as a major cause of biotic homogenization. *Biological Conservation*, 127: 247-260.

Møller, A.P. (2011) Song Post Height in Relation to Predator Diversity and Urbanization. *Ethology*, 117: 1-10.

Prefeitura de Canoas (2013). Disponível em: <http://www.canoas.rs.gov.br/site/home> (acesso em 10 de outubro de 2013).

Projeto Geo Canoas (2013). Disponível em: <http://www.geo.canoas.rs.gov.br> (acesso em 11 de junho de 2013).

- R Development Core Team (2013) R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. Vienna. The R Project for Statistical Computing. <http://R-project.org/> (acesso em 4 de novembro de 2013).
- Ralph, C.J., G.R. Geupel, P. Pyle, T.E.Martin, e D.F. DeSante (1993) Handbook of field methods for monitoring landbirds. USDA. Pacific Southwest Research Station, California.
- Rolando, A., G. Maffei, C. Pulcher, e A. Giuso (1997) Avian community structure along na urbanization gradient. *Italian Journal of Zoology*, 64: 341 – 349.
- Sacco, A.G. (2012) Variáveis Urbanas na Estruturação de Assembleia de Aves. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Rio Grande do Sul
- Santos, M.F.B e C.V. Cademartori (2010) Estudo comparativo da avifauna em áreas verdes urbanas da região metropolitana de Porto Alegre, sul do Brasil. *Biotemas*, 23 (1): 181-195
- Sick, H (1997) *Ornitologia Brasileira*. Nova Fronteira, Rio de Janeiro.
- Slabbekoorn, H. e M. Peet (2003). Birds sing at a higher pitch in urban noise. *Nature*. 424: 267.
- Slabbekoorn, H. e E.A. Ripmeester (2008). Birdsong and anthropogenic noise: implications for conservation. *Mol. Ecol.* 17: 72-83.
- Torga, K., Franchin, A.G., e Marcal Junior O. (2007) Avifauna in a section of the urban area of Uberlandia, MG. *Biotemas*, 20: 7-17.

Vielliard, J. M. E. (2000) Bird community as an indicator of biodiversity: Results from quantitative surveys in Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 72 (3): 323-330.

Tabela 1: Médias e desvios padrão das variáveis utilizadas nas análises, exceto categoria de arborização.

	Média	Desvio padrão
Ruído (decibéis)	59,8	6,49
Abundância de cães e gatos	2,59	3,05
Riqueza de espécies por ponto	9,34	2,93
Abundância de indivíduos por ponto	24,55	21,68

Tabela 2: Espécies registradas em Canoas e suas respectivas abundâncias (número de indivíduos) e índices pontuais de abundância (indivíduos/ponto). A dieta e ambiente de forrageio seguem Sick (1997). Índice pontual de abundância calculado de acordo com Vielliard (2000).

Espécie	Abundância total	IP A	Dieta	Ambiente	Código
Anseriformes					
Anatidae					
<i>Callonetta leucophrys</i>	Ocasional		Onívoro	Banhado e lagos	Cal_leu
<i>Amazonetta brasiliensis</i>	5	0,042	Onívoro	Banhado e lagos	Ama_bra
Ciconiiformes					
Ciconiidae					
<i>Ciconia maguari</i>	Ocasional		Onívoro	Banhado	Cic_mag
Suliformes					
Phalacrocoracidae					
<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Ocasional		Piscívoro	Rios e estuários	Pha_bra
Pelecaniformes					
Ardeidae					
<i>Nycticorax nycticorax</i>	Ocasional		Carnívoro	Lagos, lagoas ou rios	Nyc_nyc
<i>Bubulcus ibis</i>	25	0,211	Insetívoro	Campos	Bul_ibi
<i>Ardea cocoi</i>	2	0,016	Carnívoro	Lagos, rios e estuários	Ard_coc
<i>Ardea alba</i>	3	0,025	Carnívoro	Rios, lagos e banhados	Ard_alb
<i>Syrigma sibilatrix</i>	Ocasional		Carnívoro	campos, arrozais	Syr_sib
Threskiornithidae					

<i>Plegadis chihi</i>	98	0,830	Carnívoro	Arrozais, banhados	Ple_chi
<i>Phimosus infuscatus</i>	120	1,016	Onívoro	Banhados	Phi_inf
<i>Platalea ajaja</i>	Ocasional		Carnívoro	Praias e manguezais	Pla_aja
Cathartiformes					
Cathartidae					
<i>Coragyps atratus</i>	3	0.025	Saprófago	Diverso, urbano	Cor_atr
Accipitriformes					
Accipitridae					
<i>Circus buffoni</i>	Ocasional		Carnívoro	Pântanos e campos	Cir_buf
<i>Rostrhamus sociabilis</i>	4	0.033	Malacófago	Brejos e campos alagados	Ros_soc
<i>Heterospizias meridionalis</i>	2	0.016	Carnívoro	Campos	Het_mer
<i>Rupornis magnirostris</i>	1	0.008	Carnívoro	Campos e matas	Rup_mag
Falconiformes					
Falconidae					
<i>Caracara plancus</i>	1	0.008	Onívoro	Áreas abertas	Car_pla
<i>Milvago chimachima</i>	1	0.008	Onívoro	Áreas abertas	Mil_chi
<i>Milvago chimango</i>	2	0.016	Carnívoro	Áreas abertas e campos	Mil_chim
<i>Falco sparverius</i>	Ocasional		Carnívoro	Campos	Fal_spa
Gruiformes					
Rallidae					
<i>Aramides saracura</i>	1	0.008	Onívoro	Matas e pântanos	Ara_sar
<i>Gallinula galeata</i>	2	0.016	Onívoro	Lagos e lagoas	Gal_gal
<i>Gallinula melanops</i>	1	0.008	Onívoro	Lagos e lagoas	Gal_gal
Aramidae					
<i>Aramus guarauna</i>	1	0.008	Malacófago	Campos alagados e	Ara_gua

pântanos

Charadriiformes**Charadriidae**

<i>Vanellus chilensis</i>	83	0.703	Carnívoro	Banhados e pastagens	Van_chi
---------------------------	----	-------	-----------	----------------------	---------

Recurvirostridae

<i>Himantopus melanurus</i>	6	0.050	Carnívoro	Banhados e áreas litorâneas	Him_mel
-----------------------------	---	-------	-----------	-----------------------------	---------

Scolopacidae

<i>Gallinago paraguaiaie</i>	Ocasional		Onívoro	Banhados e brejos	Gal_par
------------------------------	-----------	--	---------	-------------------	---------

Jacaniidae

<i>Jacana jacana</i>	17	0.144	Onívoro	Banhados e brejos	Jac_jac
----------------------	----	-------	---------	-------------------	---------

Columbiformes**Columbidae**

<i>Columbina talpacoti</i>	76	0.644	Granívoro	Àreas abertas e brejos	Col_tal
----------------------------	----	-------	-----------	------------------------	---------

<i>Columbina picui</i>	65	0.550	Granívoro	Campos	Col_pic
------------------------	----	-------	-----------	--------	---------

<i>Columba livia</i>	118	1.000	Granívoro, frugívoro	Diverso, urbano	Col_liv
----------------------	-----	-------	----------------------	-----------------	---------

<i>Patagioenas picazuro</i>	4	0.033	Granívoro, frugívoro	Capões e Matas de galeria	Pat_pic
-----------------------------	---	-------	----------------------	---------------------------	---------

<i>Zenaida auriculata</i>	118	1.000	Granívoro	Campos	Zen_aur
---------------------------	-----	-------	-----------	--------	---------

<i>Leptotila verreauxi</i>	1	0.008	Frugívoro	Capoeiras e campos	Lep_ver
----------------------------	---	-------	-----------	--------------------	---------

Psittaciformes**Psittacidae**

<i>Myiopsitta monachus</i>	33	0.279	Frugívoro	Campos com capões de mata	Myi_mon
----------------------------	----	-------	-----------	---------------------------	---------

<i>Amazona aestiva</i>	2	0.016	Frugívoro	Mata, palmais ou beira rio	Ama_aes
------------------------	---	-------	-----------	----------------------------	---------

Cuculiformes**Cuculidae**

<i>Piaya cayana</i>	1	0.008	Carnívoro	Matas	Pia_cay
<i>Crotophaga ani</i>	Ocasional		Carnívoro	Áreas abertas com capões de matas	Cro_ani

Guira guira

8	0.067	Carnívoro	Campos secos	Gui_gui
---	-------	-----------	--------------	---------

Strigiformes**Strigidae**

<i>Athene cunicularia</i>	1	0.008	Carnívoro	Campos e restingas	Athe_cun
---------------------------	---	-------	-----------	--------------------	----------

Apodiformes**Trochilidae**

<i>Chlorostilbon lucidus</i>	2	0.016	Nectarívoro	Capoeira e jardins	Chl_luc
<i>Hylocharis chrysura</i>	17	0.144	Nectarívoro	Matas e capoeiras	Hyl_chr

Apodidae

<i>Chaetura meridionalis</i>	4	0.033	Insetívoro	Áreas abertas, urbano	Cha_mer
------------------------------	---	-------	------------	-----------------------	---------

Piciformes**Picidae**

<i>Melanerpes candidus</i>	Ocasional		Insetívoro	Campos	Mel_can
<i>Veniliornis spilogaster</i>	1	0.008	Insetívoro	Matas	Ven_spi
<i>Colaptes melanochloros</i>	3	0.025	Insetívoro	Matas e áreas abertas	Col_mel
<i>Colaptes campestris</i>	22	0.186	Insetívoro	Campos	Col_cam

Passeriformes**Thamnophilidae**

<i>Thamnophilus ruficapillus</i>	2	0.016	Insetívoro	Campos e matas	Tha_ruf
<i>Thamnophilus caerulescens</i>	2	0.016	Insetívoro	Matas	Tha_cae

Furnariidae

<i>Furnarius rufus</i>	154	1.305	Insetívoro	Áreas abertas	Fur_ruf
<i>Schoeniophylax phryganophilus</i>	2	0.016	Insetívoro	Campos com árvores	Sch_phr
<i>Certhiaxis cinnamomeus</i>	9	0.076	Insetívoro	Áreas abertas	Cer_cin
<i>Synallaxis cinerascens</i>	1	0.008	Insetívoro	Matas e bordas de mata	Syn_cin
<i>Synallaxis spixi</i>	4	0.033	Insetívoro	Matas e bordas de mata	Syn_spi
Rhynchocyclidae					
<i>Phylloscartes ventralis</i>	4	0.033	Insetívoro	Matas	Phy_ven
Tyrannidae					
<i>Camptostoma obsoletum</i>	10	0.084	Onívoro	Matas e capoeiras	Cam_obs
<i>Elaenia flavogaster</i>	27	0.228	Onívoro	Campos e capoeiras	Ela_fla
<i>Serpophaga subcristata</i>	5	0.042	Insetívoro	Campos e capoeiras	Ser_sub
<i>Pitangus sulphuratus</i>	165	1.398	Onívoro	Diverso, urbano	Pit_sul
<i>Machetornis rixosa</i>	5	0.042	Insetívoro	Campos	Mac_rix
<i>Tyrannus savana</i>	Ocasional		Onívoro	Campos	Tyr_sav
<i>Satrapa icterophrys</i>	5	0.042	Insetívoro	Matas	Sat_ict
<i>Xolmis irupero</i>	5	0.042	Insetívoro	Campos com arbustos	Xol_iru
Vireonidae					
<i>Cyclarhis gujanensis</i>	Ocasional		Onívoro	Matas e capoeiras	Cyc_guj
Hirundinidae					
<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	78	0.661	Insetívoro	Campos e áreas abertas	Pyg_cya
<i>Progne chalybea</i>	38	0.322	Insetívoro	Diverso, urbano	Pro_cha
<i>Tachycineta leucorrhoa</i>	8	0.067	Insetívoro	Diverso, urbano	Tac_leu
Troglodytidae					
<i>Troglodytes musculus</i>	82	0.694	Onívoro	Diverso, urbano	Tro_mus
Turdidae					
<i>Turdus rufiventris</i>	119	1.008	Onívoro	Diverso, urbano	Tur_ruf

<i>Turdus leucomelas</i>	4	0.033	Onívoro	Diverso, urbano	Tur_leu
<i>Turdus amaurochalinus</i>	5	0.042	Onívoro	Áreas abertas	Tur_ama
Mimidae					
<i>Mimus saturninus</i>	16	0.135	Onívoro	Áreas abertas com árvores	Mim_sat
Motacillidae					
<i>Anthus lutescens</i>	4	0.033	Onívoro	Campos, lagos e pântanos	Ant_lut
Coerebidae					
<i>Coereba flaveola</i>	99	0.838	Nectarívoro	Matas	Coe_fla
Thraupidae					
<i>Saltator similis</i>	1	0.008	Onívoro	Matas	Sal_sim
<i>Lanio cucullatus</i>	4	0.033	Onívoro	Matas	Lan_cuc
<i>Tangara sayaca</i>	112	0.949	Onívoro	Diverso, urbano	Tan_say
<i>Tangara palmarum</i>	13	0.110	Onívoro	Matas com palmeiras	Tan_pal
<i>Paroaria coronata</i>	3	0.025	Granívoro	Campos com árvores	Par_cor
<i>Pipraeidea bonariensis</i>	6	0.050	Frugívoro	Matas	Pip_bon
Emberizidae					
<i>Zonotrichia capensis</i>	13	0.110	Granívoro	Campos e áreas abertas	Zon_cap
<i>Ammodramus humeralis</i>	2	0.016	Granívoro	Campos secos	Amm_hum
<i>Poospiza nigrorufa</i>	2	0.016	Granívoro	Matas ribeirinhas	Poo_nig
<i>Sicalis flaveola</i>	61	0.516	Granívoro	Campos	Sic_fla
<i>Embernagra platensis</i>	2	0.016	Granívoro	Campos úmidos e pântanos	Emb_pla
<i>Sporophila caerulescens</i>	3	0.025	Granívoro	Campos	Spo_cae
Parulidae					

<i>Parula pitiayumi</i>	1	0.008	Insetívoro	Matas	Par_pit
<i>Geothlypis aequinoctialis</i>	8	0.067	Insetívoro	Brejos e matas alagadas	Geo_aeq
<i>Basileuterus culicivorus</i>	7	0.059	Insetívoro	Matas	Bas_cul
<i>Basileuterus leucoblepharus</i>	2	0.016	Insetívoro	Matas	Bas_leu
Icteridae					
<i>Amblyramphus holosericeus</i>	Ocasional		Onívoro	Banhados	Amb_hol
<i>Chrysomus ruficapillus</i>	19	0.161	Onívoro	Banhados e brejos	Chr_ruf
<i>Pseudoleistes guirahuro</i>	2	0.016	Granívoro	Brejos	Pse_gui
<i>Agelaioides badius</i>	17	0.144	Onívoro	Áreas abertas	Age_bad
<i>Molothrus bonariensis</i>	315	2.669	Onívoro	Áreas abertas e campos	Mol_bon
<i>Sturnella superciliaris</i>	2	0.016	Onívoro	Banhados	Stu_sup
Fringillidae					
<i>Euphonia chlorotica</i>	7	0.059	Frugívoro	Matas	Eup_chl
<i>Euphonia cyanocephala</i>	2	0.016	Frugívoro	Matas	Eup_cya
Estrildidae					
<i>Estrilda astrild</i>	18	0.152	Granívoro	Diverso, urbano	Est_ast
Passeridae					
<i>Passer domesticus</i>	568	4.813	Onívoro	Diverso, urbano	Pas_dom

Legendas das figuras:

Figura 1: Frequência das categorias de arborização nos pontos de contagem. *Figure 1: Frequencies of arborization category on points of account.*

Figura 2: Habitats preferenciais das espécies registradas durante a amostragem no município de Canoas. *Figure 2: Habitat of species recorded during this study in the municipality of Canoas.*

Figura 3: Frequência de espécies registradas durante a amostragem de acordo com o tipo de dieta. *Figure 3: Frequencies of species recorded in this study according with their diet.*

Figura 4: Nove espécies mais abundantes registradas durante o estudo no município de Canoas. *Figure 4: The nine most abundant species recorded during this study in the municipality of Canoas.*

Figura 5: Análise de Correspondência da composição de espécies registradas no município. Os eixos explicam 16,7% da variação (Eixo 1 = 10,2%, Eixo 2 = 6,5%).

Vide Tabela 1 para códigos das espécies. *Figure 5: Correspondence Analysis of species composition in the municipality. Axes represent 16.7% of the data variability (Axis 1 = 10,2 %, Axis 2 = 6,5%). See species codes in Table 1.*

Figura 6: Análise de correspondência canônica abrangendo composição e variáveis ambientais: nível médio de ruído, categoria de arborização e abundância de cães e gatos. Os eixos explicam 99,98% da variação. O eixo 1, único eixo significativo ($p < 0,05$), representa 68,93% da variabilidade. Vide Tabela para códigos das espécies. *Figure 6: Canonical Correspondence Analysis (CCA) ordination on the composition of bird species against environmental variables (arrows): noise levels, classes of arborization, and abundances of pets (dogs and cats). Axes represent 99.98% of the data variability.*

Only the axis 1 was statistical significant (68.93% of variability explained; $p < 0.05$).

See species codes in Table 1.

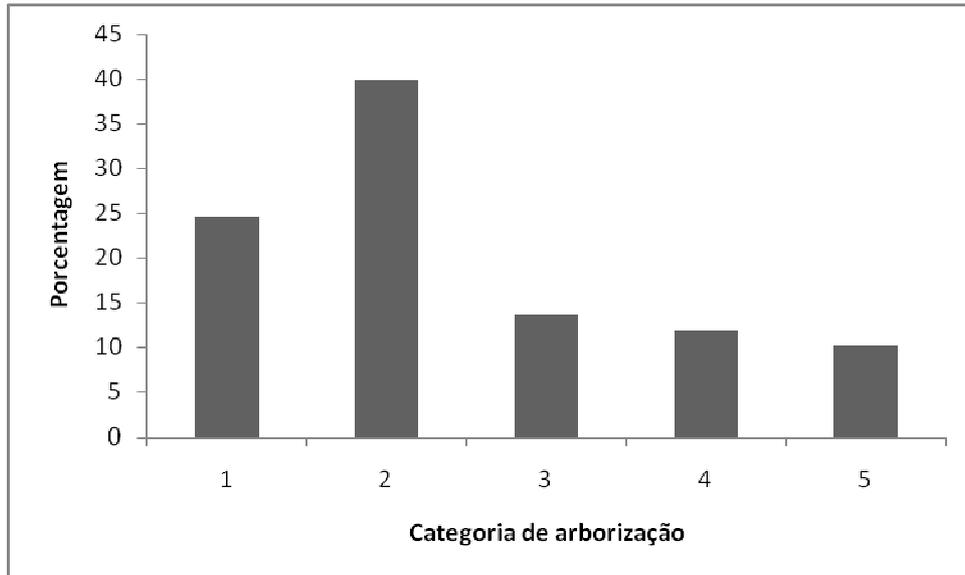


Figura 1

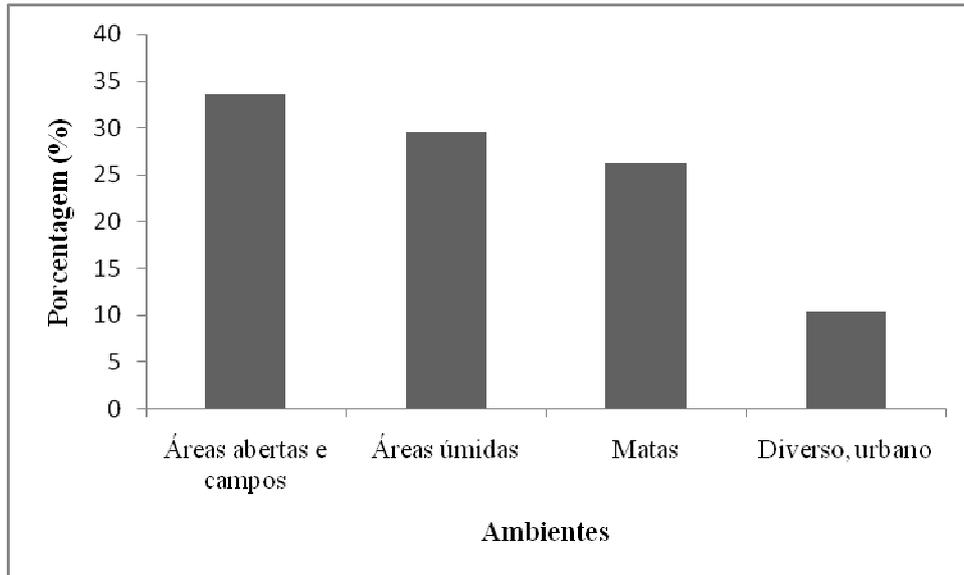


Figura 2

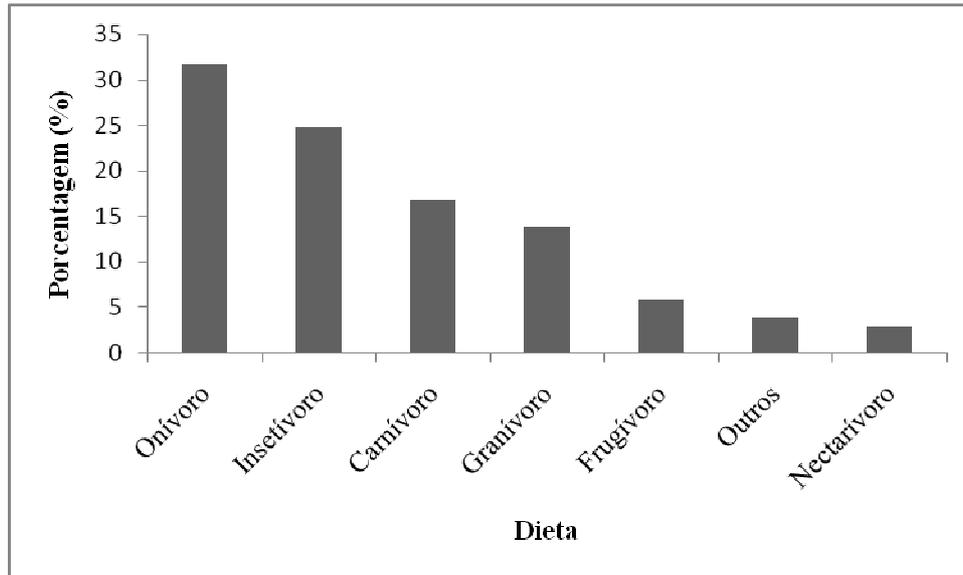


Figura 3

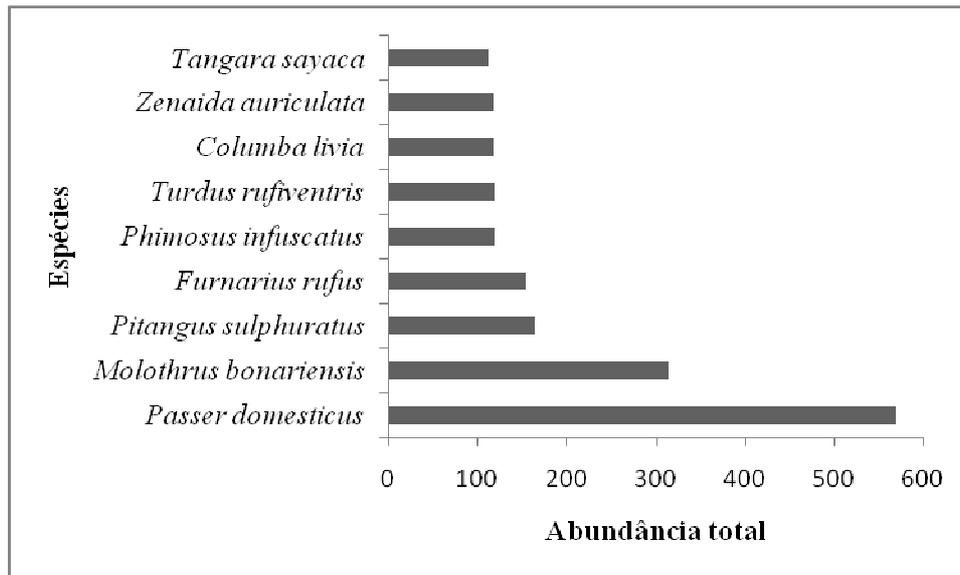


Figura 4

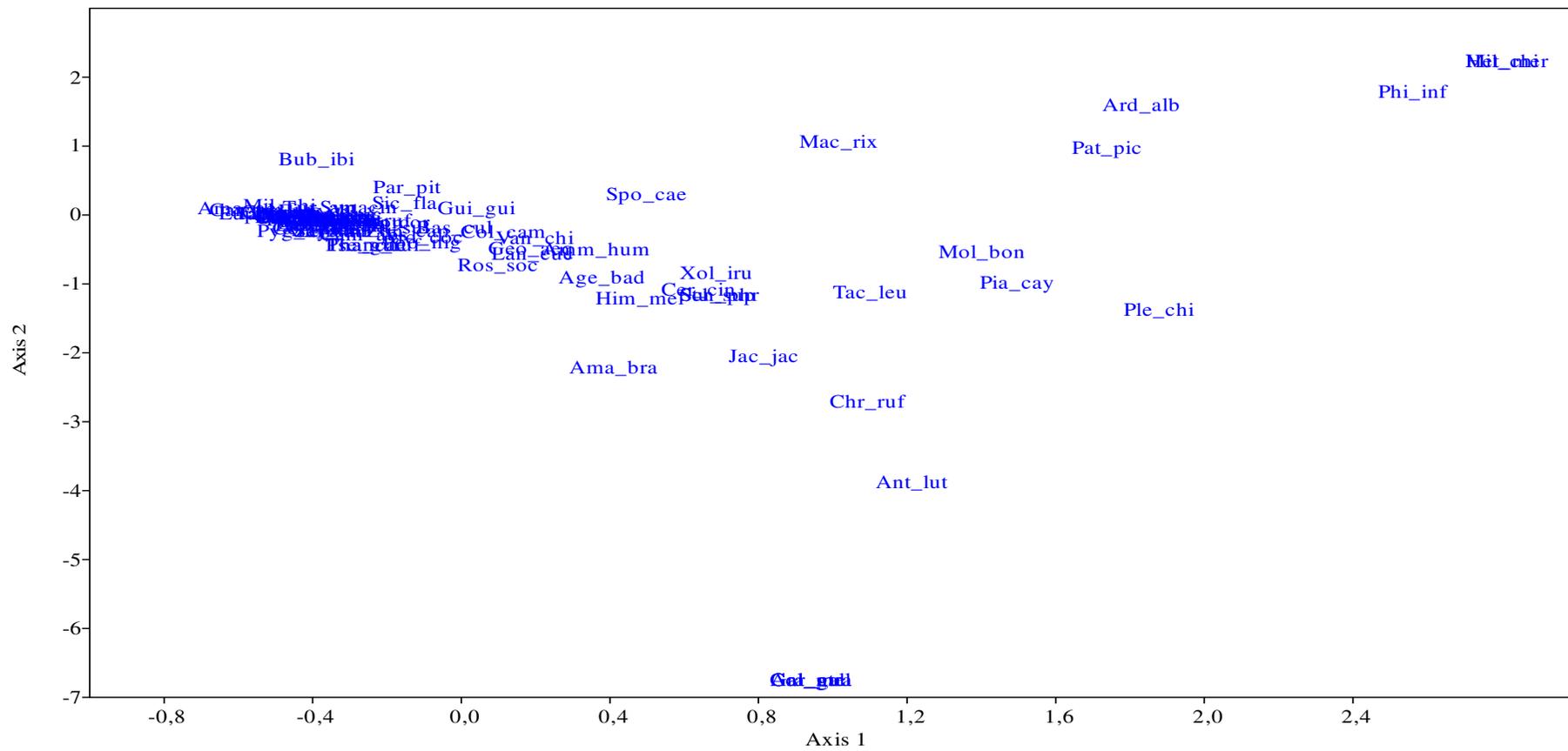


Figura 5

