



Universidade Federal do Rio Grande - FURG  
Instituto de Ciências Biológicas  
Pós-graduação em Biologia de Ambientes  
Aquáticos Continentais



## **Ecologia alimentar da ave herbívora *Chauna torquata* no Taim, sul do Brasil**

**Xênya Garcia**

Orientador: Prof. Dr. Leandro Bugoni

Rio Grande  
2015



Universidade Federal do Rio Grande - FURG  
Instituto de Ciências Biológicas  
Pós-graduação em Biologia de Ambientes  
Aquáticos Continentais



## **Ecologia alimentar da ave herbívora *Chauna torquata* no Taim, sul do Brasil**

**Mestranda:** Xênya Garcia

**Orientador:** Prof. Dr. Leandro Bugoni

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Biologia de Ambientes Aquáticos Continentais como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Biologia de Ambientes Aquáticos Continentais.

Rio Grande  
2015

Aos meus amados pais, Cecilia e Valdemir Garcia

## AGRADECIMENTOS

Aos meus pais que sempre confiaram nas minhas escolhas e decisões. Por todo apoio, dedicação, amor incondicional e por sempre assegurarem que eu tenha nada menos do que tudo o que podem oferecer.

À minha irmã, cunhado e sobrinhos, que sempre compreenderam a minha ausência, mesmo naqueles momentos em que desejaram que eu estivesse junto deles. Por todo o amor e carinho essenciais na minha vida.

À minha amiga, irmã e a mais moleca de todas, Virgiane Knorr, que me acompanha a mais de uma década. Que sempre esteve comigo nos momentos mais importantes da minha vida e que foi fundamental para a realização deste trabalho. Por todo carinho, dedicação, lealdade e amizade, sempre!!!

Ao meu amigo Fabio Penna, por me aturar desde os tempos da faculdade. Por sua amizade, seu carinho, por toda ajuda e mais ainda pelas risadas que tornaram meus dias de trabalho mais leves.

À minha florzinha, Luciana Medeiros, por trazer cor aos meus dias, paz a minha mente agitada e muita luz na minha caminhada. Por me mostrar a importância de estar presente a cada passo e a cada momento. Pelas conversas, desabafos, risadas e abraços. Por todo o amor.

Ao meu querido amigo Alan Bolzan, que viajou longas horas apenas para me ajudar em campo, e na sua companhia (e com seu pé-quente) a primeira captura.

À minha pequena filha de quatro patas, Felpinha, por me fazer companhia todos os dias nos últimos três anos e por me fazer sorrir quando ninguém mais faria.

A todos os meus colegas do Laboratório de Aves Aquáticas e Tartarugas Marinhas, que sempre se disponibilizaram e ajudaram em todas as fases do meu trabalho. Pelo companheirismo, solidariedade e conhecimento compartilhado.

A toda equipe da Estação Ecológica do Taim (ESEC-Taim), em especial à Carolina (Carol) Canary por toda ajuda, disponibilidade e apoio. A todos os funcionários da Unidade, pelo carinho, incentivo e apoio a cada campo realizado. Às meninas da limpeza, aos vigilantes e em especial ao Ângelo, que foi para campo comigo e se atirou em cima da primeira tachã capturada.

À Prof. Dr<sup>a</sup>. Edélti Albertoni pela disponibilidade e equipamento emprestado. Às Profs. Dras. Ioni Colares e Carla Fontana por constituírem a banca avaliadora. À Prof. Ioni também por todos os esclarecimentos prestados.

Aos técnicos do Laboratório de Limnologia, Leonardo Furnaletto, Cláudio Trindade e Clara por estarem sempre dispostos a colaborar com o andamento do trabalho, bem como, toda a equipe de vigilância e limpeza que sempre proporcionou a todos condições ideais de trabalho.

Ao Laboratório de Histologia, por ter disponibilizado os microscópios eletrônicos.

À Universidade Federal do Rio Grande (FURG) e ao Programa de Pós-Graduação Biológica de Ambientes Aquáticos Continentais (PPG-BAC), que tornaram a realização deste trabalho possível.

À FAPERGS pela concessão da bolsa de estudos. À CAPES pela taxa de bancada através do PROAP.

E por fim, mas nem de longe menos importante, ao meu orientador, Prof. Dr. Leandro Bugoni. Por ser um exemplo de dedicação e paixão à profissão. Por todos os ensinamentos, pelo profissionalismo, pela enorme paciência e compreensão comigo. Pelas conversas francas, por todo o apoio e força e, acima de tudo, por não ter desistido de mim quando a maioria provavelmente teria feito.

A todos a minha sincera e profunda gratidão!!!

## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b> .....	11
<b>ABSTRACT</b> .....	12
<b>INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	13
<b>O papel dos herbívoros nos ecossistemas</b> .....	13
<b>Métodos de estudos de ecologia trófica</b> .....	15
<b>As áreas úmidas e as aves</b> .....	33
<b>A espécie em estudo</b> .....	34
<b>OBJETIVOS</b> .....	36
<b>Objetivos específicos</b> .....	36
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	36
<b>CAPÍTULO 1</b> .....	43
<b>Resumo</b> .....	45
<b>Introdução</b> .....	45
<b>Métodos</b> .....	47
Área de estudo.....	47
Captura das aves e coleta de amostras.....	48
Dieta inferida pelas análises de isótopos estáveis e fezes.....	49
Análises estatísticas.....	52
<b>Resultados</b> .....	53
Captura das aves e coleta de amostras.....	53
Dieta.....	53
<i>Isótopos estáveis</i> .....	53
<i>Análise das fezes</i> .....	54
<b>Discussão</b> .....	55
<b>Referências</b> .....	59

## LISTA DE FIGURAS

INTRODUÇÃO GERAL.....	13
<b>Fig. 1.</b> Estrutura geral da epiderme foliar de uma eudicotiledônea em corte transversal.....	17
<b>Fig. 2.</b> Alguns descritores anatômicos em monocotiledôneas (Poaceae).....	23
<b>Fig. 3.</b> Fragmento de <i>Alternanthera</i> sp. encontrado nas amostras de fezes de <i>Chauna torquata</i> .....	23
4	
<b>Fig. 4.</b> Fragmento de <i>Ambrosia tenuifolia</i> encontrado nas amostras de fezes de <i>Chauna torquata</i> .....	24
<b>Fig. 5.</b> Fragmento de <i>Phyla nodiflora</i> encontrado nas amostras de fezes de <i>Chauna torquata</i> ....	25
<b>Fig. 6.</b> Fragmento de <i>Trifolium repens</i> encontrado nas amostras de fezes de <i>Chauna torquata</i> ..	26
<b>Fig. 7.</b> Fragmentos de Eudicotiledonea “1” (não identificado) encontrado nas amostras de fezes de <i>Chauna torquata</i> .....	27
<b>Fig. 8.</b> Fragmentos de Eudicotiledonea “2” (não identificado) encontrado nas amostras de fezes de <i>Chauna torquata</i> .....	27
<b>Fig. 9.</b> Fragmento de <i>Agrostis montevidensis</i> encontrado nas amostras de fezes de <i>Chauna torquata</i> .....	28
<b>Fig. 10.</b> Fragmentos de <i>Cyododon dactylon</i> encontrados nas amostras de fezes de <i>Chauna torquata</i> .....	29
<b>Fig. 11.</b> Fragmento de <i>Echinochloa polystachya</i> encontrado nas amostras de fezes de <i>Chauna torquata</i> .....	29
<b>Fig. 12.</b> Fragmentos de <i>Leersia hexandra</i> encontrados nas amostras de fezes de <i>Chauna torquata</i> .....	30

**Fig. 13.** Fragmentos de *Luziola peruviana* encontrados nas amostras de fezes de *Chauna torquata*.....31

**Fig. 14.** Fragmentos das espécies do gênero *Paspalum* encontrados nas amostras de fezes de *Chauna torquata*.....31

**Fig. 15.** Fragmento de *Setaria geniculata* encontrado nas amostras de fezes de *Chauna torquata*.....32

**Fig. 16.** Fragmento de *Eleocharis bonariensis* encontrado nas amostras de fezes de *Chauna torquata*.....33

**CAPÍTULO 1. Ecologia alimentar da ave herbívora *Chauna torquata* no Taim, sul do Brasil**.....43

**Fig. 1** Área de estudo no Rio Grande do Sul (sul do Brasil). Em destaque, Estação Ecológica do Taim, local de amostragem de *Chauna torquata*, durante o período de julho de 2013 a setembro de 2014.....71

**Fig. 2** Equipamento construído para capturar espécimes de *Chauna torquata*.....72

**Fig. 3** Tentativa de captura noturna de *Chauna torquata*, com o auxílio de aro e lanterna holofote entre julho de 2013 e setembro de 2014, Taim, RS .....73

**Fig. 4** Modelo com cinco fontes alimentares, considerado o menos adequado, com base na matriz de diagnóstico. Isótopos estáveis de nitrogênio ( $\delta^{15}\text{N}$ ) e carbono ( $\delta^{13}\text{C}$ ) mostrando assinaturas isotópicas de itens alimentares potenciais (símbolos cheios; média  $\pm$  desvio padrão, em ‰) de *Chauna torquata*, agrupadas conforme o tecido analisado (símbolos vazios). Grupo 1: células vermelhas e Grupo 2: soro.....74

**Fig. 5** Modelo com quatro fontes alimentares, considerado o mais adequado, com base na matriz de diagnóstico. Isótopos estáveis de nitrogênio ( $\delta^{15}\text{N}$ ) e carbono ( $\delta^{13}\text{C}$ ) mostrando valores isotópicos de itens alimentares potenciais (símbolos cheios; média  $\pm$  desvio padrão, em ‰) de *Chauna torquata*, agrupadas conforme o tecido analisado (símbolos vazios). Grupo 1: células vermelhas e Grupo 2: soro.....75

**Fig. 6** Proporção estimada da contribuição de fontes alimentares à dieta de *Chauna torquata*, mostrado pelo modelo de mistura SIAR, com intervalado de credibilidade de 95, 75 e 25% (tons de cinza do centro para as extremidades, respectivamente).....76

**Fig. 7** Contribuição numérica (N%) e contribuição em área (A%) de cada espécie vegetal nas amostras de fezes de *Chauna torquata* na região do Taim, Rio Grande do Sul, Brasil, no inverno de 2013.....77

## LISTA DE TABELAS

INTRODUÇÃO GERAL.....	13
<b>Tabela 1:</b> Principais descritores e características da epiderme foliar de eudicotiledôneas utilizados na identificação dos fragmentos vegetais na região do Taim, Rio Grande do Sul. Modificada de Alvarez <i>et al.</i> (2010a).....	18
<b>Tabela 2:</b> Principais descritores e características da epiderme foliar de monocotiledôneas (Cyperaceae) utilizados na identificação dos fragmentos em fezes de herbívoros da região do Taim. Modificada de Alvarez <i>et al.</i> (2010b).....	19
<b>Tabela 3:</b> Principais descritores e características da epiderme foliar de monocotiledôneas (Poaceae) utilizados na identificação dos fragmentos em fezes de herbívoros da região do Taim. Modificada de Santos <i>et al.</i> (2010).....	20
<b>CAPÍTULO 1. Ecologia alimentar da ave herbívora <i>Chauna torquata</i> no Taim, sul do Brasil.....</b>	<b>43</b>
<b>Tabela 1.</b> Valores de $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ (‰) das fontes alimentares potenciais (FA1, FA2, ...) de <i>Chauna torquata</i> analisadas nos modelos de mistura isotópicos. Os valores estão apresentados como média $\pm$ desvio padrão.....	66
<b>Tabela 2</b> Espécies vegetais identificadas nas amostras fecais de <i>Chauna torquata</i> na região do Taim, Rio Grande do Sul, em agosto de 2013 (inverno), com o tipo de ocorrência, estrato e tipo de fotossíntese.....	67
<b>Tabela 3</b> Espécies vegetais identificadas nas amostras fecais de <i>Chauna torquata</i> , na região do Taim, Rio Grande do Sul, em agosto de 2013 (inverno). N = número de fragmentos vegetais; N% = Contribuição numérica; A = cobertura de área em milímetros; A% = contribuição em área.....	69

## RESUMO

Os herbívoros constituem um dos principais condutores da formação e funcionamento dos ecossistemas terrestres. Nas últimas décadas tem sido comprovado que os grandes herbívoros podem exercer efeitos diretos e indiretos sobre a vegetação, afetando a estrutura, composição e diversidade de espécies das comunidades vegetais. Influenciam na produtividade primária e no transporte de matéria e energia e na consequente conexão entre ecossistemas. O uso de isótopos estáveis ( $\delta^{13}\text{C}$  e  $\delta^{15}\text{N}$ ) em modelos de mistura permite a determinação da contribuição de diferentes fontes de alimento à dieta de consumidores. Esse método, principalmente quando associado a abordagens convencionais, constitui-se numa ferramenta poderosa para estudos de ecologia alimentar e, recentemente, tem sido utilizado para fornecer uma visão mais unificada das relações tróficas. Neste estudo foi aplicado o modelo de mistura isotópica associado à análise micro-histológica de fragmentos vegetais em fezes, para avaliar a ecologia alimentar de *Chauna torquata* (tachã). A dieta assimilada em duas escalas temporais foi investigada através da análise de isótopos estáveis no soro e células vermelhas, componentes do sangue com taxas de renovação distintas. Os valores de  $\delta^{13}\text{C}$  e  $\delta^{15}\text{N}$  nos tecidos de tachã não apresentaram diferenças significativas entre o inverno e o verão, sugerindo uma alimentação similar ao longo do ano. Pela análise isotópica uma representante das ciperáceas foi o item com maior contribuição à dieta da espécie. As análises fecais sugerem um comportamento mais generalista quanto à escolha alimentar, apontando o consumo de ao menos 19 espécies vegetais e com as gramíneas apresentando a maior riqueza específica. Ambos os métodos comprovaram a preferência por plantas de maior valor nutricional, com rota fotossintética do tipo C3 e um consumo equitativo entre o grupo de plantas aquáticas e terrestres. Este trabalho representa a primeira análise detalhada da ecologia trófica de *C. torquata* nos ambientes aquáticos e terrestres adjacentes.

**Palavras-chave:** análise de fezes, Anseriformes, áreas úmidas, dieta, isótopos estáveis.

## ABSTRACT

Herbivores are among the main drivers of the formation and functioning of terrestrial ecosystems. In recent decades it has been demonstrated that large herbivores can have direct and indirect effects on vegetation, affecting the structure, composition and species diversity of plant communities. They influence the primary productivity and the transport of matter and energy, and the consequent connection between ecosystems. The use of stable isotopes ( $\delta^{13}\text{C}$  and  $\delta^{15}\text{N}$ ) in mixing models allows the determination of the contribution of different food sources to the diet of consumers. This method, particularly if associated with conventional approaches, provide a powerful tool in studies of feeding ecology and recently have been used extensively to provide a more unified view of trophic relationships. In this study we used isotopic mixing models associated with micro-histological analysis of plant fragments in faeces, to assess the feeding ecology of *Chauna torquata* (Southern Screamer). The assimilated diet over two time scales was studied through the analysis of stable isotopes in plasma and red blood cells, blood components with different turnover rates. The values of  $\delta^{13}\text{C}$  and  $\delta^{15}\text{N}$  in tissues showed no significant differences between winter and summer, suggesting a similar diet throughout the year. The isotope mixing models demonstrate that one representative of Cyperaceae was the item with the highest contribution to the diet of the species. Faecal analyses suggested a more generalist behaviour in terms of food choice, pointing the consumption of at least 19 plant species, and the Poaceae family with the greatest species richness. Both methods have shown a preference for plants of higher nutritional value, with the C3 photosynthetic pathway and equitable use of aquatic and terrestrial plants. The current study is the first quantitative analysis of the trophic ecology of the Southern Screamer in terrestrial and adjacent aquatic ecosystems.

**Key-words:** Anseriformes, diet, faecal analysis, stable isotopes, wetlands.

## INTRODUÇÃO GERAL

### O papel dos herbívoros nos ecossistemas

Os herbívoros constituem um dos principais condutores da formação e funcionamento dos ecossistemas terrestres, e podem influenciar a produção primária, ciclos dos nutrientes, propriedades do solo, regimes de fogo, bem como ter grande influência sobre outros organismos (Danell *et al.*, 2006). A distribuição latitudinal do grupo está de acordo, em geral, com o gradiente de redução da diversidade dos trópicos para os polos, encontrado na maioria dos organismos (Rosenzweig, 1995).

Nas últimas décadas tem sido comprovado que os herbívoros podem exercer efeitos diretos e indiretos sobre a vegetação. Podem afetar, por exemplo, a estrutura (Gough & Grace, 1998), a diversidade de espécies (Olf & Ritchie, 1998; Pacala & Crawley, 1992), a composição (Milchunas *et al.*, 1988; Owen-Smith, 2010) e a sucessão vegetal (Davidson, 1993), bem como o ciclo do nitrogênio (Augustine & Frank, 2001; Collins *et al.*, 1998; McNaughton *et al.*, 1997; Ritchie *et al.*, 1998).

Principalmente durante o período não-reprodutivo a busca por alimento é considerada um dos fatores chave que influenciam a distribuição e abundância dos animais (Krebs, 1978; Newton, 1980; Percival *et al.*, 1996). Em relação à abundância dos grandes herbívoros, a comunidade de ungulados das savanas africanas está entre as poucas em que extensos estudos têm sido feitos (Danell *et al.*, 2006). Os resultados demonstram que a abundância destes vertebrados parece ser determinada principalmente pela quantidade e, possivelmente, pela qualidade da produção primária local. A biomassa total de ungulados dessas savanas, por sua vez, está positivamente relacionada à pluviosidade anual e à qualidade de nutrientes presentes no solo (Coe *et al.*, 1976; Fritz & Duncan, 1994).

O pastejo por grandes herbívoros exerce forte influência na estrutura e diversidade das comunidades vegetais campestres (Belsky, 1992; Milchunas *et al.*, 1988; Milchunas & Lauenroth, 1993; Olf & Ritchie, 1998). Em pradarias da América do Norte é possível observar claramente os efeitos causados pelas atividades de pastejo do bisão-americano (*Bison bison*), espécie considerada chave naquele ambiente (Knapp *et al.*, 1999). Antes da sua reintrodução na Estação Biológica Konza Prairie, experimentos de queima das pastagens, em longo prazo, produziram padrões claros de resposta na vegetação. Com o aumento da frequência de fogo, aumentava também a dominância de gramíneas C4,

decrecia a presença de gramíneas C3, enquanto outras herbáceas e espécies lenhosas diminuía (Gibson & Hulbert, 1987). No geral, sem a presença de pastejo, a diversidade de espécies de plantas caiu com o aumento da frequência de queimadas. Contudo, esses padrões na estrutura da comunidade, desenvolvidos ao longo de 20 anos de tratamentos de queima, foram rápida e drasticamente alterados pelas atividades de pastejo do bisão reintroduzido (Collins *et al.*, 1998; Knapp *et al.*, 1999).

Aves herbívoras pastejadoras também são descritas como espécies chave, como por exemplo o ganso-da-neves (*Chen caerulescens caerulescens*), na costa ocidental da Baía de Hudson, Canadá. Resultados mostram que a destruição da vegetação e mudanças na comunidade de plantas ocorreram sobre uma grande região de pântanos, como consequência do crescimento da população de gansos no oeste da baía (Kerbes *et al.*, 1990).

Da mesma forma que os impactos causados pelos herbívoros podem ser positivos ou negativos, as interações entre diferentes grupos animais também o são. Van der Wal *et al.* (2000) apresentam evidências de que a lebre-europeia (*Lepus europaeus*) pode facilitar o pastejo do ganso-de-faces-negras (*Branta bernicla*) por retardar a sucessão vegetal, em uma região de marismas temperadas na Holanda. Nas Ilhas Malvinas/Falkland, duas espécies silvestres de gansos simpátricos (*Chloephaga picta* e *C. rubidiceps*) são consideradas pragas por criadores de ovelhas (*Ovis aries*), devido à suposição de que competem por pastagem (Summers & Grieve, 1982). Contudo, Summers (1985) demonstrou que o consumo da pastagem pelas populações destes gansos equivale a apenas 7% do que é consumido por todos os principais herbívoros (ovelhas, vacas, gansos) existentes nas ilhas. Os gansos seriam responsáveis por consumirem apenas 1,5% da produção anual de forragem. Desse modo, o autor sugere considerar os gansos apenas como espécies indesejadas, ao invés de uma ameaça econômica à criação de ovelhas.

A questão de como os herbívoros controlam diferentes processos ecossistêmicos possui uma longa história na ecologia moderna (Danell *et al.*, 2006). Hairston *et al.* (1960) propuseram que, na ausência de populações de predadores, os herbívoros têm suas populações aumentadas até o limite estabelecido pela disponibilidade de alimento e, assim, controlam a produtividade real e o fluxo de matéria e energia. Com a adição de predadores ao sistema, a produção primária deixa de ser controlada pelas populações de herbívoros, e passa a ser limitada por processos abióticos, tais como o clima.

Denominados como “os chefões dos nutrientes” dos rios africanos (Pennisi, 2014), os hipopótamos (*Hippopotamus amphibius*) desempenham um papel fundamental no transporte de matéria e energia. O esterco dos hipopótamos transfere nutrientes e energia da terra, onde pastam, para os rios, aumentando o crescimento de organismos da base da cadeia alimentar (Mosepele *et al.*, 2009; Pennisi, 2014). O guano de algumas aves aquáticas coloniais (Green & Elmberg, 2014; Qin *et al.*, 2014; Wainright *et al.*, 1998) desempenham papel semelhante como fontes de fertilizantes. Ao se deslocar e ao formar agregações, as aves automaticamente influenciam no fluxo de nutrientes, sendo capazes de importar nutrientes suficientes para causar grandes mudanças no estado trófico das zonas úmidas (Green & Elmberg, 2014). Do mesmo modo, aves límnicas como cegonhas, gansos e cisnes, que se alimentam tanto em ambientes aquáticos quanto terrestres, estão envolvidas no subsídio de nutrientes e energia entre ambos os ecossistemas (Green & Elmberg, 2014).

### **Métodos de estudos de ecologia trófica**

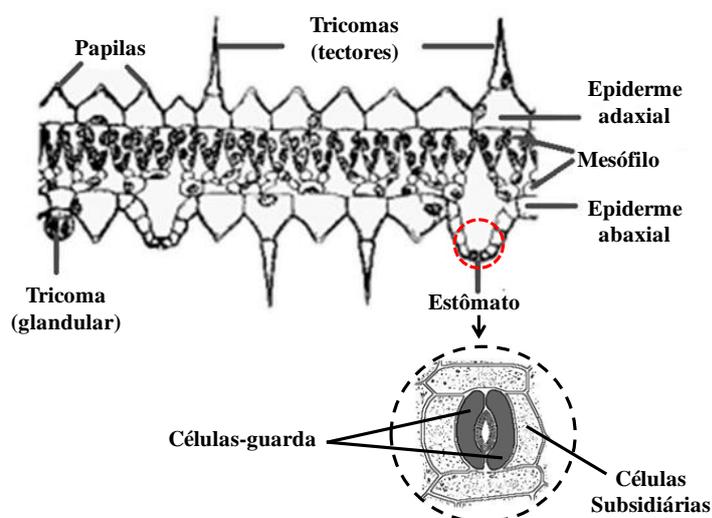
A medição da ocorrência natural de isótopos estáveis em material biológico tem aumentado consideravelmente nas últimas décadas, como ferramenta para investigar diferentes aspectos ecológicos (Fry, 2006; Hobson, 2008; Martínez del Rio *et al.*, 2009). Este método possibilita abordagens desde o nível molecular até o ecossistêmico (Dawson *et al.*, 2002; Hobson & Wassenaar, 1999), dentre as quais, as fontes alimentares dos organismos e as relações tróficas são de particular interesse. A composição de isótopos estáveis nos tecidos de um consumidor reflete a composição isotópica da presa (ou item alimentar) assimilada durante a síntese do tecido (Peterson & Fry, 1987). A taxa de renovação (*turnover*) de um determinado tecido, por sua vez, corresponde ao período necessário para incorporar o padrão isotópico de uma fonte específica. O *turnover* varia conforme o organismo e o tipo de tecido analisado (Hobson & Clark, 1992), e determina a janela temporal na qual mudanças na composição isotópica da dieta podem ser discernidas (Newsome *et al.*, 2007). Tecidos metabolicamente ativos, tais como o sangue, representam uma janela móvel de informação em relação à dieta do animal anterior à coleta (Hobson, 2008). O plasma e as células vermelhas do sangue de aves herbívoras, por exemplo, apresentam uma taxa de renovação bastante rápida, variando em uma escala de 4 a 32 dias, respectivamente (Hahn *et al.*, 2012). Com base nestes aspectos, a análise de isótopos

estáveis em diferentes tecidos animais traz a possibilidade de inferência da dieta/consumo em intervalos de tempos distintos. Em estudos com herbívoros, também existe a possibilidade de utilizar isótopos de carbono ( $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ ) para investigar a importância relativa de plantas C3 e C4 na dieta das espécies (Hobson & Clark, 1992; Martinelli *et al.*, 2009; Peterson & Fry, 1987). Plantas com rotas fotossintéticas C3 e C4 são facilmente diferenciadas quando analisadas em espectrômetro de massa de razão isotópica (IRMS) devidos aos seus valores médios de  $\delta^{13}\text{C}$  em torno de -28‰ e -13‰, respectivamente (Peterson & Fry, 1987).

A popularidade da abordagem dos isótopos estáveis na investigação do movimento e dieta de espécies individuais é devida, em parte, ao fato de que as ferramentas convencionais (*i.e.*, observação direta de forrageio, conteúdo estomacal, regurgitados e fezes) fornecem informações limitadas (Hobson & Wassenaar, 1999). Embora os isótopos estáveis geralmente não possam fornecer o tipo de detalhe taxonômico fornecido pelas abordagens convencionais, a associação entre técnicas amplia ainda mais as vantagens no uso dos isótopos (Hobson & Wassenaar, 1999).

Existem diferentes métodos conceituados no estudo de seleção de plantas por herbívoros, como a observação direta de itens consumidos (Altman, 1974; Lamprey, 1963) e exame do conteúdo estomacal (Norris, 1943). Contudo, a aplicação destes métodos pode se tornar impossível, especialmente em locais onde o pasto apresenta diferentes espécies de plantas entremeadas (Stewart, 1967) ou naqueles estudos em que o abate do animal foco não é uma opção viável. Sob estas condições, a técnica de identificação de fragmentos vegetais em fezes torna-se o método mais adequado, e tem sido a opção de muitos pesquisadores (*e.g.* De Iongh *et al.*, 2011; De Jong *et al.*, 1995, 2004; Pretorius *et al.*, 2012). A identificação de fragmentos de epiderme vegetal encontrados em fezes, através da técnica micro-histológica, baseia-se nas características microanatômicas da cutícula indigerível (camada serosa espessa que recobre a epiderme) e de células epiteliais que resistiram à digestão (Rosito & Marchezan, 2003). Histologicamente as folhas das plantas são constituídas de três sistemas de tecidos: o sistema dérmico, que constitui a epiderme e reveste toda a superfície foliar; o sistema fundamental, que constitui o mesofilo da lâmina foliar e o córtex da nervura mediana e do pecíolo; e o sistema vascular, que constitui os tecidos vasculares das nervuras (Appezato-da-Glória & Carmello-Guerreiro, 2006). A epiderme foliar constitui um tecido altamente complexo, podendo apresentar diferentes

tipos de células (Fig. 1). A maior parte do tecido é composta por células fundamentais (revestimento), porém, algumas são altamente especializadas e apresentam formas e funções específicas (*e.g.* células-guarda dos estômatos, tricomas, células suberosas e silicosas) (Cutter, 1986; Raven *et al.*, 2007). As células especializadas são consideradas como descritores da epiderme foliar e, em conjunto, permitem a distinção entre diferentes táxons vegetais, sendo relevantes para a identificação de espécies forrageiras (Alvarez *et al.*, 2010a, 2010b; Santos *et al.*, 2010).



**Fig. 1.** Estrutura geral da epiderme foliar de uma eudicotiledônea em corte transversal. No detalhe, visão frontal de um estômato. Fonte: modificado de <http://www.biologia.edu.ar/botanica/tema21/21-1HDicot.htm>

O processo de identificação de fragmentos vegetais em fezes animais é bastante complexo, e envolve uma gama de informações. Devido à grande variação intra e interespecífica dos caracteres anatômicos foliares, e à similaridade entre algumas espécies, é de fundamental importância que todas as características sejam analisadas de forma conjunta e não de maneira isolada (Alvarez *et al.*, 2010a, 2010b; Santos *et al.*, 2010). Segundo estes autores, dentre os caracteres a serem observados (Tabelas 1, 2 e 3), existem aqueles considerados de maior relevância para a identificação das espécies. Nas eudicotiledôneas destacam-se os tricomas tectores (principais caracteres que permitem a identificação da família botânica, gênero e até mesmo espécie) e a presença de corpos de sílica (por serem pouco frequentes). Nas monocotiledôneas, a forma e o arranjo dos corpos de sílica e a ocorrência das cerdas apresentam maior valor diagnóstico para as gramíneas (Poaceae). Nas Cyperaceae, a ocorrência de cerdas e principalmente aspectos relacionados

aos cones de sílica, denominados satélites (Metcalfe 1971), caracterizam melhor as espécies.

**Tabela 1:** Principais descritores e características da epiderme foliar de eudicotiledôneas utilizados na identificação dos fragmentos vegetais na região do Taim, Rio Grande do Sul. Modificada de Alvarez *et al.* (2010a).

<b>EUDICOTYLEDONEAE</b>	
Células comuns da epiderme	Forma
	Tamanho
	Espessura da parede celular (fina ou espessa)
	Sinuosidade da parede celular (lisa, levemente sinuosa ou sinuosa)
Estrias na cutícula das células epidérmicas	Presença/ausência
Tricomas	Presença/ausência
	Simple ou ramificados
	Número de células (uni, bi ou multicelular)
	Curtos (cerdas, papilas, ganchos) ou longos
	Localização (região intervascular, vascular ou margem do limbo)
Estômatos	Tipo de células epidérmicas associadas
	Visíveis /não visíveis
Células-guarda (estômato)	Tipo (diacítico, ansiocítico, tetracítico, paracítico)
	Tamanho
Cristais de oxalato de cálcio na epiderme	Presença/ausência
	Forma
	Localização
Corpos de sílica na epiderme	Presença/ausência
	Forma
	Localização
Aerênquima no mesófilo	Presença/ausência
Nervuras	Paralelas ou reticuladas

**Tabela 2:** Principais descritores e características da epiderme foliar de monocotiledôneas (Cyperaceae) utilizados na identificação dos fragmentos em fezes de herbívoros da região do Taim. Modificada de Alvarez *et al.* (2010b).

<b>MONOCOTYLEDONEAE (Cyperaceae)</b>		
Zona costal	Corpos de sílica	Presença/ausência
		Forma
		Quantidade por célula
Zona intercostal	Estômatos	Número de fileiras
		Forma
		Tamanho
	Células comuns da epiderme	Espessura da parede celular (fina ou espessa)
		Sinuosidade da parede celular (lisa, levemente sinuosa ou sinuosa)
		Tamanho
Características verificáveis em ambas as zonas	Estômatos	Paracíticos ou tetracíticos (cercado por 2 ou 4 células subsidiárias)
		Forma das células subsidiárias
		Arranjo das fileiras
		Presença/ausência
	Tricomas (tipo papilas)	Forma
		Tamanho
		Localização (zona costal ou intercostal)
		Presença/ausência
	Tricomas (tipo cerdas)	Tamanho
		Localização (bordo, zona costal ou intercostal)
		Presença/ausência
	Cristais de oxalato de cálcio	Forma

**Tabela 3:** Principais descritores e características da epiderme foliar de monocotiledôneas (Poaceae) utilizados na identificação dos fragmentos em fezes de herbívoros da região do Taim. Modificada de Santos *et al.* (2010).

<b>MONOCOTYLEDONEAE (Poaceae)</b>		
Zona costal	Células curtas solitárias sem padrão	Presença/ausência e forma
	Células curtas pareadas sem padrão	
	Células curtas solitárias em fileira	
	Células curtas pareadas em fileira	
	Células curtas solitárias alternadas com longas	
	Células curtas pareadas alternadas com longas	
	Cerdas	Presença/ausência Tamanho Localização (bordo ou limbo foliar)
Zona intercostal	Células curtas solitárias e/ou pareadas	Presença/ausência Forma
	Estômatos	Número de fileiras Arranjos de fileiras
	Cerdas	Presença/ausência Tamanho
Características verificáveis em ambas as zonas	Células longas	Forma Tamanho Espessura da parede celular (fina ou espessa) Sinuosidade da parede celular (lisa, levemente sinuosa ou sinuosa)
	Estômatos	Forma das células subsidiárias Tamanho

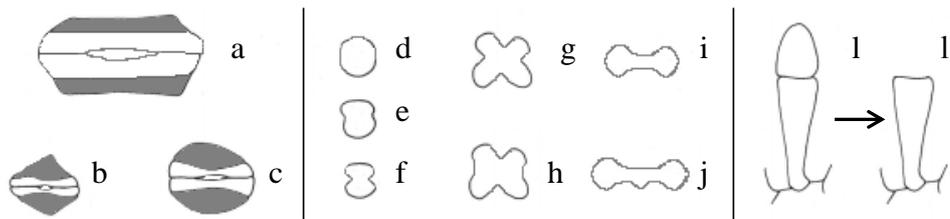
*Continuação Tabela 3*

Características verificáveis em ambas as zonas	Macropelos	Presença/ausência Número de células (uni bi ou multicelular) Forma Tamanho (apenas para os bicelulares) Localização (zona costal ou intercostal)
	Micropelos	Presença/ausência Número de células (uni ou bicelular) Tamanho (apenas para os bicelulares) Localização (zona costal ou intercostal)
	Papilas	Presença/ausência Forma Tamanho
	Cristais	Localização Presença/ausência

Algumas denominações bastante usuais (*e.g.* Alvarez *et al.*, 2010b; Freire *et al.*, 2005; Santos *et al.*, 2010) costumam ser adotadas para descrever o formato das células subsidiárias dos estômatos e das células curtas (corpos de sílica), especialmente em monocotiledôneas (Fig. 2). As zonas costal e intercostal referidas na Tabela 2 fazem menção à divisão anatômica (faixas longitudinais) da lâmina foliar. A zona costal ocorre sobre as nervuras (tecido vascular) e a intercostal entre as nervuras. Esta característica pode ser observada especialmente nas gramíneas (ver por exemplo *Luziola peruviana*, página 29).

A seguir são apresentadas descrições e imagens dos vegetais encontrados nas fezes de tachã (*Chauna torquata* (Oken, 1816)), a fim de ilustrar os procedimentos para determinação da dieta nas fezes de herbívoros na região da planície costeira do Rio Grande do Sul. As imagens são de microscopia eletrônica e todos os fragmentos utilizados neste trabalho foram analisados em microscópio com aumento de 40x, seguindo os padrões metodológicos e possibilitando observações com maior riqueza de detalhes. Contudo, algumas imagens apresentadas nesta seção apresentam aumento inferior (10x e 20x), possibilitando que estruturas maiores, como alguns tricomas, sejam visualizados em toda a sua extensão.

A identificação dos fragmentos foi realizada através de guias de identificação da dieta de herbívoros (Alvarez *et al.*, 2010a, 2010b; Santos *et al.*, 2010), com o auxílio de especialistas botânicos e da coleção de referência (laminário) de epidermes vegetais do Instituto de Ciências Biológicas (ICB) da Universidade Federal do Rio Grande (FURG). As famílias de angiospermas estão de acordo com Angiosperm Phylogeny Group (APG III; Bremer *et al.*, 2009) e as pteridófitas de acordo com Smith *et al.* (2006).

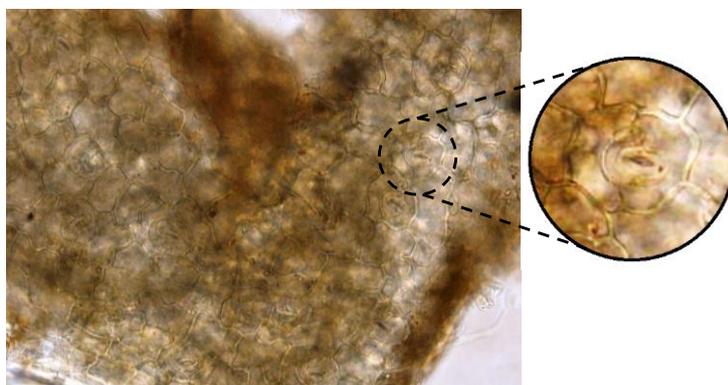


**Fig. 2.** Alguns descritores anatômicos em monocotiledôneas (Poaceae). *a – c*: forma das células subsidiárias dos estômatos. *a* – células paralelas; *b* – células triangulares e *c* – células em forma de cúpula. *d – j*: formato dos corpos de sílica. *d* – esférico (ou circular); *e* – sela; *f* – oriza (formato de “8”); *g e h* – cruz (ou formato de “X”); *i* – haltere; *j* – haltere nodular (ou apenas nodular). *l* – uma das possíveis formas de micropelo em Poaceae, onde *l'* representa o micropelo com a célula distal rompida (modo como é geralmente encontrado). Fonte: Modificado de Freire *et al.* (2005).

### EUDICOTYLEDONEAE

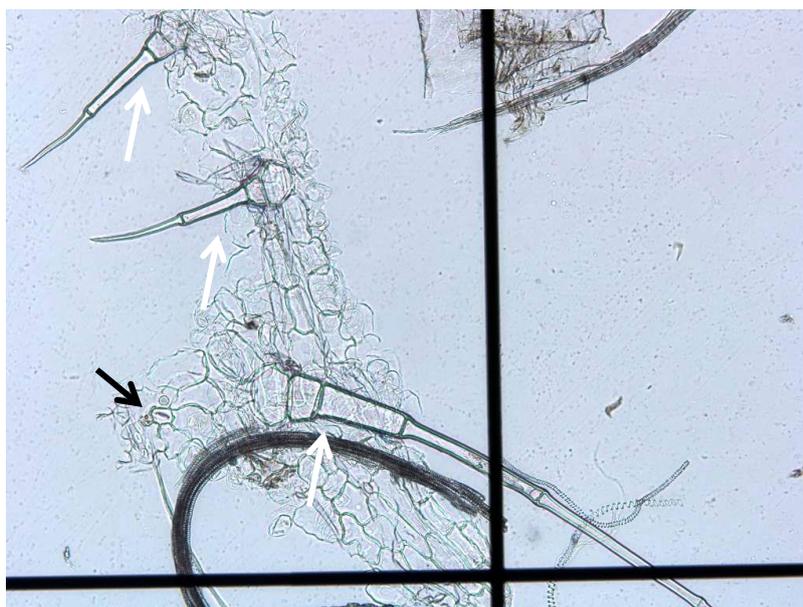
As eudicotiledôneas identificadas nas amostras apresentaram, na sua maioria, tricomas, principal descritor da classe, bastante característicos e que, portanto, permitiram a identificação dos fragmentos. Para cada espécie forrageira apresentada a seguir, foi realizada uma breve descrição dos principais descritores e características utilizadas para sua identificação.

*Alternanthera* sp.: Células epidérmicas com paredes lobadas (convolutas), levemente sinuosas e espessas. Estômatos predominantemente diacíticos (envolvidos por duas células subsidiárias, de modo que seus eixos formam um ângulo reto com a fenda estomática) (Fig. 3).



**Fig. 3.** Fragmento de *Alternanthera* sp. encontrado nas amostras de fezes de *C. torquata*. Ampliação digital destaca estômato diacítico. Ampliação microscópica de 20x.

*Ambrosia tenuifolia*: Epiderme foliar constituída por células pouco sinuosas e pouco espessas. Células subsidiárias (em torno dos estômatos) indistintas das demais células da epiderme (anomocítico) e em número variável (geralmente três ou quatro células). Presença de tricomas tectores simples multicelulares, longos e retos (forma cônica) (Fig. 4).



**Fig. 4.** Fragmento de *Ambrosia tenuifolia* encontrado nas amostras de fezes de *C. torquata*. Setas apontam os principais descritores anatômicos utilizados para a identificação da espécie. Em destaque (setas brancas) tricomas tectores simples. Seta negra aponta cicatriz da abertura dos estômatos. Ampliação microscópica de 10x.

*Phyla nodiflora*: Apresenta como principal característica a presença de tricomas fasciculados (ramificados) em dois braços (Fig. 5).



**Fig. 5.** Fragmento de *Phyla nodiflora* encontrado nas amostras de fezes de *C. torquata*. Setas negras apontam os tricomas tectores ramificados. Ampliação microscópica de 10x.

*Trifolium repens*: Epiderme foliar constituída por estômatos predominantemente anisocíticos (células-guarda rodeadas por três células subsidiárias, uma das quais geralmente é menor que as outras duas). Estrias visíveis na cutícula das células epidérmicas (estrias epicuticulares). Espécie caracterizada pela presença de tricomas glandulares uniseriados, não capitados (pedúnculo menor que metade da cabeça do tricoma) (Fig. 6).



**Fig. 6.** Fragmento de *Trifolium repens* encontrado nas amostras de fezes de *C. torquata*. Seta branca aponta tricoma glandular, onde *I* representa a porção distal do tricoma (cabeça) e *II* o pedúnculo. Setas negras apontam região com estrias epicuticulares e região circulado destaca estômato cercado por três células subsidiárias. Ampliação microscópica de 40x.

Eudicotiledôneas não identificadas 1 e 2: Fragmentos de duas espécies diferentes de eudicotiledôneas. A espécie denominada “1” apresenta tricomas tectores multicelulares longos, cujas células são achatadas, exceto na base e na extremidade (arredondados). Espécie “2” constituída de tricomas tectores unicelulares longos e cilíndricos (Figs. 7 e 8, respectivamente).



**Fig. 7.** Fragmentos de Eudicotyledoneae “1” (não identificada) encontrados nas amostras de fezes de *C. torquata*. À esquerda, tricomas aderidos ao tecido cuticular. À direita, seta indicando tricoma destacado do tecido. Ampliação microscópica de 20x.



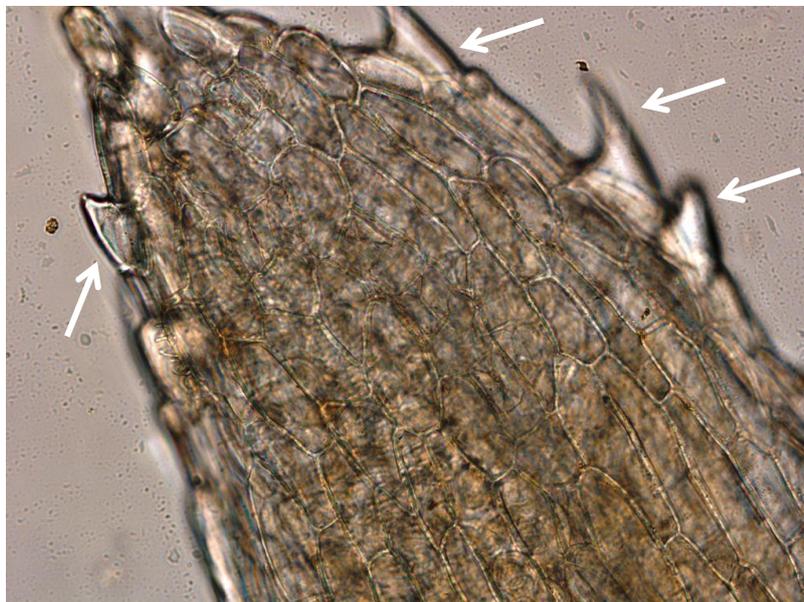
**Fig. 8.** Fragmentos de Eudicotyledoneae “2” (não identificada) encontrado nas amostras de fezes de *C. torquata*. Ampliação microscópica de 10x.

## MONOCOTYLEDONEAE

### Poaceae

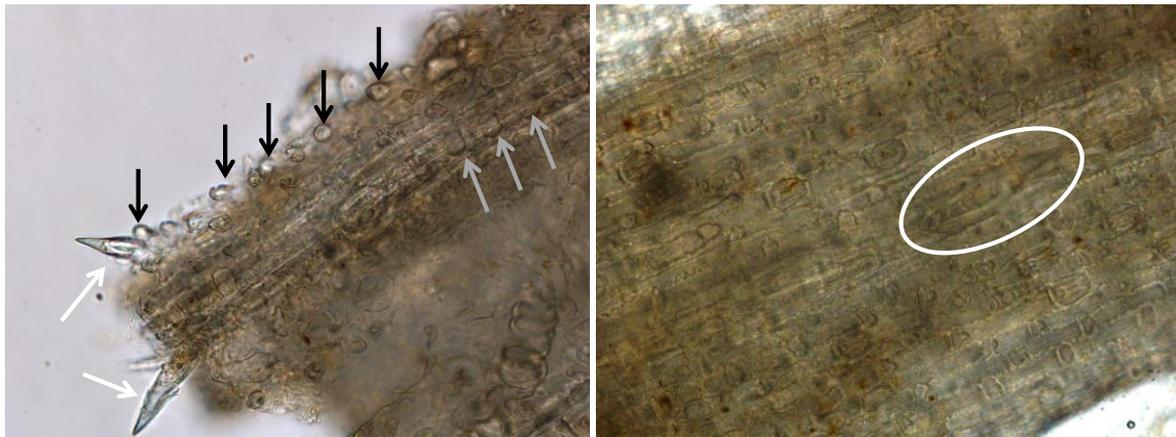
*Agrostis montevidensis*: Células epidérmicas apresentam paredes lisas e podem variar bastante em formato (de células retangulares a quadradas) e tamanho (algumas extremamente longas). As células curtas (corpos de sílica) da zona intercostal ocorrem aos

pares e há a presença de micropelos. As cerdas estão presentes tanto no limbo foliar (pequenas), como no bordo (mais protuberantes) (Fig. 9).



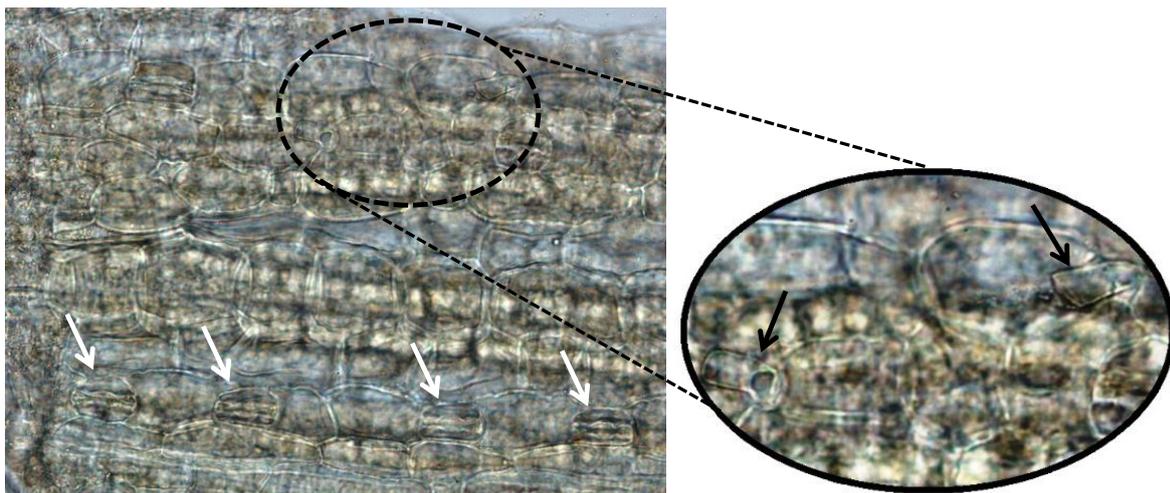
**Fig. 9.** Fragmento de *Agrostis montevidensis* encontrado nas amostras de fezes de *C. torquata*. Setas destacam cerdas no bordo foliar. Ampliação microscópica de 40x.

*Cynodon dactylon*: Epiderme foliar revestida por células retangulares (predominantemente hexagonais na face adaxial), longas e com paredes sinuosas. Estômatos pequenos e com células subsidiárias geralmente arredondadas (forma de cúpula), podendo variar para células triangulares. Papilas pequenas e abundantes estão presentes em toda a lâmina foliar. A espécie também apresenta cerdas ao longo da epiderme e corpos de sílica em formato de sela, localizados na zona costal (característica marcante da espécie) (Fig. 10).



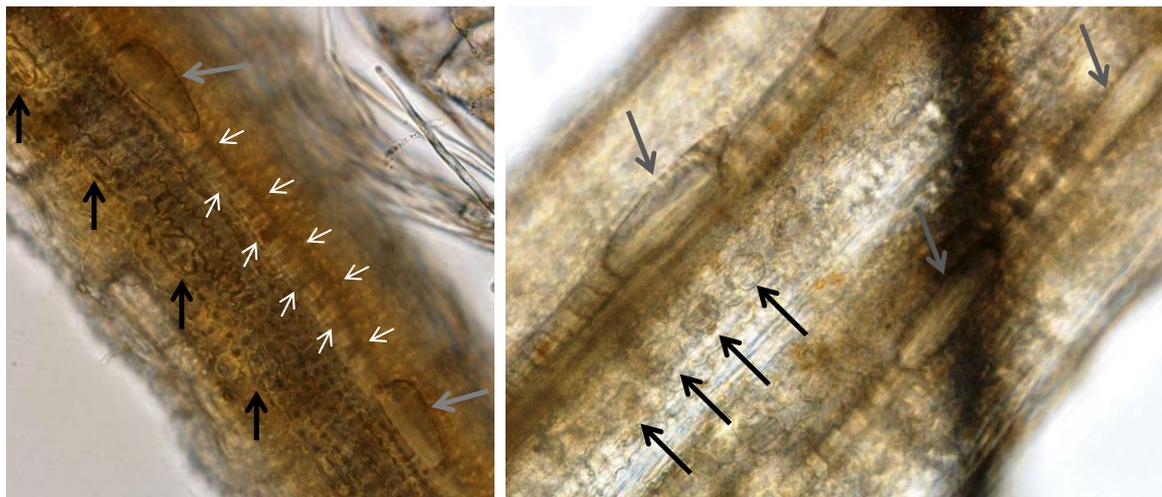
**Fig. 10.** Fragmentos de *Cydodon dactylon* encontrados nas amostras de fezes de *C. torquata*. À esquerda: setas brancas = cerdas; setas negras = papilas; setas cinza = corpos de sílica em forma de sela. À direita, área circulada destacando cerda localizada no limbo foliar. Ampliação microscópica de 40x.

*Echinochloa polystachya*: Epiderme predominantemente formada por células hexagonais, de paredes lisas a levemente sinuosas. Corpos de sílica, em forma de “x”, presentes na zona costal. O tecido epitelial também apresenta pequenas cerdas, mas que ocorrem de forma espaçada e pouco abundante. Dentre as principais características da espécie está a presença de micropelos (Fig. 11).



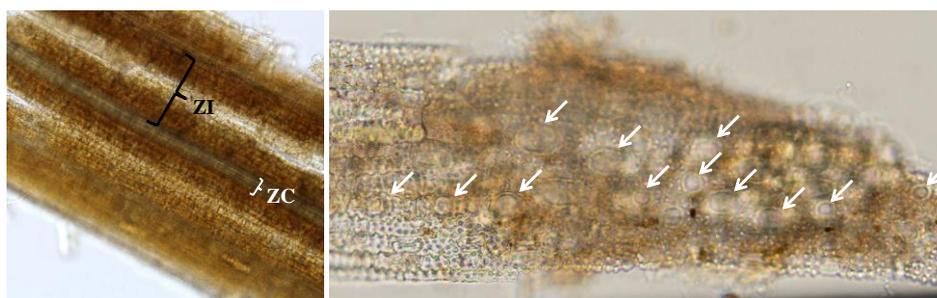
**Fig. 11.** Fragmento de *Echinochloa polystachya* encontrado nas amostras de fezes de *C. torquata*. Setas brancas indicam estômatos. Ampliação digital destaca micropelos (setas negras). Ampliação microscópica de 40x.

*Leersia hexandra*: Células de revestimento retangulares e com paredes muito sinuosas e espessas. Células subsidiárias dos estômatos geralmente em formato triangular, podendo variar para o formato em cúpula. Presença de pequenas papilas circulares e oblíquas ao longo da epiderme. Zona costal apresenta cerdas grandes e corpos de sílica em formato de oito (tipo oriza) (Fig. 12).



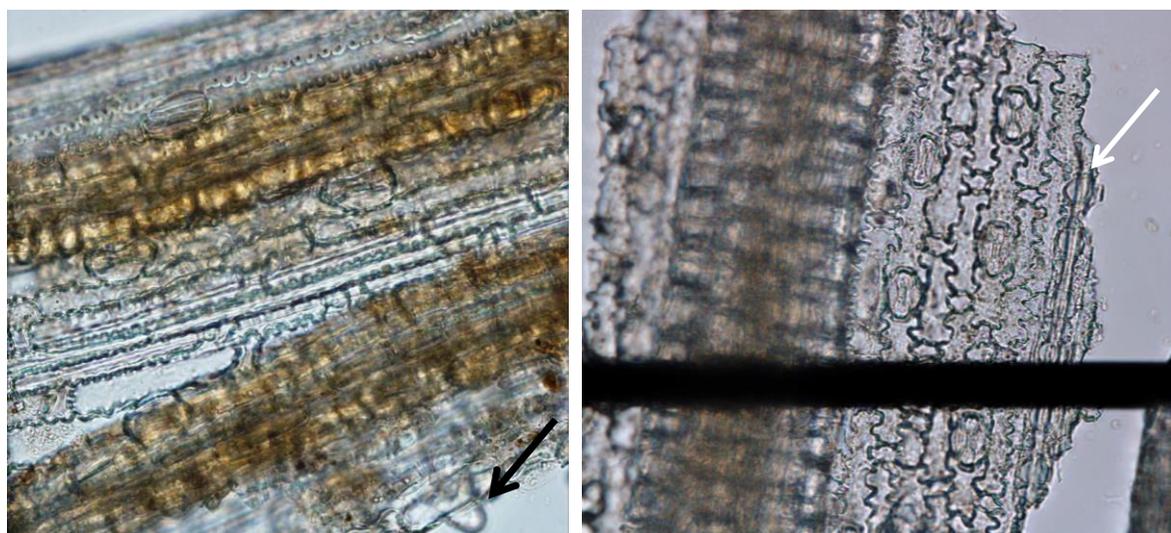
**Fig. 12.** Fragmentos de *Leersia hexandra* encontrados nas amostras de fezes de *C. torquata*. À esquerda, setas cinza = cerdas; setas brancas = células curtas (tipo oriza); setas negras = estômatos (células subsidiárias triangulares). À direita, setas cinza = cerdas; setas negras = estômatos (células subsidiárias variando entre triangular e em forma de cúpula). Ampliação microscópica de 20 e 40x.

*Luziola peruviana*: Células de revestimento retangulares (muitas vezes apresentando a porção mediana mais dilatada), paredes sinuosas e espessas. Células subsidiárias dos estômatos geralmente em cúpula. Zona costal apresenta cerdas medianas e corpos de sílica em formato de halter e/ou nodular. Presença de papilas grandes (Fig. 13).



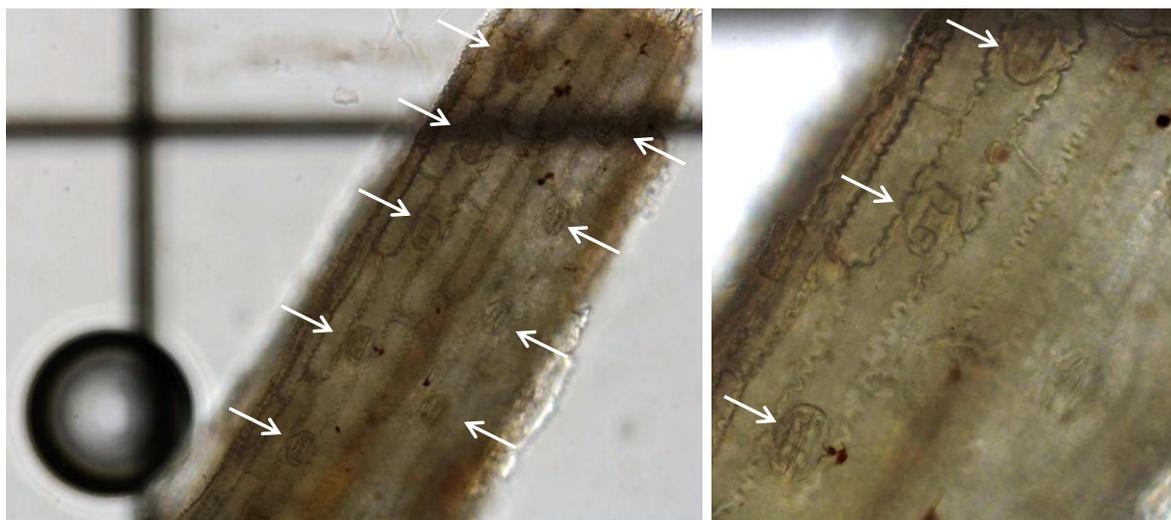
**Fig. 13.** Fragmentos de *Luziola peruviana* encontrados nas amostras de fezes de *C. torquata*. À esquerda, ZI = zona intercostal; ZC = zona costal (ampliação microscópica de 20x). À direita, setas brancas destacam papilas grandes recobrando a epiderme (ampliação digital).

*Paspalum vaginatum* e *P. distichum*: As duas espécies apresentam células epiteliais longas, retangulares e com parede celular sinuosa e espessa. Os estômatos são pequenos, e as células subsidiárias variam entre arredondados e triangulares. É possível verificar a presença de cerdas e micropelos em ambas. As espécies diferem entre si, principalmente, pela presença (numerosa) de papilas oblíquas em *P. vaginatum*, e pela presença de copos de sílica em forma de sela (zona costal) de *P. distichum* (Fig. 14).



**Fig. 14.** Fragmentos das espécies do gênero *Paspalum* encontrados nas amostras de fezes de *C. torquata*. À esquerda, *P. vaginatum* com seta negra apontando papila saliente no fragmento. À direita, *P. distichum* com seta branca destacando corpos de sílica em forma de sela na zona costal (rompida). Ampliação microscópica de 40x.

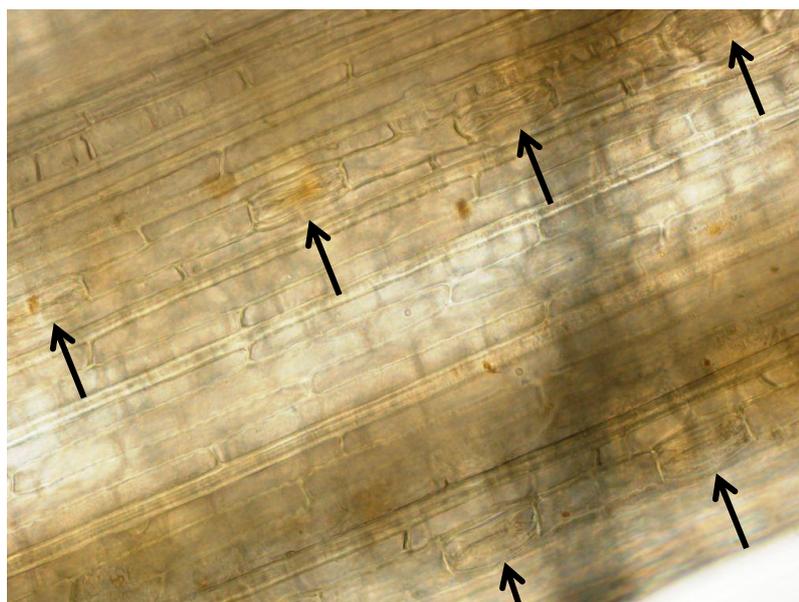
*Setaria geniculata*: Epiderme revestida por células hexagonais longas, de paredes espessas e sinuosas. Estômatos com células subsidiárias variando entre triangulares e em forma de cúpula. Ocorrência de cristais de oxalato de cálcio e corpos de sílica, em forma de halter, ambos de ocorrência na zona costal. Micropelos e pequenas cerdas de ocorrência na zona intercostal (Fig. 15).



**Fig. 15.** Fragmento de *Setaria geniculata* encontrado nas amostras de fezes de *C. torquata*. Fileiras de estômatos com células subsidiárias triangulares indicados por setas. Ampliação microscópica de 20 e 40x.

### **Cyperaceae**

*Eleocharis bonariensis*: Células retangulares longas, com paredes lisas e delgadas, e com extremidades (paredes anticlinais) retas e/ou afiladas (inclinadas). Estômatos grandes, com células subsidiárias paralelas (aspecto retangular). Estômatos arranjados em uma fileira por zona intercostal (Fig. 16).



**Fig. 16.** Fragmento de *Eleocharis bonariensis* encontrado nas amostras de fezes de *C. torquata*. Em destaque fileiras de estômatos (aspecto retangular) característicos da espécie. Ampliação microscópica de 40x.

### **As áreas úmidas e as aves**

Os ecossistemas de zonas úmidas são um recurso natural de significância global (Bobbink *et al.*, 2010). Historicamente, a elevada diversidade de plantas e animais (especialmente aves) é, possivelmente, a principal razão pela qual a proteção destas áreas tornou-se prioridade em todo o mundo, apoiada por acordos internacionais, como a Conservação de Ramsar e a Conservação Internacional da Diversidade Biológica (Bobbink *et al.*, 2010). Áreas úmidas, tais como os banhados, apresentam elevada produtividade primária, logo, possuem grande disponibilidade de recursos alimentares. Embora existam banhados muito distintos entre si, eles são caracterizados e regidos pela frequência de inundação e duração do nível da água (Clymo, 1995), que determinam, significativamente, a vegetação presente e o desempenho das funções desses ecossistemas (Marble, 1992). Não apenas as características da vegetação são condicionadas pela água, mas também todos os processos físicos, químicos e biológicos atuantes (Clymo, 1995). Dessa forma, é possível presumir que tanto a disponibilidade de recursos alimentares, quanto os locais que servem de abrigo às espécies animais são afetados por períodos de maior ou menor volume de água.

As aves desempenham um papel funcional chave no desenvolvimento e na estruturação das comunidades de zonas úmidas, devido à influência que exercem sobre a vegetação, podendo alterar os processos ecossistêmicos e induzir mudanças dentro de todo o sistema (Weller, 1999). A dispersão de sementes e de invertebrados, a predação de plantas, o aprofundamento das bacias (aves que cavam em busca de tubérculos), a deposição de nutrientes na coluna da água e no substrato, o consumo de vertebrados e de invertebrados e a predação sobre outras espécies controladoras do sistema, estão entre os principais mecanismos de influência das aves sobre as áreas úmidas (Weller, 1999). Green & Elmberg (2014) que abordam especificamente as aves aquáticas, apontam sua importância pelos serviços ecossistêmicos prestados, atuando na manutenção da diversidade de outros organismos, no controle de pragas, como bioindicadores de condições ecológicas e como sentinelas de potenciais surtos de doenças.

O Brasil é detentor de uma das maiores riquezas de aves do mundo (cerca de 1900 espécies reconhecidas; CBRO, 2014). Somente no Rio Grande do Sul (RS), podemos encontrar 661 destas espécies (Bencke *et al.*, 2010). Segundo Belton (1984) tal riqueza pode ser justificada pelo fato do estado ocupar uma zona de transição de uma diversidade de habitats considerável, o que reflete diretamente na avifauna local. O RS é composto pelo pampa gaúcho, por áreas de extensos banhados, lagoas e lagoas, por várzeas meridionais cobertas por denso revestimento vegetal palustre, juncais e sarandizais, que representam comunidades bióticas muito diversificadas (Sick, 1997). Neste cenário, as aves aquáticas apresentam elevada em quantidade e riqueza. Sick (1997) descreve o RS como a província brasileira mais rica em Anatídeos (marrecas, patos, cisnes e gansos), incluindo seus maiores representantes: o capororoca (*Coscoroba coscoroba*) e o cisne-de-pescoço-negro (*Cygnus melancoryphus*).

### **A espécie em estudo**

*Chauna torquata*, conhecida popularmente como tachã, é uma ave herbívora de grande porte, endêmica da América do Sul (Sick, 1997). Está distribuída pela Argentina, Uruguai, Brasil, Paraguai, Bolívia e Peru (Cramp, 1992). No Brasil, ocorre nos estados do Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, São Paulo e toda a região Sul (Sick, 1997). Belton (1984) ao referir-se à espécie no Rio Grande do Sul a considera residente comum em zonas

úmidas, como banhados e lagoas litorâneas, estando presente na depressão central de oeste a sul, e dispersa em alguns pontos próximos ao curso do Rio Uruguai.

Em um estudo sobre a abundância de *C. torquata*, em quatro regiões úmidas do RS, Fontana *et al.* (1995) constataram que indivíduos da espécie estiveram presentes nas áreas de estudo ao longo de todo o ano. Dentre as regiões amostradas, a planície costeira apresentou a maior abundância. Segundo os autores, o elevado número de indivíduos pôde ser atribuído ao fato das amostragens terem sido realizadas em áreas de banhado próximas à Estação Ecológica (ESEC) do Taim, mencionada como um local potencialmente favorável à espécie. As variações na abundância das populações entre as regiões foram relacionadas pelos autores à disponibilidade de ambientes favoráveis ao forrageio, abrigo e condições de deslocamento (presença de correntes de ar ascendentes).

Embora *C. torquata* seja uma espécie amplamente distribuída, e segundo Gill *et al.* (1974) a melhor conhecida dentre as três espécies da família Anhimidae, aspectos sobre a sua biologia, ecologia e comportamento são pouco conhecidos. Estudos sobre a espécie são escassos e estritamente descritivos (*e.g.*, Gill *et al.*, 1974; Pereyra, 1940; Rand, 1954; Rumboll, 1975; Stonor, 1939). Em sua pesquisa, Fontana *et al.* (1995) apresentam informações do tamanho e flutuações populacionais de *C. torquata* no RS, porém aspectos relacionados aos seus hábitos alimentares são apenas brevemente relatados na bibliografia científica (*e.g.* Arballo & Cravino, 1999; Belton, 1984). Sobre a ecologia alimentar da espécie, sabe-se que é predominantemente herbívora, podendo incluir invertebrados na dieta (Aravena, 1928; Cramp, 1992; Sick, 1997; Zotta, 1932). Álvarez (1933) menciona o consumo de insetos e moluscos, porém dados sobre composição, espécies vegetais e animais consumidas ou variações temporais da dieta não existem.

Considerando que *C. torquata* é uma ave herbívora de grande porte (massa corporal dos adultos variando entre 3780 e 5535 g; dados não publicados), e abundante ao longo de todo o ano na ESEC do Taim (Fontana *et al.*, 1995), é possível que a espécie tenha um papel ecológico relevante como consumidor primário nesta área. Dentre outras implicações, existe a possibilidade de haver competição por recursos alimentares (pasto) entre *C. torquata* e espécies autóctones (*i.e.*, capivaras), bem como com espécies alóctones à área de estudo (*i.e.*, bovinos e ovelhas). Neste contexto, é importante compreender os processos e fatores que influenciam o consumo alimentar de *C. torquata*.

Além da Introdução Geral esta Dissertação conta ainda com um capítulo em formato de artigo que descreve as técnicas de captura desenvolvidas para a espécie, a dieta baseada na análise de fezes, e a dieta obtida através da análise de isótopos estáveis das células vermelhas e do soro de *C. torquata*.

## **OBJETIVOS**

O presente trabalho tem como objetivo descrever a dieta e determinar como ocorre a utilização de recursos alimentares de *C. torquata*, visando contribuir para a compreensão do papel ecológico da espécie na ESEC do Taim e áreas de entorno.

### **Objetivos específicos**

- (1) determinar a composição da dieta de *C. torquata*;
- (2) determinar se há variação temporal na dieta;
- (3) determinar as fontes alimentares efetivamente assimiladas pela espécie.

### **Referências Bibliográficas**

- Altmann J (1974) Observational study of behavior: sampling methods. Behaviour 49:227-266
- Alvarez JM, Desbiez ALJ, Santos SA, Garcia JB, Machado SR (2010a) Descritores epidérmicos de eudicotiledôneas forrageiras: guia para identificação da dieta de herbívoros usando o programa Delta. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento Embrapa Pantanal, Corumbá
- Alvarez JM, Desbiez ALJ, Santos SA, Garcia JB, Sobrinho AAB, Machado SR (2010b) Descritores epidérmicos de Cyperaceae forrageiras: guia para identificação da dieta de herbívoros usando o programa Delta. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento Embrapa Pantanal, Corumbá
- Álvarez T (1933) Observaciones biológicas sobre las aves del Uruguay. Anales del Museo de Historia Natural de Montevideo 4:1-50
- Apezzato-da-Glória B, Carmello-Guerreiro SM (2006) Anatomia vegetal. UFV, Viçosa
- Aravena RO (1928) Notas sobre la alimentación de las aves. Hornero 4:153-166
- Arballo E, Cravino JL (1999) Aves del Uruguay: manual ornitológico. Hemisferio Sur, Montevideo

- Augustine DJ, Frank DA (2001) Effects of migratory grazers on spatial heterogeneity of soil nitrogen properties in a grassland ecosystem. *Ecology* 82:3149-3162
- Belsky AJ (1992) Effects of grazing, competition, disturbance and fire on species composition and diversity in grassland communities. *Journal of Vegetation Science* 3:187-200
- Belton W (1984) Birds of Rio Grande do Sul, Brazil. Part 1, Rheidae through Furnariidae. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 178:369-636
- Bencke GA, Dias RA, Bugoni L, Agne CE, Fontana CS, Maurício GN, Machado DB (2010) Revisão e atualização da lista das aves do Rio Grande do Sul, Brasil. *Iheringia, Série Zoologia* 100:519-556
- Bobbink R., Beltman B., Verhoeven JTA, Whigham DF (2010) Wetlands: functioning, biodiversity conservation, and restoration. Springer, Berlin
- Bremer B, Bremer K, Chase M, Fay M, Reveal J, Soltis D, Stevens P (2009) An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. *Botanical Journal of the Linnean Society* 141:399-436
- CBRO – Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos (2014) Listas das aves do Brasil. 11ª Edição. <<http://www.cbro.org.br>> Acessado em 06 Julho de 2014
- Clymo RS (1995) Conclusion: directions for research on wetlands in Britain. *In*: Hughes JMR & Heathwaite L. Hydrology and hydrochemistry of British wetlands. John Wiley & Sons, 467-478
- Coe MJ, Cumming DH, Phillipson J (1976) Biomass and production of large African herbivores in relation to rainfall and primary production. *Oecologia* 22:341-354
- Collins SL, Knapp AK, Briggs JM, Blair JM, Steinauer EM (1998) Modulation of diversity by grazing and mowing in native tallgrass prairie. *Science* 280:745-747
- Cramp S (1992) Family Anhimidae. *In*: Del Hoyo J, Elliott A, Carbot J. Handbook of the birds of the world, 1, Ostrich to ducks. Lynx Editions, Barcelona
- Cutter EG (1986) Anatomia vegetal, Parte células e tecidos. ROCA Ltda. São Paulo
- Danell K, Bergstrom R, Duncan P, Pastor J (2006) Large herbivore ecology, ecosystem dynamics and conservation. Cambridge University Press, New York
- Davidson DW (1993) The effects of herbivory and granivory on terrestrial plant succession. *Oikos* 68:23-35

- Dawson TE, Mambelli S, Plamboeck AH, Templer PH, Tu KP (2002) Stable isotopes in plant ecology. *Annual Review of Ecology and Systematics* 33:507-559
- De Iongh HH, De Jong CB, Van Goethem J, Klop E, Brunsting AMH, Loth PE, Prins HHT (2011) Resource partitioning among African savanna herbivores in North Cameroon: the importance of diet composition, food quality and body mass. *Journal of Tropical Ecology* 27:503-513
- De Jong CB, Gill RMA, Van Wieren SE, Burlton FWE (1995) Diet selection by Roe Deer *Capreolus capreolus* in Kielder Forest in relation to plant cover. *Forest Ecology and Management* 79:91-97
- De Jong CB, Van Wieren SE, Gill RMA, Munro R (2004) Relationship between diet and liver carcinomas in Roe Deer in Kielder Forest and Galloway Forest. *Veterinary Record* 155:197-200
- Fontana CS, Cademartori CV, Ramos RA, Drehmer CJ, Tavares AE (1995) Abundância relativa de *Chauna torquata* (Oken, 1986) (Aves, Anhimidae) em terras úmidas do Rio Grande do Sul, Brasil. *Biociências* 2:125-133
- Freire SE, Arambarri A, Bayón ND, Sancho G, Urtubey E, Monti C, Novoa MC, Colares, MN (2005) Epidermal characteristics of toxic plants for cattle from the Salado river basin (Buenos Aires, Argentina). *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 40:241-281
- Fritz H, Duncan P (1994) On the carrying capacity for large ungulates of African savanna ecosystems. *Proceedings of the Royal Society of London, B: Biological Sciences* 256:77-82
- Fry B (2006) *Stable isotope ecology*. Springer, New York
- Gibson DJ, Hulbert LC (1987) Effects of fire, topography and year-to-year climate variation on species composition in tallgrass prairie. *Vegetatio* 72:175-185
- Gill B, Stokes FJ, Stokes CC (1974) Observations on the Horned Screamer. *Wilson Bulletin* 86:43-50
- Gough L, Grace JB (1998) Herbivore effects on plant species density at varying productivity levels. *Ecology* 79:1586-1594
- Green AJ, Elmberg J (2014) Ecosystem services provided by waterbirds. *Biological Reviews* 89:105-122

- Hahn S, Hoye BJ, Korthals H, Klaassen M (2012) From food to offspring down: tissue-specific discrimination and turn-over of stable isotopes in herbivorous waterbirds and other avian foraging guilds. *PLoS ONE* 7:e30242
- Hairston NG, Smith FE, Slobodkin LB (1960) Community structure, population control, and competition. *American Naturalist* 94:421-425
- Hobson KA (2008) Applying isotopic methods to tracking animal movements. *Terrestrial Ecology* 2:45-78
- Hobson KA, Clark RG (1992) Assessing avian diets using stable isotopes I: turnover of  $^{13}\text{C}$  in tissues. *Condor* 94:181-188
- Hobson KA, Wassenaar LI (1999) Stable isotope ecology: an introduction. *Oecologia* 120:312-313
- Kerbes RH, Kotanen PM, Jefferies RL (1990) Destruction of wetland habitats by Lesser Snow Geese: a keystone species on the west coast of Hudson Bay. *Journal of Applied Ecology* 27:242-258
- Knapp AK, Blair JM, Briggs JM, Collins SL, Hartnett DC, Johnson LC, Towne EG (1999) The keystone role of Bison in North American tallgrass prairie. *BioScience* 49:39-50
- Krebs JR (1978) Optimal foraging: decision rules for predators. *In*: Krebs JR, Davies NB. *Behavioural ecology*. Blackwell Scientific, Oxford
- Lamprey HF (1963) Ecological separation of the large mammal species in the Tarangire Game Reserve, Tanganyika. *African Journal of Ecology* 1:63-92
- Marble AD (1992) *A guide to wetland functional design*. Lewis Publishers, Boca Raton
- Martinelli LA, Ometto JPHB, Ferraz ES, Victoria RL, Camargo PB, Moreira MZ (2009) Desvendando questões ambientais com isótopos estáveis. *Oficina de Textos*, São Paulo
- Martínez Del Rio C, Wolf N, Carleton SA, Gannes LZ (2009) Isotopic ecology ten years after a call for more laboratory experiments. *Biological Reviews* 84:91-111
- McNaughton SJ, Banyikwa FF, Mcnaughton MM (1997) Promotion of the cycling of diet enhancing nutrients by African grazers. *Science* 278:1798-1800
- Metcalf CR (1971) *Anatomy of the Monocotyledons. V. Cyperaceae*. Clarendon Press, Oxford

- Milchunas DG, Sala OE, Lauenroth W (1988) A generalized model of the effects of grazing by large herbivores on grassland community structure. *American Naturalist* 132:87-106
- Milchunas DG, Lauenroth WK (1993) Quantitative effects of grazing on vegetation and soils over a global range of environments. *Ecological Monographs* 63:327-366
- Mosepele K, Moyle PB, Merron GS, Purkey DR, Mosepele B (2009) Fish, floods, and ecosystem engineers: aquatic conservation in the Okavango Delta, Botswana. *BioScience* 59:53-64
- Newsome S, Martínez Del Rio C, Phillips DL, Bearhop S (2007) A niche for isotopic ecology. *Frontiers in Ecology and the Environment* 5:429-436
- Newton I (1980) The role of food in limiting bird numbers. *Ardea* 68:11-30
- Norris JJ (1943) Botanical analyses of stomach contents as a method of determining forage consumption of range sheep. *Ecology* 24:244-51
- Olf H, Ritchie ME (1998) Effects of herbivores on grassland plant diversity. *Trends in Ecology and Evolution* 13:261-265
- Owen-Smith N (2010) Dynamics of large herbivore populations in changing environments. Wiley-Blackwell, Oxford
- Pacala SW, Crawley MJ (1992) Herbivores and plant diversity. *American Naturalist* 140:243-260
- Pennisi E (2014) The river masters. *Science* 346:802-805
- Percival SM, Sutherland WJ, Evans PR (1996) A spatial depletion model of the responses of grazing wildfowl to the availability of intertidal vegetation. *Journal of Applied Ecology* 33:979-992
- Pereyra CB (1940) Nota sobre el Chajá. *Hornero* 7:378-381
- Peterson BJ, Fry B (1987) Stable isotopes in ecosystem studies. *Annual Review of Ecology and Systematics* 18:293-320
- Pretorius Y, Stigter JD, De Boer, WF, Van Wieren SE, De Jong CB, De Knecht HJ, Grant CC, Heitkönig I, Knox N, Kohi E, Mwakiwa E, Peel MJS, Skidmore AK, Slotow R, Van der Waal C, Van Langevelde F, Prins HHT (2012) Diet selection of African Elephant over time shows changing optimization currency. *Oikos* 121:2110-2120

- Qin X, Sun L, Blais JM, Wang Y, Huang T, Huang W, Xie Z (2014) From sea to land: assessment of the bio-transport of phosphorus by penguins in Antarctica. *Chinese Journal of Oceanology and Limnology* 32:148-154
- Rand AL (1954) On the spurs on birds' wings. *Wilson Bulletin* 66:127-134
- Raven PH, Evert RF, Eichhorn, SE (2007) *Biologia vegetal*. 7. Ed. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro
- Ritchie ME, Tilman D, Knops JMH (1998) Herbivore effects on plant and nitrogen dynamics in oak savanna. *Ecology* 79:165-177
- Rosenzweig ML (1995) *Species diversity in space and time*. Cambridge University Press, Cambridge
- Rosito JM, Marchezan E (2003) Determinação de descritores foliares para a identificação microhistológica de espécies forrageiras. *Acta Scientiarum, Biological Sciences* 25:407-413
- Rumboll MAE (1975) Notas sobre Anseriformes. *Hornero* 11:315-317
- Santos AS, Desbiez ALJ, Alvarez JM, Garcia, JB, Sobrinho AAB (2010) Descritores epidérmicos de gramíneas: guia para identificação da dieta de herbívoros usando o programa Delta. *Boletim de Pesquisa Embrapa Pantanal, Corumbá*
- Sick H (1997) *Ornitologia brasileira*. Nova Fronteira, Rio de Janeiro
- Smith AR, Pryer KM, Schuettpelz E, Korall P, Schneider H, Wolf PG (2006) A classification for extant ferns. *Taxon* 55:705-731
- Stewart DRM (1967) Analysis of plant epidermis in faeces: a technique for studying the food preferences of grazing herbivores. *Journal of Applied Ecology* 4:83-111
- Stonor CR (1939) Notes on the breeding habits of the Common Screamer (*Chauna torquata*). *Ibis* 81:45-49
- Summers RW (1985) The size and composition of Sheld-geese populations and their food consumption on different vegetation types in the Falkland Islands. *Journal of Applied Ecology* 22:1-17
- Summers RW, Grieve A (1982) Diet, feeding behaviour and food intake of the Upland Goose (*Chloephaga picta*) and Ruddy-headed Goose (*C. rubidiceps*) in the Falkland Islands. *Journal of Applied Ecology* 19:783-804

- Van der Wal R, Van Wijnen H, Van Wieren S, Beucher O, Bos D (2000) On facilitation between herbivores: how Brent Geese profit from Brown Hares. *Ecology* 81:969-980
- Wainright SC, Haney JC, Kerr C, Golovkin AN, Flint MV (1998) Utilization of nitrogen derived from seabird guano by terrestrial and marine plants at St. Paul, Pribilof Islands, Bering Sea, Alaska. *Marine Biology* 131:63-71
- Weller MW (1999) *Wetland birds: habitat resources and conservation implications*. Cambridge University Press, New York
- Zotta A (1932) Notas sobre el contenido estomacal de algunas aves. *Hornero* 5:77-81

## CAPÍTULO 1

Ecologia alimentar da ave herbívora *Chauna torquata* no Taim, sul do Brasil

Xênya Garcia e Leandro Bugoni

Artigo formatado de acordo com as normas para submissão ao periódico *Aquatic Ecology*.

## **Ecologia alimentar da ave herbívora *Chauna torquata* no Taim, sul do Brasil**

**Xênya Garcia e Leandro Bugoni**

Xênya Garcia e Leandro Bugoni

Laboratório de Aves Aquáticas e Tartarugas Marinhas, Instituto de Ciências Biológicas,  
Universidade Federal do Rio Grande (FURG), Campus Carreiros, Avenida Itália s/n, CP 474,  
96203-900, Rio Grande, RS, Brasil

Programa de Pós-Graduação em Biologia de Ambientes Aquáticos Continentais, Instituto de  
Ciências Biológicas, Universidade Federal do Rio Grande (FURG), Campus Carreiros,  
Avenida Itália s/n, CP 474, 96203-900, Rio Grande, RS, Brasil

\*Autor correspondente: xenyabgl@gmail.com

## Resumo

Herbívoros aquáticos desempenham papel chave no transporte de nutrientes e matéria entre os ambientes aquáticos e terrestres adjacentes. A dieta da tachã (*Chauna torquata*) foi avaliada em uma região de áreas alagadas no sul do Brasil. Neste estudo foram utilizados dois métodos complementares, a análise de isótopos estáveis - AIE ( $\delta^{13}\text{C}$  e  $\delta^{15}\text{N}$ ) e a análise micro-histológica de fragmentos vegetais em fezes, para investigar a ecologia alimentar da tachã. A dieta assimilada em duas escalas temporais foi analisada via AIE do soro e células vermelhas, componentes do sangue com diferentes taxas de renovação. Os valores de  $\delta^{13}\text{C}$  e  $\delta^{15}\text{N}$  nos tecidos da ave não apresentaram diferenças significativas entre o inverno e o verão, sugerindo uma alimentação similar ao longo do ano. Pela análise isotópica uma representante das ciperáceas foi o item com maior contribuição à dieta da espécie. As análises fecais sugerem um comportamento mais generalista quanto à escolha alimentar, apontando o consumo de ao menos 19 espécies vegetais, com a família das gramíneas apresentando a maior riqueza específica. Ambos os métodos comprovaram a preferência por plantas de maior valor nutricional, com rota fotossintética do tipo C3 e um consumo equitativo entre o grupo de plantas aquáticas e terrestres.

**Palavras-chave:** Anseriformes, áreas úmidas, dieta, isótopos estáveis, análise de fezes, métodos complementares.

## Introdução

Os herbívoros constituem um dos principais condutores da formação e funcionamento dos ecossistemas terrestres (Danell et al. 2006). Nas últimas décadas tem sido comprovado que os herbívoros podem exercer efeitos diretos e indiretos sobre a vegetação, podendo afetar a estrutura (Gough e Grace 1998), a diversidade de espécies (Olf e Ritchie 1998; Pacala e Crawley 1992) e a composição das comunidades vegetais (Milchunas et al. 1988; Owen-Smith 2010). Estudos com herbívoros de grande porte também demonstram a importância destes animais no transporte de matéria e energia. Na África, os hipopótamos (*Hippopotamus amphibius*) transferem nutrientes e energia da terra, onde pastam, para os rios, na forma de esterco, aumentando o crescimento de organismos da base da cadeia

alimentar (Mosepele et al. 2009; Pennisi 2014). O guano de algumas aves aquáticas coloniais desempenham papel semelhante como fontes de fertilizantes (Green e Elmberg 2014; Qin et al. 2014; Wainright et al. 1998). Ao se deslocar e ao formar agregações, as aves automaticamente influenciam no fluxo de nutrientes, sendo capazes de importar nutrientes suficientes para causar grandes mudanças no estado trófico das zonas úmidas (Green e Elmberg 2014). Do mesmo modo, aves límnicas como cegonhas, gansos e cisnes, que se alimentam tanto em ambientes aquáticos quanto terrestres, estão envolvidas no subsídio de nutrientes e energia entre ambos os ecossistemas (Green e Elmberg 2014).

Papéis relevantes também são atribuídos a espécies de aves herbívoras. Kerbes et al. (1990) descreveram aumento populacional do ganso-da-neves (*Chen caerulescens caerulescens*) e a conseqüente destruição da vegetação em regiões pantanosas, no oeste do Canadá (Kerbes et al. 1990). Van der Wal et al. (2000) demonstraram a interação entre diferentes grupos animais em uma região de marismas temperadas na Holanda, com a lebre-europeia (*Lepus europaeus*) facilitando o pastejo do ganso-de-faces-negras (*Branta bernicla*). Nas Ilhas Malvinas/Falkland, Summers e Grieve (1982) investigaram o conflito entre criadores de ovinos e gansos, que alegavam existir competição por recursos alimentares entre duas espécies simpátricas de gansos silvestres (*Chloephaga picta* e *C. rubidiceps*) e seus rebanhos. Na América do Sul continental o papel ecológico das aves herbívoras ainda é pouco conhecido (e.g. Beltzer et al. 1991; Beltzer e Mosso 1992). *Chauna torquata*, embora amplamente distribuída e a melhor conhecida da família Anhimidae, apresenta poucos estudos, que são na sua maioria descritivos (e.g., Gill et al. 1974; Pereyra 1940; Rand 1954; Rumboll 1975; Sick 1997; Stonor 1939). Fontana et al. (1995) realizaram um dos poucos trabalhos mais aprofundados sobre a espécie, abordando informações do tamanho e flutuações populacionais no Rio Grande do Sul (RS). *Chauna torquata* é uma ave de grande porte (massa corporal dos adultos variando entre 3780 e 5535 g; dados não publicados), intimamente associada a ambientes aquáticos e considerada abundante ao longo de todo o ano em áreas de banhados próximas à Estação Ecológica do Taim – RS (Fontana et al. 1995). Aspectos sobre a biologia, ecologia e comportamento da espécie são pouco conhecidos, e informações relacionadas aos hábitos tróficos da ave são apenas brevemente relatados, constando como principal informação a dieta predominantemente herbívora (Aravena 1928; Belton 1984; Cramp 1992).

A medição da ocorrência natural de isótopos estáveis em material biológico tem aumentado consideravelmente nas últimas décadas, como ferramenta para investigar diferentes aspectos ecológicos (Fry 2006; Hobson 2008; Martínez del Rio et al. 2009), dentre as quais, as fontes alimentares dos organismos e as relações tróficas são de particular interesse (Hahn et al. 2012; Hobson e Clark 1992). Embora os isótopos estáveis geralmente não possam fornecer o tipo de detalhe taxonômico fornecido por abordagens convencionais, a associação entre técnicas amplia ainda mais as vantagens no uso dos isótopos (Hobson e Wassenaar 1999). Por sua vez, a identificação de fragmentos de epiderme vegetal encontrados em fezes, através da técnica micro-histológica, tem sido a opção de muitos pesquisadores (*e.g.*, De Iongh et al. 2011; De Jong et al. 1995, 2004; Pretorius et al. 2012).

O presente trabalho tem como objetivo descrever a dieta e determinar como ocorre a utilização de recursos alimentares de *C. torquata*, visando contribuir para a compreensão do papel ecológico da espécie na ESEC do Taim e áreas de entorno. As hipóteses são que a espécie apresenta uma dieta predominantemente herbívora, constituída principalmente de gramíneas e de que há variação temporal no consumo de itens alimentares entre o inverno e o verão, de acordo com variações sazonais na fenologia das diferentes espécies de plantas.

## **Métodos**

### Área de estudo

Este estudo foi realizado na Estação Ecológica (ESEC) do Taim, uma unidade de proteção integral, criada através do Decreto Nº 92.963, de 21 de julho de 1986, que abrange uma área de cerca de 33 mil ha. Inserida na planície costeira do Rio Grande do Sul, a ESEC está situada numa estreita faixa de terra entre o Oceano Atlântico e a Lagoa Mirim, entre os municípios de Rio Grande e Santa Vitória do Palmar (32°44'33"S e 52°34'28"O) (Fig. 1), e compreende praias lagunares e marinhas, dunas, matas, campos e banhados (Asmus 1998). Possui clima temperado, caracterizado por verão quente e seco e inverno frio e chuvoso. A precipitação média anual é de 1100 mm e a temperatura média é de 18°C (Nimer 1989).

## Captura das aves e coleta de amostras

Para capturar as aves desenvolveu-se métodos e equipamentos próprios, considerando que não há registro de captura de *C. torquata* em ambiente natural (exceto por caçadores, o que implica no uso de armas de fogo e consequente abate dos animais). O fato da espécie ser predominantemente herbívora pastejadora dificultaria o uso de armadilhas cevadas que pudessem atrair os animais e, por este motivo, foi estabelecida a busca ativa dos indivíduos. Dentre os diferentes métodos testados, como o disparador de redes (*net gun*; Edwards e Gilchrist 2011), o lançamento de aro com rede foi o que mostrou maior eficiência. Para chegar ao modelo ideal foram criados diferentes protótipos, testados em períodos do dia, períodos lunares e condições climáticas distintas.

O modelo final do equipamento resultou em um aro construído com 5,60 m de vergalhão de ferro (8 mm), inserido em 5,20 m de mangueira de instalação elétrica, moldado em forma circular, formando assim um aro de 1,60 m de diâmetro. A esta estrutura foi costurada uma rede de arrasto de camarão de multifilamentos de náilon (malha de 25 mm), de modo que houvesse tecido suficiente para envolver o animal quando o aro caísse sobre ele (Fig. 2).

As capturas foram realizadas apenas à noite, nas fases de lua minguante e nova (noites mais escuras), com o auxílio de uma lanterna do tipo holofote de 10.000.000 velas (equivalente a 800 lumens) (Fig. 3). As buscas foram realizadas a pé, de forma lenta e silenciosa e, de modo geral, era possível uma aproximação de cerca de 6 m do animal, às vezes menos. Neste momento o aro era lançado sobre a ave por um pesquisador, enquanto o outro mantinha o faixo luminoso na direção da ave. Ao ser capturado, o animal era imobilizado, vendado com pano escuro para diminuição do estresse e retirado da rede para realização dos procedimentos.

Das aves capturadas foram coletadas, com seringa e agulha, 2,5 ml de sangue da veia ulnar (asa). As amostras foram centrifugadas (durante cerca de 20 min. a 3000 rpm) visando a separação entre células vermelhas e soro. Apenas algumas amostras foram separadas com sucesso, já que não houve uso de anticoagulante a fim de evitar possíveis alterações nos valores isotópicos. Os componentes separados ou o sangue completo foram armazenados em tubos plásticos e congelados.

As aves amostradas foram marcadas com anilhas metálicas fornecidas pelo CEMAVE/ICMBio. Capturas e anilhamentos seguiram a Instrução Normativa nº 27, de 23 de dezembro de 2002 (CEMAVE 2002). As coletas de sangue foram realizadas no período entre julho e setembro de 2013, correspondente ao inverno, e entre dezembro de 2013 e fevereiro de 2014, correspondente ao verão. Uma amostragem adicional para a captura das aves foi realizada em setembro de 2014, visando aumentar o número de indivíduos capturados no inverno. O período selecionado para as capturas/coletas visou abranger as estações de inverno e verão, períodos de cheia e seca para a região, respectivamente. Nestas estações as condições ambientais (e.g. temperatura, pluviosidade e intensidade do vento), e a fase vegetativa das plantas, diferem marcadamente (Larcher 2000; Salisbury e Ross 1992) e são esperadas, portanto, variações na dieta.

#### Dieta inferida pelas análises de isótopos estáveis e fezes

A análise dos isótopos estáveis do sangue foi efetuada separadamente para células vermelhas e soro, considerando que os mesmos possuem taxas de renovação (*turnover*) distintas (Fry 2006). Quando não houve a separação do sangue nos dois componentes, considerou-se o sangue completo e o mesmo foi incluído na categoria “células vermelhas”, já que o plasma compõe uma fração pequena das amostras de sangue completo. Em laboratório as amostras foram liofilizadas, homogeneizadas e 1 mg de cada amostra foi acondicionada em cápsulas de estanho.

Amostras de itens alimentares potenciais foram coletadas *in situ* durante o dia. Os itens constituem plantas forrageiras abundantes nos locais de forrageio de *C. torquata*. O método constituiu em remover, manualmente, a planta inteira do substrato (aquático ou terrestre). Para cada planta selecionada foram coletadas folhas de três espécimes diferentes, de modo que os valores de  $\delta^{13}\text{C}$  e  $\delta^{15}\text{N}$  atribuídos à espécie correspondem a um valor médio. As espécies são representantes de três classes vegetais: Monocotyledoneae – *Axonopus* sp. e *Panicum* sp. (Poaceae), *Eleocharis* sp. (Cyperaceae); Eudicotyledoneae – *Trifolium repens* (Fabaceae); Pteridopsidae – *Salvinia biloba* (Salviniaceae). Estas amostras também foram liofilizadas, trituradas com graal e pistilo, pesadas e processadas conforme descrito anteriormente. Todas as amostras vegetais e a maior parte das amostras sanguíneas (n = 21 aves) foram analisadas em um espectrômetro de massa de razão

isotópica (IRMS), na Universidade da Geórgia, Estados Unidos. Uma pequena parte das amostras (n = 4 aves), foi analisada na Universidade Estadual de Washington, Estados Unidos. Variações sistemáticas entre laboratórios foram previamente testadas, através da comparação dos valores de  $\delta^{15}\text{N}$  e  $\delta^{13}\text{C}$ , provenientes de amostras homogêneas e idênticas de penas em crescimento de *Thalassarche chlororhynchus* (n = 10). Uma ANOVA de medidas repetidas foi aplicada aos dados, comprovando que não há diferença significativa entre estes dois laboratórios e um terceiro laboratório para o qual não foram enviadas amostras deste estudo.

Considerando que as amostras de tecido de *C. torquata* apresentaram razão C:N abaixo de 4 (média  $\pm$  DP;  $3,55 \pm 0,46\%$ ), e que as amostras de itens alimentares apresentaram uma %C abaixo de 40% ( $33,40\% \pm 8,61$ ), não foi necessária a extração de lipídios ou normalização matemática dos valores (Post et al. 2007).

Para complementar os dados de alimentação obtidos através da análise isotópica, foram coletadas amostras fecais frescas de *C. torquata*, em agosto (inverno) de 2013A busca por fezes foi realizada durante o dia e constituiu em acompanhar à distância bandos da espécie por um período suficiente até que alguns indivíduos fossem visualizados defecando. Após era realizada a aproximação no local e a coleta das fezes. As amostras foram armazenadas em sacos plásticos individuais, etiquetadas e acondicionadas em freezer até serem processadas em laboratório. Cada amostra de fezes inteira foi considerada como uma amostra independente.

No laboratório, as amostras foram descongeladas e lavadas em abundante água corrente, sobre peneiras encaixadas de malha 0,25 mm e 1,00 mm, até que a água remanescente escoasse límpida. O material selecionado foi coletado em cada uma das peneiras e armazenado, separadamente, em frascos com tampa contendo AFA (solução composta por 85% de álcool etílico (50%), 10% formaldeído P.A. e 5% de ácido acético P.A.) até o momento da análise.

Para a análise dos itens alimentares, os fragmentos menores, anteriormente separados em peneira de 0,25 mm, foram transferidos para uma placa de petri. Foram adicionados ao conteúdo uma pequena quantidade de água destilada e de hipoclorito de sódio a 10%, para o clareamento do material (Santos et al. 2010). O conteúdo foi homogêneo e com o auxílio de pipeta Pasteur, dez subamostras (gotas) foram coletadas

de forma aleatória. Cada gota foi disposta sobre uma lâmina microscópica de Rafter (micrometrada), espalhada uniformemente e coberta com lamínula de 18 mm.

Com o auxílio de um microscópio (ampliação de 40x), dez fragmentos de epiderme vegetal foram quantificados, identificados e/ou fotomicrografados na área correspondente à lamínula. Para a quantificação dos itens alimentares na dieta, os fragmentos vegetais foram quantificados em termos de contribuição numérica (N%) e de contribuição em área (A%), em relação a cada milímetro amostrado, de modo que:

$$N\% = N_i/N_t*100 \quad \text{eq. 1}$$

onde:

$N_i$  = soma dos fragmentos de uma determinada espécie

$N_t$  = soma de todos os fragmentos amostrados

$$A\% = A_i/A_t*100 \quad \text{eq. 2}$$

onde:

$A_i$  = soma das áreas ocupadas pelos fragmentos da espécie  $i$

$A_t$  = área total ocupada pelos fragmentos de todas as espécies

Os fragmentos que não puderam ser identificados em nível de espécie, gênero ou família, foram categorizados como “monocotiledônea não identificada” ou “eudicotiledônea não identificada”. As espécies referidas como eudicotiledôneas “1” e “2”, são espécies distintas entre si e distinguíveis nas amostras. Àqueles fragmentos os quais não foi possível afirmar que pertenciam a uma mesma espécie foram agrupados quanto à Classe ou Família.

A identificação dos fragmentos foi realizada através de guias de identificação da dieta de herbívoros (Alvarez et al. 2010a 2010b; Santos et al. 2010), com o auxílio de especialistas botânicos e da coleção de referência de epidermes vegetais do Instituto de Ciências Biológicas (ICB) da Universidade Federal do Rio Grande (FURG). As famílias de angiospermas estão de acordo com Angiosperm Phylogeny Group (APG III; Bremer et al. 2009) e as pteridófitas de acordo com Smith et al. (2006).

## Análises estatísticas

A variação temporal da contribuição de itens alimentares na dieta de *C. torquata* foi testada de acordo com duas estações do ano (inverno e verão). Normalidade e homocedasticidade foram verificadas e, quando possível, as variações dos valores de  $\delta^{13}\text{C}$  e  $\delta^{15}\text{N}$  (para cada tecido analisado) entre as duas estações foram testadas usando o teste paramétrico *t*. Quando estes pré-requisitos não foram cumpridos, foi utilizado o teste não paramétrico de Mann-Whitney.

Para estimar as contribuições relativas de diferentes fontes alimentares assimiladas por *C. torquata*, foi utilizado o modelo bayesiano de mistura de isótopos estáveis (Stable Isotope Analysis in R – SIAR; Parnell et al. 2008; R Core Team 2015). Cinco espécies de fontes alimentares foram analisadas, das quais três espécies foram representantes das monocotiledôneas, *Axonopus* sp. (gramínea; rota fotossintética C4), *Panicum* sp. (gramínea; C3) e *Eleocharis* sp. (ciperácea; C3). Uma espécie de eudicotiledônea, *Trifolium repens* (leguminosa, C3), e uma espécie de Pteridopsidae, *Salvinia biloba* (macrófita flutuante; C3). As amostras sanguíneas foram divididas em dois grupos, de acordo com o tecido analisado: células vermelhas e soro.

Considerando que os valores de discriminação isotópica alimento-consumidor não são conhecidos para *C. torquata*, utilizou-se como fator de discriminação os valores atribuídos às células vermelhas do sangue de duas espécies de anátídeos herbívoros (*Cygnus columbianus bewickii* e *Anas platyrhynchos*;  $\delta^{13}\text{C} = -0,5 \pm 0,62$  e  $\delta^{15}\text{N} = 3,6 \pm 0,52$ ) revisados por Hahn et al. (2012). Uma distribuição *a priori* não informativa foi atribuída ao modelo e simulações de Monte Carlo por Cadeias de Markov (*Markov Chain Monte Carlo* – MCMC) foram utilizadas. As simulações geradas pelo SIAR consistem em 500.000 interações, com o descarte das primeiras 50.000. Cada 15º valor é retido, constituindo assim 30.000 valores para a construção das distribuições posteriores (Parnell et al. 2008).

Como etapa inicial, o SIAR gera uma matriz de diagnóstico que mostra a correlação entre as fontes analisadas. Forte correlação negativa entre fontes distintas implica que o modelo terá dificuldades em apontar a contribuição de uma determinada fonte de forma isolada (Parnell et al. 2010). Com base nisso, uma das fontes inicialmente inserida no

modelo (*Axonopus* sp.) foi excluída das análises (Fig. 4). O melhor ajuste do modelo constituiu em quatro fontes alimentares (Fig. 5).

## Resultados

### Captura das aves e coleta de amostras

Vinte e quatro indivíduos de *C. torquata* foram capturados através do método desenvolvido. Além destes, um indivíduo foi recapturado (totalizando 25 amostras de sangue). Esta recaptura, realizada em setembro 2014, ocorreu 12 meses após a primeira captura (setembro de 2013). Considerando que a taxa de renovação sanguínea em aves herbívoras é de semanas (meia vida de 4,3 e 32 dias para soro e células vermelhas, respectivamente; Hahn et al. 2012), as duas amostras do indivíduo recapturado foram consideradas independentes entre si, e incorporadas ao modelo de mistura (Fig. 5). Assim, oito indivíduos e uma recaptura foram obtidos durante o inverno (nove amostras) e dezesseis indivíduos/amostras foram obtidas no verão.

### Dieta

#### *Isótopos estáveis*

Não foi verificada variação temporal na dieta de *C. torquata*. Os valores de  $\delta^{13}\text{C}$  das células vermelhas não diferiram entre as duas estações do ano analisadas (Mann-Whitney;  $U = 43,5$ ;  $p = 0,11$ ). Os valores de  $\delta^{15}\text{N}$  também não apresentaram diferença estatisticamente significativa (teste  $t$ ;  $t = 1,27$ ;  $gl = 2$ ;  $p = 0,22$ ). Para o soro, não foi possível realizar a comparação dos valores de  $\delta^{13}\text{C}$  e  $\delta^{15}\text{N}$  entre as duas estações, devido ao baixo número de amostras de soro obtidas durante o inverno. Devido a este resultado os dados foram analisados de forma conjunta nos modelos de mistura isotópicos.

Os valores de  $\delta^{13}\text{C}$  em *C. torquata*, considerando ambos tecidos, variaram de -30,08 a -25,19‰ (média  $\pm$  1 desvio padrão = -27,21‰  $\pm$  0,82) e os valores de  $\delta^{15}\text{N}$  variaram de -3,19 a 10,87‰ (6,87‰  $\pm$  2,06) (Fig. 5). Os valores médios de  $\delta^{13}\text{C}$  e  $\delta^{15}\text{N}$

obtidos para as fontes alimentares e inseridos nos modelos variaram de -12,39‰ a -29,14‰ para  $\delta^{13}\text{C}$  e de -0,54 a 7,54‰ para  $\delta^{15}\text{N}$  (Tabela 1).

O primeiro modelo gerado continha as cinco fontes de possíveis itens alimentares (Fig. 4). Este modelo foi descartado com base na matriz de diagnóstico, a qual apontou que *Axonopus* sp. apresentava uma forte correlação negativa com todos os outros itens inseridos no modelo. O melhor ajuste do modelo foi obtido com quatro fontes alimentares, com a matriz de diagnóstico apresentando os menores valores de correlação entre as fontes (Fig. 5).

Os resultados do modelo de mistura demonstraram que há uma maior contribuição da espécie representante das ciperáceas *Eleocharis* sp. (Intervalo de Credibilidade (IC) de 95% = 56–85% para células vermelhas e 14–78% para soro). A representante das macrófitas flutuantes (*Salvinia biloba*) apresentou contribuição (IC de 95%) de 2–50% no soro e 1–30% nas células vermelhas, respectivamente. As demais espécies contribuíram de forma mais equitativa, com a gramínea *Panicum* sp. contribuindo com 1–40% e 0–22% e a leguminosa (*Trifolium repens*) com 0–33% e 0–18%, para soro e células vermelhas, respectivamente. A contribuição de todos os itens alimentares diferiu entre os dois grupos de tecidos analisados e, exceto para *Eleocharis* sp., a contribuição dos itens listados acima foi maior para o soro sanguíneo (Fig. 6).

### *Análise das fezes*

Através da análise micro-histológica foram identificados e quantificados 323 fragmentos vegetais em cinco fezes de *C. torquata*, nos quais foi possível reconhecer a ocorrência de pelo menos 19 espécies, pertencentes a seis famílias e duas classes distintas (Tabela 1). A família Poaceae (gramíneas) apresentou o maior número de espécies (n = 10) encontradas nas amostras fecais de *C. torquata*. Todos os fragmentos desta família foram identificados em nível específico. Para a família Cyperaceae foram encontradas duas espécies, ambas pertencentes ao gênero *Eleocharis*, entretanto, apenas uma identificada em nível específico (Tabela 2).

Os itens alimentares com maior contribuição numérica (N%) foram três espécies de eudicotiledôneas: “Eudicotiledôena 1” (24,1%), *Trifolium repens* (17,6%) e *Ambrosia tenuifolia* (15,8%). Entre os fragmentos encontrados, *T. repens* (trevo-branco) foi o item

alimentar de maior contribuição em área (A% = 36,6%) (Fig. 7). De modo geral, as eudicotiledôneas representaram a maior contribuição à dieta de *C. torquata*, representando 74,6% (N%) e 64,0% (A%) (Tabela 3).

Em relação ao consumo de plantas aquáticas e terrestres, as análises fecais apontam um consumo equitativo entre estes dois grupos de plantas. Dentre as 16 espécies de plantas identificadas em relação ao substrato, nove são de origem terrestre e sete aquática. Das 15 espécies identificadas quanto a ocorrência, apenas quatro são exóticas.

## Discussão

Este parece ser o primeiro estudo a avaliar a ecologia trófica de *Chauna torquata* de forma quantitativa, abordando tanto a composição específica da dieta, quanto variações temporais no uso de recursos alimentares, através de isótopos estáveis. Ambas a análise isotópica do sangue e a ausência de vestígios de origem animal nas fezes analisadas confirmam observações naturalísticas de que esta é uma espécie predominantemente herbívora (Aravena 1928; Belton 1984; Cramp 1992).

Através da análise de fezes de *C. torquata* verificou-se uma elevada riqueza de espécies vegetais (n = 19), apesar do baixo número de amostras analisadas (n = 5). A família Poaceae representou o maior número de espécies consumidas (n = 10). Este é o grupo que caracteriza fisionomicamente os campos sulinos (Boldrini 2009) e, desta forma, parece que *C. torquata* é generalista quanto à escolha das espécies vegetais, utilizando as mais comuns. Bailey et al. (1996) sugerem que herbívoros menores precisam de menos tempo de alimentação e podem gastar relativamente mais tempo selecionando uma dieta de qualidade superior. Herbívoros maiores, por sua vez, podem ser forçados a selecionar dietas de menor qualidade para obter uma grande quantidade de alimento e assim atender a demanda energética. Talvez esta seja a tática adotada pela tachã, de modo que a espécie pode estar selecionando menos os itens alimentares, e assim, ingerindo basicamente o que está disponível no ambiente. Não obstante, Bolnick et al. (2003) chamam a atenção para o fato de que muitos estudos sobre o uso de recursos consideram coespecíficos de uma mesma população como equivalentes ecológicos, quando de fato, populações que parecem ser compostas por generalistas compreendem uma gama de especialistas individuais. Embora esta seja uma possibilidade a ser considerada, este não parece ser o caso de *C.*

*torquata*. Pela análise dos valores isotópicos de  $\delta^{13}\text{C}$ , é possível observar que os indivíduos mantêm o consumo de itens alimentares semelhantes, também sugerindo que a espécie é generalista.

As análises de fezes apontaram ainda o consumo preferencial da leguminosa *T. repens*, a qual apresentou a maior contribuição em área (A%). O trevo-branco é uma das espécies de leguminosas mais utilizadas em pastagens consorciadas durante o inverno no estado (Bortolini et al. 2006). É uma espécie considerada de grande importância, principalmente pela resistência ao frio e alta capacidade nutricional (Flores et al. 2004; Kappel 1967), além de ser muito palatável (Bortolini et al. 2006) e resistente ao pisoteio (Moraes et al 1989). Contudo, o resultado obtido pela análise das fezes não foi corroborado pelas análises isotópicas referentes ao mesmo período de coleta (inverno), no qual o trevo-branco apresentou a menor contribuição dentre as fontes alimentares inseridas no modelo (0–33% e 0–18%, soro e células vermelhas, respectivamente). Considerando que o trevo é uma espécie que se desenvolve principalmente no inverno, e que não foi verificada diferença temporal na dieta da tachã (através da análise isotópica), sugere-se que de fato esta leguminosa não é importante para a ave, pelo menos não em termos de contribuição energética/carbono.

A ciperácea *Eleocharis* sp. foi o item de maior contribuição à dieta de *C. torquata*, de acordo com a análise isotópica. Ciperáceas do gênero *Eleocharis* também são apontadas como de grande importância para a dieta de outros herbívoros, como por exemplo, as capivaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*) (Aldana-Domínguez et al. 2007; Desbiez et al. 2011; Herrera e Macdonald 1989). Em um trabalho sobre partição de recursos entre capivara e o rato-do-banhado (*Myocastor coypus*) realizado no Taim, *Eleocharis bonarienses* foi um dos itens de maior importância para ambas as espécies, sendo o principal item consumido pela capivara, tanto pelo índice de importância alimentar, quando pela frequência de ocorrência (Espinelli 2014).

Com a análise de isótopos estáveis também é possível fazer inferências sobre as rotas fotossintéticas das plantas (Tieszen e Boutton 1989). Os valores de  $\delta^{13}\text{C} = -27,21\text{‰}$  no tecido sanguíneo de *C. torquata* apontam o consumo preferencial de plantas com fotossíntese do tipo C3, as quais apresentam valores médios em torno de  $-28\text{‰}$  (Peterson e Fry 1987). Espécies C3 apresentam valores nutricionais mais elevados quando comparados às plantas C4 e CAM (Barbehenn 2004; Scheirs et al. 2001) e podem justificar a ocorrência

predominante destas plantas na dieta assimilada pela tachã. Dentre as fontes analisados como possíveis itens alimentares da tachã está uma gramínea C4 (*Axonopus* sp.). A coleta deste item foi realizada por ser uma das espécies mais abundantes em um dos principais locais de forrageio da tachã no Taim. Espécies do gênero (e.g., *Axonopus affinis*) são consideradas predominantes nas pastagens naturais do RS (Quadros et al. 2009) e estão entre as principais representantes dos campos litorâneos (Boldrini 2009). Santos et al. (2013) em um estudo sobre o valor nutritivo de gramíneas nativas do RS destaca *A. affinis* como uma das espécies mais nutritivas (proteína bruta) e de maior digestibilidade entre 16 espécies de gramíneas analisadas. Levando em consideração tais atributos, era esperado que este fosse um item importante na dieta de *C. torquata*. Contudo, *Axonopus* foi um item excluído do modelo isotópico, justamente por não apresentar nenhuma contribuição. Também não houve registro do gênero nas amostras fecais.

Outro aspecto interessante, mas também pouco claro sobre a dieta de *C. torquata* é o consumo de plantas terrestres em relação às aquáticas. Belton (1984) menciona apenas que a espécie se alimenta exclusivamente em áreas de banhado, enquanto que Sick (1997) relata folhas de plantas aquáticas e capim. As análises fecais apontam para um consumo equitativo entre estes dois grupos de plantas, com 56% das espécies originadas de substrato terrestre e 44% de substrato aquático. Contudo, existe a possibilidade das espécies aquáticas estarem subestimadas, considerando que no grupo de eudicotiledôneas não identificadas houve a ocorrência de fragmentos de tecido aerenquimático, típico de plantas aquáticas. O modelo de mistura sugeriu valores isotópicos equivalentes aos do gênero *Eleocharis* como principal representante da dieta da tachã. Este item não foi identificado em nível de espécie devido à ausência de espiguetas (unidade fundamental da inflorescência), importante na distinção de espécies do gênero (Trevisan 2005). Contudo, *Eleocharis bonariensis* (junquinho), comum na região e também presente nas fezes da tachã, é uma ciperácea tipicamente aquática e existe uma grande probabilidade de ser a espécie utilizada no modelo de mistura isotópica. O modelo também indica a representante da macrófita flutuante *Salvinia biloba* como segunda em termos de contribuição à dieta (contribuição variando entre 1–50% IC: 95%), mas é preciso cautela na interpretação destes valores. Valores mínimos de contribuição muito próximos de 0% podem indicar que de fato este item pode estar contribuindo pouco (Parnell et al. 2008). Nas fezes não houve registro da espécie.

Por ser uma ave de grande porte e abundante ao longo do ano na ESEC do Taim (Fontana et al. 1995), *C. torquata* é uma espécie que pode representar um papel ecológico relevante nestes ambientes aquáticos e terrestres adjacentes. Estudos com grandes herbívoros revelam que interações planta-herbívoro afetam fortemente a estrutura e composição das comunidades vegetais (Gough e Grace 1998; Kerbes et al. 1990). Este padrão vem sendo estudado ao longo de décadas e é melhor descrito na bibliografia científica para grandes mamíferos herbívoros, especialmente ungulados (e.g., Danell et al. 2006; Milchunas et al. 1988; Olf e Ritchie 1998). Embora estudos com aves herbívoras sejam menos comuns, alguns estudos demonstram que estas podem exercer papel semelhante aos mamíferos herbívoros, inclusive desempenhando papéis-chave (Kerbes et al. 1990), afetando significativamente a composição de espécies e a aparência física das comunidades vegetais (Kerbes et al. 1990). O ganso-da-neves (*Chen caerulescens caerulescens*) na costa ocidental do Canadá exemplifica este quadro, com suas colônias desempenhando um papel crucial na estrutura e composição das espécies vegetais costeiras. Na região onde habita, o impacto causado pelo aumento das populações deste ganso chega ao nível de perturbação, com baixa probabilidade de que a vegetação se reestabeleça ao que era originalmente (Kerbes et al. 1990). No contexto de impacto, existem também aqueles que são positivos. Hairston et al. (1960) sugerem que na ausência de predadores naturais, os herbívoros têm suas populações aumentadas e limitadas basicamente pela disponibilidade de alimento, de modo que passam a controlar o fluxo de matéria e energia de seus ambientes. Devido ao seu grande porte, é provável que *C. torquata* não tenha atualmente predadores naturais que regulem suas populações. Embora não seja uma espécie tipicamente gregária, pode formar bandos grandes, de até 150 indivíduos (dados não publicados) e, portanto, a possibilidade de efeitos consideráveis causados pela espécie no Taim não deve ser descartada.

Embora este trabalho apresente limitações, representa um importante passo para o entendimento da ecologia trófica de *C. torquata*. A combinação de diferentes métodos aqui aplicados podem proporcionar um panorama mais realista das relações tróficas da espécie e seu ambiente. A eficiência da associação de abordagens convencionais com a análise de isótopos estáveis vem sendo comprovada, ao passo que tem se tornado cada vez mais difundida e conceituada nos estudos de ecologia alimentar (Britto e Bugoni 2014; Burns et al. 1998; Mancini e Bugoni 2014; Silva-Costa e Bugoni 2013; Sydeman et al. 1997). Além

da evidente necessidade de aumentar o número de amostras de fezes analisadas (procedimento bastante demorado), novas coletas de possíveis itens alimentares, especialmente no período reprodutivo das plantas, poderão esclarecer algumas das incertezas apresentadas. Sugere-se ainda a elaboração de modelos ecológico-energéticos, no intuito de prever os requerimentos energéticos e alimentares, individuais e populacionais de *C. torquata*. Estes modelos são elaborados a partir da medição de taxas metabólicas em campo (TMC). Nagy (1987) demonstra que modelos construídos a partir da TMC podem ser ajustados a diferentes táxons, habitats, climas, estações do ano e em animais com diferentes dietas, comportamentos e idades, e sua aplicação seria de grande importância para melhorar a compreensão da ecologia alimentar da tachã e do seu papel ecológico.

## Referências

- Aldana-Domínguez J, Vieira-Muñoz MI, Ángel-Escobar DC (2007) Estudios sobre la ecología del Chigüiro (*Hydrochoerus hydrochaeris*), enfocados a su manejo y uso sostenible en Colombia. Instituto Alexander von Humboldt. Bogotá
- Alvarez JM, Desbiez ALJ, Santos SA, Garcia JB, Machado SR (2010a) Descritores epidérmicos de eudicotiledôneas forrageiras: guia para identificação da dieta de herbívoros usando o programa Delta. Boletim de Pesquisa e desenvolvimento Embrapa Pantanal, Corumbá
- Alvarez JM, Desbiez ALJ, Santos SA, Garcia JB, Sobrinho AAB, Machado SR (2010b) Descritores epidérmicos de Cyperaceae forrageiras: guia para identificação da dieta de herbívoros usando o programa Delta. Boletim de Pesquisa e desenvolvimento Embrapa Pantanal, Corumbá
- Aravena RO (1928) Notas sobre la alimentación de las aves. Hornero 4:153-166
- Asmus ML (1998) A planície costeira e a Lagoa dos Patos. In: Seeliger U, Odebrecht C, Castello JP (eds.). Os ecossistemas costeiros e marinho do extremo sul do Brasil. Ecoscientia, Rio Grande, p. 9-12
- Bailey DW, Gross JE, Laca EA, Rittenhouse LR, Coughenour MB, Swift DM, Sims PL (1996) Mechanisms that result in large herbivore grazing distribution patterns. Journal of Range Management 49:386-400

- Barbehenn RV, Chen Z, Karowe DN, Spickard A (2004) C3 grasses have higher nutritional quality than C4 grasses under ambient and elevated atmospheric CO<sub>2</sub>. *Global Change Biology* 10:1565-1575
- Belton W (1984) Birds of Rio Grande do Sul, Brazil. Part 1, Rheidae through Furnariidae. *Bulletin of the American Museum of Natural History* 178:369-636
- Beltzer AH, Mosso ED (1992) Alimentación de algunos patos (Aves: Anatidae) en el valle aluvial del río Paraná, Argentina. *Revista de la Asociación de Ciencias Naturales del Litoral* 23:37-43
- Beltzer AH, Sabattini RA, Marta MC (1991) Ecología alimentaria de la polla de agua negra *Gallinula chloropus galeata* (Aves: Rallidae) en un ambiente lenítico del río Paraná medio, Argentina. *Ornitología Neotropical* 2:29-36
- Boldrini II (2009) A flora dos campos do Rio Grande do Sul. *In*: Pillar VDP, Müller SC, Castilhos ZMDS, Jacques AVA. Campos Sulinos: conservação e uso sustentável da diversidade. Ministério do Meio Ambiente – MMA, Brasília
- Bolnick DI, Svanbäck R, Fordyce JA, Yang LH, Davis JM, Hulsey CD, Forister ML (2003) The ecology of individuals: incidence and implications of individual specialization. *American Naturalist* 161:1-28
- Bortolini F, Dall’Agnol M, Schifino-Wittman MT, Trevisan M, Vieira VM, Scheffer-Basso SM, Montardo DP (2006) Caracterização morfológica e agronômica e divergência genética em germoplasma de trevo-branco. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia* 35:1601-1610
- Bremer B, Bremer K, Chase M, Fay M, Reveal J, Soltis D, Stevens P (2009) An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. *Botanical Journal of the Linnean Society* 141: 399-436
- Britto VO, Bugoni L (2014) The contrasting feeding ecology of Great Egrets and Roseate Spoonbills in limnetic and estuarine colonies. *Hydrobiologia* 744:187-210
- Burns JM, Trumble SJ, Castellini MA, Testa JW (1998) The diet of Weddell Seals in McMurdo Sound, Antarctica as determined from scat collections and stable isotope analysis. *Polar Biology* 19:272-282
- CEMAVE (2002) <[www.icmbio.gov.br/cemave/images/stories/downloads/sna/in27-2002-sna.pdf](http://www.icmbio.gov.br/cemave/images/stories/downloads/sna/in27-2002-sna.pdf)> Accessed 14/03/2014

- Cramp S (1992) Family Anhimidae. *In*: del Hoyo J, Elliott A, Carbot J. Handbook of the birds of the world, 1, Ostrich to ducks. Lynx Editions, Barcelona
- Danell K, Bergstrom R, Duncan P, Pastor J (2006) Large herbivore ecology, ecosystem dynamics and conservation. Cambridge University Press, New York
- De Jongh HH, De Jong CB, Van Goethem J, Klop E, Brunsting AMH, Loth PE, Prins HHT (2011) Resource partitioning among African savanna herbivores in North Cameroon: the importance of diet composition, food quality and body mass. *Journal of Tropical Ecology* 27:503-513
- De Jong CB, Gill RMA, Van Wieren SE, Burlton FWE (1995) Diet selection by Roe Deer *Capreolus capreolus* in Kielder Forest in relation to plant cover. *Forest Ecology and Management* 79:91-97
- De Jong CB, Van Wieren SE, Gill RMA, Munro R (2004) Relationship between diet and liver carcinomas in Roe Deer in Kielder Forest and Galloway Forest. *Veterinary Record* 155:197-200
- Desbiez ALJ, Santos SA, Alvarez JM, Tomas WM (2011) Forage use in Domestic Cattle (*Bos indicus*), Capybara (*Hydrochoerus hydrochaeris*) and Pampas Deer (*Ozotoceros bezoarticus*) in a seasonal Neotropical wetland. *Mammalian Biology-Zeitschrift für Säugetierkunde* 76:351-357
- Edwards DB, Gilchrist HG (2011) A new means of catching shorebirds: the Super Talon Net Gun. *Wader Study Group Bulletin* 118:134-136
- Espinelli F P (2014) Partição de recursos alimentares entre Capivaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*) e Ratões-do-banhado (*Myocastor coypus*) no sul do Brasil. MSc Thesis, FURG
- Flores RA, Sheffer-Basso SM, Dall'Agnol M (2004) Caracterização morfológica de genótipos de Trevo branco (*Trifolium repens* L.). *Agrociência* 8:21-28
- Fontana CS, Cademartori CV, Ramos RA, Drehmer CJ, Tavares AE (1995) Abundância relativa de *Chauna torquata* (Oken, 1986) (Aves, Anhimidae) em terras úmidas do Rio Grande do Sul, Brasil. *Biociências* 2:125-133
- Fry B (2006) Stable isotope ecology. Springer, New York
- Gill B, Stokes FJ, Stokes CC (1974) Observations on the Horned Screamer. *Wilson Bulletin* 86:43-50

- Gough L, Grace JB (1998) Herbivore effects on plant species density at varying productivity levels. *Ecology* 79:1586-1594
- Green AJ, Elmberg J (2014) Ecosystem services provided by waterbirds. *Biological Reviews* 89:105-122
- Hahn S, Hoyer BJ, Korthals H, Klaassen M (2012) From food to offspring down: tissue-specific discrimination and turn-over of stable isotopes in herbivorous waterbirds and other avian foraging guilds. *PLoS ONE* 7:e30242
- Hairton NG, Smith FE, Slobodkin LB (1960) Community structure, population control, and competition. *American naturalista* 94:421-425
- Herrera EA, Macdonald DW (1989) Resource utilization and territoriality in group-living capybaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*). *Journal of Animal Ecology* 58:667-679
- Hobson KA (2008) Applying isotopic methods to tracking animal movements. *Terrestrial Ecology* 2:45-78
- Hobson KA, Clark RG (1992) Assessing avian diets using stable isotopes I: turnover of  $^{13}\text{C}$  in tissues. *Condor* 94:181-188
- Hobson KA, Wassenaar LI (1999) Stable isotope ecology: an introduction. *Oecologia* 120:312-313
- Kappel A (1967) Os trevos: espécies do gênero *Trifolium*. Secretaria da Agricultura do Rio Grande do Sul, Porto Alegre
- Kerbes RH, Kotanen PM, Jefferies RL (1990) Destruction of wetland habitats by Lesser Snow Geese: a keystone species on the west coast of Hudson Bay. *Journal of Applied Ecology* 27:242-258
- Larcher W (2000) *Ecofisiologia vegetal*. RiMa Artes e Textos, São Carlos
- Mancini PL, Bugoni L (2014) Resources partitioning by seabirds and their relationship with other consumers at and around a small tropical archipelago. *ICES Journal of Marine Sciences* 71:2599-2607
- Martínez del Rio C, Wolf N, Carleton SA, Gannes LZ (2009) Isotopic ecology ten years after a call for more laboratory experiments. *Biological Reviews* 84:91-111
- Milchunas DG, Sala OE, Lauenroth W (1988) A generalized model of the effects of grazing by large herbivores on grassland community structure. *American Naturalist* 132:87-106

- Moraes COC, Paim NR, Nabinger C (1989) Avaliação de leguminosas do gênero *Trifolium*. Pesquisa Agropecuária Brasileira 24:813-818
- Mosepele K, Moyle PB, Merron GS, Purkey DR, Mosepele B. (2009) Fish, floods, and ecosystem engineers: aquatic conservation in the Okavango Delta, Botswana. BioScience 59:53-64
- Nagy KA (1987) Field metabolic rate and food requirement scaling in mammals and birds. Ecological Monographs 57:112-128
- Nimer E (1989) Climatologia do Brasil. IBGE-SUPREN
- Olf H, Ritchie ME (1998) Effects of herbivores on grassland plant diversity. Trends in Ecology and Evolution 13:261-265
- Owen-Smith N (2010) Dynamics of large herbivore populations in changing environments. Wiley-Blackwell, Oxford
- Pacala SW, Crawley MJ (1992) Herbivores and plant diversity. American Naturalist 140:243-260
- Parnell A, Inger R, Bearhop S, Jackson AL (2008) SIAR: Stable isotope analysis in R. R package version 3.1.2
- Parnell A, Inger R, Bearhop S, Jackson AL (2010) Source partitioning using stable isotopes: coping with too much variation. PLoS ONE 5:e9672
- Pennisi E (2014) The river masters. Science 346:802-805
- Pereyra CB (1940) Nota sobre el Chajá. Hornero 7:378-381
- Peterson BJ, Fry B (1987) Stable isotopes in ecosystem studies. Annual Review of Ecology and Systematics 18:293-320
- Post DM, Layman CA, Arrington DA, Takimoto G, Quattrochi J, Montaña CG (2007) Getting to the fat of the matter: models, methods and assumptions for dealing with lipids in stable isotope analyses. Oecologia 152:179-189
- Pretorius Y, Stigter JD, De Boer, WF, Van Wieren SE, De Jong CB, De Knegt HJ, Grant CC, Heitkönig I, Knox N, Kohi E, Mwakiwa E, Peel MJS, Skidmore AK, Slotow R, Van der Waal C, Van Langevelde F, Prins HHT (2012) Diet selection of African Elephant over time shows changing optimization currency. Oikos 121:2110-2120
- Qin X, Sun L, Blais JM, Wang Y, Huang T, Huang W, Xie Z (2014) From sea to land: assessment of the bio-transport of phosphorus by penguins in Antarctica. Chinese Journal of Oceanology and Limnology 32:148-154

- Quadros FD, Trindade JPP, Borba M (2009) A abordagem funcional da ecologia campestre como instrumento de pesquisa e apropriação do conhecimento pelos produtores rurais. *In: Campos Sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade*. Ministério do Meio Ambiente, Brasília
- R Core Team (2015) R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <[www.r-project.org](http://www.r-project.org)>. Accessed 05/07/2015
- Rand AL (1954) On the spurs on birds' wings. *Wilson Bulletin* 66:127-134
- Rumboll MAE (1975) Notas sobre Anseriformes. *Hornero* 11:315-317
- Salisbury FB, Ross CW (1992) *Plant physiology*. Wadsworth Publish Company, Belmont
- Santos AS, Desbiez ALJ, Alvarez JM, Garcia, JB, Sobrinho AAB (2010) Descritores epidérmicos de gramíneas: guia para identificação da dieta de herbívoros usando o programa Delta. *Boletim de Pesquisa Embrapa Pantanal*, Corumbá
- Santos AB, Quadros FLF, Rossi GE, Pereira LP, Kuinchtner BC, Carvalho RMR (2013) Valor nutritivo de gramíneas nativas do Rio Grande do Sul/Brasil, classificadas segundo uma tipologia funcional, sob queima e pastejo. *Ciência Rural* 43:342-347
- Scheirs J, de Bruyn L, Verhagen R (2001) A test of the C3-C4 hypothesis with two grass miners. *Ecology* 82:410-421
- Sick H (1997) *Ornitologia brasileira*. Nova Fronteira, Rio de Janeiro
- Silva-Costa A, Bugoni L (2013) Feeding ecology of Kelp Gulls (*Larus dominicanus*) in marine and limnetic environments. *Aquatic Ecology* 47:211-224
- Smith AR, Pryer KM, Schuettpelz E, Korall P, Schneider H, Wolf PG (2006) A classification for extant ferns. *Taxon* 55:705-731
- Stonor CR (1939) Notes on the breeding habits of the Common Screamer (*Chauna torquata*). *Ibis* 81:45-49
- Summers R W, Grieve A (1982) Diet, feeding behaviour and food intake of the Upland Goose (*Chloephaga picta*) and Ruddy-headed Goose (*C. rubidiceps*) in the Falkland Islands. *Journal of Applied Ecology* 19:783-804
- Sydeman WJ, Hobson KA, Pyle P, McLaren EB (1997) Trophic relationships among seabirds in central California: combined stable isotope and conventional dietary approach. *Condor* 99:327-336

- Tieszen LL, Boutton TW (1989) Stable carbon isotopes in terrestrial ecosystem research. In *Stable isotopes in ecological research*. Springer, New York
- Trevisan R (2005) O gênero *Eleocharis* R. Br. (Cyperaceae) no Rio Grande do Sul, Brasil. MSc Thesis, UFRGS
- Van der Wal R, Van Wijnen H, Van Wieren S, Beucher O, Bos D (2000) On facilitation between herbivores: how Brent Geese profit from Brown Hares. *Ecology* 81:969-980
- Wainright SC, Haney JC, Kerr C, Golovkin AN, Flint MV (1998) Utilization of nitrogen derived from seabird guano by terrestrial and marine plants at St. Paul, Pribilof Islands, Bering Sea, Alaska. *Marine Biology* 131:63-71

**Tabela 1.** Valores de  $\delta^{13}\text{C}$  e  $\delta^{15}\text{N}$  (‰) das fontes alimentares potenciais (FA1, FA2, ...) de *Chauna torquata* analisadas nos modelos de mistura isotópicos. Os valores estão apresentados como média  $\pm$  desvio padrão

<b>Fontes alimentares/ Rota fotossintética</b>	<b><math>\delta^{13}\text{C}</math></b>	<b><math>\delta^{15}\text{N}</math></b>
<i>Eleocharis</i> sp. (FA1) /C3	(-27,08 $\pm$ 1,39)	(1,61 $\pm$ 1,05)
<i>Trifolium repens</i> (FA2) /C3	(-27,99 $\pm$ 0,53)	(-1,62 $\pm$ 0,09)
<i>Panicum</i> sp. (FA3) /C3	(-29,14 $\pm$ 0,08)	(7,54 $\pm$ 0,69)
<i>Salvinia biloba</i> (FA4) /C3	(-28,61 $\pm$ 0,17)	(6,16 $\pm$ 0,69)
<i>Axonopus</i> sp. (FA5) /C4	(-12,39 $\pm$ 0,27)	(-0,54 $\pm$ 0,69)

**Tabela 2** Espécies vegetais identificadas nas amostras fecais de *Chauna torquata* na região do Taim, Rio Grande do Sul, em agosto de 2013 (inverno), com o tipo de ocorrência, estrato e tipo de fotossíntese

Classe / Família / Espécie	Nome popular	Ocorrência	Substrato	Rota fotossintética
<b>EUDICOTYLEDONEAE</b>				
<b>Amaranthaceae</b>				
<i>Alternanthera</i> sp.	-	-	Aquático	-
<b>Asteraceae</b>				
<i>Ambrosia tenuifolia</i> Spreng.	Artemísia	Nativa	Terrestre	C3
<i>Baccharis trimera</i> (Less.) DC.	Carqueja	Nativa	Terrestre	C3
<b>Verbenaceae</b>				
<i>Phyla nodiflora</i> (L.) Greene.	Gervão-roxo	Exótica	Terrestre	C3
<b>Fabaceae</b>				
<i>Trifolium repens</i> L.	Trevo-branco	Exótica cultivada	Terrestre	C3
Eudicotyledoneae 1	-	-	-	-
Eudicotyledoneae 2	-	-	-	-
Eudicotyledoneae não identificadas	-	-	-	-
<b>MONOCOTYLEDONEAE</b>				
<b>Poaceae</b>				
<i>Agrostis montevidensis</i> Spreng. ex Ness.	Capim-mimoso	Nativa	Terrestre	C3
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	Gramma-seda	Exótica cultivada	Terrestre	C4

Continuação Tabela 2

<i>Echinochloa polystachya</i> (Kunt) Hitchc.	Capim-d'água	Nativa	Aquático	C4
<i>Leersia hexandra</i> Sw.	Capim-marreca	Nativa	Aquático	C3
<i>Luziola peruviana</i> Juss. ex J. F. Gmel.	Gramma-boiadeira	Nativa	Aquático	C3
<i>Panicum repens</i> L.	Gramma- portuguesa	Exótica cultivada	Aquático	C4
<i>Paspalum distichum</i> L.	Gramma-rasteira- da-praia	Nativa	Aquático	C4
<i>Paspalum vaginatum</i> Sw.	Capim-aramé-da- praia	Nativa	Terrestre	C4
<i>Polypogon chilensis</i> (Kunth) Pilg.	Capim-rabo-de- cachorro	Nativa	Terrestre	C3
<i>Setaria geniculata</i> (Lam.) P. Beauv.	Capim-rabo-de- raposa	Nativa	Terrestre	C4
Poaceae não identificadas	-	-	-	-
<b>Cyperaceae</b>				
<i>Eleocharis bonariensis</i> Ness.	Junquinho	Nativa	Aquático	C3
<i>Eleocharis</i> sp.	-	-	-	-
Cyperaceae não identificadas	-	-	-	-
Monocotyledoneae não identificadas	-	-	-	-

**Tabela 3** Espécies vegetais identificadas nas amostras fecais de *Chauna torquata*, na região do Taim, Rio Grande do Sul, em agosto de 2013 (inverno). N = número de fragmentos vegetais; N% = Contribuição numérica; A = cobertura de área em milímetros; A% = contribuição em área

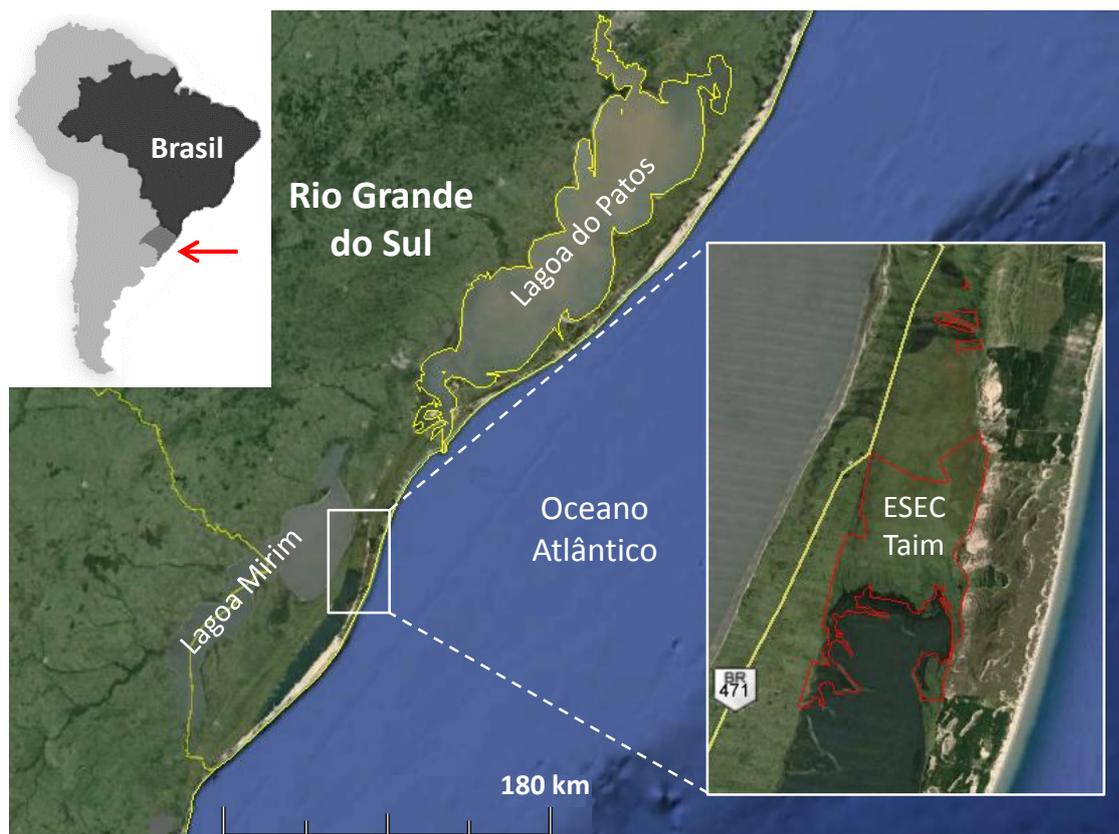
Classe / Família / Espécie	N (unid.)	N%	A (mm <sup>2</sup> )	A%
<b>EUDICOTYLEDONEAE</b>				
<b>Amaranthaceae</b>				
<i>Alternanthera</i> sp.	11	3,4	3,4	4,1
<b>Asteraceae</b>				
<i>Ambrosia tenuifolia</i> Spreng.	51	15,8	4,2	5,1
<i>Baccharis trimera</i> (Less.) DC.	4	1,2	0,9	1,1
<b>Verbenaceae</b>				
<i>Phyla nodiflora</i> (L.) Greene.	2	0,6	0,5	0,5
<b>Fabaceae</b>				
<i>Trifolium repens</i> L.	57	17,6	30,3	36,6
Eudicotyledoneae 1	78	24,1	4,5	5,4
Eudicotyledoneae 2	7	2,2	0,9	1,1
Eudicotyledoneae não identificadas	31	9,6	8,4	10,1
<b>MONOCOTYLEDONEAE</b>				
<b>Poaceae</b>				
<i>Agrostis montevidensis</i> Spreng. ex Ness.	1	0,3	0,9	1,1
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	16	5,0	3,5	4,2
<i>Echinochloa polystachya</i> (Kunt) Hitchc.	5	1,5	1,9	2,3
<i>Leersia hexandra</i> Sw.	10	3,1	5,4	6,5
<i>Luziola peruviana</i> Juss. ex J. F. Gmel.	5	1,5	2,5	3,0
<i>Panicum repens</i> L.	1	0,3	0,2	0,2
<i>Paspalum distichum</i> L.	3	0,9	0,5	0,6
<i>Paspalum vaginatum</i> Sw.	7	2,2	2,7	3,2
<i>Polypogon chilensis</i> (Kunth) Pilg.	1	0,3	0,3	0,4
<i>Setaria geniculata</i> (Lam.) P. Beauv.	5	1,5	1,3	1,6
Poaceae não identificadas	7	2,2	1,7	2,0

Continuação Tabela 3

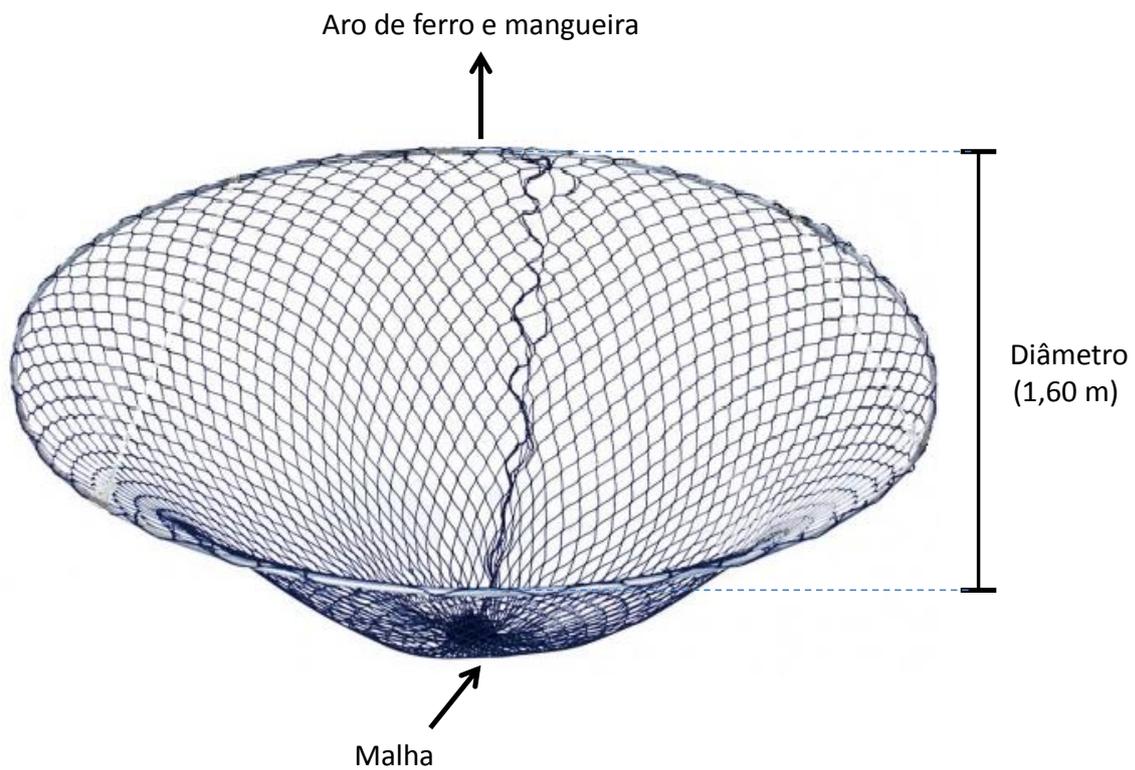
---

<b>Cyperaceae</b>				
<i>Eleocharis bonariensis</i> Ness.	5	1,5	4,5	5,4
<i>Eleocharis</i> sp.	2	0,6	0,4	0,5
Cyperaceae não identificadas	2	0,6	0,5	0,6
Monocotyledoneae não identificadas	12	3,7	3,7	4,4

---



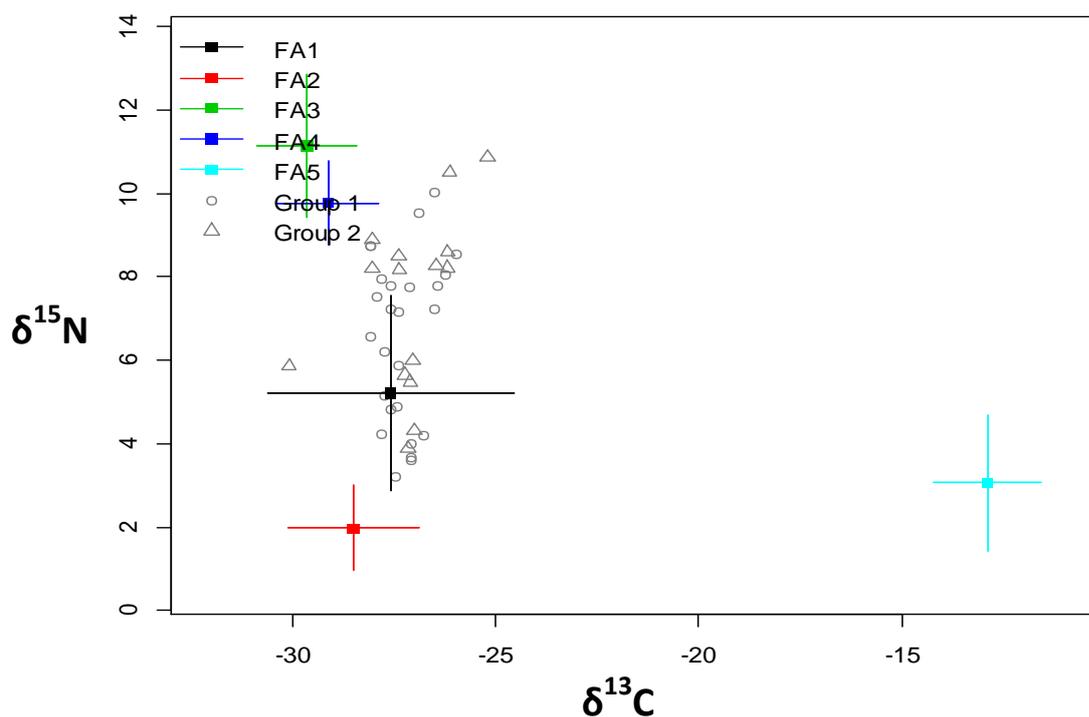
**Fig. 1** Área de estudo no Rio Grande do Sul (sul do Brasil). Em destaque, Estação Ecológica do Taim, local de amostragem de *Chauna torquata*, durante o período de julho de 2013 a setembro de 2014. Modificado de: <http://www.icmbio.gov.br/portal/biodiversidade/unidades-de-conservacao/biomas-brasileiros/marinho/unidades-de-conservacao-marinho/2257-esec-do-taim.html>, <https://www.google.com.br/maps/place/Rio+Grande+do+Sul>.



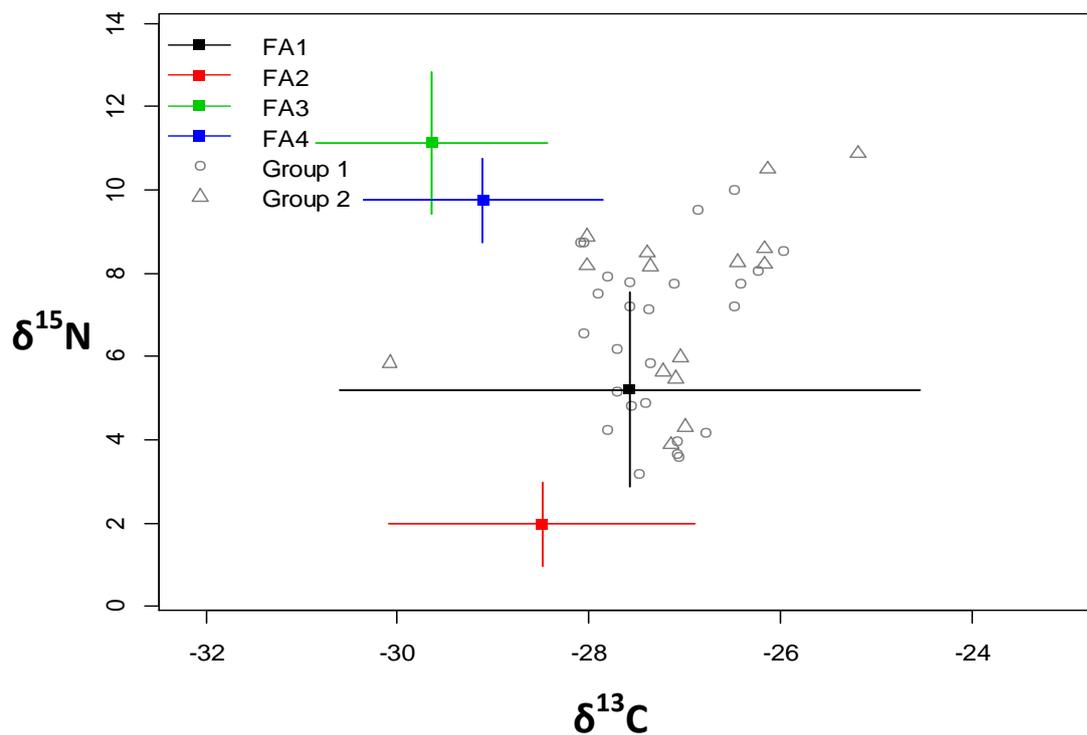
**Fig. 2** Equipamento construído para capturar espécimes de *Chauna torquata*. Aro constituído de 5,60 m de vergalhão de ferro (8 mm), inserido em 5,20 m de mangueira de instalação elétrica, moldado em forma circular, com 1,60 m de diâmetro. À estrutura foi costurada uma malha de arrasto de camarão, multifilamentos de náilon, de 25 mm



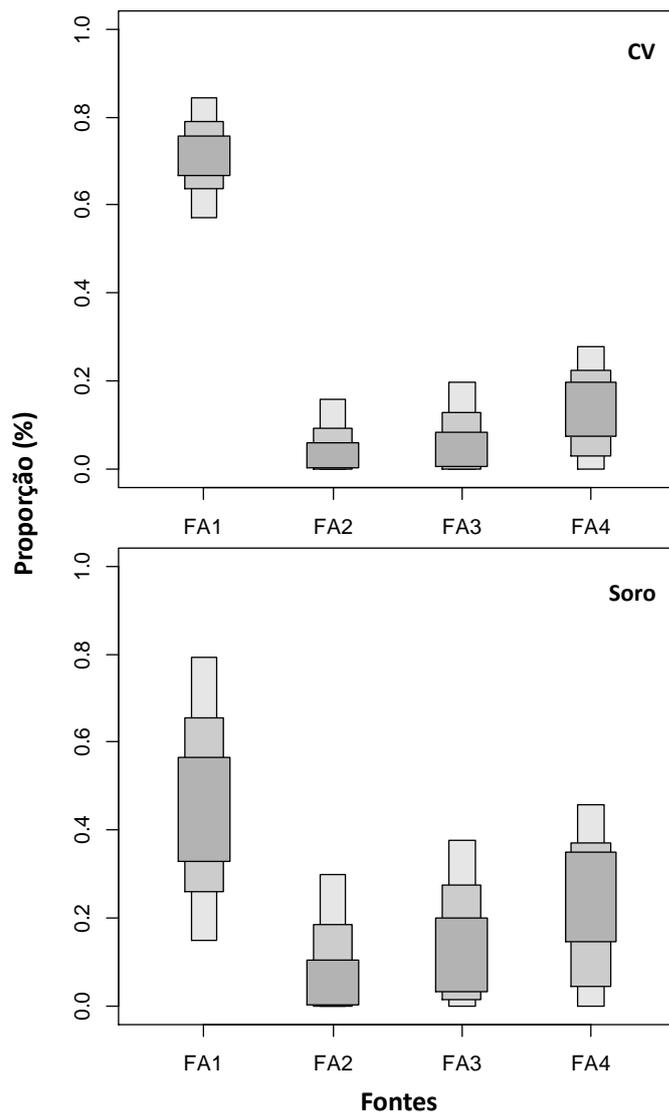
**Fig. 3** Tentativa de captura noturna de *Chauna torquata*, com o auxílio de aro e lanterna holofote de 800 lumens, entre julho de 2013 e setembro de 2014, Taim, RS. Foto: Patrícia Mancini



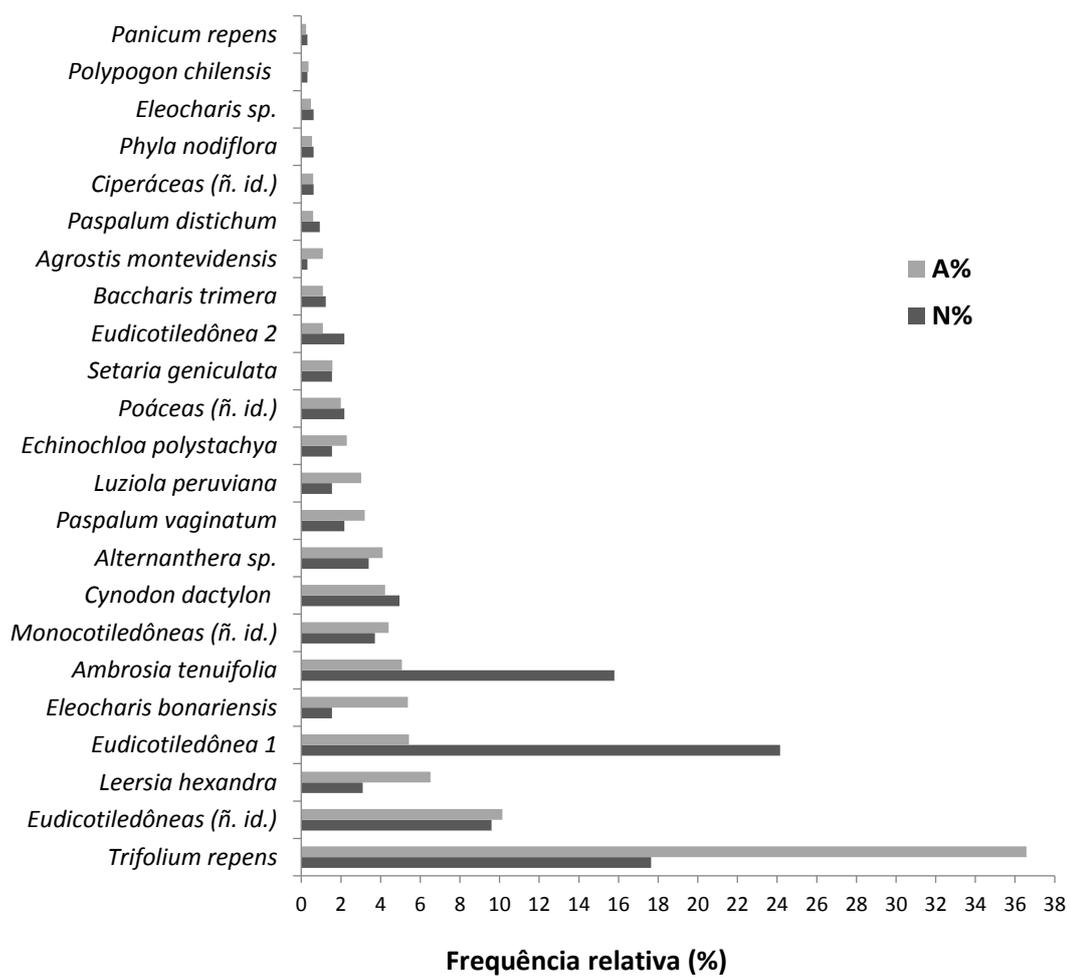
**Fig. 4** Modelo com cinco fontes alimentares, considerado o menos adequado, com base na matriz de diagnóstico. Isótopos estáveis de nitrogênio ( $\delta^{15}\text{N}$ ) e carbono ( $\delta^{13}\text{C}$ ) mostrando assinaturas isotópicas de itens alimentares potenciais (símbolos cheios; média  $\pm$  desvio padrão, em ‰) de *Chauna torquata*, agrupadas conforme o tecido analisado (símbolos vazios). Grupo 1: células vermelhas e Grupo 2: soro. Abreviaturas: FA (fontes alimentares); FA1: *Eleocharis* sp. (Monocotyledoneae, Cyperaceae); FA2: *Trifolium repens* (Eudicotyledoneae), FA3: *Panicum* sp. (Monocotyledoneae, Poaceae) e FA4: *Salvinia biloba* (Pteridopsidae) e FA5: *Axonopus* sp. (Monocotyledoneae, Poaceae)



**Fig. 5** Modelo com quatro fontes alimentares, considerado o mais adequado, com base na matriz de diagnóstico. Isótopos estáveis de nitrogênio ( $\delta^{15}\text{N}$ ) e carbono ( $\delta^{13}\text{C}$ ) mostrando valores isotópicos de itens alimentares potenciais (símbolos cheios; média  $\pm$  desvio padrão, em ‰) de *Chauna torquata*, agrupadas conforme o tecido analisado (símbolos vazios). Grupo 1: células vermelhas e Grupo 2: soro. Abreviaturas: FA (fontes alimentares); FA1: *Eleocharis* sp. (Monocotyledoneae, Cyperaceae); FA2: *Trifolium repens* (Eudicotyledoneae), FA3: *Panicum* sp. (Monocotyledoneae, Poaceae) e FA4: *Salvinia biloba* (Pteridopsidae)



**Fig. 6** Proporção estimada da contribuição de fontes alimentares à dieta de *Chauna torquata*, mostrado pelo modelo de mistura SIAR, com intervalado de credibilidade de 95, 75 e 25% (tons de cinza do entro para as extremidades, respectivamente). Abreviaturas: CV: células vermelhas; FA (fontes alimentares); FA1: *Eleocharis* sp. (Monocotyledoneae, Cyperaceae); FA2: *Trifolium repens* (Eudicotyledoneae), FA3: *Panicum* sp. (Monocotyledoneae, Poaceae) e FA4: *Salvinia biloba* (Pteridopsidae)



**Fig. 7** Contribuição numérica (N%) e contribuição em área (A%) de cada espécie vegetal nas amostras de fezes de *Chauna torquata* na região do Taim, Rio Grande do Sul, Brasil, no inverno de 2013