**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS**
**Instituto de Biologia**
**Curso de Ciências Biológicas - Bacharelado**

Trabalho de Conclusão de Curso

# Padrões e processos na relação espécie-área de aves em campos no Rio Grande do Sul, Brasil

**Bruna de Castro Knopp**

Pelotas, 2015

**Bruna de Castro Knopp**

# Padrões e processos na relação espécie-área de aves em campos no Rio Grande do Sul, Brasil

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de Biologia da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas.

Orientador: Prof. Dr. Rafael Antunes Dias

Pelotas, 2015

Dados de catalogação na fonte:
Ubirajara Buddin Cruz – CRB-10/901
Biblioteca de Ciência & Tecnologia - UFPel

K72p Knopp, Bruna de Castro

Padrões e processos na relação espécie-área de aves em campos no Rio Grande do Sul, Brasil / Bruna de Castro Knopp. – 26f. : il. - Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Ciências Biológicas). Universidade Federal de Pelotas. Instituto de Biologia. Pelotas, 2015. – Orientador Rafael Antunes Dias.

1.Biologia. 2.Diversidade de habitat. 3.Áreas per se 4.Riqueza de espécies. 5.Campos úmidos. I.Dias, Rafael Antunes. II.Título.

CDD: 577.68098165

Bruna de Castro Knopp

Padrões e processos na relação espécie-área de aves em campos no Rio Grande do Sul, Brasil

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado, como requisito parcial, para obtenção do grau de Bacharel em Ciências Biológicas, Instituto de Biologia, Universidade Federal de Pelotas.

Data da Defesa: 18/11/2015

Banca examinadora:

.....
Prof Dr. Rafael Antunes Dias (Orientador)
Doutor em Ecologia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

.....
Prof. Dr. Cristiano Agra Iserhard
Doutor em Biologia Animal pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

.....
Jeferson Bugoni
Mestre em Ecologia pela Universidade Estadual de Campinas.

**Dedico este trabalho a todos aqueles, que de uma forma ou de outra, permitiram que eu chegasse até aqui.**

**Agradecimentos**

Primeiramente agradeço a minha família, que acima de tudo sempre me apoiou e que são os responsáveis por tudo que sou hoje.

Agradeço a todos os professores do curso de Ciências Biológicas que contribuíram de alguma maneira, para minha formação como bióloga.

Agradeço aos Laboratórios de Aves e Mamíferos - DEZG e o de Fisiologia Aplicada a Aquicultura, onde estagiei durante a graduação.

Agradeço ao meu orientador Rafael Antunes Dias que permitiu a realização deste Trabalho de Conclusão de Curso e que me ensinou muitas coisas, como professor e também como orientador.

Agradeço aos meus colegas que são os melhores e fizeram da minha graduação um período mais “divertido” e cheio de companheirismo.

Agradeço as minhas amigas, de dentro e de fora da universidade, que estiveram comigo nos momentos bons e nos difíceis.

Por fim, agradeço aos componentes da banca avaliadora que irão ajudar a tornar este trabalho melhor.

## Resumo

KNOPP, Bruna de Castro. **Padrões e processos na relação espécie-área de aves em campos no Rio Grande do Sul, Brasil**. 2015. 26f. Trabalho de Conclusão de Curso, Graduação em Ciências Biológicas, Instituto de Biologia, Universidade Federal de Pelotas.

A relação entre o número de espécies e o tamanho da área é uma das poucas leis em ecologia. Diferentes hipóteses já foram propostas para explicar esta relação, sendo as mais recorrentes a "hipótese da diversidade de habitats", a "hipótese da área *per se*" e, por fim, a denominada "hipótese da amostragem passiva". Este trabalho tem como objetivo analisar a relação espécie-área de aves em áreas de campos úmidos no sul do Rio Grande do Sul, testando os processos envolvidos. Visto que aves em ambientes campestres respondem fortemente a variações do habitat, espera-se que processos relacionados a diversidade de habitats sejam mais importantes em explicar a relação espécie-área nesses ambientes. Foram realizadas análises a partir de dados coletados em uma região localizada no Planalto Sul-Rio-Grandense, onde ocorre predomínio de campos em terrenos ondulados. Cinco propriedades privadas foram amostradas. Em cada uma destas propriedades foram amostrados de 6 a 9 campos úmidos situados em depressões do terreno. Os dados de riqueza e abundância de aves e as variáveis de habitat foram coletados por dois observadores nos meses de novembro e dezembro, de 2006-2008. O perímetro de cada campo úmido foi demarcado com GPS e a área foi calculada em imagens de satélite. Regressão linear simples foi utilizada para testar os efeitos da área sobre a riqueza e abundância das aves. Partição de variância associada a uma regressão múltipla foi usada para avaliar a contribuição da área, da diversidade de habitats e seus efeitos compartilhados sobre a riqueza. Foram registrados 1.431 indivíduos, pertencentes a 93 espécies de aves, nos 34 campos úmidos amostrados. O tamanho das áreas dos campos úmidos variou de 3.350 m² a 106.640 m² e a riqueza variou entre 3 e 39 espécies de aves. A riqueza e a abundância de aves tiveram um aumento significativo com o aumento da área de campos úmidos, confirmando a relação espécie-área e corroborando a "hipótese da área *per se*". A área, juntamente com a diversidade de habitats, tem uma influência mais forte sobre a riqueza de espécies que somente a área. Isso demonstra que a diversidade de habitat é estruturada no espaço. Sendo assim, campos grandes exibem uma maior diversidade de habitat e consequentemente um número maior de aves. Assim, a conservação de aves nesses ambientes depende da conservação de grandes áreas campestres.



**Palavras-chave:** diversidade de habitat; área per se; riqueza de espécies; campos úmidos

**Abstract**

KNOPP, Bruna de Castro. Patterns and processes in the species-area relationship of birds in grassland **from Rio Grande do Sul, Brasil**. 2015. 26f. Trabalho de Conclusão de Curso, Graduação em Ciências Biológicas, Instituto de Biologia, Universidade Federal de Pelotas.

The relationship between the number of species and the area is one of the few laws in ecology. Different hypotheses have been proposed to explain this relationship. The most recurrent are the "habitat-diversity hypothesis", the "area per se hypothesis" and, finally, the "passive sampling hypothesis". This work aims to analyze the species-area relationship of birds in wet grasslands in southern Rio Grande do Sul, Brazil, testing the processes involved. Once that birds in grasslands respond strongly to variations in habitat, processes related to habitat diversity are expected to be more important in explaining the species-area relationship in these grasslands. Data was collected in a region in the Planalto-Sul-Riograndese whit predominance of grasslands in undulating terrain. Five private properties were sampled. In each of these properties, 6-9 wet grasslands situated in depressions in the terrain were sampled. Data on species richness and abundance as well as habitat variables were collected by two observers in November and December, 2006-2008. The perimeter of each wet grassland was delimited with a GPS and the area was calculated on satellite images. Simple linear regression was used to test the effects of area on species richness and abundance of birds. Partition of variance associated with a multiple regression was used to evaluate the contribution of the area, the diversity of habitats and its shared effects on the richness. We recorded 1431 individuals belonging to 93 species of birds in the 34 sampled grasslands. Wet grassland area varied from 3350 m² to 106640 m² and richness varied between 3-39 species of birds. The richness and abundance of birds increased significantly with an increase in the grassland area, confirming the species-area relationship and confirming the "area per se hypothesis". The area, along with habitat diversity, has a stronger influence on species richness than area alone. This demonstrates that habitat diversity is spatially structured. Thus, larger grassland display larger habitat diversity and consequently larger numbers of birds. Therefore, the conservation of birds in these environments depends on the conservation of the largest grasslands.

**Key-words**: habitat diversity; area per se; species richness; wet grassland

## Lista de Figuras


Figura 1 Área de estudo, localizada no Planalto Sul-Rio-Grandense ..... 16

Figura 2 Polígonos medidos no programa Google Earth ..... 18

Figura 3 Relação espécie-área para aves em 34 campos úmidos no sul do Rio Grande do Sul, Brasil ..... 20

Figura 4 Relação entre a abundância de aves e a área de 34 campos úmidos no sul do Rio Grande do Sul, Brasil ..... 21

Figura 5 Diagrama de Venn representando o percentual da variação na riqueza de espécies de aves em campos úmidos no sul do Rio Grande do Sul, explicada por: (a) área, (b) área juntamente com a diversidade de habitat, (c) diversidade de habitat, e (d) não explicada ..... 21

## Lista de Tabelas

Tabela 1 Riqueza de espécies, abundância de aves e o tamanho da área dos 34 campos úmidos analisados ..... 19

**Sumário**

**1 Introdução ..... 10**
**1.1 Objetivos ..... 12**
**1.1.1 Objetivo geral ..... 12**
**1.1.2 Objetivos específicos ..... 12**
**2 Revisão de literatura ..... 13**
**3 Material e Métodos ..... 16**
**3.1 Área de estudo ..... 16**
**3.2 Coleta de dados ..... 17**
**3.3 Análise de dados ..... 18**
**4 Resultados e discussão ..... 19**
**5 Conclusão ..... 23**
**Referências ..... 24**

## 1 Introdução

A relação espécie-área, considerada um padrão ecológico, tem sido fundamental em estudos de biogeografia e comunidades (LOMOLINO, 2000) e é um tema que vem sendo muito estudado por diversos autores no mundo todo. Devido à grande variedade de estudos que demonstram este padrão para diversos grupos de organismos em diferentes tipos de habitats, a relação espécie-área tornou-se um conceito útil para o desenvolvimento de questões teóricas, como também para ser utilizado como uma ferramenta na compreensão e conservação de diversidade biológica (MATIAS et al, 2010; LOMOLINO, 2000). Esta relação mostra que a riqueza de espécies tende a aumentar de acordo com o aumento da área amostrada (LOMOLINO, 2001). Existem mecanismos biológicos que podem estar ligados à isto, funcionando individualmente ou em conjunto (TRIANTIS et al, 2005). Assim hipóteses foram propostas buscando explicar a relação espécie-área e os processos que estão ligados a esta relação.

Uma das hipóteses mais utilizadas é denominada “hipótese da diversidade de habitats” descrita por Williams (1964), que propõe que áreas maiores fornecem uma maior diversidade de habitats (resultante de uma maior heterogeneidade topográfica e geológica), como também diferentes formas de recursos, comparadas a áreas menores, permitindo assim a coexistência de um número maior de espécies nos diferentes habitats existentes dentro da determinada área (RICKLEFS; LOVETTE, 1999; CONNOR et al, 2001; MATIAS et al, 2010). Outra hipótese é a chamada de hipótese da “área *per se*” descrita por Preston (1960,1962) e MacArthur e Wilson (1963, 1967), complementada posteriormente por Simberloff (1976), que baseia-se no pressuposto independente da diversidade de habitats (NILLSON, 1988), de que áreas maiores possuem maiores taxas de imigração de indivíduos, como também uma menor taxa de extinções de espécies no determinado local, mantendo a probabilidade de áreas maiores com maior riqueza de espécies (CONNOR et al, 1979; LOMOLINO, 2000; CONNOR et al, 2001; MATIAS et al,

2010). Outra hipótese comumente utilizada é a da “amostragem passiva”, que propõe um aumento na probabilidade de áreas maiores amostrarem uma riqueza de espécies maior (MATIAS et al, 2010), nada mais do que uma colocação aleatória de espécies em determinado local (SHEN et al, 2009).

Existem vários estudos realizados com diferentes grupos de organismos em distintos habitats (LOMOLINO, 2001; SHEN et al, 2009; MATIAS et al, 2010). Apesar das diferenças entre os grupos, para aves a maioria dos estudos demonstrou a correlação positiva simples da riqueza de espécies com o tamanho da área (SILLÉN et al, 1977; RICKLEFS; LOVETTE, 1999). Um estudo feito por Ricklefs e Lovette (1999) demonstra que a área e a diversidade de habitat foram processos significativos na relação espécie-área para aves, podendo influencias a riqueza de forma independente (RICKLEFS; LOVETTE, 1999). Porém, poucos estudos avaliaram esse padrão e testaram os processos associados para aves em áreas campestres.

Ecossistemas de campos temperados são predominantes em algumas áreas no sul do Brasil e apresentam alta biodiversidade (BEHLING et al, 2009). Essas áreas abrigam grande número de espécies de aves, tanto espécies endêmicas como as que migram para estes locais (AZPIROZ et al, 2012). Algumas dessas regiões caracterizam-se por apresentar um mosaico com dois tipos de campos: desde mais secos, situados em terrenos mais elevados e bem drenados, até úmidos, localizados em depressões e ao longo das linhas de drenagem onde a umidade é maior (BENCKE, 2009). Visto que aves em ambientes campestres respondem fortemente a variações no habitat (FISHER; DAVIS, 2010), espera-se que processos relacionados a diversidade de habitats sejam mais importantes em explicar a relação espécie-área nesses ambientes. Assim, estudos como este, podem ser importantes para o planejamento da conservação da biodiversidade em diversas paisagens.

## 1.1 Objetivos

### 1.1.1 Objetivo geral

Este trabalho objetiva testar a relação espécie-área de aves em áreas de campos úmidos no sul do Rio Grande do Sul, investigando os processos que podem estar envolvidos na relação espécie-área.

### 1.1.2 Objetivos específicos

- Estimar a riqueza e abundância de espécies de aves, em áreas de campos úmidos com diferentes tamanhos;
- Determinar a diversidade dos habitats de cada uma das áreas de campos úmidos analisadas;
- Estabelecer a relação do tamanho da área com riqueza e abundância de aves, e avaliar a influência da complexidade estrutural da área e da área *per se* nesta relação.

## 2 Revisão de literatura

A relação espécie-área é um dos padrões mais antigos em ecologia, que vem sendo estudado há mais de cem anos e é cada vez mais demonstrado para uma grande variedade de organismos e habitats (SHEN et al, 2009; LOMOLINO, 200; MATIAS et al, 2010). Esta relação tem sido amplamente documentada e é um dos poucos assuntos considerados lei em ecologia (RICKLEFS; LOVETTE, 1999). O tema foi fundamental para o desenvolvimento de teorias, como a de biogeografia de ilhas (LOMOLINO, 2000), e até os dias atuais vem desempenhando um importante papel em estudos sobre biologia populacional, ecologia de comunidades e biogeografia (RICKLEFS; LOVETTE, 1999).

Esta relação foi descrita inicialmente por Watson (1835), através de suas observações de espécies de plantas em uma área de campo na Inglaterra (CONNOR et al, 2001). Porém relatos já haviam sido descritos muito antes por outros autores, como Johann Reinhold Forster (1778), que observou em suas navegações o número de plantas em ilhas, e Augustin de Candolle (1820), que acrescentou outros fatores que poderiam influenciar a relação espécie-área (LOMOLINO, 2001). Embora estes autores já tivessem discutido sobre a relação espécie-área, foi Arrhenius (1921) que propôs que a relação espécie-área é seguida por uma função de potência, determinada $S= kA^z$, sendo S o número de espécies, k e z constantes e A o tamanho da área (CONNOR et al, 2001).

A partir da década de 1960 estudos a respeito do assunto eram utilizados para descrições de comunidades, determinação de áreas de comunidades e previsões acerca de riqueza de espécies, e a partir de 1970 os estudos começaram a envolver mecanismos subjacentes à relação espécie-área, em busca de discussões e explicações destas relações por diferentes autores (CONNOR et al, 2001).

Alguns autores propuseram modelos matemáticos para compreender e estudar as relações espécie-área. O modelo exponencial de William (1964) enfatizou a heterogeneidade de habitats e foi considerado importante por muito tempo, já o modelo de Preston (1960, 1962) foi baseado na suposição de um equilíbrio dinâmico de trocas de espécies entre as ilhas em um arquipélago (CONNOR et al, 1979). Estes estudos foram importantes para o desenvolvimento de teorias e para a formação de diferentes hipóteses, que buscam explicar esta relação (LOMOLINO, 2000).

A distinção entre os efeitos diretos e indiretos da área sobre a riqueza de espécies é difícil de ser feita (RICKLEFS; LOVETTE, 1999). Por isso, estudos se intensificaram nos últimos anos e trabalhos vêm sendo publicados com a formulação de diferentes hipóteses a fim de explicar a relação espécie-área. Primeiramente, a "hipótese da diversidade de habitats", desenvolvida por Williams (1964), supõe que a relação positiva do aumento da riqueza de espécies com o aumento da área é resultante de uma maior diversidade de habitas em áreas maiores, em relação às áreas menores, visto que na área amostrada maior, mais habitats serão encontrados juntamente com suas espécies associadas (RICKFLES; LOVETTE, 1999; CONNOR et al, 2001; MATIAS et al, 2010). Já a segunda hipótese, denominada área "*per se*", foi proposta inicialmente por Preston (1960, 1962) e MacArthur e Wilson (1963, 1967) e complementada por Simberloff (1976), procura explicar o número de espécies em função das taxas de imigração e extinção na área de estudo (CONNOR et al, 1979; LOMOLINO, 2000; CONNOR et al, 2001; MATIAS et al, 2010). Por fim, a hipótese de amostragem passiva estabelecida por Connor e McCoy (1979), relata que áreas maiores possuem uma maior probabilidade de amostrarem um maior número de indivíduos e assim uma maior riqueza de espécies (MATIAS et al, 2010).

Para aves, estudos vêm sendo realizados em diversas regiões do planeta, que possuem locais com climas e vegetações distintos, como ilhas, florestas e áreas fragmentadas. Não apenas estudos sobre a relação espécie-área, mas estudos envolvendo esta relação com outros processos ligados a este padrão também já foram realizados (FREEMARK et al, 1986; HERKERT, 1994; RICKLEFS; LOVETTE, 1999).

Diamond (1976) realizou um estudo sobre a relação espécie-área de aves em ilhas do arquipélago Salomão, no Oceano Pacífico, reconhecendo que o número de espécies nas ilhas está relacionado à área e algumas propriedades físicas, como isolamento e colonização da ilha (DIAMOND et al, 1976). Freemark e Merriam (1986) buscaram examinar as relações entre o tamanho da área, a heterogeneidade de habitats e comunidades de aves em fragmentos de florestas de clima temperado, pois áreas mais heterogêneas possuiriam um maior número de espécies de aves devido as diferentes preferências destes animais por nichos (FREEMARK et al, 1986). Mais tarde, nos anos de 1987 e 1989, dois autores realizaram alguns estudos para documentar os efeitos de áreas de campos fragmentadas sobre as comunidades de aves. Esses autores concluíram que existe uma forte influência relacionada à fragmentação de habitat com espécies de aves (HERKERT, 1994).

Até os dias atuais existem muitos estudos realizados para este grupo, porém poucos estudos foram desenvolvidos abordando este padrão e seus processos com aves em áreas de campos úmidos. Em uma pesquisa recente, Guadagnin e Maltchik (2007) exploraram a riqueza e abundância de aves em áreas fragmentadas de banhados, onde tiveram resultados com variáveis preditoras importantes para comunidades destes locais, como as próprias áreas úmidas e a riqueza do habitat (GUADAGNIN et al, 2007).

## 3 Material e métodos

### 3.1 Área de estudo

Os estudos foram realizados a partir de dados coletados em uma área total de aproximadamente 4.900 km², localizada no sul do Rio Grande do Sul, Brasil. As localidades estudadas abrangem oito municípios do estado e estão situadas no Planalto Sul-Rio-Grandense e na Depressão Periférica, possuindo um clima subúmido, com temperatura média anual de 16 – 18°C e precipitação de 1.200 – 1.400mm (IBGE, 1986).

Na região há o predomínio de campos em terrenos planos ou suavemente ondulados (IBGE, 1986; OVERBECK et al, 2007) e a vegetação predominante é herbácea e arbustiva (BOLDRINI, 2009). Matas ciliares ocorrem ao longo dos cursos d'água, como também há presença de floresta em alguns vales (IBGE, 1986).

Figura 1 - Área de estudo, localizada no Planalto Sul-Rio-Grandense.

### 3.2 Coleta de dados

As coletas de dados foram realizadas nos mesmos períodos entre os anos de 2006 a 2008, mais especificamente nos meses de novembro e dezembro, procurando evitar a variação sazonal nestas áreas de campos úmidos.

Cinco propriedades privadas foram amostradas. Em cada uma destas propriedades foram amostrados de 6 a 9 campos úmidos situados em depressões do terreno. Esses campos possuem limites discretos, dados por diferenças na vegetação relacionadas a mudanças nas condições ambientais condicionadas pelo gradiente de umidade, e possuem estrutura e composição florística distinta dos campos mais secos dos topos de morros (BENCKE, 2009). Os limites de cada campo úmido amostrado, bem como das principais feições bióticas e abióticas encontradas em seu interior foram delimitados com GPS com 5 m de erro. Essas informações foram transferidas para o programa Google Earth Pro (GOOGLE EARTH, 2015), onde o tamanho de cada área de campo úmido foi medido. Foram consideradas 13 variáveis de habitat importantes para aves em ambientes campestres: cobertura de água; lodo; solo exposto; rocha; vegetação arbórea; palha (*Scirpus giganteus*); santa-fé (*Panicum prionitis*); sarandi (*Phyllanthus sellowianus*); gravatá (*Eryngium* spp.); e vegetação herbácea nas classes de altura < 10 cm, 10-20 cm, 20-40 cm e > 40 cm (TEWS et al, 2004; FISHER et al, 2010; DIAS et al, 2014.

Os dados de riqueza e abundância das aves foram coletados por dois observadores, a partir de um ponto inicial do campo úmido até um ponto final, que foram determinados pela diferenciação da composição, biótica e abiótica, característica do habitat de campos úmidos. Para a riqueza e abundância de aves, em cada coleta, foram contabilizadas e identificadas todas as aves, avistadas ou ouvidas, dentro de cada uma das áreas de campos úmidos analisadas, com exceção de indivíduos em trânsito.

Figura 2 - Polígonos medidos no programa Google Earth.

### 3.3 Análises estatísticas

Para testar a hipótese de que a riqueza aumenta com o aumento da área foi realizada uma regressão linear simples com as variáveis logaritmizadas. Para testar a hipótese da "área *per se*", foi feita uma análise de regressão linear simples entre a abundância de aves e a área com as variáveis também logaritmizadas. Por fim, para testar de que forma área e diversidade de habitats influenciam a riqueza de espécies, foi empregada uma regressão linear múltipla. Foi utilizada partição de variância (BORCARD et al, 1992) para avaliar a contribuição única da área, da diversidade de habitat e seus efeitos conjuntos sobre a riqueza de espécies. As variáveis de habitat, de cada campo úmido amostrado, foram submetidas a uma Análise de Componentes Principais e o primeiro eixo foi utilizado para expressar a diversidade de habitats. As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se os programas Past (HAMMER et al, 2001) e SAM (RANGEL et al, 2010), considerando o nível de significância < 0,05.

## 4 Resultados e discussão

Foram registrados 1.431 indivíduos, pertencentes a 93 espécies de aves, nos 34 campos úmidos amostrados. O tamanho das áreas dos campos úmidos analisados variou de 3.350 m² a 106.640 m² e a riqueza variou entre 3 e 39 espécies de aves (Tabela 1).

Tabela 1 – Riqueza de espécies, abundância de aves e o tamanho da área dos 34 campos úmidos analisados.

| | Riqueza de espécies | Abundância de aves | Área do campo úmido (m²) |
|---|---|---|---|
| Campo úmido 1 | 13 | 25 | 21605.00 |
| Campo úmido 2 | 4 | 9 | 18351.00 |
| Campo úmido 3 | 9 | 16 | 19758.00 |
| Campo úmido 4 | 32 | 93 | 24064.00 |
| Campo úmido 5 | 3 | 6 | 3350.00 |
| Campo úmido 6 | 22 | 46 | 45962.00 |
| Campo úmido 7 | 31 | 120 | 61447.00 |
| Campo úmido 8 | 23 | 54 | 31917.00 |
| Campo úmido 9 | 20 | 44 | 20622.00 |
| Campo úmido 10 | 39 | 158 | 106640.00 |
| Campo úmido 11 | 8 | 12 | 26062.00 |
| Campo úmido 12 | 39 | 110 | 57948.00 |
| Campo úmido 13 | 13 | 31 | 8048.00 |
| Campo úmido 14 | 6 | 15 | 5116.00 |
| Campo úmido 15 | 14 | 25 | 4651.00 |
| Campo úmido 16 | 30 | 59 | 30819.00 |
| Campo úmido 17 | 17 | 46 | 42648.00 |
| Campo úmido 18 | 24 | 76 | 49176.00 |
| Campo úmido 19 | 12 | 14 | 13770.00 |
| Campo úmido 20 | 15 | 43 | 13878.00 |
| Campo úmido 21 | 25 | 50 | 30993.00 |
| Campo úmido 22 | 10 | 22 | 23244.00 |
| Campo úmido 23 | 20 | 44 | 10876.00 |
| Campo úmido 24 | 7 | 17 | 14366.00 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Campo úmido 25 | 17 | 52 | 56319.00 |
| Campo úmido 26 | 30 | 80 | 90096.00 |
| Campo úmido 27 | 7 | 13 | 8878.00 |
| Campo úmido 28 | 4 | 11 | 4579.00 |
| Campo úmido 29 | 11 | 17 | 12426.00 |
| Campo úmido 30 | 7 | 27 | 23548.00 |
| Campo úmido 31 | 11 | 30 | 32974.00 |
| Campo úmido 32 | 6 | 19 | 54504.00 |
| Campo úmido 33 | 9 | 24 | 35515.00 |
| Campo úmido 34 | 11 | 23 | 32838.00 |

Houve relação positiva entre riqueza de espécies de aves e a área de campos úmidos ($r^2 = 0,39$; $p < 0,05$) (Figura 3), e também entre a abundância de aves e a área de campos úmidos ($r^2 = 0,48$; $p < 0,05$) (Figura 4). Os valores de z foram respectivamente 0,49 e 0,64. A área de campos úmidos e a diversidade de habitats tiveram um efeito significativo sobre a riqueza de espécies de aves ($r^2 = 0,52$; $p < 0,05$). O efeito puro da área (20,8%) e o efeito conjunto da área e da diversidade de habitats (24,4%) explicaram a maior parte da variação da riqueza em espécies (Figura 5).

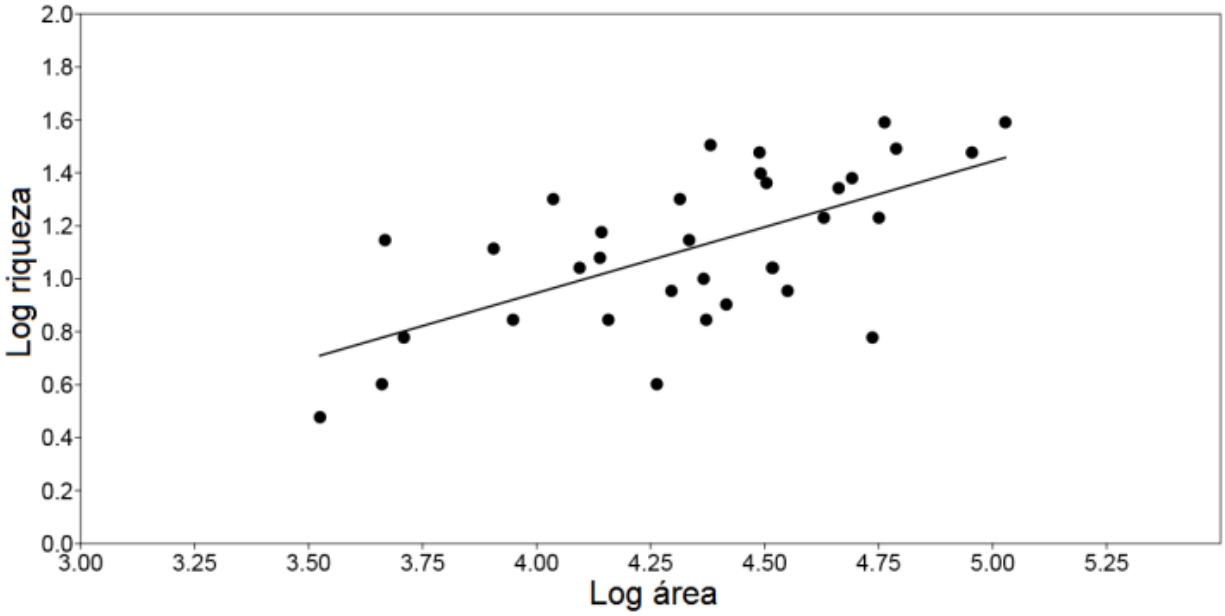


Figura 3 – Relação espécie-área para aves em 34 campos úmidos no sul do Rio Grande do Sul, Brasil.

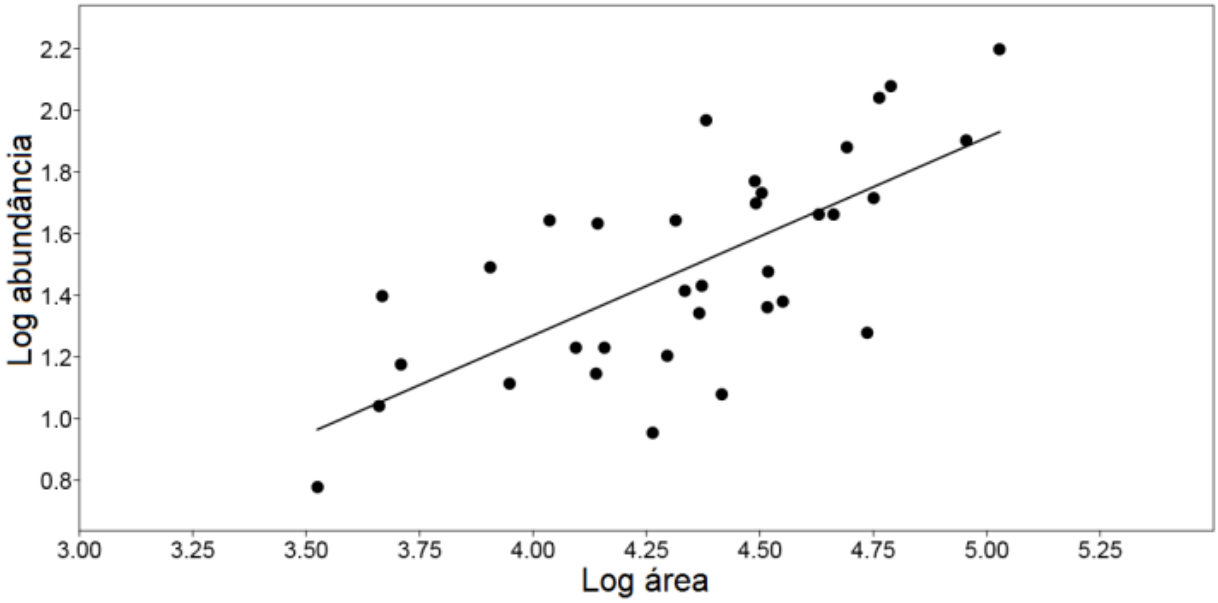


Figura 4 – Relação entre a abundância de aves e a área de 34 campos úmidos no sul do Rio Grande do Sul, Brasil.

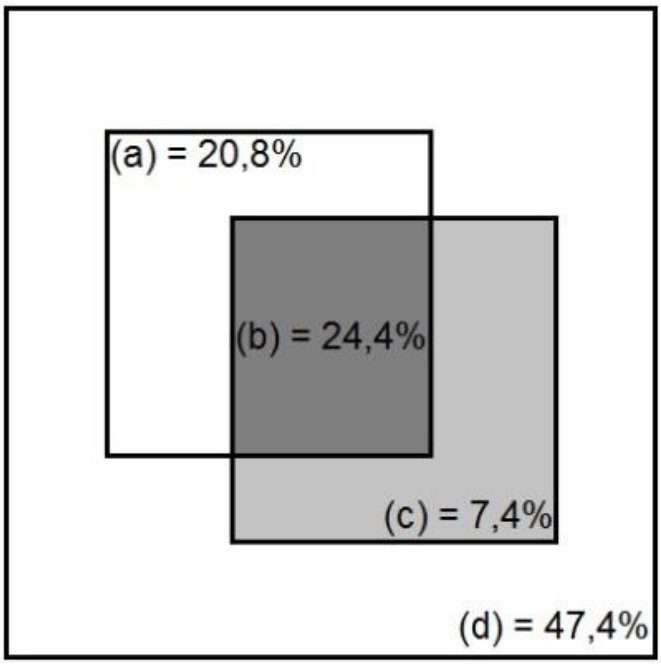


Figura 5 – Diagrama de Venn representando o percentual da variação na riqueza de espécies de aves em campos úmidos no sul do Rio Grande do Sul, explicada por: (a) área, (b) área juntamente com a diversidade de habitat, (c) diversidade de habitat, e (d) não explicada.

A riqueza e a abundância de aves tiveram um aumento significativo com o aumento da área de campos úmidos, confirmando a relação espécie-área e

corroborando a hipótese da “área *per se*”. HERKERT (1994) já havia demonstrado a importância da área sobre a riqueza em espécies para aves campestres, observando que algumas espécies de aves são mais influenciadas pelo tamanho da área do que outras.

Um fator importante na interpretação das análises é a inclinação da reta, denominado valor de z, que possui significado biológico interpretado a partir de seus resultados (CONNOR et al, 1979). Neste estudo o valor de z na análise da área sobre a abundância de aves (Figura 4) é maior do que sobre a riqueza em espécies (Figura 3), demonstrando que a influência da área é mais acentuada sobre a abundância de aves do que sobre a riqueza de espécies.

O presente estudo mostra que a área, em conjunto com a diversidade de habitat, tem uma influência mais forte sobre a riqueza de espécies, quanto somente a área. RICKLEFS e LOVETTE (1999) obteve resultados semelhantes em seus estudos. A área e a diversidade de habitat contribuíram de forma semelhante na riqueza de espécies de aves (RICKLEFS; LOVETTE, 1999).

Entre os poucos estudos realizados em áreas úmidas, está o trabalho feito por RIFFELL (2001), que obteve relações positivas da área com algumas espécies de aves encontradas em áreas úmidas localizadas nos EUA. O autor também relacionou componentes da diversidade do habitat com as espécies de aves, verificando a preferência de espécies por diferentes características do habitat, propondo então que áreas úmidas maiores provavelmente contém um conjunto maior de características do habitat necessárias para as diferentes espécies que vivem nestes locais (RIFFELL et al, 2001).

Nossos resultados podem ser explicados porque as variáveis da diversidade de habitat estão estruturadas no espaço, resultando então, em áreas maiores com uma maior diversidade de habitat e consequentemente com um número maior de indivíduos e uma maior riqueza de aves (RIFFELL et al, 2001; RIBIC et al, 2009)

## 5 Conclusão

Os resultados do nosso estudo demonstram que a relação espécie-área é positiva para aves em campos úmidos no Rio Grande do Sul, havendo forte influência da área e de efeitos conjuntos de área e diversidade de habitat na riqueza e abundância de aves. Assim, a conservação de grandes áreas campestres é de extrema importância, pois áreas maiores possuem maior diversidade de habitat e abrigam maior riqueza e abundância de aves.

## Referências


AZPIROZ, A. B. et al. Ecology and conservation of grassland birds in southeastern South America: a review. **Journal of Field Ornithology,** v.83, p.217-246, 2012.

BEHLING, H. et al. Dinâmica dos campos no sul do Brasil durante o Quaternário Tardio. **Campos Sulinos - Conservação e uso sustentável da biodiversidade**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2009. p. 13-25.

BENCKE, Ariel G. Diversidade e conservação da fauna dos Campos do Sul do Brasil. **Campos Sulinos - Conservação e uso sustentável da biodiversidade**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2009. p. 101-121.

BOLDRINI, Ilsi. I. A flora dos campos do Rio Grande do Sul. **Campos Sulinos - conservação e uso sustentável**. Brasília, Ministério do Meio Ambiente, 2009, p. 63-77.

CONNOR, E. F.; MCCOY, E. D. Species-area relationships. **Encyclopedia of Biodiversity**, San Diego, California, v. 5, p. 397-411, 2001.

CONNOR, E. F.; MCCOY, E. D. The statistics and biology of the species-area relationship. **The American Naturalist**, Chicago, v. 113, n. 6, p. 791-833, 1979.

DIAMOND, M. J.; MAYR, E. Species-area relation for birds of the Solomon Archipelago. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 73, n. 1, p. 262-266, 1976.

DIAS, R. A.; BASTAZINI, V. A. G.; GIANUCA, T. A. Bird-habitat associations in coastal rangelands of southern Brazil. **Iheringia**, Porto Alegre, v.104, n.2, 2014.

FISHER, R. J.; DAVIS, S. K. From Wiens to Robel: a review of procedures and patterns describing grassland bird habitat selection. **Journal of Wildlife Management** , v.74, p.265–273, 2010.

FREEMARK, K. E.; MERRIAM, H. G. Importance of area and habitat heterogeneity to bird assemblages in temperate forest fragments. **Biological Conservation**, v. 36, p. 115-141, 1986.

GUADAGNIN, D. L.; MALTCHIK, L. Habitat and landscape factors associated with neotropical waterbird occurrence and richness in wetland fragments. **Biodiversity and Conservation**, v. 16, p. 1231 - 1244, 2007.

GOOGLE EARTH PRO. 2015. **Google Inc**., Mountain View, California.

HAMMER, O.; Harper, D. A. T.; Ryan, P. D. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. **Palaeontologia Electronica** v.4, n.1, p.9, 2001.

HERKERT, James R. The effects of habitat fragmentation on midwestern grassland bird communities. **Ecological Applications**, v. 4, n. 3, p. 461-471, 1994.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Folha SH.22 Porto Alegre e parte das Folhas SH. 21 Uruguaiana e SI.22 Lagoa Mirim: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, uso potencial da terra**. (Levantamento de Recursos Naturais, 33). Rio de Janeiro, IBGE. p. 791, 1986.

JOHNSON, Mark P. The area-independent effects of habitat complexity on biodiversity vary between regions. **Ecology Letters,** v. 6, p. 126–132, 2003.

LOMOLINO, Mark V. Ecology's most general, yet protean pattern: the species-area relationship. **Journal of Biogeography**, Londres, v. 27, n. 1, p. 17-26, 2000.

LOMOLINO, Mark V. The species-area relationship: new challenges for an old pattern. **Progress in Physical Geography**, v. 25, n. 1, p. 1-21, 2001.

MATIAS, M. G. et al. Independent effects of patch size and structural complexity on diversity of benthic macroinvertebrates. **Ecology**, Nova Iorque, v. 91, n. 7, p. 1908-1915, 2010.

NILSSON, S. G.; BENGTSSON, J.; AS, S. Habitat diversity or area per se? Species richness of woody plants, carabid beetles and land snails on islands. **Journal of Animal Ecology**, Londres, v. 57, n. 2, p. 685-704, 1988.

OVERBECK, G. E. et al. Brazil's neglected biome: The South Brazilian Campos. **Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics** v. 9, n. 1, p.101-116, 2007.

PRESTON, F. W. Time and space and the variation of species, **Ecology**, Nova Iorque, v. 41, n. 4, p. 612-627, 1960.

RANGEL, T. F. L. V. B.; DINIZ-FILHO, J. A. F.; BINI, L. M. SAM: a comprehensive application for Spatial Analysis in Macroecology. **Ecography**, v.33, p.46-50, 2010.

RIBIC, A. C. et al. Area sensitivity in north american grassland birds: patterns and processes. **The Auk**, v.126, n.2, p.233-244, 2009.

RICKLEFS, R. E.; LOVETTE, I. J. 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**, Nova Iorque, v. 68, p. 1142-1160, 1999.

RIFFELL, S. K.; KEAS, B. E.; BURTON, T. M. Area and habitat relationships of birds in great lakes coastal wet meadows. **WETLANDS**, v.21, n.4, p.492-507, 2001.

SHEN, G. et al. Species–area relationships explained by the joint effects of dispersal limitation and habitat heterogeneity. **Ecology**, Nova Iorque, v. 90, n.11, p.3033-3041, 2009.

SILLÉN, B.; SOLBRECK, C. Effects of area and habitat diversity on bird species richness in Lakes. **Ornis Scandinavica**, v. 8, n. 2, p. 185-192, 1977.

TRIANTIS, K. A. et al. Species richness, environmental heterogeneity and area: a case study based on land snails in Skyros archipelago (Aegean Sea, Greece). **Journal of Biogeography,** v. 32, p. 1727-1735, 2005.

TEWS, J. et al. Animal species diversity driven by habitat heterogeneity/diversity: the importance of keystone structures. **Journal of Biogeography**, v.31, p.79-92, 2004.