



Universidade Federal do Rio Grande - FURG  
Bacharelado em Ciências Biológicas  
Laboratório de Aves Aquáticas e Tartarugas Marinhas - LAATM



## **Ecologia alimentar de saracuruçu, *Aramides ypecaha*, no bioma Pampa**

**Cíntia Negrine Fernandez**

Trabalho de Conclusão de Curso  
redigido ao Curso de Ciências  
Biológicas, da Universidade Federal do  
Rio Grande - FURG, como requisito  
parcial para a obtenção do título de  
Bacharel em Ciências Biológicas.

**Orientador: Dr. Leandro Bugoni**

**Coorientador: M.Sc. Fernando A. Faria**

## Agradecimentos

Ao meu orientador, professor Dr. Leandro Bugoni, por me fazer gostar ainda mais do mundo das aves e principalmente estudar a dieta delas, pode ter certeza que os puxões de orelha durante todo o tempo deste trabalho fizeram com que eu procurasse melhorar cada vez mais.

Ao meu coorientador, Fernando Faria, por amenizar os meus momentos de pânico durante a execução deste trabalho, ajudando com as correções e elaboração do conteúdo deste trabalho.

A todo o pessoal pelo esforço no recolhimento dos animais nas rodovias, em especial à Carol Canary.

À professora Dr<sup>a</sup> Carla Fontana por fornecer algumas das amostras deste estudo e também a todo o pessoal do Museu de Ciências e Tecnologia, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul pelo acolhimento.

Ao Laboratório de Vertebrados – FURG pela identificação dos animais, principalmente ao professor Dr. Daniel Loebmann e Dr. Fernando Quintela que estavam sempre dispostos a tirar minhas dúvidas.

À professora Dr<sup>a</sup> Sônia Hefler, pelas tardes dedicadas em me auxiliar na identificação das plantas, não medindo esforços para me ajudar.

À professora Dr<sup>a</sup> Edélti Albertoni, pela dedicação e disposição em me ajudar. Sempre com o seu bom humor, és com certeza um dos meus exemplos.

Aos técnicos da Limnologia Leonardo Furlanetto, Cláudio Trindade e Clara Lima pela ajuda na execução deste trabalho.

Aos colegas de laboratório pelo auxílio, troca de conhecimentos e incentivos durante a execução deste trabalho.

Aos meus amigos de faculdade, Crislaine Barbosa, Mateus Negrine e William Matzenauer por aturarem as minhas sábias piadas. Com certeza sem vocês a minha jornada na faculdade seria bem mais difícil.

À Fernanda Mendonça, minha amiga baixinha querida, sempre disposta a me ajuda em tudo que eu precisasse, muito obrigada fer!!!

Aos meus pais, Nair Negrine e Climério Fernandez por nunca me deixarem desistir e entenderem a minha ausência e aos meus pais emprestados Marli Borba e Luzardo Almeida, por me darem todo o apoio para eu permanecer em Rio Grande.

E por último, mas nem de longe o menos importante, meu companheiro de vida, Roberto Almeida, que esteve envolvido desde a decisão da escolha do curso e que nos meus momentos de desistência nunca deixou que eu perdesse as esperanças.

## Sumário

Agradecimentos .....	ii
Lista de abreviaturas .....	5
Resumo .....	6
Introdução geral .....	10
Impactos das rodovias e da orizicultura em aves .....	10
Família Rallidae e <i>Aramides ypecaha</i> .....	12
Importância e técnicas para o estudo da dieta em aves .....	14
Ecologia alimentar de saracuruçu, <i>Aramides ypecaha</i> , no Bioma Pampa .....	19
Introdução .....	21
Metodologia .....	23
Área de estudo e coleta de indivíduos .....	23
Análise dos Tratos Gastrointestinais (TGIs) .....	24
Análise de isótopos estáveis (AIE) .....	25
Análise de dados .....	26
Análises estatísticas .....	27
Resultados .....	28
IE nos tecidos de <i>A. ypecaha</i> .....	29
Discussão .....	29
Conclusão .....	33
Referências bibliográficas .....	34
Tabelas .....	39
Legendas das Figuras .....	48
Considerações finais .....	53
Referências bibliográficas (Introdução geral) .....	54

## Lista de abreviaturas

AIE – Análise de isótopos estáveis

FET – Fator de enriquecimento/discriminação trófico

FO – Frequência de ocorrência absoluta

FO% – Frequência de ocorrência relativa

GIT – Gastrointestinal tract

IE – Isótopos estáveis

M% – Contribuição em massa relativa

N% – Contribuição numérica relativa

PN% – Contribuição numérica relativa presa-específica

PM% – Contribuição relativa em massa presa-específica

PSIRI – Índice de Importância Relativa Presa-específica

SI – Stable isotope

TGI – Trato gastrointestinal

## Ecologia alimentar de saracuruçu, *Aramides ypecaha*, no bioma Pampa

### Resumo

Modificações no ambiente natural, como fragmentação do habitat, podem causar mudança de comportamento das espécies que ocorrem nestes locais. Alterações na busca por alimentos das espécies impactadas são um exemplo de mudança comportamental. O presente estudo teve como objetivo estudar a dieta da ave saracuruçu *Aramides ypecaha*, que habita ambientes alagados próximos a ambientes alterados por arrozais e pela dispersão de grãos em rodovias no bioma Pampa. Foram analisados os conteúdos dos tratos gastrointestinais (TGIs) de aves encontradas mortas em rodovias do Rio Grande do Sul, sul do Brasil ( $n = 41$ ) e realizou-se a análise de isótopos estáveis (AIE) de carbono ( $\delta^{13}\text{C}$ ) e nitrogênio ( $\delta^{15}\text{N}$ ) do fígado ( $n = 11$ ), músculo ( $n = 23$ ) e penas em crescimento ( $n = 13$ ), a fim de determinar as fontes que a espécie utiliza na síntese destes tecidos. O Índice de Importância Relativa Presa-específica (PSIRI) dos itens alimentares encontrados do TGI, indicou grande importância de arroz, *Oryza sativa*, na dieta (PSIRI = 27,1%), seguido de moluscos (PSIRI = 26,3%), insetos (PSIRI = 11,7%) e anfíbios (PSIRI = 11,3%). O item mais frequente nos TGIs foi o molusco *Pomacea canaliculata* (FO = 68,2%), seguido de Coleoptera (FO = 63,4%), arroz, *O. sativa* (FO = 60,9%) e anfíbios (FO = 29,2%). A espécie utiliza uma grande variedade de categorias taxonômicas, indicando um comportamento onívoro e, além disso, a grande quantidade de grãos de arroz encontrados nos TGIs pode indicar ainda um hábito oportunista na espécie. Nos modelos de mistura isotópica os diferentes tecidos apresentaram diferenças na utilização de fontes pela espécie. No fígado e músculo foi observada uma importância de vertebrados e moluscos, enquanto que em penas de crescimento as fontes utilizadas tiveram contribuição similar. Sendo assim, a análise da dieta convencional de indivíduos de *A. ypecaha* associada à análise de

isótopos estáveis foi importante na determinação da influência antrópica, exercida tanto pelas rodovias quanto pela orizicultura, utilizando-se animais já mortos por atropelamento. Além disso, este estudo pode ser utilizado como modelo de influência antrópica na alteração da dieta e reforça a importância da utilização da análise de isótopos estáveis na complementação de dados de visualização direta, como a análise de TGIs.

**Palavras-chave:** arroz, dieta, influência antrópica, isótopos estáveis, Rallidae.

## Feeding ecology of the Giant wood-rail, *Aramides ypecaha*, in Pampas biome

### Abstract

Modifications in natural environment such as habitat fragmentation can cause changes in animal behavior at these places. Changes in the search for food of impacted species are an example of behavioral change. This study investigated the diet of the Giant wood-rail, *Aramides ypecaha*, in wetlands near by areas altered by rice fields and the dispersal grains on highways in the Pampas biome. Gastrointestinal tract (GIT) contents of animals found dead along roads of the Rio Grande do Sul state, southern Brazil, were analyzed ( $n = 41$ ). Stable isotopes (SI) of carbon ( $\delta^{13}\text{C}$ ) and nitrogen ( $\delta^{15}\text{N}$ ) in tissues: liver ( $n = 11$ ), muscle ( $n = 23$ ) and growing feathers ( $n = 13$ ) were analyzed to determine potential fonts used by animals for the synthesis of these tissues. The Prey-Specific Index of Relative Importance (PSIRI) of the food items found in the TGI, indicated a great importance of rice, *Oryza sativa*, in its diet (PSIRI = 27.1%), followed by molluscs (PSIRI = 26.3%), insects (PSIRI = 11.7%) and amphibians (PSIRI = 11.3%). The most frequent item in GITs was *Pomacea canaliculata*, which occurred in 68.2% of GITs, followed by Coleoptera (FO = 63.4%), rice grains, *O. sativa* (FO = 70.0%) and amphibians (FO = 29.2%). The species fed on a wide range of taxonomic categories, indicating an omnivorous feeding behavior, and the large amount of rice grains found in GITs, may indicate that this rail is opportunistic. The isotopic mixing models of different tissues showed different contribution of sources. In liver and muscle a predominance of vertebrate for the synthesis was observed, while for feathers, sources used had similar contributions. Therefore, the diet analysis of Giant wood-rail was important to determine the influence of human activities, such as roads and rice cultures, using specimens already dead by vehicle collision. Furthermore, this study can be used as a model for further studies on human



influence in the diet of animals, and highlight the importance of using SI analysis for complementing direct dietary approaches, such as GIT analysis.

**Key-words:** rice, diet, anthropic influence, stable isotopes, Rallidae.

## **Introdução geral**

### **Impactos das rodovias e da orizicultura em aves**

Modificações antrópicas podem alterar a utilização de recursos pelos organismos (Ramos et al., 2011). O Rio Grande do Sul (RS) possui 6.815,69 km de rodovias estaduais e federais pavimentadas, com grande importância para o deslocamento humano e de mercadorias (DAER, 2016). Entretanto, a alteração causada no ambiente pelas rodovias pode acarretar em prejuízos aos animais. As rodovias atuam como barreiras e afetam o fluxo gênico de diversas espécies, além de inviabilizar o deslocamento de pequenos animais (Mader, 1984).

A intensidade do tráfego de veículos também é um fator importante quando se avalia o efeito das rodovias na fauna (Fahrig et al., 1995). Dentre os efeitos mais severos que as rodovias podem causar aos animais estão a fragmentação do ambiente e a consequente perda de habitats naturais, além do aumento no número de animais mortos de diferentes táxons que utilizam estes ambientes para alimentação e deslocamento (Novelli et al., 1988; Andrews, 1990; Bager e Rosa, 2012; Ramos et al., 2011; Santos et al., 2012). No Brasil, 67% do transporte de cargas é realizado por rodovias, muitas delas em péssimas condições de conservação o que ocasiona a perda de grãos pelos caminhões (IBGE, 2005). A disponibilidade de alimentos que acidentalmente caem de caminhões que trafegam nas rodovias serve de atrativo para a fauna que transita entre os fragmentos do ambiente, causando mudança no comportamento natural do animal em busca do alimento (Stephen e Christopher, 2000; Lima e Obara, 2004).

Outra modificação que altera significativamente as paisagens naturais são as extensas áreas utilizadas para a agricultura. O setor agroindustrial no Brasil possui grande

relevância na arrecadação tributária nacional, devido a produtos agrícolas como soja, milho, cana-de-açúcar e arroz (Embrapa, 2004). Entretanto, a agricultura possui dentre outros prejuízos à fauna, a capacidade de modular a riqueza e diversidade dos organismos que habitam estes locais (Mader, 1984).

Um dos biomas que vem sendo cada vez mais degradado principalmente pela introdução da silvicultura e da agricultura com a produção de culturas como milho, trigo e arroz é o bioma Pampa (Overbeck et al., 2007). Ocupando 63% do RS, o bioma Pampa possui sua paisagem formada por campos, capões de mata, mata ciliares e banhados (IBGE, 2005; MMA, 2016). Devido à diversidade de habitats o Pampa é um local importante para muitos animais, com destaque para as aves (Develey et al., 2008).

O arroz é um dos cereais mais cultivados na América Latina (Acosta et al., 2010). Na safra de 2002/2003 a região Sul do Brasil obteve a maior arrecadação pelo plantio deste grão, com a produção correspondendo a 56,8% da produção do país (Embrapa, 2004). O Brasil está entre os maiores produtores deste grão, com uma safra média de 11,26 milhões de toneladas/ano e é o país com maior área plantada das Américas (Acosta et al., 2010; Ministério da Agricultura, 2015). Para o cultivo deste cereal é preciso realizar modificações no ambiente, pois requer um elevado volume de água para a irrigação, além do uso de inseticidas, herbicidas e fertilizantes, que causam prejuízos a todo o ecossistema (Dias e Burger, 2005).

Aves de diferentes famílias são atraídas pela oferta de alimento, tanto dispersos em rodovias quanto em áreas agrícolas. No entanto, aves Passeriformes possuem maior afinidade por fragmentos de floresta do entorno das rodovias enquanto aves maiores concentram-se em ambientes com interferência da agricultura (Ramos et al., 2011). A modificação do ambiente pela agricultura altera a utilização dos recursos pelas aves, em decorrência das alterações na paisagem e na disponibilidade de alimento (Fox, 2004).

Para as aves aquáticas a drenagem de banhados e demais áreas úmidas para o cultivo de arroz é uma ameaça pela alteração dos ambientes naturais (Fasola e Ruiz, 1996). Porém, áreas com plantações de arroz atraem diferentes aves aquáticas que utilizam estes ambientes aquáticos artificiais principalmente para o forrageamento, devido à disponibilidade de alimento (Fasola e Ruiz, 1996). Esses ambientes são utilizados por diversas espécies de aves, porém há o predomínio de famílias adaptadas a ambientes aquáticos como Anatidae (patos, cisnes e gansos) e Scolopacidae (maçaricos e narcejas), apesar de poderem ser encontradas aves tipicamente terrestres (Elphick, 2004; Acosta et al., 2010). Em estudos sobre as aves nos arrozais da planície costeira do RS, demonstrou-se diferenças na ocupação por estes animais nos diferentes estágios de reprodução e maturação de arroz (Dias e Burger, 2005). Aves aquáticas como os integrantes de Threskiornithidae e Charadriidae em arrozais no RS possuíram preferência no começo da semeadura do arroz, enquanto Ardeidae, Ciconiidae e Rallidae ocupam estes ambientes conforme estes ficam alagados (Dias e Burger, 2005).

### **Família Rallidae e *Aramides ypecaha***

Entre as aves aquáticas que utilizam ambientes com orizicultura estão os membros da família Rallidae, um grupo com 147 espécies com distribuição cosmopolita, não ocorrendo apenas na Antártica (Taylor, 1996). Destas, 34 espécies ocorrem no Brasil (Piacentini et al., 2015). Os ralídeos, popularmente conhecidos por saracuras, possuem o bico com forma e tamanho variados, havendo espécies com bicos menores alimentando-se principalmente de insetos e pequenas sementes, enquanto as espécies com bicos maiores podem se alimentar de material vegetal, como raízes e tubérculos (Taylor, 1996). Muitas espécies dessa família tendem a possuir um bico robusto, propiciando a onivoria (Taylor, 1996).

A ave saracuruçu *Aramides ypecaha* (Vieillot, 1819) (Fig. 1), distribuiu-se pelo Brasil, Uruguai, Argentina e Paraguai onde habita ambientes de áreas abertas, campos e galeria de florestas próximos a ambientes alagados. Atualmente o fator que contribui para o declínio de *A. ypecaha* é a crescente perda de habitats (Taylor, 1996). Integrante da família Rallidae, *A. ypecaha* possui o pescoço cinzento, peito e flanco de um tom rosado, barriga cinza claro e cauda negra, o que chama atenção quando voa ou levanta a cauda (Belton, 1994). Possui em média 46 cm de comprimento, com machos e fêmeas pesando em média, 800 g e 656 g, respectivamente (LAATM-FURG, dados não publicados), sendo, a maior das saracuras brasileiras (Beltzer, 1985; Belton, 1994; Sick, 1997). Apesar de pouco estudada, sugere-se que apresente comportamento onívoro, com predomínio na dieta de moluscos, insetos e vegetais (Beltzer, 1985).



**Fig. 1** *Aramides ypecaha* no município de Cerrito, próximo à cidade de Pelotas, Rio Grande do Sul. Foto: Jocarlos G. Alberton.

## **Importância e técnicas para o estudo da dieta em aves**

Estudos sobre dieta das aves auxiliam na determinação do papel destes organismos nos ecossistemas (Mallet-Rodrigues, 2010; Bager e Rosa, 2012). Conhecer o hábito alimentar de uma espécie contribui para o entendimento da estruturação do ambiente, determinação de nichos tróficos e utilização de recursos, assim como o fluxo de energia através dos ecossistemas (Poulin et al., 1994; Brown et al., 2012). As aves possuem diferentes formas de seleção do alimento e, conseqüentemente, diferentes hábitos alimentares. Podem apresentar hábito oportunista, em que uma fonte alimentar abundante e incomum é preferida, a estratégia especialista onde as aves são adaptadas para se alimentar de itens específicos, e o hábito generalista, na qual diferentes itens alimentares são consumidos em proporções similares (Gill, 2006; Granzinoli e Motta-Junior, 2010).

Diferentes técnicas podem ser utilizadas para a determinação da dieta das aves. A observação direta é uma das técnicas e consiste em observar em campo o que a ave está se alimentando. Este método é utilizado com aves frugívoras e nectarívoras, porém não é eficiente em detectar a ingestão de pequenas presas como artrópodes (Barrett et al., 2007; Mallet-Rodrigues, 2010). Para determinar e quantificar o alimento consumido pelas aves é preciso obter ou extrair o conteúdo do seu trato digestório (Barrett et al., 2007). Muitas técnicas que utilizam o conteúdo ingerido pelas aves podem ser utilizadas para o estudo da dieta, como a análise de pellets, regurgitados, fezes ou a análise do trato gastrointestinal (TGI) (Bugoni et al., 2004; Barrett et al., 2007).

Alguns estudos podem utilizar técnicas que induzam a uma regurgitação forçada, com auxílio de alguma substância como, por exemplo, o tártaro emético que apesar de ser uma técnica que pode permitir a quantificação de itens de fácil digestão, pode causar a morte de animais (Zach e Falls, 1976; Poulin et al., 1994; Durães e Marini, 2005). Os itens alimentares consumidos pelas aves podem ser quantificados em decorrência de partes

duras como élitros, ossos e conchas e em alguns casos, como otólitos de peixes, é possível a realização da estimativa do tamanho da presa ingerida (Barrett et al., 2007). No entanto, alguns itens encontrados não são de fácil identificação por estarem muito fragmentados ou digeridos (Mallet-Rodrigues, 2010).

A análise do TGI é um dos métodos mais utilizados na determinação da dieta, fornecendo informações sobre a alimentação mais recente do animal. Este método consiste em coletar o trato gastrointestinal do organismo e é vantajoso por analisar a alimentação mais recente do animal. Porém, esse método envolve a morte e coleta de muitos animais (Barrett et al., 2007; Mallet-Rodrigues, 2010).

Os métodos convencionais de estudo da dieta podem ser complementados por técnicas bioquímicas como, por exemplo, a análise de isótopos estáveis (AIE). Nessa técnica são utilizadas amostras de algum tecido do animal para fazer inferências sobre as possíveis fontes de sua alimentação no momento da síntese destes tecidos (Rubenstein e Hobson, 2004). Os isótopos estáveis (IE) são átomos de mesmo elemento químico que possuem o mesmo número de prótons, mas diferentes números de nêutrons e consequentemente diferentes massas atômicas. Além disso, são caracterizados por não alterarem a sua massa ao longo do tempo (Martinelli et al., 2009). A análise de IE vem sendo amplamente utilizada para a determinação da dieta e do nicho trófico de diversos organismos, incluindo as aves (*e.g.* Bugoni et al., 2008; Britto e Bugoni 2015).

Isótopos mais leves reagem mais rápido do que os mais pesados e é essa variação no comportamento dos elementos que determina as diferentes proporções de isótopos leves e pesados assimilados em cada tecido (Ferreira, 2008; Martinelli et al., 2009). Os isótopos são ainda discriminados nos tecidos dos animais em função da rota metabólica para síntese. Além disso, cada tecido possui uma taxa de renovação (*turnover*) distinta, dependendo da sua atividade metabólica (Rubenstein e Hobson, 2004). O *turnover* isotópico refere-se à

renovação contínua dos elementos químicos e, conseqüentemente, dos isótopos que compõem o tecido corporal ou o organismo como um todo, e é expresso em unidade de tempo pela sua meia vida (Hobson e Clark, 1992).

Dois dos IE mais utilizados em estudos ecológicos são o carbono (C) e o nitrogênio (N) (Pereira e Benedito, 2007). A composição isotópica dos elementos é expressa em notação delta ( $\delta$ ), representadas em partes por mil (‰) de diferença do valor isotópico da amostra em relação a um padrão conhecido. O padrão de C corresponde ao *Viena belemnito de Pee Dee* (VPDB) e o padrão de N corresponde ao ar atmosférico, dada pela equação de Bond e Hobson (2012):

$$\delta^{13}\text{C} \text{ ou } \delta^{15}\text{N}(\text{‰}) = [(R_{\text{amostra}} / R_{\text{padrão}}) - 1]$$

Os valores de IE de carbono podem ser utilizados na comparação entre plantas do ciclo fotossintético C3 e C4 para determinar possíveis fontes autotróficas na alimentação, pela diferença de valores de fracionamento do C em cada tipo de ciclo (Martinelli et al., 2009). Plantas com ciclo fotossintético tipo C3 possuem valores de C mais baixos, em torno de -28‰, enquanto nas gramíneas do ciclo C4 os valores são mais altos, próximos a -13‰ (Peterson e Fry, 1987).

A utilização de IE do nitrogênio em estudos de alimentação animal permite definir a posição do animal na cadeia trófica (Martinelli et al., 2009). Ao longo de uma cadeia trófica, há uma perda de átomos de  $^{14}\text{N}$  e um aumento de átomos de  $^{15}\text{N}$ , ou seja, os consumidores apresentam valores de  $\delta^{15}\text{N}$  mais elevados em seus tecidos, em comparação com o alimento (Perez et al., 2008). Dito de outra forma, a cada nível trófico os valores de  $\delta^{15}\text{N}$  aumentam entre 3 e 5‰ (Minagawa e Wada, 1984). Desta forma, o nitrogênio pode ser utilizado em estudos ecológicos como indicador de nível trófico.

A resposta obtida pela análise isotópica depende da atividade metabólica do tecido que se deseja analisar, devido ao período de síntese e/ou *turnover* ser diferente em cada



tecido. O fígado e o músculo das aves possuem meia vida estimada de 4 e 12 dias, respectivamente, portanto refletem uma alimentação recente do animal (Boecklen et al., 2011). Outros tecidos, por exemplo, o tecido ósseo pode representar períodos longos, estimados em meses ou anos (Hobson e Clark, 1992). Há também tecidos com períodos fixos, como as penas, que são metabolicamente inertes após formadas e, assim, refletem a dieta durante o período de seu crescimento, permanecendo inalteradas posteriormente. Devido a esta característica a análise de isótopos estáveis em penas é muito utilizada, por exemplo, em estudos com aves migratórias, pois indicam o local em que ocorreu a síntese das penas (Hobson e Clark, 1992; Hobson, 1999).

As penas são constantemente expostas a variantes como água, sol, atrito com vegetação ou solo, e precisam periodicamente ser trocadas. A muda das penas proporciona a manutenção da plumagem e está relacionada a fatores como o tipo de habitat, alimentação, migração e reprodução (Howell, 2010). Em Rallidae as estratégias de muda são pouco conhecidas e infere-se que ocorra principalmente no verão e no inverno (Howell, 2010).

Com base nas informações apresentadas acima, no presente estudo foi analisada a ecologia alimentar de *A. ypecaha* por meio do recolhimento de espécimes encontrados mortos em rodovias no RS (Fig. 2), utilizando metodologias complementares de análise de IE em fígado, músculo e penas em crescimento, associada à análise do TGI. O estudo teve como objetivos analisar a dieta da espécie pela análise de TGI e pelo método complementar de análise de IE e determinar a importância dos itens alimentares encontrados nos TGIs e a contribuição isotópica das principais fontes identificadas na dieta.



**Fig. 2** Espécime de *A. ypecaha* atropelada em rodovia BR-471, no município de Rio Grande, Rio Grande do Sul. Foto: ICMBio/Taim.

1 **Ecologia alimentar de saracuruçu, *Aramides ypecaha*, no Bioma Pampa**

2  
3  
4 Cínthia N. Fernandez<sup>1</sup>, Fernando A. Faria<sup>1</sup>, Leandro Bugoni<sup>1</sup>

5  
6  
7 <sup>1</sup> Laboratório de Aves Aquáticas e Tartarugas Marinhas, Instituto de Ciências Biológicas,  
8 Universidade Federal do Rio Grande (FURG), Campus Carreiros, CP 474, CEP 96203-  
9 900, Rio Grande, RS, Brasil

10 Autor Correspondente: cinthianegrine@gmail.com

11 Telefone: (53): 99622876

12  
13  
14  
15 Manuscrito redigido de acordo com as normas da revista *Wetlands*, com exceção do  
16 idioma.

27 **Resumo** Alterações antrópicas podem influenciar o modo que os animais buscam os  
28 recursos no ambiente. Neste estudo é analisada a influência que os grãos dispersos em  
29 rodovias e em arrozais possuem na dieta da ave *Aramides ypecaha* no bioma Pampa. Para  
30 isso foi analisado o conteúdo de tratos gastrointestinais (TGI) ( $n = 41$ ) de espécimes de *A.*  
31 *ypecaha* encontrados mortos em rodovias no sul do Brasil. Associado ao método  
32 convencional de análise de dieta foi realizado a análise de isótopos estáveis (AIE) em  
33 fígado, músculo e penas em crescimento para inferir as fontes que são utilizadas na síntese  
34 destes tecidos. Na dieta da espécie foi encontrada uma variedade de categorias  
35 taxonômicas, com a presença de plantas, moluscos, insetos e vertebrados. O Índice de  
36 Importância Relativa Presa-específica (PSIRI) foi calculado e indicou a importância de  
37 itens como *Pomacea canaliculata*, *Oryza sativa* e Coleoptera na composição geral da dieta.  
38 A partir da AIE dos tecidos foi observado que fígado e músculo utilizaram  
39 preferencialmente vertebrados na sua síntese e que penas em crescimento foi utilizado  
40 preferencialmente fontes como arroz e molusco. Com estes resultados é possível afirmar  
41 que a análise de TGI associado com AIE indicou forte interferência antrópica na dieta da  
42 espécie.

43 **Palavras-chave:** arroz, dieta, ecologia de estradas, influência antrópica, isótopos estáveis,  
44 Rallidae

45

## 46 **Introdução**

47

48 As aves podem modificar a maneira que utilizam os recursos em decorrência de  
49 modificações dos ambientes naturais (Ramos et al. 2011). Alterações antrópicas como, por  
50 exemplo, rodovias e extensas áreas utilizadas para a agricultura podem atrair diferentes  
51 espécies de aves devido ao acesso facilitado ao alimento disponível nestes ambientes. Por  
52 outro lado, aumenta-se o risco de mortalidade dessas aves pela colisão com veículos e  
53 geram a fragmentação do habitat (Novelli et al. 1988; Ramos et al. 2011).

54 O estudo da ecologia alimentar das aves é uma ferramenta importante para  
55 determinar a interferência da agricultura e das rodovias. Conhecer o hábito alimentar de  
56 uma espécie contribui no entendimento da estruturação do ambiente, determinação de  
57 nichos tróficos e utilização de recursos, assim como o fluxo de energia através dos  
58 ecossistemas (Poulin et al. 1994; Brown et al. 2012).

59 O arroz é um dos cereais mais cultivados globalmente e também na América Latina  
60 (Acosta et al. 2010). O Brasil está entre os maiores produtores deste grão, com safra média  
61 anual de 11,26 milhões de toneladas (Ministério da Agricultura 2015a). No Rio Grande do  
62 Sul, a produção de arroz corresponde a 54% do total produzido no país, sendo este o maior  
63 produtor do grão em nível nacional (Ministério da Agricultura 2015a). Para o cultivo deste  
64 cereal é preciso realizar modificações no ambiente, que fazem com que o habitat seja  
65 fragmentado (Dias e Burger 2005). A alteração dos ambientes naturais pela drenagem de  
66 banhados e demais áreas úmidas para o cultivo de arroz é uma ameaça para as aves (Fasola  
67 e Ruiz 1996).

68 Um grande número de espécies de aves aquáticas utilizam áreas com orizicultura  
69 principalmente para o forrageamento (Fasola e Ruiz 1996; Acosta et al. 2010). No entanto,  
70 estes ambientes modificados não substituem os ambientes naturais, uma vez que muitas

71 aves saem dos campos com orizicultura para pernoitar e/ou reproduzir (Dias e Burger  
72 2005). Em períodos de seca, os ambientes modificados pela orizicultura podem atuar como  
73 substitutos de ambientes naturais, assim sendo importantes para as aves (Fasola e Ruiz  
74 1996).

75 Entre as aves aquáticas que utilizam estes ambientes estão as saracuras (Rallidae),  
76 com 34 espécies de ocorrência no Brasil (Taylor 1996; Piacentini et al. 2015). Os ralídeos  
77 possuem o bico com forma e tamanho variáveis. Há espécies com bicos menores  
78 alimentando-se principalmente de insetos e pequenas sementes, enquanto as espécies com  
79 bicos maiores podem alimentar-se de material vegetal, como raízes e tubérculos. Muitas  
80 espécies dessa família tendem a possuir um bico robusto, propiciando a onivoria (Taylor  
81 1996).

82 A saracuruçu, *Aramides ypecaha*, é um Rallidae que distribui-se pelo Brasil,  
83 Uruguai, Argentina e Paraguai. A espécie apresenta comprimento máximo de 46 cm, sendo  
84 os machos mais pesados que as fêmeas (média de 800 e 656 g, respectivamente) (LAATM-  
85 FURG, dados não publicados) e é a maior das saracuras brasileiras (Belton 1994). Embora  
86 a dieta da espécie tenha sido investigada num único estudo, sugere-se que possua um  
87 comportamento onívoro, alimentando-se de moluscos, insetos e vegetais (Beltzer 1985).

88 Para determinar e quantificar as presas consumidas pelas aves é preciso obter ou  
89 extrair o conteúdo do seu trato digestório (Barrett et al. 2007). A análise do trato  
90 gastrointestinal (TGI) é uma das técnicas mais utilizadas na determinação da dieta,  
91 fornecendo informações sobre a alimentação mais recente do animal (Barrett et al. 2007).  
92 Estes métodos podem ser complementados por técnicas bioquímicas como a análise de  
93 isótopos estáveis (AIE). Essa segunda técnica utiliza amostras de algum tecido do animal  
94 para fazer inferências sobre as possíveis fontes de sua alimentação no momento da síntese  
95 destes tecidos (Rubenstein e Hobson 2004). Os isótopos mais utilizados em estudos de

96 ecologia trófica são o carbono e o nitrogênio (Pereira e Benedito 2007). O carbono é  
97 utilizado predominantemente para determinação de fonte alimentar (Peterson e Fry 1987),  
98 enquanto que o nitrogênio é utilizado na determinação do nível trófico (Perez et al. 2008).  
99 A resposta obtida pela análise isotópica depende da atividade metabólica do tecido que se  
100 deseja analisar, devido ao período de síntese ser diferente em cada tecido. O fígado e o  
101 músculo das aves possuem meia vida estimada de 4 e 12 dias, respectivamente, portanto  
102 refletem uma alimentação recente (Hobson e Clark 1992; Boecklen et al. 2011). Há  
103 também tecidos com períodos fixos, como as penas, que refletem a dieta durante o período  
104 de seu crescimento, permanecendo inertes posteriormente (Rubenstein e Hobson 2004).

105 Com base nessas informações, o presente estudo teve como objetivo descrever a  
106 dieta de *A. ypecaha* analisando o conteúdo do TGI e, o método complementar de AIE em  
107 três tecidos com períodos de síntese distintos. Este estudo possui duas hipóteses: (1) a  
108 presença de grãos em lavouras no RS e seu transporte nas rodovias, torna o grão de arroz o  
109 item alimentar de maior importância para *A. ypecaha*, (2) saracuruçu possui hábito  
110 alimentar oportunista, por utilizar intensamente o arroz, naturalmente não disponível.

111

## 112 **Metodologia**

113

### 114 **Área de estudo e coleta de indivíduos**

115

116 Indivíduos de *A. ypecaha* encontrados mortos foram ocasionalmente coletados em  
117 rodovias no estado do Rio Grande do Sul de janeiro de 1999 a setembro de 2016. Os  
118 animais coletados foram levados para o Laboratório de Aves Aquáticas e Tartarugas  
119 Marinhas (LAATM) na Universidade Federal do Rio Grande (FURG) ou levados para a  
120 Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUC-RS). Em ambos os locais os

121 espécimes foram congelados para posteriores necropsias e coleta dos TGIs, que foram  
122 preservados em álcool 70% ou congelados.

123 O trecho da rodovia BR-471 (Fig. 1), situado entre os municípios de Rio Grande e  
124 Santa Vitória do Palmar foi o local de coleta do maior número de indivíduos ( $n = 34$ ).  
125 Nesta rodovia há um alto índice de atropelamentos de animais, principalmente de aves  
126 devido ao tráfego de veículos em alta velocidade (Novelli et al. 1988). Essa rodovia corta a  
127 Estação Ecológica (ESEC) do Taim, que é uma importante área para aves aquáticas (Dias e  
128 Burger 2005). Ao longo do trecho desta rodovia existe intensa atividade agrícola, com  
129 destaque para os campos de orizicultura, que servem de atrativo para as aves (Novelli et al.  
130 1988).

131 Sete indivíduos foram ainda coletados em trechos de outras rodovias do estado do  
132 Rio Grande do Sul, RS, e utilizados neste estudo: municípios de Itaqui, BR-472 (1  
133 indivíduo); Mata e Santa Maria, BR-287 (2 indivíduos); Pelotas e Rio Grande, BR-392 (1  
134 indivíduo); Quaraí, BR-293 (1 indivíduo); Santo Antônio da Patrulha e São Gabriel, BR-  
135 290 (2 indivíduos) (Fig. 1).

136

### 137 **Análise dos Tratos Gastrointestinais (TGIs)**

138

139 Foram analisados no total 41 TGIs, todos com resíduos alimentares. Cada TGI foi aberto  
140 com bisturi e teve seu conteúdo lavado em água corrente sobre peneira de 500  $\mu\text{m}$  e  
141 armazenado em álcool 70%. Os itens alimentares foram identificados ao menor nível  
142 taxonômico possível, com auxílio de microscópio estereoscópico e consulta a especialistas  
143 dos Laboratórios de Botânica, Limnologia e zoologia da FURG, objetivando chegar ao  
144 menor nível taxonômico possível. Quando possível os táxons encontrados foram contados  
145 e tiveram sua massa reconstituída estimada, com base na massa média de itens de tamanho



146 similar encontrados nos TGIs e na área de estudo. A contagem dos itens se deu por meio de  
147 estruturas diagnósticas como apêndices locomotores, élitros de coleópteros e opérculos de  
148 moluscos.

149

#### 150 **Análise de isótopos estáveis (AIE)**

151

152 Para a AIE foram utilizados 23 amostras de músculo, 11 de fígado e 13 de penas em  
153 crescimento de espécimes de *A. ypecaha*, além de potenciais itens alimentares encontrados  
154 ao longo da área de estudo e no TGI dos indivíduos coletados na BR-471. Do músculo e  
155 fígado das aves e músculo das presas foram extraídos lipídios utilizando éter de petróleo  
156 como solvente por 6 h em aparelho Soxhlet, a fim de que não ocorresse interferência nos  
157 valores de carbono, reconhecidamente deplecionados em  $^{13}\text{C}$  nos lipídios (Schlechtriem et  
158 al. 2003). As amostras de músculo, fígado e potenciais presas foram liofilizadas por 8 h ou  
159 secas em estufa por 48 h em temperatura constante de 70°C. As penas foram lavadas com  
160 solução de NaOH para remover partículas aderidas, foram cortados com tesoura em  
161 pequenos fragmentos e secas em estufa por 12 h à temperatura constante de 70°C. Todas as  
162 amostras foram trituradas, homogeneizadas e pesadas.

163 Amostrs dos tecidos e fontes alimentares foram trituradas e aproximadamente 0,7  
164 mg foram acondicionadas em cápsulas de estanho para análise em espectrômetro de massa  
165 de razão isotópica (IRMS) no Laboratório de Química Analítica da Universidade Estadual  
166 de Washington (EUA). A composição isotópica do material é expressa em notação delta  
167 ( $\delta$ ) representada por partes por mil (‰) de diferença do valor isotópico da amostra em  
168 relação a um padrão conhecido. O padrão de carbono correspondente a *Vienna Pee Dee*  
169 *Belemnite* – VPDB e o padrão de nitrogênio correspondente ao ar atmosférico. Os valores  
170 são dados pela equação de Bond e Hobson (2012):

171  $\delta^{13}\text{C}$  ou  $\delta^{15}\text{N}(\text{‰}) = [(R_{\text{amostra}} / R_{\text{padrão}}) - 1]$  (eq. 1)

172

### 173 **Análise de dados**

174

175 Dos itens alimentares encontrados nos TGIs analisados, foram calculados os seguintes  
176 parâmetros: frequência de ocorrência absoluta (FO); frequência de ocorrência relativa  
177 (FO%); número de itens alimentares (N); proporção do número de indivíduos na dieta ou  
178 contribuição numérica relativa (N%); massa total de cada item alimentar na dieta (M);  
179 contribuição numérica percentual item-específico (PN%) e a massa reconstituída  
180 percentual item-específico na amostra (PM%). Estes parâmetros integram o Índice de  
181 Importância Relativa Presa-Específico (PSIRI%), calculado de acordo com Brown et al.  
182 (2012) (Tabela 1).

183 A massa utilizada para plantas que estavam digeridas ou que faltavam estruturas  
184 diagnósticas foi obtida através da pesagem dos fragmentos encontrados nos TGIs. Para  
185 sementes não identificadas o valor utilizado foi a massa dos itens encontrados. Para plantas  
186 com estruturas que possibilitaram a identificação, tais como Eudicotiledôneas (Asteraceae,  
187 Fabaceae, Lentibulariaceae, Melostomataceae e Rubiaceae) e Monocotiledôneas  
188 (Cyperaceae e Poaceae), estes foram pesados em balança de precisão (Tabela 2).

189 Para o molusco Ampullariidae *Pomacea canaliculata* foi calculada a massa média  
190 através da pesagem em balança de três indivíduos de tamanho similares encontrados  
191 inteiros nos TGIs. Os outros moluscos (Hydrobiidae, Planorbidae e Physidae) inteiros  
192 foram pesados. O Arachnida não identificado e o crustáceo Isopoda, Armadillidiidae,  
193 tiveram sua massa determinada com base na pesagem dos indivíduos encontrados nos  
194 TGIs. Para os crustáceos Decapoda foram utilizados os valores médios de indivíduos  
195 Brachyura e Penaeidae da região (D’Incao e Calazans 1978; Oliveira et al. 2006).

196 Em relação aos insetos, a massa utilizada para Coleoptera, Hemiptera  
197 (Belostomatidae) e Hymenoptera foi o valor médio de indivíduos da região relatado em  
198 outros estudos de dieta de aves (Bugoni e Vooren 2004; Britto e Bugoni 2015; Faria 2016).  
199 Os demais insetos (Lepidoptera, Odonata e Orthoptera) tiveram sua massa estimada a  
200 partir da pesagem dos indivíduos encontrados nos TGIs.

201 Em relação aos vertebrados, utilizou-se para o peixe Callychthyidae *Corydoras*  
202 *paleatus* a massa média de 60 peixes da espécie coletados na região (Monserrat et al.  
203 2008). Os anfíbios *Leptodactylus latrans* (Leptodactylidae) e *Pseudis minuta* (Hylidae)  
204 tiveram a massa estimada pela massa média de dois indivíduos de cada espécie. Para os  
205 demais anfíbios não identificados, foram utilizados os valores de massa para Hylidae,  
206 cedidos pelo Laboratório de Vertebrados-FURG (Tabela 2).

207

## 208 **Análises estatísticas**

209

210 Para fornecer a estimativa das contribuições relativas de diferentes fontes de alimento  
211 assimilados por *A. ypecaha* foi realizado uma modelagem de mistura Bayesiana de IE  
212 usando o pacote SIAR (*Stable Isotope Analysis in R*; Parnell et al. 2010) no programa R (R  
213 Core Team 2015). O modelo de contribuição utilizado neste estudo foi selecionado por  
214 representar melhor a contribuição geral dos itens com base nos itens encontrados nos TGIs.  
215 Foi realizada a visualização da matriz para a escolha do modelo com melhor ajuste de  
216 contribuição das fontes para os tecidos do consumidor estudado. Foram incluídas no  
217 modelo fontes de diferentes categorias taxonômicas, com base na presença nos TGIs e sua  
218 contribuição, com suas respectivas siglas: plantas (Arroz); molusco *P. canaliculata*  
219 (molusco); Coleoptera terrestre (Col) e anfíbio *L. latrans* (Anf) (Tabela 3). Os fatores de  
220 discriminação para cada tecido foram selecionados a partir de testes com valores revisados

221 por Hahn et al. (2012) com aves que têm alimentação similar à espécie deste estudo. Os  
222 valores dos fatores de enriquecimento/discriminação tróficos (FET) que resultaram em  
223 melhores modelos predador-presa para o fígado foram os valores de gaivota *Larus*  
224 *delawarensis*  $\delta^{13}\text{C} = -0,4 \pm 1,0\text{‰}$  e  $\delta^{15}\text{N} = 2,7 \pm 0,1\text{‰}$  (Hobson e Clark 1992), já utilizados  
225 em outra ave Rallidae (Rush et al. 2010). Os valores de discriminação utilizados no modelo  
226 para músculo foram a média de valores de *Gallus gallus* e *Coturnix japonica* ( $\delta^{13}\text{C} = 0,7 \pm$   
227  $0,6\text{‰}$  e  $\delta^{15}\text{N} = 0,6 \pm 0,6\text{‰}$ ; Hobson e Clark 1992). Para penas o FET utilizado foi a média  
228 de valores obtidos de *Eudocimus albus*, *E. ruber* e *C. japonica* ( $\delta^{13}\text{C} = 2,6 \pm 1,2\text{‰}$  e  $\delta^{15}\text{N}$   
229  $= 4,0 \pm 0,8\text{‰}$ ; Hobson e Clark 1992; Mizutani et al. 1992).

230

## 231 **Resultados**

232

233 Foram encontrados 1128 itens alimentares nos 41 TGIs analisados, sendo 967 de origem  
234 vegetal, com o predomínio de arroz ( $n = 871$  grãos). Outros itens alimentares que também  
235 compuseram a dieta da espécie e tiveram contribuição numérica expressiva foram  
236 moluscos ( $n = 84$ ), insetos ( $n = 55$ ) e anfíbios ( $n = 12$ ). Os itens encontrados em menor  
237 número foram crustáceos ( $n = 8$ ), peixe ( $n = 1$ ) e aranha ( $n = 1$ ).

238 Em relação ao Índice de Importância Relativa Presa-Específico (PSIRI), os itens  
239 alimentares mais importantes foram as plantas monocotiledôneas (PSIRI 35,9%) com  
240 maior contribuinte o arroz (PSIRI 31,5%). O segundo item mais importante foram  
241 moluscos (PSIRI 27,1%) com o maior valor de *P. canaliculata* (PSIRI 26,3%), seguido de  
242 insetos (PSIRI 11,7%) com o maior valor de Coleoptera (PSIRI 9,3%), e anfíbios (PSIRI  
243 11,4%). Os itens alimentares com maiores frequências de ocorrência foram *P. canaliculata*  
244 (68,3%), seguido de Coleoptera (63,4%), arroz (60,9%) e anfíbios (29,2%) (Tabela 1). Não

245 compoendo a dieta, mas presente nos TGIs, plástico foi encontrado em um TGI e gastrólitos  
246 foram encontrados na maioria dos TGIs analisados.

247

### 248 **IE nos tecidos de *A. ypecaha***

249

250 Os valores isotópicos obtidos dos consumidores nos três tecidos analisados tiveram alta  
251 variabilidade, com valores altos de desvio-padrão (Tabela 4). No biplot gerado para o  
252 fígado os valores dos tecidos do consumidor ficaram próximos aos valores de anfíbio e *P.*  
253 *canaliculata*, com o modelo de mistura isotópico indicando que a fonte alimentar com  
254 maior contribuição foi anfíbio, com intervalo de credibilidade (IC) de 95% (IC 95% = 25 –  
255 81%), seguido de *P. canaliculata* (IC 95% = 1 – 57%) (Fig. 2). No músculo o biplot obtido  
256 indicou que os valores dos consumidores ficaram próximos à *P. canaliculata*, arroz e  
257 anfíbio, e a fonte com maior importância foi anfíbio (IC 95% = 22 – 68%) seguido de *P.*  
258 *canaliculata* (IC 95% = 1 – 47%) e arroz (IC 95% = 18 – 38%) (Fig. 3). No biplot gerado  
259 para penas em crescimento os valores dos consumidores ficaram mais próximos às fontes  
260 arroz e *P. canaliculata*, e no modelo de mistura a principal fonte indicada foi o arroz (IC  
261 95% = 17 – 48%); seguido de *P. canaliculata* (IC 95% = 1 – 43%); anfíbio (IC 95% = 2 –  
262 37%) e Coleoptera (IC 95% = 12 – 35%), com valores semelhantes (Fig. 4).

263

264

### 265 **Discussão**

266

267 Os resultados obtidos pela análise dos TGIs indicam que *A. ypecaha* alimenta-se de uma  
268 grande variedade de categorias taxonômicas, de plantas até vertebrados, indicando um  
269 comportamento onívoro. Adicionalmente, conforme as categorias e critérios propostos por

270 Lopes et al. (2016) a espécie pode ser classificada como GR<sub>CA-IN-MO</sub>, ou seja, dieta  
271 composta principalmente de grãos, sendo a ave principalmente granívora (GR), com este  
272 item compondo mais de 35% da dieta e secundariamente carnívora (CA), insetívora (IN) e  
273 moluscívora (MO) por apresentar a dieta composta de 10 a 35% destes outros itens. De  
274 acordo com o cálculo do PSIRI, o arroz foi o item alimentar mais importante, devido ao  
275 número elevado de grãos de arroz encontrados na dieta, que é um grão comum em rodovias  
276 no Rio Grande do Sul, e assim demonstra que a ave pode possuir hábito oportunista, o que  
277 corrobora com uma das hipóteses deste estudo. A presença de gastrólitos nos TGIs que é  
278 utilizado por outras aves para aumentar a eficiência da digestão, principalmente  
279 relacionado a aves granívoras (Shelfy et al. 2001) pode ter sido utilizado por *A. ypecaha*  
280 principalmente por se alimentar de arroz. O hábito oportunista já foi observado em outro  
281 estudo sobre a dieta da espécie por meio do abate de aves no Vale Aluvial do Rio Paraná  
282 Médio, na Argentina (Beltzer 1985). Nesta única descrição da dieta de *A. ypecaha*, houve a  
283 preferência alimentar por plantas, insetos e moluscos (Beltzer 1985). Os itens alimentares  
284 encontrados coincidiram para a maioria dos táxons descritos na dieta de *A. ypecaha*, como  
285 o molusco *P. canaliculata* que foi o segundo item com maior importância e frequência de  
286 ocorrência nos TGIs analisados no presente estudo. Este molusco é amplamente  
287 encontrado em ambientes alagados, e considerado praga em lavouras de arroz (Plan et al.  
288 2008). Além disso, houve preferência alimentar por moluscos Ampullariidae na descrição  
289 anterior da dieta da espécie e outros itens encontrados com baixa frequência, como por  
290 exemplo, crustáceos, aranhas e peixes, considerados itens secundários na Argentina  
291 (Beltzer 1985). No presente estudo os itens encontrados em baixa frequência foram  
292 similares aos encontrados na descrição anterior da dieta, porém, a presença do item arroz  
293 nos TGIs é indício de que por habitar ambientes alterados pelos arrozais, a ave teve a dieta  
294 alterada no sul do Brasil.

295 Em outros ralídeos, como *Pardirallus maculatus*, que ocupa ambientes com  
296 características similares à *A. ypecaha*, a composição da dieta foi semelhante, com a  
297 presença de moluscos e insetos (Del Barco e Beltzer 2002). Entretanto, em outros ralídeos  
298 a dieta baseia-se predominantemente em plantas, como é o caso de *Gallinula chloropus*  
299 (Lardjane-Hamiti et al. 2015). Um estudo com *Rallus longirostris*, também aparentado a *A.*  
300 *ypecaha*, indicou preferência por moluscos e crustáceos em sua alimentação (Rush et al.  
301 2010). Com base nestes estudos, podemos dizer que a preferência por moluscos, como foi  
302 encontrado para *A. ypecaha* é característico na dieta de Rallidae. Porém, ao contrário de  
303 outros ralídeos, *A. ypecaha* possui na dieta grande presença de vertebrados. Dos  
304 vertebrados, anfíbio foi um item importante na dieta, com alta importância geral (PSIRI),  
305 frequência, assim como assimilação considerável nos tecidos analisados. Porém, o alto  
306 grau de digestão dos indivíduos encontrados nos TGIs dificultou a identificação em nível  
307 de espécie da maioria das presas. Esse táxon não havia sido descrito na dieta de *A.*  
308 *ypecaha*, mas, por habitar ambientes alagados, é uma presa potencial esperada para a  
309 espécie.

310 Além disso, a grande amplitude nos valores isotópicos principalmente de carbono  
311 sugere que *A. ypecaha* apresente comportamento generalista, uma vez que se alimenta de  
312 fontes alimentares e ambientes distintos. Os elevados valores dos desvios padrões nos  
313 diferentes tecidos, resultado da discrepância nos valores máximos e mínimos dos valores  
314 isotópicos dos tecidos, podem indicar ainda uma grande variabilidade individual na dieta.  
315 Os modelos Bayesianos gerados com os valores isotópicos de  $\delta^{15}\text{N}$  e  $\delta^{13}\text{C}$  nos tecidos de *A.*  
316 *ypecaha* e de suas potenciais fontes variaram dependendo do tecido analisado. Quando  
317 comparamos os modelos de fígado e músculo com o modelo gerado para penas em  
318 crescimento percebe-se que há diferença na importância das fontes alimentares nos  
319 diferentes tecidos. Os modelos para fígado e músculo indicam uma maior importância de

320 vertebrados e moluscos em detrimento dos outros itens. No modelo utilizando penas em  
321 crescimento, todas as quatro fontes tiveram contribuições similares, com pequeno  
322 predomínio de arroz e moluscos. Estes resultados sugerem que a mudança na composição  
323 em cada tecido seja causada devido à variação temporal ou por rotas metabólicas distintas  
324 para a síntese de cada tecido, resultando em valores distintos de IE. Porém, é possível que  
325 a falta de valores adequados de fracionamento isotópico (FET) em diferentes tecidos e para  
326 espécies de Rallidae, um dos grandes problemas na reconstrução da dieta de aves em geral  
327 (Bond e Diamond 2011), tenha resultado em modelos inadequados entre os tecidos,  
328 particularmente penas.

329 Com base nessas informações, *A. ypecaha* demonstrou ser um modelo animal  
330 adequado na determinação de fatores antrópicos que interferem no habitat de outros  
331 vertebrados, utilizando somente animais encontrados mortos em estradas. A partir dos  
332 resultados obtidos observamos a importância do uso da técnica de IE associada aos  
333 métodos tradicionais de dieta. Apesar da análise dos TGIs indicarem que a dieta da ave  
334 baseia-se preferencialmente em moluscos e grãos de arroz a AIE indicou que a ave utiliza  
335 vertebrados, em especial anfíbios, para a síntese de alguns dos seus tecidos. Além disso, os  
336 resultados obtidos pelos modelos de mistura foram satisfatórios para corroborar que a  
337 produção e transporte de arroz altera a dieta natural da espécie, conforme uma das  
338 hipóteses apresentada para este estudo.

339 Foi encontrada grande quantidade de grãos nos TGIs na espécie deste estudo,  
340 indicando que as modificações no ambiente proporcionado tanto pelas rodovias quanto  
341 pela agricultura tiveram um papel crucial na atração das aves para estes locais e para a  
342 morte por atropelamento. Adicionalmente, a orizicultura necessita da drenagem de áreas  
343 alagadas naturais. Com a perda de áreas úmidas, as aves são obrigadas a mudar o local de  
344 permanência e usar os campos de arroz (Elphick 2010). Em arrozais, há ainda uma



345 preferência de diferentes famílias de aves nos diferentes estágios do cultivo de arroz, com  
346 integrantes da família Rallidae ocupando estes ambientes conforme são alagados (Dias e  
347 Burger 2005). Estes ambientes não substituem os ambientes naturais, uma vez que muitas  
348 espécies saem destes locais modificados para pernoitar e/ou reproduzir (Dias e Burger  
349 2005). Em períodos de seca, os ambientes modificados pela orizicultura podem atuar como  
350 substitutos de ambientes naturais, quando então são importantes para as aves (Fasola e  
351 Ruiz 1996). A colheita do arroz é realizada principalmente no outono (Ministério da  
352 Agricultura 2015b) e durante o resto do ano os grãos ficam disponíveis nas rodovias  
353 devido ao transporte, onde *A. ypecaha* busca este recurso, haja vista as amostras desse  
354 estudo terem sido coletadas ao longo de todo o ano e os tecidos submetidos a AIE  
355 representarem escalas temporais distintas. Portanto, a morte dos organismos em rodovias é  
356 gerado por um círculo vicioso de acontecimentos. Os caminhões que trafegam nas rodovias  
357 muitas vezes estão em condições inadequadas de vedação, fazendo com que durante o  
358 transporte os grãos caiam às margens das rodovias. Nestes locais os grãos atraem animais  
359 pela elevada disponibilidade de alimento, que ao permanecerem podem ser mortos por  
360 atropelamento.

361

## 362 **Conclusão**

363

364 A partir dos resultados encontrados podemos concluir que a ave *A. ypecaha* apresenta  
365 hábito oportunista, com dieta natural consideravelmente alterada devido aos fatores  
366 antrópicos, i.e. cultivo e transporte de arroz.

367 Por fim, sugere-se que os animais encontrados mortos em rodovias podem servir  
368 como modelos de estudo para alguns tipos de interferência antrópica, e que a análise da

369 dieta é uma ferramenta de estudo importante para a determinação do efeito das  
370 modificações ambientais na ecologia dos vertebrados.

371

## 372 **Referências bibliográficas**

373

374 Acosta M, Mugica L, Blanco D, López-Lanús B, Dias RA, Doodnath LW, Hurtado J

375 (2010) Birds of rice fields in the Americas. *Waterbirds* 33:105–122

376 Barrett RT, Camphuysen K, Anker-Nilssen T, Chardine JW, Furness RW, Garthe S,

377 Huppopp O, Leopold MF, Montevecchi WA, Veit RR (2007) Diet studies of

378 seabirds: a review and recommendation. *ICES Journal of Marine Science*

379 64:1675–1691

380 Belton W (1994) *Aves do Rio Grande do Sul: distribuição e biologia*. Unisinos, São

381 Leopoldo

382 Beltzer AH (1985) Ecología alimentaria de *Aramides ypecaha* (Aves: Rallidae) en el valle

383 aluvial del río Paraná médio (Argentina). *Revista de la Asociación de Ciencias*

384 Naturales del Litoral 16:73–85

385 Boecklen WJ, Yarnes CT, Cook BA JA (2011) On the use of stable isotopes in trophic

386 ecology. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematic* 42:411–440

387 Bond AL, Diamond AW (2011) Recent Bayesian stable-isotope mixing models are highly

388 sensitive to variation in discrimination factors. *Ecological Applications* 21:1017–

389 1023

390 Bond AL, Hobson KA (2012) Reporting stable-isotope ration in ecology: recommended

391 terminology, guidelines and best practices. *Waterbirds* 35:342–331

392 Britto VO, Bugoni L (2015) The contrasting feeding ecology of great egrets and roseate

393 spoonbills in limnetic and estuarine colonies. *Hydrobiologia* 744:187–210

- 394 Brown SC, Bizzarro JJ, Cailliet GM, Ebert DA (2012) Breaking with tradition: redefining  
395 measures for diet description with a case study of the Aleutian skate *Bathyraja*  
396 *aleutica* (Gilbert 1896). *Environmental Biology of Fishes* 95:3–20
- 397 Bugoni L, Vooren C (2004) Feeding ecology of the common tern *Sterna hirundo* in a  
398 wintering area in southern Brazil. *Ibis* 146:438–453
- 399 D’Incao F, Calazans DK (1978) Relações biométricas do “camarão-rosa” *Penaeus*  
400 *paulensis* Perez Farfante, 1967, na Lagoa dos Patos, RS, Brasil. *Atlântica* 3:57–66
- 401 Del Barco OD, Beltzer AH (2002) Dieta de *Pardirallus maculatus* (Aves: Rallidae) en el  
402 Paraná Medio (Santa Fe, Argentina). *FAVE-Ciências Veterinarias* 1:51–58
- 403 Dias RA, Burger MI (2005) A assembléia de aves de áreas úmidas em dois sistemas de  
404 cultivo de arroz irrigado no extremo sul do Brasil. *Ararajuba* 13:63–80
- 405 Elphick CS (2010) Why study birds in rice fields? *Waterbirds* 33:1–7
- 406 Faria FA (2016) Nicho trófico e recursos alimentares explorados por Charadriiformes  
407 migratórios e residentes em uma área de campo úmido da Planície Costeira no Sul  
408 do Brasil. Dissertação de Mestrado em Biologia de Ambientes Aquáticos  
409 Continentais, Universidade Federal do Rio Grande-FURG
- 410 Fasola M, Ruiz X (1996) The value of rice fields as substitutes for natural wetlands for  
411 waterbirds in the Mediterranean region. *Colonial Waterbirds* 19:122–128
- 412 Hahn S, Hoyer BJ, Korthals H, Klaassen M (2012) From food to offspring down: tissue-  
413 specific discrimination and turn-over of stable isotopes in herbivorous waterbirds  
414 and other avian foraging guilds. *PLoS ONE* 7:e30242
- 415 Hobson KA, Clark RG (1992) Assessing avian diets using stable isotopes I: turnover of  $^{13}\text{C}$   
416 in tissues. *Condor* 94:181–188

417 Lardjane-Hamiti A, Metna F, Bounkhemza M, Merabet S, Houhamdi M (2015) Variation  
418 in the diet of common moorhen *Gallinula chloropus* (Aves, Rallidae) at Lake  
419 Réghaïa, Algeria. *Zoology and Ecology* 25:227–234

420 Lopes LE, Fernandes AM, Medeiros MCI, Marini MA (2016) A classification scheme for  
421 avian diet types. *Journal Field Ornithology* 87:309–322

422 Ministério da Agricultura (2015a) Arroz.  
423 <http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/arroz>. Acesso 4 Jul 2015

424 Ministério da Agricultura (2015b) Produtores devem ficar atentos aos prazos de plantio e  
425 colheita das culturas.  
426 [http://www.agricultura.gov.br/comunicacao/noticias/2015/04/produtores-devem-](http://www.agricultura.gov.br/comunicacao/noticias/2015/04/produtores-devem-ficar-atentos-aos-prazos-de-plantio-e-colheita-das-culturas)  
427 [ficar-atentos-aos-prazos-de-plantio-e-colheita-das-culturas](http://www.agricultura.gov.br/comunicacao/noticias/2015/04/produtores-devem-ficar-atentos-aos-prazos-de-plantio-e-colheita-das-culturas). Acesso 21 out 2016

428 Mizutani H, Fukuda M, Kabaya Y (1992) <sup>13</sup>C and <sup>15</sup>N enrichment factors of feathers of 11  
429 species of adult birds. *Ecology* 73:1391–1395

430 Monserrat JM, Lima JV, Ferreira JLR, Acosta D, Garcia ML, Ramos PB, Moraes TB,  
431 Santos LC, Amado LL (2008) Modulation of antioxidant and detoxification  
432 responses mediated by lipoic acid in the fish *Corydoras paleatus*  
433 (Callychthyidae). *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology*  
434 *& Pharmacology* 148:287–292

435 Novelli R, Takase E, Castro V (1988) Estudo das aves mortas por atropelamento em um  
436 trecho da rodovia BR-471, entre os distritos da Quinta e Taim, Rio Grande do Sul,  
437 Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 5:441–454

438 Oliveira A, Pinto TK, Santos DFD, D’Incao F (2006) Dieta natural do siri-azul *Callinectes*  
439 *sapidus* (Decapoda, Portunidae) na região estuarina da Lagoa dos Patos, Rio  
440 Grande, Rio Grande do Sul, Brasil. *Iheringia, Série Zoologia* 96:305–313

441 Parnell AC, Inger R, Bearhop S, Jackson AL (2010). Source partitioning using stable  
442 isotopes: coping with too much variation. PLoS ONE 5: e9672.

443 Pereira AL, Benedito E (2007) Isótopos estáveis em estudos ecológicos: métodos,  
444 aplicações e perspectivas. Revista Biociências 13:16–57

445 Perez GE, Schondube JE, Martínez del Rio C (2008) Isótopos estables en ornitología: una  
446 introducción breve. Ornitología Neotropical 19:95–112

447 Peterson BJ, Fry B (1987) Stable isotopes in ecosystem studies. Annual Review of  
448 Ecology and Systematics 18:293–320

449 Piacentini VDQ, Aleixo A, Agne CE, Maurício GN, Pacheco JF, Bravo GA, Brito GRR,  
450 Naka LN, Olmos F, Posso S, Silveira LF, Betini GS, Carraro E, Franz I, Lees AC,  
451 Lima LM, Pioli D, Schunck F, Amaral FR, Bencke GA, Cohn-Haft M, Figueiredo  
452 LFA, Straube FC, Cesari E (2015) Annotated checklist of the birds of Brazil by  
453 the Brazilian ornithological records. Revista Brasileira de Ornitologia 23:91–298

454 Plan MRR, Saska I, Cagauan AG, Craik DJ (2008) Backbone cyclised peptides from plants  
455 show molluscicidal activity against the rice pest *Pomacea canaliculata* (Golden  
456 apple snail). Journal of Agricultural and Food Chemistry 56: 5237–5241

457 Poulin B, Lefebvre G, McNeil Raymond (1994) Effect and efficiency of tartar emetic in  
458 determining the diet of tropical land birds. Condor 96:98–104

459 R Core Team (2015). R: A language and environment for statistical computing. R  
460 Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <[www.r-project.org](http://www.r-project.org)>.  
461 Acesso: 07 July 2016

462 Ramos CC, Lima Junior DP, Zawadzki CH BE (2011) A biologia e a ecologia das aves é  
463 um fator importante para explicar a frequência de atropelamentos? Neotropical  
464 Biology and Conservation 6:201–212

465 Rubenstein D, Hobson K (2004) From birds to butterflies: animal movement patterns and  
466 stable isotopes. *Trends in Ecology & Evolution* 19:256–263

467 Rush AS, Olin JA, Fisk AT, Woodrey MS, Cooper RJ (2010) Trophic relationships of a  
468 marsh bird differ between Gulf Coast estuaries. *Estuaries and Coasts* 33: 963–970

469 Schlechtriem CH, Focken U, Becker K (2003) Effect of different lipid extraction methods  
470 on  $\delta^{13}\text{C}$  of lipid and lipid-free fraction of fish and different fish feeds. *Isotopes in*  
471 *Environment and Health Studies* 39:135–140

472 Sherfy MH, Kirkpatrick RL, Webb KE (2001) Nutritional consequences of gastrolith  
473 ingestion in blue-winged teal: a test of the hard-seed-for-grit hypothesis. *Journal*  
474 *of Wildlife Management* 65:406–414

475 Taylor PB (1996) Family Rallidae (rails, gallinules and coots). In: del Hoyo J, Elliot A,  
476 Sargatal J (ed) *Handbook of the birds of the world*. pp 108–209, Barcelona, Lynx  
477 Edicions

478

479

480

481 **Tabelas**

482 **Tabela 1** Contribuição de itens alimentares na dieta de Saracuruçu *A. ypecaha*, através da análise de TGIs ( $n = 41$ ) de indivíduos atropelados  
 483 em rodovias no bioma Pampa, sul do Brasil entre janeiro de 1999 e setembro de 2016

Item alimentar	Frequência de ocorrência		Contribuição numérica		Contribuição em massa		Índice de importância Relativa presa-específico
	FO	FO%	N	PN%	M(g)	PM%	PSIRI%
<b>Plantae</b>	46	112,2	967	85,73	45,02	16,93	<b>41,75</b>
Sementes	3	7,32	3	0,27	0,49	0,19	0,27
Fragmentos vegetais	3	7,32	3	0,27	0,06	0,02	1,26
Eudicotiledôneas	9	21,95	32	2,84	6,9	2,6	4,34
Fabaceae	4	9,76	20	1,77	6,27	2,36	2,96
<i>Glicine max</i>	2	4,88	3	0,27	1,2	0,45	0,44
<i>Phaseolus vulgaris</i>	2	4,88	17	1,51	5,07	1,90	2,52
Asteraceae	1	2,44	1	0,09	0,0018	0,0007	0,31

Lentibulariaceae	2	4,88	8	0,71	0,37	0,14	0,57
<i>Utricularia</i> sp.	2	4,88	8	0,71	0,37	0,14	0,57
Melastomataceae	1	2,44	1	0,09	0,01	0,002	0,15
Rubiaceae	1	2,44	2	0,18	0,26	0,1	0,35
Monocotiledôneas	31	75,61	929	82,36	37,57	14,12	35,88
Poaceae	27	65,85	925	82	37,5	14,1	35,01
<i>Oryza sativa</i>	25	60,98	871	77,22	27,54	10,35	31,50
<i>Zea mays</i>	1	2,44	3	0,27	2	0,68	1,55
<i>Triticum</i> sp.	1	2,44	51	4,52	8,16	3,07	1,96
Poaceae	1	2,44	1	0,09	0,01	0,00	0,12
Cyperaceae	1	2,44	1	0,09	0,04	0,01	0,14
Monocotiledôneas	2	4,88	2	0,18	0,02	0,01	0,61
<b>Animalia</b>							
<b>Mollusca</b>	38	92,68	84	7,45	82,33	30,95	<b>27,10</b>
Ampullariidae	28	68,29	68	6,03	76,30	28,68	26,33



<i>Pomacea canaliculata</i>	28	68,29	68	6,03	76,30	28,68	26,33
<b>Hidrobiidae</b>	1	2,44	4	0,35	0,12	0,05	0,33
Planorbidae	4	9,76	6	0,53	0,10	0,04	0,39
Physidae	1	2,44	1	0,09	0,36	0,14	0,06
Gastropoda	4	9,76	5	0,44	5,45	2,05	2,26
<b>Chelicerata</b>	1	2,44	1	0,09	0,002	0,001	<b>0,24</b>
Arachnida	1	2,44	1	0,09	0,002	0,001	0,24
<b>Crustacea</b>	3	7,32	8	0,71	16,58	6,38	<b>1,76</b>
Decapoda NI	1	2,44	1	0,09	16,50	6,20	0,92
Isopoda	1	2,44	1	0,09	0,08	0,18	0,84
<i>Armadilidium vulgare</i>	2	4,88	7	0,62	0,49	0,18	0,84
<b>Insecta</b>	38	92,68	55	4,88	18,24	6,85	<b>11,72</b>
Coleoptera (Carabeidae)	1	2,44	1	0,09	0,30	0,11	0,13
Coleoptera (Hidrophilidae)	2	4,88	6	0,53	2,1	0,79	1,17
Coleoptera (Scarabaeidae)	1	2,44	1	0,09	0,3	0,11	0,24

Coleoptera	22	53,66	34	3,01	10,2	3,83	7,72
Hemiptera (Belostomatidae)	3	7,32	3	0,27	0,6	0,23	0,25
Hymenoptera	3	7,32	4	0,35	0,28	0,11	0,39
Lepidoptera	1	2,44	1	0,09	3,98	1,5	0,84
Odonata (Coenagrionidae)	1	2,44	1	0,09	0,11	0,04	0,03
Odonata NI	2	4,88	2	0,18	0,22	0,08	0,54
Orthoptera	2	4,88	2	0,18	0,15	0,05	0,39
<b>Actinopterygii</b>	1	2,44	1	0,09	2,37	0,89	<b>0,94</b>
<i>Corydoras paleatus</i>	1	2,44	1	0,09	2,37	0,89	0,94
<b>Amphibia</b>	12	29,27	12	1,06	101,08	38,00	<b>11,34</b>
<i>Leptodactylus latrans</i>	1	2,44	1	0,09	43,00	16,16	1,13
<i>Pseudis minuta</i>	1	2,44	1	0,09	5,28	1,98	1,41
Amphibia	10	24,39	10	0,89	52,80	19,85	8,8

484

485           \*Além dos itens alimentares listados, também foram encontrados grãos de areia grossa (gastrólitos) e plástico duro nos TGIs da  
486 espécie.

487 **Tabela 2** Itens alimentares (estruturas) encontrados nos tratos gastrointestinais de *A.*  
 488 *ypecaha* no sul do Brasil, com as suas respectivas massa reconstituídas utilizadas no  
 489 PSIRI%

Item	Estrutura	Massa média reconstituída (g)
<b>Plantae</b>		
Fragmento vegetal	Fragmento	0,015
Sementes 1	Semente	0,16
Eudicotiledôneas		
Asteracea	Fragmento	0,0018
Lentibulariaceae		
<i>Utricularia</i> sp.	Fragmento	0,046
Melastomataceae		
Rubiaceae	Fruto	0,13
Fabaceae		
<i>Glicine max</i>	Semente	0,6
<i>Phaseolus vulgaris</i>	Semente	0,29
Monocotiledôneas		
Monocotiledôneas		0,009
Monocotiledôneas		0,0156
Cyperaceae	Fragmento	0,0089
Cyperaceae	Fragmento	0,0284
<i>Oryza sativa</i>	Semente	0,03
Poaceae	Fragmento	0,0062
<b>Animalia</b>		

## **Mollusca**

### Ampullariidae

*Pomacea canaliculata*                      Indivíduo                      1,09

Hidrobiidae                                      Indivíduo                      0,03

Planorbidae                                      Indivíduo                      0,017

Physidae                                         Indivíduo                      0,36

## **Chelicerata**

Arachnida                                        Indivíduo                      0,002

## **Crustacea**

Decapoda                                         Indivíduo                      16,5

*Armadillidium vulgare*                      Indivíduo                      0,08

## **Insecta**

Coleoptera                                        Indivíduo                      0,3

### Hemiptera

Belostomatidae                                 Indivíduo                      0,2

Hymenoptera                                     Indivíduo                      0,07

Lepidoptera                                      Indivíduo                      3,98

Odonata                                         Indivíduo                      0,109

Orthoptera                                        Indivíduo                      0,07

## **Vertebrata**

### Actinopterygii

*Corydoras paleatus*                         Indivíduo                      2,37

### Amphibia

*Leptodactylus latrans*                      Indivíduo

<i>Pseudis minuta</i>	Indivíduo	43,0
Amphibia NI	Indivíduo	5,28

---

490

**Tabela 3** Valores isotópicos médios  $\pm$  1 desvio-padrão das potenciais fontes utilizadas no modelo Bayesiano de mistura isotópica para fígado, músculo e penas em crescimento de *Aramides ypecaha* amostrados no sul do Brasil

Identificação	Tecido	$\delta^{15}\text{N}$	$\delta^{13}\text{C}$	<i>n</i>	Referência
<b>Presas</b>					
Semente					
<i>Oryza sativa</i>	Semente	6,84 $\pm$ 3,4	-28,36 $\pm$ 1,2	2	Este estudo; Britto e Bugoni 2014
Mollusca					
Ampullariidae					
<i>Pomacea canaliculata</i>	Músculo	7,86	-22,63	1	Este estudo
Insecta					
Coleoptera	Músculo	2,7	-24,7	1	Faria 2016
Amphibia					
Leptodactylidae					
<i>Leptodactylus latrans</i>	Músculo	8,95	-21,25	1	Este estudo

**Tabela 4** Valores isotópicos obtidos para fígado, músculo e penas em crescimento de *Aramides ypecaha* coletados no Rio Grande do Sul entre janeiro de 1999 e setembro de 2016, com o número de amostras utilizado em cada tecido, suas respectivas médias, desvio-padrão e valores máximos e mínimos

Tecido	<i>n</i>	Média ± SD (‰)		Mínimo – Máximo(‰)	
		$\delta^{13}\text{C}$	$\delta^{15}\text{N}$	$\delta^{13}\text{C}$	$\delta^{15}\text{N}$
Fígado	11	-22,73 ± 1,95	10,96 ± 0,92	-26,14 – -18,60	9,63 – 12,66
Músculo	23	-23,61 ± 1,95	8,96 ± 0,94	-26,87 – -18,56	7,11 – 10,72
Penas em crescimento	13	-23,53 ± 2,80	10,59 ± 1,02	-17,10 – -27,19	9,04 – 12,28

## Legendas das Figuras

**Fig. 1** Mapa do Rio Grande do Sul com a localização das rodovias onde foram realizadas as coletas de *A. ypecaha*

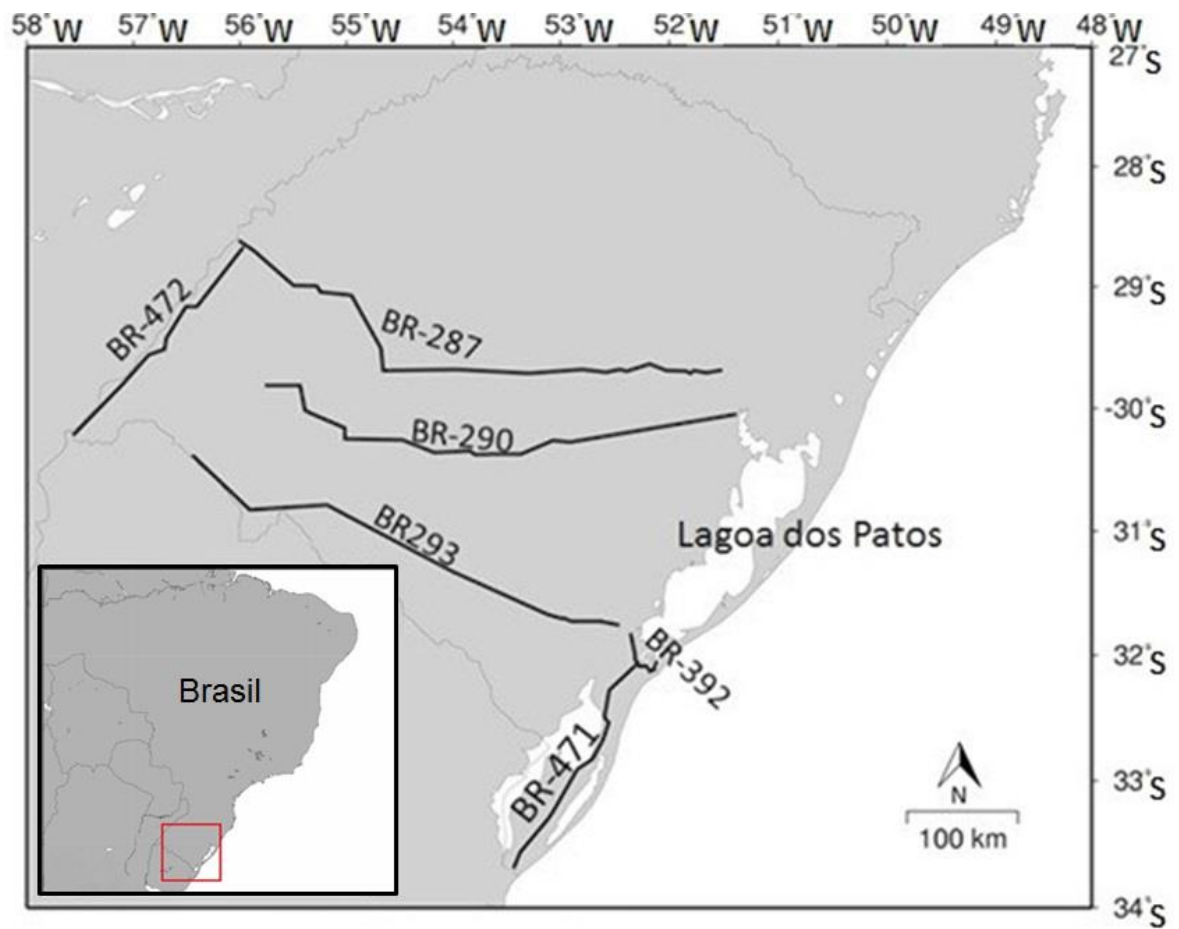
**Fig. 2 (A)** Biplot dos valores de isótopos estáveis de nitrogênio ( $\delta^{15}\text{N}$ ) e carbono ( $\delta^{13}\text{C}$ ) das presas potenciais com os valores de fígado de *Aramides ypecaha*, representados pelos símbolos vazios. **(B)** Resultado das proporções estimadas para fígado no modelo de mistura isotópico Bayesiano (SIAR), com intervalos de credibilidade de 95, 75 e 25% (tons de cinza ao centro, meio e extremidades, respectivamente), mostrando a contribuição de cada fonte alimentar para o tecido. Arroz (Arroz), *Pomacea canaliculata* (Molusco), Coleoptera (Col), e anfíbio (*Leptodactylus latrans*) (Anf), Os valores foram ajustados conforme o fator de discriminação utilizado para o tecido e valores de desvio-padrão

**Fig. 3 (A)** Biplot com valores de isótopos estáveis de nitrogênio ( $\delta^{15}\text{N}$ ) e carbono ( $\delta^{13}\text{C}$ ) das presas potenciais com os valores de músculo de *Aramides ypecaha* representados pelos símbolos vazios e **(B)** resultado das proporções estimadas para potenciais presas. Símbolos, intervalos de credibilidade e fontes utilizadas conforme Fig. 2. Valores foram ajustados conforme o fator de discriminação utilizado para o tecido e desvio-padrão

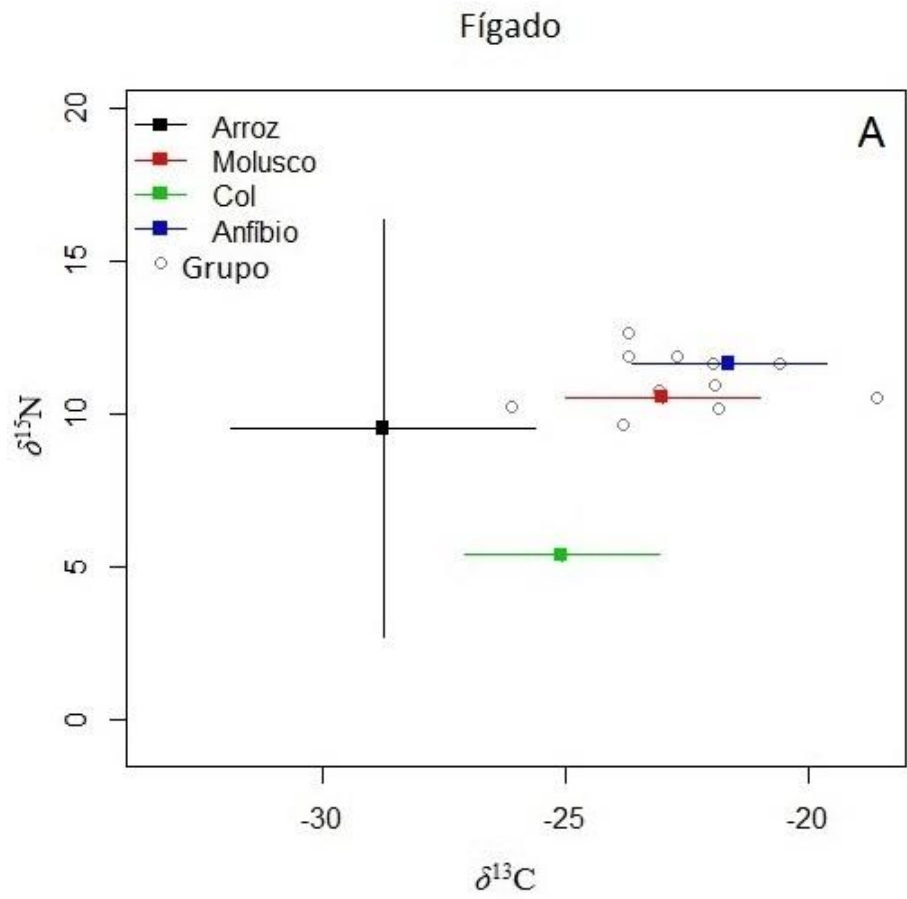
**Fig. 4 (A)** Biplot com valores de isótopos estáveis de nitrogênio ( $\delta^{15}\text{N}$ ) e carbono ( $\delta^{13}\text{C}$ ) das presas potenciais com os valores de penas em crescimento de *Aramides ypecaha* representado pelos símbolos vazios e **(B)** resultado das proporções estimadas para potenciais presas. Símbolos, intervalos de credibilidade e fontes utilizadas conforme Fig. 2.



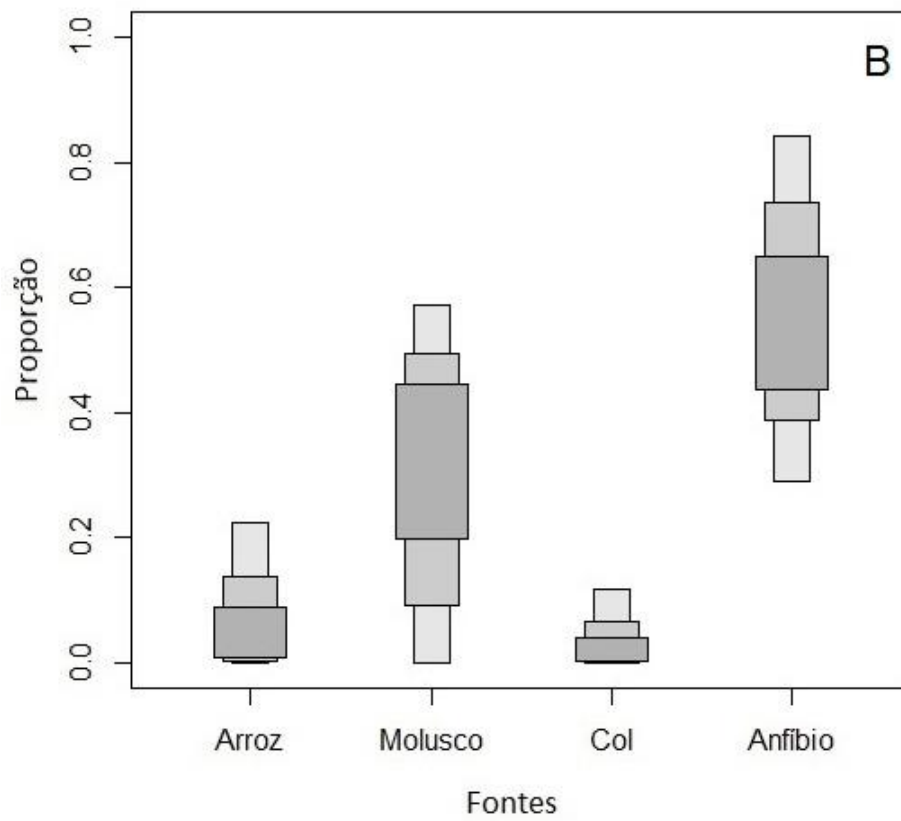
Valores foram ajustados conforme o fator de discriminação utilizado para o tecido e desvio-padrão



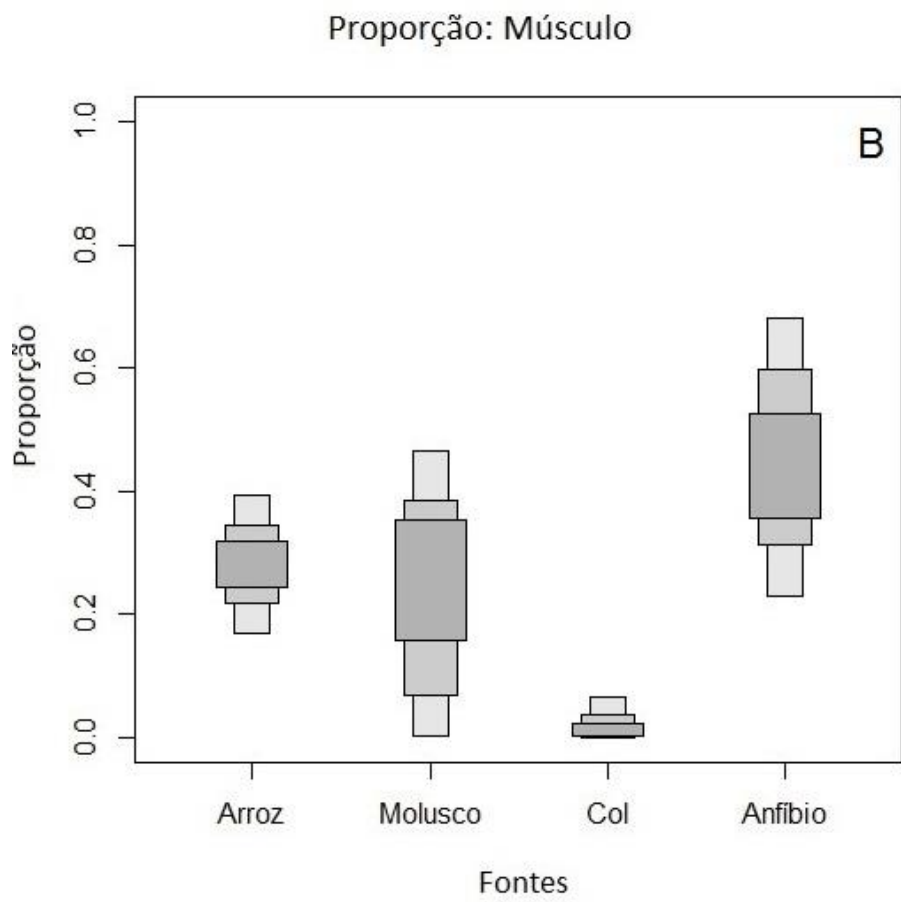
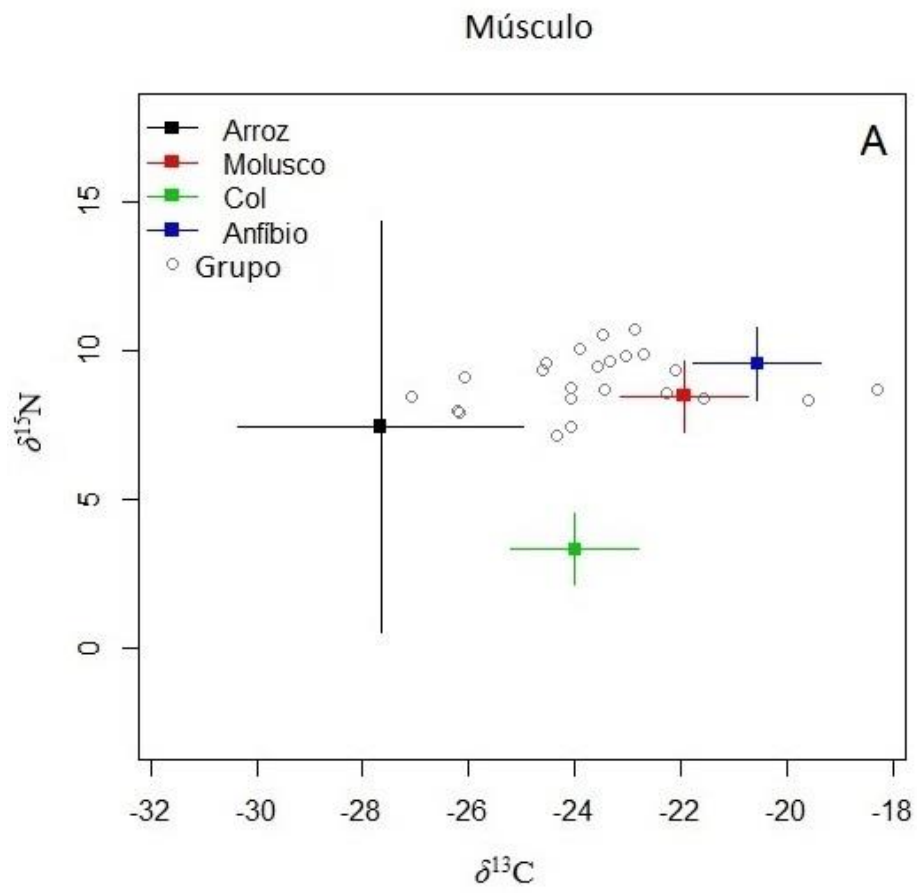
**Fig. 1**



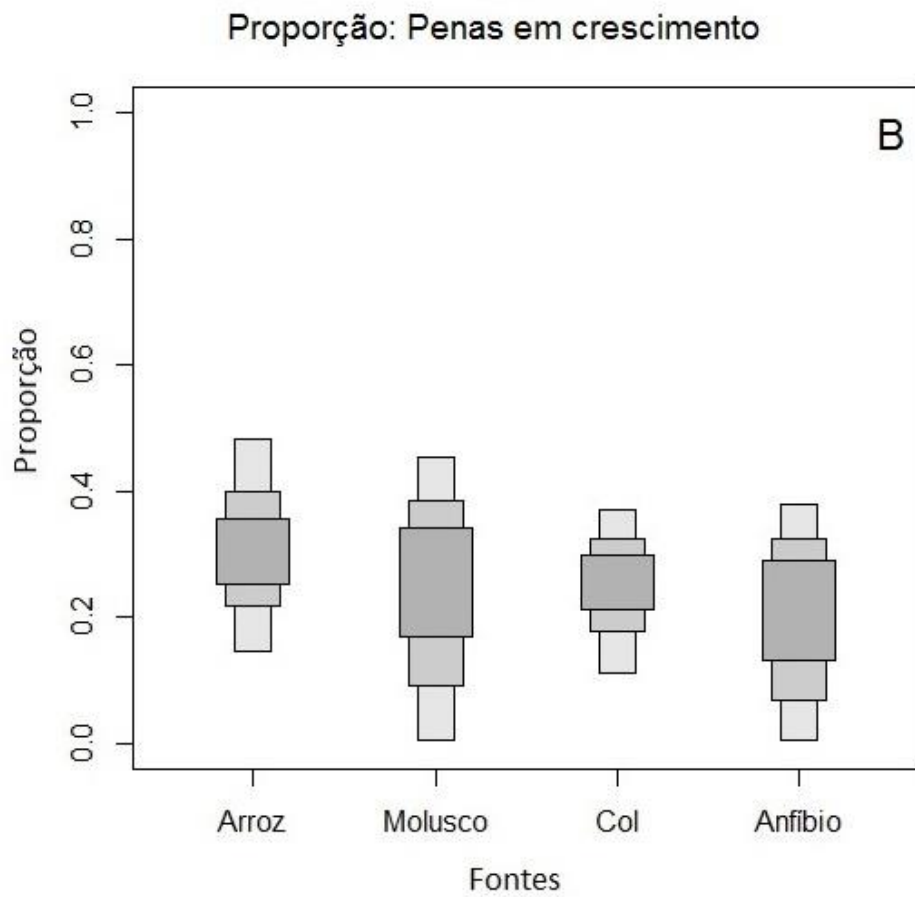
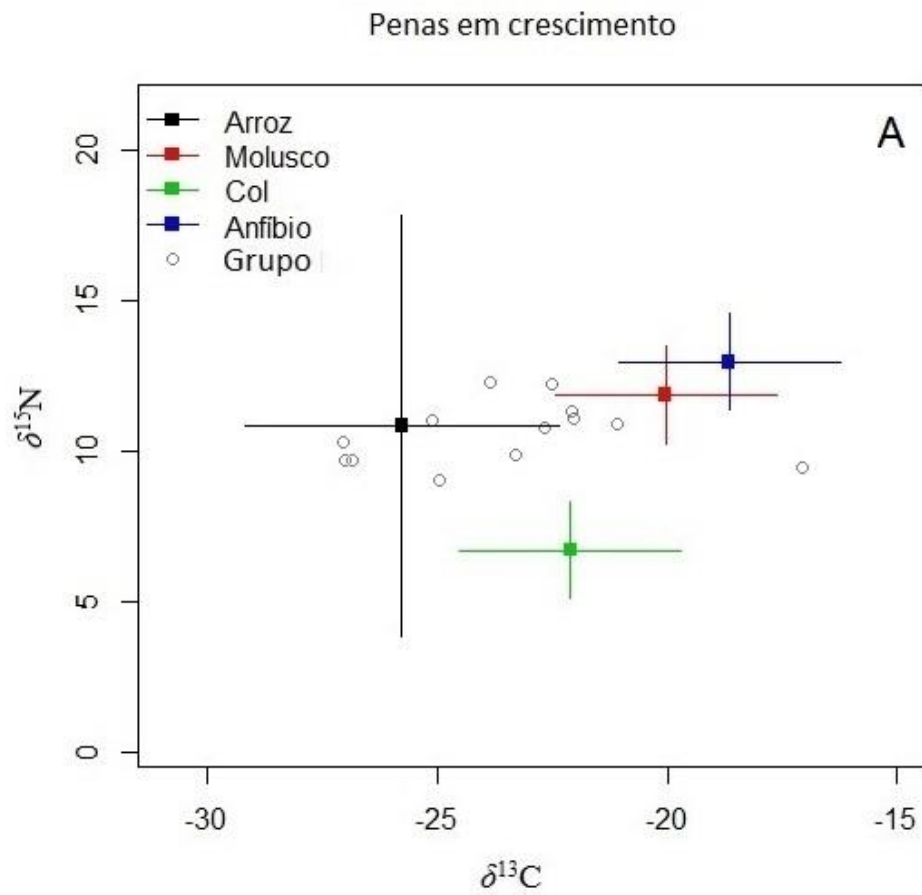
Proporção: Fígado



**Fig. 2**



**Fig. 3**



**Fig. 4**

## Considerações finais

O presente estudo demonstrou que as modificações ambientais podem ser percebidas pelo estudo do conteúdo do TGI de animais mortos em rodovias. Além disso, ampliou a dieta de *A. ypecaha* que até onde se sabe, não há dados sobre a alimentação em outros locais de sua distribuição além de um estudo na Argentina realizado por Beltzer (1985).

Os indivíduos utilizados neste estudo foram obtidos sem a necessidade do abate dos animais, que foi o método utilizado anteriormente para a descrição da dieta da espécie. Portanto, a utilização de animais encontrados mortos forneceram informações importantes, necessitando somente do recolhimento dos animais.

Apesar de Rallidae ser uma família amplamente distribuída no planeta e com muitas espécies, há poucos estudos que relatem a dieta destes animais. Este é o segundo estudo sobre a dieta de *A. ypecaha* e o primeiro que utiliza AIE. A análise de TGIs associado à AIE demonstrou ser uma ferramenta complementar importante para a determinação da dieta da espécie e também para a indicação de uma possível alteração na dieta, que pode ser causado pela variação nos valores isotópicos que obtiveram valores altos de desvio-padrão.

Os valores isotópicos obtidos nos diferentes tecidos podem indicar uma variabilidade individual na dieta, visto que houve grande discrepância nos valores isotópicos. Com base nisso, pretende-se conciliar estes resultados no futuro pela utilização de análises que avaliarão o variações individuais na dieta da espécie.

## Referências bibliográficas (Introdução geral)

ACOSTA, M., MUGICA L., BLANCO, D., LÓPEZ-LANÚS, B., DIAS, R.A., DOODNATH L.W. e HURTADO J., 2010. Birds of rice fields in the Americas. *Waterbirds*, vol. 33, no. 1, pp. 105–122.

ANDREWS, A., 1990. Fragmentation of habitat by roads and utility corridors: a review. *Australian Zoologist*, vol. 26, no. 3-4, pp. 130–141.

BAGER, A. e ROSA, C.A., 2012. Impacto da rodovia BR-392 sobre comunidades de aves no extremo sul do Brasil. *Revista Brasileira de Ornitologia*, vol. 20, no. 1, 30–39.

BARRETT, R.T., CAMPHUYSEN, K., ANKER-NILSSEN, T., CHARDINE, J.W., FURNESS, GARTHE S., HUPPOP O., LEOPOLD M.F, MONTEVECCHI W.A., e VEIT RR., 2007. Diet studies of seabirds: a review and recommendation. *ICES Journal of Marine Science*, vol. 64, no. 9, pp. 1675–1691.

BELTON, W., 1994. *Aves do Rio Grande do Sul: distribuição e biologia*. São Leopoldo: Unisinos. 584p.

BELTZER, A.H., 1985. Ecología alimentaria de *Aramides ypecaha* (Aves: Rallidae) en el valle aluvial del río Paraná Médio (Argentina). *Revista Asociación de Ciencias Naturales del Litoral*, vol. 16, no. 16, pp. 73–85.

BOECKLEN, W.J., YARNES, C.T., COOK, B.A. e JAMES, A.C., 2011. On the use of stable isotopes in trophic ecology. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematic*, vol. 42, pp. 411–440.

BOND, A.L. e HOBSON, K.A., 2012. Reporting stable-isotope ration in ecology: recommended terminology, guidelines and best practices. *Waterbirds*, vol. 35, no. 2, pp. 342–331.

- BRITTO, V.O. e BUGONI, L., 2015. The contrasting feeding ecology of great egrets and roseate spoonbills in limnetic and estuarine colonies. *Hydrobiologia*, vol. 744, no. 1, pp.187–210.
- BROWN, S.C., BIZZARRO, J.J., CAILLIET, G.M. e EBERT, D.A., 2012. Breaking with tradition: redefining measures for diet description with a case study of the Aleutian skate *Bathyraja aleutica* (Gilbert 1896). *Environmental Biology of Fishes*, vol. 95, no. 1, pp. 3–20.
- BUGONI, L., MCGILL, R.A.R. e FURNESS R. 2008. Effects of preservation methods on stable isotope signatures in bird tissues. *RCM: Rapid communications in mass spectrometry*, vol. 22, no. 16, pp. 2457–2462.
- BUGONI, L. e VOOREN, C., 2004. Feeding ecology of the Common Tern *Sterna hirundo* in a wintering area in southern Brazil. *Ibis*, vol. 146, no. 16, pp. 438–453.
- DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE ROLAGEM-RS- DAER, 2016 [acesso 17 Outubro 2016] *Composição da malha*. Disponível em: <http://www.daer.rs.gov.br/composicao-da-malha>.
- DEVELEY, P.F., SETUBAL, R.B., DIAS, R.A. e BENCKE, G., 2008. Conservação das aves e da biodiversidade no bioma Pampa aliado a sistemas de produção animal. *Revista Brasileira de Ornitologia*, vol. 16, no. 4, pp. 308–315.
- DIAS, R.A. e 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, pp. 63–80.
- DURÃES R. e MARINI M., 2005. A quantitative assessment of bird diets in the Brazilian Atlantic Forest, with recommendations for future diet studies. *Ornitología Neotropical*, vol. 16, no. 1, pp. 65–83.

- ELPHICK, C., 2004. Assessing conservation trade-offs: identifying the effects of flooding rice fields for waterbirds on non-target bird species. *Biological Conservation*, vol. 117, no. 1, pp. 105–110.
- Embrapa, 2004 [acesso 20 outubro 2016]. *Contribuição da agricultura para a arrecadação tributária*. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/467970/contribuicao-da-agricultura-para-a-arrecadacao-tributaria>.
- FAHRIG, L., PEDLAR, J.H., POPE, S.E., TAYLOR, P.D. e WEIGNER, J., 1995. Effect of road traffic on amphibian density. *Biological Conservation*, vol. 73, no. 3, pp.177–182.
- FASOLA, M. e RUIZ, X., 1996. The value of rice fields as substitutes for natural wetlands for waterbirds in the Mediterranean region. *Colonial Waterbirds*, vol. 19, pp. 122–128.
- FERREIRA, A.I.A.J.V., 2008. *Espectrometria de massa de razões isotópicas*. Lisboa: Universidade de Lisboa, 348p. Tese de Doutorado em Química.
- FOX, A.D., 2004. Has Danish agriculture maintained farmland bird populations? *Journal of Applied Ecology*, vol. 41, no. 3, pp. 427–439.
- GILL, F.B., 2006. *Ornithology*. 3ed. New York: Freeman Company. 758p.
- GRANZINOLLI, M.A.M. e MOTTA-JUNIOR, J.C., 2010. Aves de rapina: levantamento, seleção de habitat e dieta. In: VON MATTER, F.C. STRAUBE, I. ACCORDI, V. PIACENTINI, e J.F. C-J (ED) *Ornitologia e conservação: Ciência aplicada, técnicas de pesquisa e levantamento*. Technical Books editora, pp 169–187.
- HOBSON, K.A., 1999. Tracing origins and migration of wildlife using stable isotopes: a review. *Oecologia*, vol. 120, no. 3, pp. 314–326.
- HOBSON, K.A. e CLARK, R.G., 1992. Assessing avian diets using stable isotopes I: turnover of  $^{13}\text{C}$  in tissues. *Condor*, vol. 94, pp.181–188.
- HOWELL, S.N., 2010. *Molt in North American birds*. New York: Houghton Mifflin Harcourt. 280 p.



INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, 2005. [Acesso 27 julho 2016]. *Desperdício na safra de grãos*. Disponível em: <http://teen.ibge.gov.br/en/noticias-teen/2860-desperdicio-na-safra-de-graos.html>.

LIMA, S.F. e OBARA, A., 2004. Levantamento de animais silvestres atropelados na BR-277 às margens do Parque Nacional do Iguaçu: subsídios ao programa multidisciplinar de proteção à fauna in *VII Semana de Artes da Universidade Estadual de Maringá*, Universidade Estadual de Maringá.

MADER, H., 1984. Animal habitat isolation by roads and agricultural fields. *Biological Conservation*, vol. 29, no. 1, pp. 81–96.

MALLET-RODRIGUES, F., 2010. Técnicas de amostragem da dieta e procedimentos para estudos do forrageamento de aves. In: VON MATTER, S., STRAUBE, F.C., ACCORDI, I.A., PIACENTINI & CÂNDIDO, J.F. *Ornitologia e conservação: Ciência aplicada, técnicas de pesquisa e levantamento*. Technical Books Editora, Rio de Janeiro, pp 459–470.

MARTINELLI, L., OMETTO, A.J., FERRAZ, E.S., VICTORIA, R.L., CAMARGO P.B. e MOREIRA M.Z., 2009. *Desvendando questões ambientais com isótopos estáveis*. Oficina de textos. 143p.

MINAGAWA, M., WADA, E. 1984. Stepwise enrichment of  $^{15}\text{N}$  along food chains: further evidence and the relation between  $\delta^{15}\text{N}$  and animal age. *Geochimica et cosmochimica acta*, vol. 48, no. 5, pp. 1135-1140.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, 2015 [Acesso 4 julho 2016]. *Arroz*. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/arroz>.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA, 2016 [Acesso 11 outubro 2016] *Pampa*. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/biomas/pampa>.

- NOVELLI, R. e TAKASE, E., CASTRO, V., 1988. Estudo das aves mortas por atropelamento em um trecho da rodovia BR-471, entre os distritos da Quinta e Taim, Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, vol. 5, no. 3, pp. 441–454.
- OVERBECK, G.E., MULLER, S.A., FIDELIS, A., PFADENHAUER, J., PILLAR, V.D., BLANCO, C.C., BOLDRINI I.I. BOTH, R. e FORNECK E.D., 2007. Brazil's neglected biome: The South Brazilian Campos. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, vol. 9, no. 2, pp.101–116.
- PEREIRA, A.L. & BENEDITO, E., 2007. Isótopos estáveis em estudos ecológicos: métodos, aplicações e perspectivas. *Revista Biociências*, vol. 13, no. 3, pp.16–57.
- PEREZ, G.E., SCHONDUBE J.E., & MARTÍNEZ DEL RIO, C., 2008. Isótopos estables en ornitología: una introducción breve. *Ornitologia Neotropical*, vol. 19 pp. 95–112.
- PETERSON, B.J e FRY, B., 1987. Stable isotopes in ecosystem studies. *Annual Review of Ecology*, vol. 18, pp. 293–320.
- PIACENTIN, I V.D.Q., ALEIXO, A., AGNE C.E., MAURÍCIO, G.N., PACHECO, J.F., BRAVO, G.A., BRITO, G.R.R., NAKA, L.N., OLMOS, F., POSSO, S., SILVEIRA, L.F., BETINI, G.S., CARRARO, E., FRANZ, I., LEES, A.C., LIMA, L.M., PIOLI, D., SCHUNCK, F., AMARAL, F.R., BENCKE, G.A., COHN-HAFT, M., FIGUEIREDO, L.F.A., STRAUBE & F.C., CESARI, E., 2015. Annotated checklist of the birds of Brazil by the Brazilian ornithological records. *Revista Brasileira de Ornitologia*, vol. 23, no. 2, pp. 91–298.
- POULIN, B., LEFEBVRE, G. e MCNEIL R., 1994. Effect and efficiency of tartar emetic in determining the diet of tropical land birds. *Condor*, vol. 96 pp. 98–104.
- RAMOS, C.C., LIMA JUNIOR, PEREIRA, D.L.J., ZAWADZKI, C.H. e BENEDITO, E. 2011. A biologia e a ecologia das aves é um fator importante para explicar a frequência de atropelamentos? *Neotropical Biology and Conservation*, vol. 6, no. 3, pp. 201–212.

- RUBENSTEIN, D. e HOBSON, K., 2004. From birds to butterflies: animal movement patterns and stable isotopes. *Trends in Ecology and Evolution*, vol. 19, no. 5, pp. 256–263.
- SANTOS, A.L.P.G., ROSA, C.A. e BAGER, A., 2012. Variação sazonal da fauna selvagem atropelada na rodovias MG 354, Sul de Minas Gerais-Brasil. *Biotemas*, vol. 25, no. 1, pp.73–79.
- SICK H., 1997. *Ornitologia brasileira*, Rio de Janeiro: Nova Fronteira. 912p.
- STEPHEN, C.T. e CHIRSTOPHER, A.F., 2000. Review of ecological effects of roads on terrestrial and aquatic communities. *Conservation Biology*, vol. 14, no. 1, pp. 18–30.
- TAYLOR, P.B., 1996. Family Rallidae (rails, gallinules and coots). In: DEL HOYO J., ELLIOT A., SARGATAL J. *Handbook of the birds of the world*. pp. 108–209.
- ZACH, R. e FALLS, J., 1976. Bias and mortality in the use of tartar emetic to determine the diet of ovenbirds (Aves:Parulidae). *Canadian Journal of Zoology*, vol. 54 pp. 1599–1603.