

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE – FURG
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS – ICB
DISCIPLINA DE TRABALHO DE GRADUAÇÃO II

**ECOLOGIA TRÓFICA DE *Cheirodon interruptus* (Jenyns,
1842) EM AMBIENTES AQUÁTICOS DO TAIM:
ANÁLISES DE CONTEÚDO ESTOMACAL E ISÓTOPOS
ESTÁVEIS.**

GABRIEL COSTA BORBA

Monografia apresentada como
requisito da Disciplina de Trabalho
de Graduação II - 15125 - do Curso
de Bacharelado em Ciências
Biológicas.

Orientador: Prof. Dr Alexandre Miranda Garcia
Co-Orientador: Dr. Rodrigo Ferreira Bastos

Junho/2016

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, pelo amor e apoio incondicionais em todos os momentos. Agradeço por sempre me incentivarem, especialmente, meu pai sempre dizendo para eu jamais me entregar ao fracasso e mostrar humildade ao longo da minha trajetória.

A minha irmã, meu exemplo de determinação, me mostrando sempre a realidade e presente quando eu preciso de apoio.

Ao meu orientador, professor Doutor Alexandre Miranda Garcia, pela generosidade e confiança durante sua orientação. Sou grato por apesar de tudo ter acreditado que era possível e pelo incentivo na realização do meu intercâmbio, além de posteriormente, auxiliar em meu estágio junto ao professor Doutor Kirk O. Winemiller na Texas A&M.

Ao meu co-orientador, Doutor Rodrigo Ferreira Bastos, pela oportunidade de realizar meu projeto e pela aprendizagem.

Ao professor Kirk O. Winemiller, pela grande ajuda durante minha passagem em seu laboratório. E também ao pessoal presente no laboratório, Cris, Thiago, Carol, Dan e aos doutorandos Luke e David pelas saídas de campo que realizamos e pelos ensinamentos. Sou grato a Texas A&M pela oportunidade que acrescentou em muito para o meu aperfeiçoamento acadêmico.

A todo o pessoal que passou durante minha estadia no Laboratório de Ictiologia da FURG por todas atividades realizadas e debates sobre ciência. Em especial as amigas que fiz, Paula, Cindy, Kerollen, Bia pela parceria de festas, mas também pela ajuda em todos os momentos.

A Universidade de Wisconsin – River Falls pela hospitalidade durante meu intercâmbio, pela aquisição de novos conhecimentos, pelos amigos e uma nova perspectiva do mundo. Ao professor Doutor John Wheeler pelas conversas sobre ciência e pela ajuda incansável no trabalho realizado em meu projeto.

A turma ATBio2014 pelas amizades, pela descoberta do mundo da ciência, pelas incertezas a respeito do futuro, pelas noites incansáveis de estudo, pelas risadas e choros, pelo companheirismo do começo ao fim.

Aos amigos que fiz durante meu intercâmbio nos EUA. Em especial, aos marombas, Rafael, Caio e Breno pela grande amizade, pelas inesperadas situações, pela diversão, pelas viagens, pela ajuda em momentos difíceis, pela irmandade e a certeza de que cada um de nós conta com o apoio do outro. E também, a Lu e a Flávia pelas conversas sobre a vida, sobre a profissão e as deliciosas jantas regadas a muita conversa e comida boa.

A CAPES pela bolsa de graduação sanduíche e ao CNPq pela bolsa de iniciação científica durante a realização do projeto.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	2
RESUMO	5
ABSTRACT.....	6
INTRODUÇÃO GERAL	8
INTRODUÇÃO	16
MATERIAL E MÉTODOS	19
Área de estudo	19
Amostragem	20
Análise de conteúdo estomacal (ACE)	21
Análise de isótopos estáveis (AIE)	21
RESULTADOS	23
DISCUSSÃO	25
CONCLUSÃO	28
BIBLIOGRAFIA CITADA	29
CONSIDERAÇÕES FINAIS	32
BIBLIOGRAFIA	33
LEGENDA DAS FIGURAS	39

RESUMO

ECOLOGIA TRÓFICA DE *Cheirodon interruptus* (Jenyns, 1842) EM AMBIENTES AQUÁTICOS DO TAIM: ANÁLISES DE CONTEÚDO ESTOMACAL E ISÓTOPOS ESTÁVEIS.

Cheirodon interruptus é caracterizada com dieta onívora e citada com amplo espectro de hábitos alimentares por diferentes autores. O forrageamento da espécie é determinado pela variação espacial do habitat e que também influencia a estratégia alimentar dos indivíduos. Além disso, as mudanças temporais na disponibilidade de recursos alimentares afetam as relações tróficas de uma comunidade resultando na alteração da composição qualitativa e quantitativa de oferta ao longo do ano. Com isso, o objetivo do presente estudo foi analisar a ecologia trófica de *C. interruptus* investigando a composição da dieta e estimando as fontes primárias de sustentação da espécie em ambientes aquáticos subtropicais do Rio Grande do Sul, a lagoa Nicola e o banhado Caçapava. Para tanto foram empregados os métodos de análise de conteúdo estomacal e isótopos estáveis de forma conjunta, visando um melhor entendimento da importância e assimilação dos itens alimentares presentes na dieta. A lagoa Nicola apresentou uma dieta baseada em microcrustáceos, principalmente cladoceros (IIR= 80%), o banhado Caçapava também apresentou uma dieta baseado em microcrustáceos, principalmantede anfípoda (IIR= 51%). A espécie apresentou uma estratégia alimentar generalista com marcado oportunismo de alguns indivíduos dentro da população. O modelo de mistura isotópico empregado demonstrou microcrustáceo (IC=7,7-44,0%) como fonte de maior contribuição para a população de *C. interruptus* no banhado Caçapava, e na lagoa Nicola os resultados mostraram uma maior assimilação de material vegetal com fotossíntese do tipo C₃ (IC 95%= 44-63) e Alga (IC 95%=24-51), enquanto microcrustáceo apresentou uma menor assimilação (IC 95%=0-21). Com isso,

a assimilação não coincidiu com os valores encontrados para os itens alimentares dominantes na análise de conteúdo estomacal. Microcrustáceo se apresentou com item de maior importância na dieta, porém, não foi o item de maior assimilação na lagoa Nicola. O nicho isotópico (um indicativo do nicho trófico) foi maior na lagoa Nicola, o que poderia estar relacionado ao maior tamanho e a heterogeneidade do ambiente. Em contrapartida, o banhado Caçapava apresentou um nicho isotópico menor, o que poderia estar relacionado ao tamanho reduzido do local e uma maior instabilidade associada as variações morfológicas e hídricas presentes ao longo do ano.

Palavras-chave: lambari, estação ecológica, estratégia alimentar, plasticidade, onivoria.

ABSTRACT

TROPHIC ECOLOGY OF URUGUAY TETRA *Cheirodon interruptus* (Jenyns, 1842) IN SUBTROPICAL AQUATIC ECOSYSTEMS BASED ON ANALYSIS OF STOMACH CONTENT AND STABLE ISOTOPES.

Cheirodon interruptus is characterized with omnivorous diet and cited with broad spectrum of food habits by different authors. The foraging species can be determined by the spatial variation of the habitat, and influence food strategy of individuals. Moreover, the temporal changes in the availability of food resources affect the trophic relationships of a community resulting in changing the qualitative and quantitative composition of supply throughout the year. Thus, the aim of this study was to analyze the trophic ecology of *C. interruptus* investigating dietary behavior and estimating the primary sources of support in subtropical aquatic environments of Rio Grande do Sul, Nicola lake and Caçapava wetland. Therefore, we used the methods of stomach content analysis and stable isotopes jointly, seeking a better understanding of the importance

and assimilation of food items in the diet. Nicola lake showed a diet based on microcrustaceans mainly cladocerans (IIR = 80%) while Caçapava showed a diet with amphipod values (IIR = 51%). The species had a food strategy opportunistically corroborating the opportunist character shown by the species in other biological characteristics. The mixture model isotopic analysis showed, microcrustaceans (7,7-44%) as the greatest contribution to the source population *Cheirodon interruptus* in Caçapava wetland, and Nicola lake results showed a high assimilation of vegetal sources such as Planta C₃ (IC 95%= 44-63) and Alga (IC 95%=24-51) when microcrustaceans presented a lower assimilation (95% CI = 0-21). With this, the assimilation does not corroborate with values founded for food sources in the stomach content analyses. Microcrustaceans was the most important item on the diet, however, it was not the most assimilated item in the Nicola lake. The ecological niche was higher in Nicola lake that may be related to the size and heterogeneity of the environment while Caçapava wetland has a smaller niche due to the small size and the morphological variations and water present throughout the year.

Keywords: tetra, ecological station, food strategy, plasticity, omnivory.

INTRODUÇÃO GERAL

A planície costeira do Estado do Rio Grande do Sul abrange uma área de aproximadamente 640 km de extensão, sendo composta por estuários, lagoas e banhados. Além disso, apresenta um sistema único de água doce, o Sistema Hidrológico do Taim (SHT). O SHT compõe áreas alagadas e lagoas interconectadas e é dividido em subsistemas: o Subsistema Norte de área de 387 km² com as Lagoas Caiúba e Flores; o Subsistema do Banhado com 270 km² composto por uma rede de áreas alagadas além das lagoas Nicola e Jacaré e o Subsistema Sul apresenta 1.597 km² abrangendo a Lagoa Mangueira (Villanueva *et al.* 2000; Motta Marques *et al.* 2013). A Estação Ecológica do Taim (ESEC – TAIM) foi criada em 1978 pelo decreto federal nº 81.603 com o intuito de preservar a fauna e flora desta importante área no extremo sul do Brasil (Schreiner *et al.* 2015).

A ESEC está localizada dentro do sistema com área aproximada de 33,815 ha que vem sofrendo alterações ao longo dos anos e possui praias oceânicas, dunas, campos, lagoas e banhados compondo sua paisagem (Fig.1). Diversas atividades econômicas estão presentes na área, principalmente, a rizicultura e a silvicultura que podem influenciar o volume de água presente na ESEC-TAIM (Villanueva *et al.* 2000; Seeliger 2003). Vários dos ambientes pertencentes ao SHT vêm sendo amplamente estudados em relação a sua estruturação trófica. Rodrigues *et al.* (2015) descreveram a estrutura da cadeia trófica da Lagoa Mangueira. Garcia *et al.* (2006b) mostram uma estimativa preliminar da cadeia trófica encontrada na Lagoa Nicola. Estudo sobre a assembleia de peixes foi realizado por Garcia *et al.* (2006a) encontraram distribuídos em 24 famílias, sendo 19 espécies de Characidae e 7 de Cichlidae nas Lagoas Caiúba, Flores, Jacaré e Mangueira.



Figura 1. Imagem aérea mostrando a localização da Estação Ecológica do Taim (ESEC-TAIM).

Characidae é uma das famílias mais abundantes e diversas entre os Characiformes, com mais de 1.200 espécies, sendo uma das famílias dominantes na América do Sul (Alonso *et al* 2015). Cheirodontinae é composta por cerca de 47 espécies que têm como característica o tamanho corporal reduzido e são comuns nos ambientes lênticos (Ferriz *et al* 2011). O gênero *Cheirodon* Girard, 1885, pertencente à família, está amplamente distribuído por 10 espécies na América do Sul, estando presente nas bacias hidrográficas da Argentina, Brasil, Uruguai, Chile e também no Peru. É representado por *Cheirodon pisciculus* Girard, 1854, *C. galusdai* Eigenmann, 1928, *C. australe* Eigenmann, 1927 e *C. kiliani* Campos, 1982 encontradas no Chile, de norte a sul, em áreas de remanso de rios, zonas litorâneas de lagos com baixa profundidade e de contato direto com a vegetação aquática (Salas *et al.* 2012). Devido a fragmentação de habitats, a modificação do curso d'água e a construção de represas e canalização em rios, estas espécies são consideradas em risco de conservação (Habitat 2006). Em regiões tropicais no Peru são encontradas as espécies *Cheirodon ortegai* Vari & Géry, 1980 e *Cheirodon luelingi* Géry, 1964 na Amazônia nas bacias do rio Ucayali e do rio Amazonas. No Brasil estão presentes na região nordeste as espécies de

Cheirodon jaguaribensis Fowler, 1941 na bacia do rio Jaguaribe e *Cheirodon parahybae* Eigenmann, 1915 na bacia do rio Paraíba do Sul (Malabarba 2003). Enquanto, *Cheirodon ibicuhiensis* Eigenmann, 1915 na bacia do rio Uruguai pelo sistema da Laguna dos Patos e no rio Tramandaí (Oliveira *et al.* 2002). Dentre as espécies, encontra-se *Cheirodon interruptus* que é objeto de estudo deste trabalho.

Cheirodon interruptus é uma espécie distribuída no sul do Brasil, na Argentina e no Uruguai estando presente nas bacias do rio Tramandaí, Uruguai e Paraná (Malabarba 1998) (Figura 2). Estudos relatam os diferentes aspectos da espécie como sua distribuição geográfica (Ringuelet 1975), sua dieta (Escalante *et al* 1987) e sua reprodução e dinâmica populacional (Ferriz *et al* 2011). Apresenta um comprimento máximo de 60 mm, que é influenciado pela variação dos ecossistemas lagunares (Ferriz *et al* 2011). Além disso, sua reprodução está relacionada as condições favoráveis em ambiente lânticos e a disponibilidade de fontes alimentares (Menni & Almirón 1994). Ferriz *et al* (2011) ao estudar a reprodução da espécie no arroio El Portugués na Argentina mostraram que as populações realizam duas desovas. Uma desova mais extensa no final do inverno e primavera e outra menor em torno do outono, indicando uma dinâmica reprodutiva do tipo estacional com período reprodutivo longo com a presença de indivíduos aptos a reprodução durante todo o ano. Enquanto, López-Cazorla & Sidorkewick (2005) no rio Sauce Grande na província de Buenos Aires revelaram que a população da espécie apresentou um período reprodutivo longo na primavera e um mais curto durante o outono.



Figura 2. Imagem mostrando um espécime de *Cheirodon interruptus*. Fonte: Pablo Calviño, 2007.

Em relação a sua dieta, *C. interruptus* é categorizado com diferentes hábitos alimentares. Escalante *et al* (1987) classificam a espécie como carnívora em ambientes lênticos e lóticos da Argentina. Nos ambientes lóticos, a espécie apresentou uma dieta composta, principalmente, de resto de plantas e as larvas de dípteros da família Chironomidae como item mais abundante. Enquanto nos ambientes lênticos, algas e microcrustáceos são itens de maior importância na dieta. Gaspar da Luz *et al* (2001) em estudo realizado no rio Paraná mostraram a espécie com dieta de hábito zooplânctofaga predominada por cládoceros. Destafanis & Freyre (1972) em estudo feito na lagoa Chascomús, na Argentina descrevem uma dieta preferencial de fitoplâncton e perifíton. A espécie na maioria dos casos estudados mostra uma tendência a onívoria devido a presença de material animal e vegetal em sua dieta. Os itens presentes na dieta de *C. interruptus* são encontrados de maneira semelhante entre as populações estudadas, porém, estes se diferenciam na frequência de ocorrência e a abundância em que são encontrados.

A disponibilidade das principais fontes alimentares pode ser diferente nos ambientes estudados. Com isso, peixes frequentemente utilizam da plasticidade trófica, característica na qual confere a habilidade em se beneficiar de uma fonte alimentar mais vantajosa em um determinado período. De acordo com a estratégia alimentar, os peixes podem ser classificados como: (1) generalistas, quando não existe uma preferência

alimentar sobre determinada fonte; (2) especialistas, quando apresentam uma dieta mais restrita a algum item alimentar; e (3) oportunistas, quando se alimentam das fontes mais abundantes no ambiente em determinado período (Abelha *et al* 2001).

A Análise de Conteúdo Estomacal (ACE) pode revelar um melhor entendimento sobre a ecologia, produção e o papel ecológico de peixes. Esta revela uma estimativa recente da dieta com a análise de recursos que ainda estão presentes e não foram completamente digeridos no trato gastrointestinal do indivíduo, dessa maneira, o estudo da dieta de peixes é fundamental para análises de predação, competição e estrutura trófica (Amundsen *et al* 1996). Pela dieta de uma espécie é possível identificar espécies com nicho trófico amplo, quando esta se alimenta de diversos recursos e com nicho trófico estreito, quando a espécie é especialista em determinado(s) recurso(s) (Pianka 1988; Putman & Wratten 1984; Amundsen *et al.* 1996).

Uma maneira de estudar a estratégia alimentar de uma espécie é pela representação bidimensional dos pontos de frequência de ocorrência e a abundância das presas (Costello 1990). Nesse método, é possível identificar a importância das presas (de dominantes a raras) e a estratégia alimentar do consumidor (de especialistas a generalistas). Dessa maneira presas com alta ocorrência e abundância representam as dominantes enquanto que presas com baixa ocorrência e abundância são raras. Quando alta ocorrência e baixa abundância são predominantes entre as presas, o consumidor é categorizado como generalista enquanto que quando predominam presas com baixa ocorrência e alta abundância a população é considerada especialista. Entretanto, as interpretações deste método podem ser errôneas, pois as presas raramente alcançam alta abundância considerando todos os estômagos analisados. Para correção destes, uma nova abordagem foi dada ao método de Costello (1990). Um parâmetro interessante para a avaliação da estratégia alimentar nesses casos é a abundância específica

percentual das presas (AE%) (Amundsen *et al* 1996). A AE% é definida como a porcentagem de um grupo alimentar específico em relação a todos os outros itens presentes apenas nos estômagos dos consumidores que o primeiro grupo ocorreu. Dessa maneira, quando algumas presas possuem baixa ocorrência e alta AE% é possível identificar a presença de grupos consumindo de maneira distinta dentro da população, enquanto que quando a maioria das presas possuem alta ocorrência e AE% baixa se infere que a população consome os recursos de uma maneira mais uniforme entre os indivíduos que se comportam de maneira similar. Isto possibilita os diferentes tipos de alimento apresentam diferentes níveis de digestibilidade e as espécies apresentam características fisiológicas específicas, com isso, muitos destes podem não ser assimilados e levam a interpretações errôneas a respeito da importância destes para as espécies (Winemiller *et al.* 2007).

Como forma de solucionar essa limitação apresentada pela ACE, é utilizada a Análise de Isótopos Estáveis (AIE) de carbono (^{13}C , ^{12}C) e de nitrogênio (^{15}N , ^{14}N). A AIE pode revelar informações importantes a respeito da assimilação das fontes alimentares, além de estimativas das relações tróficas em ambientes aquáticos (Garcia *et al.* 2006b, Winemiller *et al.* 2007). A razão isotópica de carbono (expressa pela notação delta, $\delta^{13}\text{C}$) e nitrogênio ($\delta^{15}\text{N}$) das amostras é comparada com o padrão internacional, o fóssil marinho PDBEE para carbono e o ar atmosférico para o nitrogênio, sendo as amostras expressas em *permil* (‰). Estas razões isotópicas fornecem informações sobre a importância das fontes de matéria orgânica para o consumidor (Garcia *et al.* 2006b). Os valores de $\delta^{13}\text{C}$ trazem informações relevantes a respeito dos principais produtores primários devido a variação isotópica de $\delta^{13}\text{C}$ ocorrida em plantas do tipo C_3 , C_4 e CAM (via metabólica dos ácidos crassuláceos) (Pereira 2007). Com o incremento de 0 a 1‰ a cada nível trófico, o carbono se torna um bom indicador dos produtores primários que

sustentam consumidores (Araújo Lima *et al* 1986). Já os valores de $\delta^{15}\text{N}$, podem apresentar informações a respeito da posição trófica do consumidor em uma determinada cadeia trófica (Post 2002). A cada transferência de nível trófico ocorre uma mudança nas razões isotópicas de nitrogênio da matéria, geralmente uma elevação nos valores de $\delta^{15}\text{N}$, e este aumento pode ser de 2 a 5‰ no valor de $\delta^{15}\text{N}$ do consumidor (Minagawa & Wada 1984).

Portanto, o presente estudo tem como objetivo investigar a dieta e a assimilação dos principais recursos ocorridos em duas populações de *Cheirodon interruptus* na ESEC – TAIM, utilizando análises de conteúdo estomacal e isótopos estáveis a fim de estimar as principais fontes alimentares e suas contribuições para a espécie.

Ecologia trófica de *Cheirodon interruptus* (Jenyns, 1842) em ambientes aquáticos do Taim: Análises de conteúdo estomacal e isótopos estáveis.

Gabriel Costa Borba^{1*}, Rodrigo F. Bastos¹ and Alexandre M. Garcia¹

¹Universidade Federal do Rio Grande, Instituto de Oceanografia - IO, Laboratório de Ictiologia, 96.203-900 Rio Grande, Rio Grande do Sul, Brazil.

*corresponding author

gabrielcostaborba@gmail.com

+55 (53) 3233-6539

Resumo

Cheirodon interruptus é caracterizada com dieta onívora e citada com amplo espectro de hábitos alimentares por diferentes autores. Foram empregados os métodos de análise de conteúdo estomacal e isótopos estáveis de forma conjunta, com objetivo de analisar a ecologia trófica de *C. interruptus* em ambientes aquáticos subtropicais do Rio Grande do Sul, a lagoa Nicola e o banhado Caçapava. A lagoa Nicola apresentou uma dieta baseada em microcrustáceos, principalmente cladoceros (IIR= 80%), o banhado Caçapava também apresentou uma dieta baseado em microcrustáceos, principalmantede anfípoda (IIR= 51%). A estratégia alimentar é apresentada como generalista com marcado oportunismo de alguns indivíduos dentro da população. Microcrustáceo (IC=7,7-44,0%) mostrasse como fonte de maior contribuição para a população de *C. interruptus* no banhado Caçapava, e na lagoa Nicola os resultados mostraram uma maior assimilação de material vegetal com fotossíntese do tipo C₃ (IC 95%= 44-63) e Alga (IC 95%=24-51). O nicho isotópico foi maior na lagoa Nicola, o que poderia estar relacionado ao maior tamanho e a heterogeneidade do ambiente. Em contrapartida, o banhado Caçapava apresentou um nicho isotópico menor, o que poderia estar

relacionado ao tamanho reduzido do local e uma maior instabilidade associada as variações morfológicas e hídricas presentes ao longo do ano.

Palavras – chave: Characidae, Dieta, Distribuição espacial, SIAR.

INTRODUÇÃO

Os ambientes aquáticos costeiros apresentam variações ambientais que influenciam os processos biológicos dos organismos presentes. Os animais apresentam diferenças em suas dietas dependendo de determinadas condições que o ambiente proporciona para o desenvolvimento. Períodos de alagamento e seca são condições ambientais que influenciam na estrutura e funcionamento da comunidade de organismos aquáticos devido ao regime hidrológico em áreas alagadas (Lake 2003). A seca perturba o fluxo de conectividade, enquanto, que as inundações amplificam esta conexão. Com a baixa pluviosidade, áreas antes submersas são expostas causando uma redução na quantidade de habitats disponíveis no ambiente (Fisher & Grimm 1997). Mudanças temporais na disponibilidade de recursos alimentares afetam as relações tróficas de uma comunidade resultando na alteração da composição qualitativa e quantitativa de oferta ao longo do ano (Winemiller & Jepsen 1998). Também, a variação espacial no tipo de habitat é outro fator que influencia diretamente a estratégia alimentar, determinando o forrageamento das espécies (Hajisamae *et al.* 2003). A disponibilidade de alimento para uma espécie pode ser diferente conforme o habitat que ela está inserida (Hajisamae 2009).

O peixe *Cheirodon interruptus* presente no Rio Grande do Sul apresenta um período reprodutivo relacionado com a disponibilidade de alimento (Menni & Almiron 1994). As espécies do gênero *Cheirodon* são amplamente distribuídas nas bacias

hidrográficas do Brasil, Argentina, Uruguai, Chile e Peru (Malabarba 1998). Já *C. interruptus* está distribuído do rio Tramandaí no Brasil até o rio Colorado na Argentina, incluindo as bacias do rio Uruguai e Paraná que abrangem estes países e o Uruguai (Malabarba 1998). Ferriz *et al.* (2011) mostraram que as características reprodutivas do tipo oportunista para *C. interruptus* em ambiente lótico. Em relação a sua dieta, a espécie apresenta diferentes hábitos alimentares nos ambientes estudados. Em relação a sua dieta, *C. interruptus* é categorizado com diferentes hábitos alimentares. Em ambientes lóticos, a espécie apresenta dieta onívora com material animal, larvas de insetos, e material vegetal como resto de plantas (Escalante *et al.* 1987). Enquanto, nos ambientes lênticos *C. interruptus* tem sua dieta composta por algas e microcrustáceos (Gaspar da Luz *et al.* 2001). Os itens alimentares em sua maioria são encontrados de maneira semelhante entre as populações, porém, em diferentes frequências de ocorrência e abundâncias nos ambientes estudados.

No Brasil, *C. interruptus* encontra-se inserida na planície costeira do Rio Grande do Sul que é composta por estuários, lagoas costeiras e áreas alagadas, onde há predomínio do complexo lagunar Patos-Mirim, que se estende do centro-oeste até o extremo sul do Estado (Buchmann *et al.* 1998). *Cheirodon interruptus* está presente na Estação Ecológica do Taim (ESEC-TAIM), que foi criada em 1978 para a proteção de áreas alagadas no sul do Brasil contra a atividade antrópica como a pesca e a irrigação de lavouras de arroz. A ESEC - TAIM possui uma variedade de habitats como praias, dunas, matas de restinga e banhados e lagoas costeiras (Garcia *et al.* 2006). *Cheirodon interruptus* também ocorre em outra unidade de conservação federal, o Parque Nacional da Lagoa do Peixe, criado em 1986, que abriga uma fauna aquática diversa e produtiva (Corrêa *et al.* 2009). Além disso, a espécie é presente ao longo de riachos litorâneos da costa gaúcha (localmente conhecidos como sangradouros) que desempenham

importante papel no carreamento e drenagem de sedimentos entre o ambiente continental e o marinho (Figueiredo & Calliari 2006).

Uma ferramenta amplamente utilizada para identificar a dieta de peixes é a Análise de Conteúdo Estomacal (ACE) (Winemiller *et al.* 2007). A ACE revela quais são os itens alimentares ingeridos recentemente. Assim, a análise permite identificar os principais recursos alimentares consumidos de forma direta, possibilitando a identificação ao menor nível taxonômico possível para o observador. Entretanto, essa técnica apresenta limitações como: os itens alimentares presentes no estômago podem ser assimilados em diferentes quantidades, devido as diferenças na digestão de cada tipo de alimento. Além disso, a ACE inviabiliza a identificação dos produtores primários que sustentam a cadeia alimentar de consumidores de segunda ordem, já que os produtores não são consumidos diretamente.

A análise de isotopos estáveis (AIE) é uma ferramenta que pode solucionar o problema da assimilação e da sustentação encontrado na ACE. Carbono e nitrogênio são elementos presentes em componentes de tecidos vivos, tais como carboidratos, lipídeos, aminoácidos e ácidos nucleicos. A técnica permite inferir e estimar as interações tróficas entre os organismos e a contribuição de cada item na dieta da espécie (Garcia *et al.* 2006b, Winemiller *et al.* 2007). A abundância das formas isotópicas mais pesadas e mais raras (^{13}C , ^{15}N), em relação às formas isotópicas mais leves e mais comuns na natureza (^{12}C , ^{14}N) formam razões isotópicas ($^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$, $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$). A razão isotópica do carbono é bastante conservativa ao longo da cadeia trófica enquanto que a razão isotópica do nitrogênio sofre uma mudança previsível a cada nível trófico (Caut *et al.* 2009). Assim, por meio das razões isotópicas de carbono é possível investigar quais os produtores primários e outras fontes orgânicas formam a base de sustentação para um determinado consumidor na cadeia trófica. Além disso, estudos mostram que as razões

dos principais produtores nas diferentes condições hidrológicas (seca/alagamento) em banhados (Wantzen *et al.* 2002), são suficientemente diferentes para a identificação das fontes primárias. Já por meio da razão isotópica do nitrogênio, é possível estimar a posição trófica de um consumidor na cadeia alimentar (Fry 2006). A cada transferência de nível trófico ocorre uma mudança nas razões isotópicas de nitrogênio, geralmente elevando os valores de $\delta^{15}\text{N}$ em cerca de 2 a 5‰ (Minagawa & Wanda 1984).

A utilização das duas técnicas de forma concomitante visa um melhor entendimento da importância e assimilação dos itens alimentares presentes na dieta de peixes (Winemiller *et al.* 2007). Considerando a falta de registros na literatura sobre a plasticidade da dieta e ecologia trófica da espécie, o objetivo deste trabalho é investigar a plasticidade na ecologia trófica de *Cheirodon interruptus* em dois ambientes aquáticos distintos em uma unidade de conservação integral federal presente no estado do Rio Grande do Sul.

Hipóteses:

- A dieta de *Cheirodon interruptus* tem composição entre a lagoa Nicola e o banhado Caçapava.
- O nicho isotópico (*proxy* para o nicho ecológico) é maior na lagoa Nicola devido ao maior tamanho e heterogeneidade de habitats desse ambiente quando comparado ao banhado Caçapava.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O Sistema Hidrológico do Taim (SHT) compreende uma área de 2.254 km² entre os municípios do Rio Grande e Santa Vitória do Palmar. Neste encontra-se a Estação Ecológica do Taim, unidade de conservação federal com diferentes ambientes como

praias oceânicas, dunas, campos, lagoas e principalmente banhados característicos da região costeira do RS (Garcia *et al.* 2006b). Esta é sujeita a ação dos ventos, a precipitação e a presença de macrófitas aquáticas que determinam o fluxo de água. A ESEC Taim está localizada no subsistema banhado do SHT com área de 270 km² de áreas alagadas e lagoas. Dentre estas, está presente a lagoa Nicola e o banhado Caçapava locais onde o presente estudo foi desenvolvido (Fig 1).

A Lagoa Nicola apresenta em torno de 2,58 km² e profundidade média de 1,10 m com presença de regiões cobertas por macrófitas aquáticas e biomassa com fluxo caracterizado por velocidades baixas. Enquanto, o banhado Caçapava tem por característica uma área aproximada de 2 km² e uma profundidade média de 0,4 m (Motta Marques *et al.* 2013).

Amostragem

Foram realizadas coletas durante os períodos de verão (seca) e inverno (cheia), com o intuito de registrar a variação dos processos tróficos estabelecidos durante os dois regimes hídricos seca e alagamento. Para a amostragem das fontes de matéria orgânica foram coletadas macrófitas dominantes, material orgânico particulado pela filtragem de água (500 µm para retirada de zooplâncton e posteriormente filtro de fibra de vidro de 0,42 µm). A coleta de invertebrados foi realizada através de peneira de 500 µm no sedimento e em raízes de macrófitas aquáticas. Para a amostragem dos peixes, foram realizadas coletas com diferentes métodos de amostragem. Na região litorânea com rede de arrasto tipo picaré e armadilha do tipo covo com o intuito de aumentar o esforço de coleta. Na região limnética com rede de emalhar diferentes tamanhos de malha como forma de garantir a efetividade das amostragens. Os peixes capturados foram mensurados: peso (g), comprimento total (mm) e fixados em formalina 10% para posterior análise de conteúdo estomacal.

Análise de conteúdo estomacal (ACE)

Na análise dos itens alimentares foi utilizado microscópio estereoscópio para a identificação dos itens ao menor nível taxonômico possível com auxílio de bibliografia adequada. Com o objetivo de estimar a importância de cada item alimentar, estes foram quantificados pelos seguintes parâmetros: Frequência de Ocorrência percentual (FO%), que corresponde ao percentual do número total de estômagos em que um determinado item alimentar foi encontrado; Abundância Numérica percentual (N%), que corresponde à porcentagem numérica de um determinado item em relação ao número total de itens presentes nos estômagos com alimento; Área percentual do item (A%), que corresponde à porcentagem da área ocupada por um determinado item alimentar em relação a soma da área ocupada por todos itens presentes nos estômagos com alimento (Hyslop 1980). Os parâmetros foram combinados, para sintetizar a informação, através do Índice de Importância Relativa (IIR) proposto por Pinkas (1971), calculado e expresso em percentual ($IIR\% = (N\% + A\%) * FO\% / \text{Soma IIR de todos itens}$).

Análise de isótopos estáveis (AIE)

As amostras foram processadas de acordo com Garcia *et al.* 2006. Brevemente, estas foram lavadas com água destilada para eliminar restos de detritos para a posterior retirada do tecido de cada organismo coletado. Nos peixes, o tecido muscular da região dorso-anterior foi retirado. Nas plantas as folhas e caule e, no caso, de organismos menores (e.g. anfípodas) limpos e agrupados em uma única amostra. Com a devida identificação, as amostras foram levadas ao forno (60 °C) durante 48h. Após este período cada uma foi macerada manualmente com auxílio de gral e pistilo e armazenada em microtubos. As amostras foram pesadas em torno de 1 a 3 mg e enviadas ao *Stable*

Isotope/Soil Biology Laboratory, University of Geórgia, EUA, para determinação da razão isotópica de ($^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$) e nitrogênio ($^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$).

Análise de dados

Para estimar a contribuição das fontes presentes nos locais de estudo foi utilizado um modelo Bayesiano de mistura isotópica. Este foi computado pelo programa R através do pacote SIAR (*Stable Isotope Analysis in R*) (Parnell *et al.* 2008) para estimar a contribuição das principais fontes alimentares para os consumidores (Garcia *et al.* 2006b). As fontes alimentares foram agrupadas levando em consideração a presença na análise de conteúdo alimentar encontrado em cada um dos locais. As fontes selecionadas foram os grupos Alga, Microcrustáceos e Planta C_3 . Como fontes vegetais estiveram entre os principais recursos ingeridos, foram considerados fatores de discriminação trófica específicos para herbívoros nestas fontes e valores médios oriundos de Post (2002) foram utilizados para as outras fontes alimentares.

Para a avaliação da estratégia alimentar da espécie, o método de abundância específica proposto por Amundsen *et al.* (1996) descrito em Bastos *et al.* (2014) foi utilizado. Este analisa a importância das presas, estratégia alimentar e os componentes individuais do nicho através de representação gráfica com abcissas x e y. Em suma, são usados os valores de frequência de ocorrência (FO%) no eixo x e a abundância específica das presas (AE%) no eixo y. As presas que se apresentarem dominantes têm altos valores (FO% e AE%), principalmente de AE% característico de espécies especialistas. Por outro lado, as presas raras estão presentes com baixos valores de FO% e AE%, mostrando o caráter generalista do consumidor.

Além destes, o método de elipses Bayesianas foi utilizado para a estimativa das amplitudes de áreas do nicho isotópico, o que representa parte do nicho ecológico

ocupado pela espécie nos diferentes locais, através do pacote SIBER do SIAR (Jackson *et al.* 2011). Uma abordagem adaptada de Jackson *et al.* (2011) foi utilizada para considerar a amplitude de variação dos grupos funcionais de presas, onde as elipses das presas foram calculadas. As presas adicionadas a análise foram determinadas a partir da presença no conteúdo estomacal. Os grupos utilizados foram Alga, Planta C₃ e Microcrustáceos.

RESULTADOS

Cheirodon interruptus apresentou uma dieta composta de material vegetal e animal, caracterizando-se como onívora em ambos locais. Não houve diferença no padrão na importância relativa (IIR) alimentar nos dois locais, ambos, apresentaram microcrustáceos como principal item alimentar. Por exemplo, Amphipoda foi o item alimentar de maior importância no banhado Caçapava (IIR=47,48%) enquanto Cladocera foi o grupo de maior importância na lagoa Nicola (IIR=80,53%) (Tabela 1). Alga filamentosa (IIR=10,20%), seguida de Insetos (IIR= 0,40%) e Amphipoda (IIR=0,24%) também foram itens que tiveram importância Lagoa Nicola. Enquanto que, no banhado Caçapava os itens que apresentaram maior importância relativa foram, após Amphipoda, foram Material Animal (IIR=41,02), Cladocera (IIR=3,95) e Insetos (IIR=3,76).

Em geral, os valores médios de carbono ($d^{13}C$) das fontes alimentares variaram de a -27,58‰ (Planta C₃) a -19,67 ‰ (Alga) no banhado Caçapava. A lagoa Nicola obteve um padrão próximo a este com valores variando de -27,32 ‰ (Planta C₃) a -19,55‰ (Alga). *Cheirodon interruptus* apresentou valores médios de $d^{13}C$ no banhado Caçapava (-23,78 ‰ $\pm$ 2,53) similares aos encontrados na lagoa Nicola (-24,09 ‰ $\pm$ 2,22). Os valores médios de nitrogênio ($d^{15}N$) se mostraram similares entre os locais

(Tabela 2). O banhado Caçapava com uma variação de 1,86 ‰ (Planta C₃) a 3,22‰ (Alga). Na lagoa Nicola, os valores das principais fontes foram de 2,60‰ (Alga) a 3,20 ‰ (Planta C₃). Planta C₃ apresentaram valor médio de $\delta^{15}\text{N}$ mais elevado (3,20 ‰ $\pm 2,26$) do que o valor encontrado no banhado Caçapava (1,86 ‰ $\pm 2,00$). Os valores médios de $\delta^{15}\text{N}$ para *Cheirodon interruptus* também foram similares entre Nicola (8,64 ‰ $\pm 0,6$) e banhado Caçapava (7,52 ‰ $\pm 1,02$).

O modelo de mistura isotópica de *Cheirodon interruptus*, considerando as principais fontes alimentares, revelou que este apresenta diferenças na assimilação dos recursos alimentares entre os locais (Fig. 2, Fig. 3). No banhado Caçapava, Microcrustáceo (IC 95%= 23-66) apresentou uma maior assimilação quando comparado a Alga (IC 95%= 7,7-44), Planta C₃ (IC 95%= 20-41) (Fig. 2). Enquanto, na lagoa Nicola os resultados mostraram uma maior assimilação de material vegetal, Planta C₃ (IC 95%= 44-63) e de Alga (IC 95%= 24-51), enquanto, Microcrustáceo (IC 95%= 0-21) que apresentou uma menor assimilação comparada ao restante das fontes (Fig. 3).

A análise da estratégia alimentar revelou diferenças entre os locais. De modo geral, a maioria dos recursos alimentares consumidos pelos indivíduos de ambos locais, banhado Caçapava e lagoa Nicola, variou em sua abundância específica e frequência de ocorrência (Fig. 4). Entretanto, *Cheirodon interruptus* não se mostrou uma espécie especialista devido à ausência de itens no canto direito superior do gráfico. No banhado Caçapava, houve uma maior preferência por material animal (Amphipoda) mostrada mais ao centro do gráfico. Planta C₃ aparece como item de consumo oportunista por estar concentrado no canto superior esquerdo. Já, demais itens como Alga, Cladocera e Inseto indicam um consumo raro por se concentrarem no canto esquerdo inferior do gráfico. A lagoa Nicola, assim como o banhado Caçapava, apresenta material animal como recurso de maior preferência alimentar, o item Cladocera foi consumido por cerca

de metade dos indivíduos. Alga, Resto vegetal, e principalmente, Planta C₃ foram itens que indicam uma estratégia mais oportunista, enquanto, Inseto e Amphipoda indicam um consumo mais casual por serem itens raros.

As elipses das principais fontes alimentares apresentarem padrões diferentes no tamanho, na posição e no formato (Fig. 5). O banhado Caçapava apresenta uma área isotópica menor (1,86) do que a presente na lagoa Nicola (4,2). Entre as fontes alimentares presentes, Planta C₃ apresenta maior área isotópica (15,69) em relação as demais. Enquanto, na lagoa Nicola a fonte alimentar de maior nicho isotópico foi Alga (10,16).

DISCUSSÃO

Cheirodon interruptus apresentou um hábito alimentar onívoro, mas com predomínio de itens animais, com dieta dominada por microcrustáceos. A espécie é classificada com diferentes hábitos alimentares por diversos autores como carnívora alimentando-se de larvas de Diptera e Trichoptera (Escalante *et al.* 1987, Carzola *et al.* 2003) em ambientes lóticos e lênticos na Argentina, onívora (Bistoni & Hued 2002; Petry *et al.* 2003), invertívora bentônica em populações do gênero presentes nos riachos do Panamá (Angermeier & Karr 1983) e zooplanctófaga, ingerindo principalmente cladocera em um ambiente com abundância de macrófitas aquáticas (Gaspar da Luz *et al.* 2001). Entretanto, apresentando sempre recursos alimentares semelhantes, mas com diferentes frequências de ocorrência e numérica. Escalante *et al.* (1987) assume que a espécie ocorrendo em ambientes lóticos pode apresentar uma dieta composta por microcrustáceos. Na lagoa Nicola, a espécie apresentou um padrão de hábito alimentar similar ao encontrado por Gaspar da Luz *et al.* (2001) que propuseram um hábito alimentar onívoro com uma tendência zooplanctófaga, devido a predominância de

cladocera. Uma maior importância de microcrustáceos como principal item alimentar pode estar relacionada a abundância de macrófitas aquáticas e baixa profundidade da coluna d'água. A lagoa apresenta grandes estandes de macrófitas aquáticas que podem servir como abrigo para os microcrustáceos, além de uma profundidade média de 1,4 m. O banhado Caçapava apresentou microcrustáceos e material animal como principais itens alimentares. A maior importância destes pode estar relacionado as características do ambiente. O banhado apresenta uma coluna d'água menor (0,4 m de profundidade média), com isso, pode haver predomínio da presença de espécies bentônicas e alóctones.

Os valores médios de $d^{13}\text{C}$ do lambari *Cheirodon interruptus* não mostraram diferenças entre os locais, com valores empobrecidos no isótopo pesado (^{13}C) em ambos locais. Estudos anteriores realizados no Sistema Hidrológico do Taim (SHT) comprovam um maior grau de depleção (empobrecimento em ^{13}C) em espécies da família Characidae. Garcia *et al.* (2006b), por exemplo, em estudo realizado na lagoa Nicola já mostraram valores mais deplecionados $d^{13}\text{C}$ para a família Characidae (-24,1‰ a -23,8‰). Entretanto, para $d^{15}\text{N}$ os valores se mostraram mais enriquecidos na população da lagoa Nicola quando comparada a presente no banhado Caçapava. Esta variação pode estar relacionada a grande disponibilidade de produtores primários como macrófitas e algas. *Cheirodon interruptus* encontrados na lagoa apresentam uma dieta de fontes alimentares com valores mais elevados devido a maior estabilidade do ambiente.

Na avaliação da estratégia alimentar foi observado uma maior importância de microcrustáceos consumidos por um pouco mais da metade da população de *C. interruptus* na lagoa Nicola (Cladocera, 58% dos indivíduos) e de relevante importância no banhado Caçapava (Amphipoda, 31% dos indivíduos). Estes também apresentam

relevantes valores de abundância específica nas populações de *C. interruptus* na lagoa Nicola (Cladocera = 53%) e no banhado Caçapava (Amphipoda = 48%). A espécie apresentou alta variedade de itens na dieta, porém, a maioria dos itens alimentares foi de baixa frequência de ocorrência (FO%) e abundância específica (AE%). Bastos *et al.* (2014) também encontraram um padrão de riqueza da dieta similar em *Characidium rachovii*. A espécie mostrou consumo em sua maioria de itens raros. Os itens que ocorreram em cerca da metade dos indivíduos indicaram uma estratégia alimentar do tipo especialista para a espécie. Além disso, a espécie foi descrita como oportunista devido a predação de muitos recursos alimentares, porém, com consumo maior de poucos itens. Portanto, *C. interruptus* por apresentar tais características, indica um determinado grau de especialização alimentar que pode estar relacionada a maior disponibilidade de microcrustáceos no ambiente. Além disso, a espécie preda uma vasta variedade de recursos alimentares mostrando um comportamento oportunista. *Cheirodon interruptus* já havia sido anteriormente categorizada como oportunista por Ferriz *et al.* (2011) devido a suas características reprodutivas. Material vegetal foi consumido por um número reduzido de indivíduos, mas em grandes quantidades nos dois locais. Este seria um componente interfenotípico descrito por Bastos *et al.* (2014) (*sensu* Amundsen *et al.* 1996) no nicho trófico de *C. interruptus*. A população da espécie em grande parte consome microcrustáceos, mas uma pequena parte se alimenta de material vegetal (Planta C₃, Alga e Resto vegetal) de maneira oportunista ou por especialização individual.

O nicho isotópico (um possível indicativo do nicho ecológico; Jackson *et al.* 2011) de *C. interruptus* foi distinto quando comparando os locais de estudo. Os indivíduos da população encontrada na lagoa Nicola apresentam maior área isotópica quando comparada a presente no banhado Caçapava. A lagoa apresentou uma dieta

predominada por Cladocera e uma baixa variedade de recursos alimentares. Enquanto, o banhado mostra uma maior variação de itens em sua dieta. Comunidades que utilizam mais recursos podem mostrar menores áreas isotópicas que comunidades que consomem poucos, porém, recursos com valores isotópicos mais distintos.

CONCLUSÃO

Em suma, a espécie *Cheirodon interruptus* apresentou uma dieta de hábito onívoro com uma tendência zooplanktofoga. A variação na dieta mostrada entre os locais de estudo foi semelhante ao descrito em trabalhos anteriores. A lagoa Nicola e o banhado Caçapava apresentam áreas de extensão e heterogeneidade distintas. Com isso, o predomínio de microcrustáceos pode estar relacionado a disponibilidade deste recurso alimentar. A espécie teve um comportamento oportunista, característico da família Characidae. A dieta da população de *C. interruptus* no banhado apresenta uma dieta com Amphipoda como principal fonte alimentar. A estratégia alimentar corrobora mostrando as mesmas fontes e categorizando o hábito alimentar como oportunista da maioria dos indivíduos, sendo a dieta influenciada pela disponibilidade dos itens alimentares. E o modelo de mistura isotópica empregado apresenta o Microcrustáceo como a fonte alimentar de maior assimilação. Enquanto, a população presente na lagoa tem como principal presa o microcrustáceo, Cladocera. Entretanto, apresenta Planta C_3 como item de maior assimilação corroborando para uma dieta baseada em material vegetal. Além disso, as fontes de material vegetal revelam uma estratégia do tipo especialista apesar da baixa frequência de ocorrência na população, isto pode estar relacionado a disponibilidade destas fontes em determinada estação do ano.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- Attayde, L. J., M. Iskin & L. Carneiro. 2006. O papel da onivoria da dinâmica das cadeias alimentares. *Oecologia Brasiliensis*, 1: 69-77.
- Buchmann F. S. C., V. P. Barbosa & A. Villwock. 1998. Sedimentologia e paleoecologia durante o máximo transgressivo holocénico na Lagoa Mirim, RS, Brasil. *Acta Geologica Leopoldensia*, 46/47:21-26.
- Caut, S., E. Angulo & F. Courchamp. 2009. Variation in discrimination factors (Delta N-15 and Delta C-13): the effect of diet isotopic values and applications for diet reconstruction. *Journal of Applied Ecology* 46: 443-453.
- Corrêa, F. *et al.* 2012. Feeding ecology and prey preferences of a piscivorous fish in the Lagoa do Peixe National Park, a Biosphere Reserve in Southern Brazil *Environmental Biology Fish* 93: 1-12.
- Fry, B. 2006. *Stable Isotope Ecology*. New York, Springer. 308p.
- Ferriz, R.A., C.A. Bentos, G.R. López & M.E Fernández. 2011. Reproducción y dinámica poblacional de *Cheirodon interruptus* (Ostariophysi: Characidae) en el arroyo El Portugués, alta cuenca del río Samborombón, Argentina. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 1: 151-160.
- Figueiredo, SA & L.J. Calliari. 2006. Washouts in the central and northern littoral of Rio Grande do Sul State, Brazil: distribution and implications. *Journal of Coastal Research*, 39: 366-370.
- Garcia, A. M., D. J. Hoeinghaus, J.P. Vieira, K. O. Winemiller, Motta Marques, D. M. L. & M. A. Bemvenuti. 2006b. Preliminary examination of food web structure of Nicola Lake (Taim Hydrological System, south Brazil) using dual C and N stable isotope analyses. *Neotropical Ichthyology*, 2: 279-284.

- Garcia, A. M., D. J. Hoeinghaus, J.P. Vieira & K. O. Winemiller. 2007. Isotopic variation of fishes in freshwater and estuarine zones of a large subtropical coastal lagoon. *Estuarine Coastal and Shelf Science*, 73: 399 – 408.
- Habitat, E., Dyer, B. & I Vila. 2006. Estado de conocimiento de los peces dulceacuícolas de Chile. *Gayana (Concepción)*, 70: 100-113.
- Hajisamae, S. 2009. Trophic ecology of bottom fishes assemblage along coastal areas of Thailand. *Estuarine Coastal and Shelf Science*, 82: 503-514.
- Hajisamae, S., Chou, L.M. & S. Ibrahim. 2003. Feeding habitats and trophic organization of the fish community in shallow waters of an impacted tropical habitat *Estuarine Coastal and Shelf Science*, 58: 89-98.
- Hyslop, E. J. 1980. Stomach contents analysis - a review of methods and their application. *Journal of Fish Biology*, 17:411-429.
- Jackson A.L., Inger R., Parnell A.C. & S. Bearhop. 2011. Comparing isotopic niche widths among and within communities: SIBER - Stable Isotope Bayesian Ellipses in R. *The Journal of animal ecology* 80: 595–602.
- Kutter, M. T. *et al.* 2009. Feeding strategy of the jundiá *Rhamdia quelen* (Siluriformes, Hertapteridae) in costal lagoons of Southern Brazil. *Acta Scientiarum. Biological Science* 1: 41-47.
- Loebmann, D. & J. P. Vieira. 2005. Relação dos anfíbios do Parque Nacional da Lagoa do Peixe, RS, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 2: 339-341.
- Malabarba, L. R., R. E. Reis, R. P. Vari, Z. M. S. Lucena & C. A. S. Lucena (Eds.). 1998. Phylogeny and classification of Neotropical fishes. Porto Alegre, Edipucrs, 603p.
- Parnell, A.C., Inger, R., Bearhop, S. & Jackson, A. (2008) SIAR: Stable isotope analysis in R.
- Piedras, S. R. N. & L. O. F. Pouey. 2005. Alimentação do peixe-rei (*Odontesthes bonariensis*, Atherinopsidae) nas lagoas Mirim e Mangueira, Rio Grande do Sul, Brasil. *Iheringia, Série Zoologia*, 2:117-120.

- Pinkas, L, MS .1971. Food habits of albacore bluefin, tuna e bonito in California waters. California Fish.Game, Fish Bulletin, 152:105.
- Resende, E.K., Pereira, R.A.C & V.L.L. Almeida. 1998. Peixes herbívoros da planície inundável do rio Miranda, Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil. EMBRAPA/CPAP. 10: 24.
- Wantzen, K. M., F. D. Machado, M. Voss, H. Boriss & W. J. Junk. 2002. Seasonal isotopic shifts in fish of the Pantanal wetland, Brazil. Aquatic Science. 64: 239-251.
- Winemiller, K. O. & G. A. Polis. 1996. Food webs: What can they tell us about the world? In G.A. Polis and K. O. Winemiller (Eds). Food Weebs Integration of Pattern and Dynamics. New York, USA, Chapman and Hall.
- Winemiller, K. O. 1989. Ontogenetic diet shifts and resource partitioning among piscivorous fishes in the Venezuelan llanos. Environmental Biology of Fishes, 26: 177-199.
- Winemiller, K. O., S. Akin & S.C. Zeug. 2007. Production sources and food web structure of a temperate tidal estuary: integration of dietary and stable isotope data. Marine Ecological Program Series. 343:63-76.
- Zavala-Camin, L. A. 1996. Introdução ao estudo sobre alimentação natural em peixes. Maringá, Eduem. 129p.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A espécie de *Cheirodon interruptus* apresentou um reduzido espectro alimentar, sendo que microcrustáceos, resto animal, insetos e material vegetal foram os recursos alimentares mais consumidos pelas populações presentes no banhado Caçapava e lagoa Nicola. O hábito alimentar onívoro com tendência à zooplantivoria foi apresentado na lagoa Nicola. Enquanto, o banhado Caçapava apresenta dieta estritamente onívora. Dias (2007) estudou espécies do gênero *Cheirodon* na lagoa Negra no Rio Grande do Sul, onde *C. interruptus* e *C. ibicuhiensis* apresentaram uma dieta onívora com tendência à herbivoria. Os itens consumidos são encontrados de maneira semelhante na dieta das populações estudadas por diferentes autores (Escalante *et al.* 1987; Gaspar da Luz *et al.* 2001; Bistoni & Hued 2002). O nicho ecológico apresenta amplo espectro no caso da lagoa Nicola quando comparada ao banhado Caçapava. Uma hipótese a este resultado pode ser o amplo espectro da dieta na população da lagoa que é caracterizada pela heterogeneidade do habitat e o maior tamanho espacial ao longo do ano. Já a população presente no banhado Caçapava, os fatores que influenciariam nos resultados seriam o menor tamanho espacial e, conseqüentemente, a grande variação morfológica e hídrica ao longo do ano. Além do estudo da dieta de *Cheirodon interruptus* baseado na análise de conteúdo estomacal e isótopos estáveis, estudos complementares também auxiliariam na obtenção de informações importantes sobre a disponibilidade de alimento no ambiente. São necessários novos estudos que levem em consideração a influência da sazonalidade na dieta e nos valores isotópicos das principais fontes alimentares da espécie. Por fim, para investigar se a variação dos recursos alimentares na dieta é relacionada a disponibilidade, ou a estratégia alimentar apresentada pela espécie ou devido à presença de recursos alimentares em diferentes regiões no ambiente, dados da

distribuição espacial e temporal permitiriam a visualização dos principais recursos disponíveis no ambiente.

BIBLIOGRAFIA

- Abelha, M. C. F., Agostinho, A. A., & E Goulart. 2008. Plasticidade trófica em peixes de água doce. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, 23: 425-434.
- Alonso, F., Mirande, J. M., & M. Pandolfi. 2015. Gross anatomy and histology of the alimentary system of Characidae (Teleostei: Ostariophysi: Characiformes) and potential phylogenetic information. *Neotropical Ichthyology*, 2: 273-286.
- Amundsen, P. A., Gabler, H. M., & F. J. Staldvik. 1996. A new approach to graphical analysis of feeding strategy from stomach contents data—modification of the Costello (1990) method. *Journal of fish biology*, 48: 607-614.
- Araujo Lima, C. A. R. M. *et al.* 1986. Energy sources for detritivorous fishes in the Amazon. *Science*, 4781:1256-1258.
- Carzola, A. L., W. Durán & L. Tejera. 2003. Alimentación de la ictiofauna del rio Sauce Grande, Provincia de Buenos Aires, Argentina. *Biología Acuática*, 20: 73-79.
- Costello, M. J. 1990. Predator feeding strategy and prey importance: a new graphical analysis. *Journal of Fish Biology* 36: 261–263.
- Destefanis, S. & L. R. Freire. 1972. Relaciones tróficas de los peces de la laguna Chascomús con un intento de referenciación ecológica y tratamiento bioestadístico del espectro trófico. *Acta Zoologica Lilloana*, 29: 17-33.
- Dias, T. S. 2007. Estudo da dieta de oito espécies da subfamília Cheirodontinae (Characiformes; Characidae) em diferentes sistemas lacustres nos estados do Rio

- Grande do Norte e Rio Grande do Sul. Unpublished Ph. D. Dissertation, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 102 p.
- Escalante, A. H. 1985. Dieta comparativa de *Cheirodon i. interruptus* (Osteichthyes Characidae) en ambientes lenticos y loticos de la provincia de Buenos Aires. Revista del Museo de la Plata. Zoologia (Argentina), 152: 35-45.
- Ferriz, R.A., C.A. Bentos, G.R. López & M.E Fernández. 2011. Reproducción y dinámica poblacional de *Cheirodon interruptus* (Ostariophysi: Characidae) en el arroyo El Portugués, alta cuenca del río Samborombón, Argentina. Latin American Journal of Aquatic. Research 1: 151-160
- Garcia A.M., Bemvenuti M.A., Vieira J.P., Motta-Marques D.M.L., Burns M.D.M., A. Moresco *et al.* 2006a. Checklist comparison and dominance patterns of the fish fauna at Taim wetland, south Brazil. Neotropical Ichthology 4: 61–268.
- Garcia A.M., Hoeinghaus D.J., Vieira J.P., Winemiller K.O., Motta Marques D.M.L. & M.A Bemvenuti. (2006b). Preliminary examination of food web structure of Nicola Lake (Taim Hydrological System , south Brazil) using dual C and N stable isotope analyses. Neotropical Ichthology 4: 279–284.
- Gaspar da Luz, K. D., Abujanra, F., Agostinho, A. A., & Gomes, L. C. 2001. Caracterização trófica da ictiofauna de três lagoas da planície aluvial do alto rio Paraná, Brasil. Acta Scientiarum. Biological Sciences, 23:401-407.
- Habitat, E., Dyer, B. & I Vila. 2006. Estado de conocimiento de los peces dulceacuícolas de Chile. Gayana (Concepción) 70: 100-113.
- Malabarba, L.R. 1994. Sistemática e filogenia de Cheirodontinae (Ostariophysi: Characiformes: Characidae). Unpublished Ph. D. Dissertation, Universidade de São Paulo, São Paulo, 287 pp.

- Malabarba, L.R. 1998. Monophyly of the Cheirodontinae, characters and major clades (Ostariophysi: Characidae). In: Phylogeny and classification of Neotropical fishes. Malabarba L.R., R.E. Reis, R.P. Vari, Z.M. Lucena, C.A.S. Lucena (Eds). Porto Alegre, Edipucrs, 193-233 p.
- Malabarba, L. R. 2003. Subfamily Cheirodontinae (Characins, tetras). In: Checklist of the Freshwater Fishes of South and Central America. R. E. Reis, S. O. Kullander & C. J. Jr. Ferraris (Eds.). Porto Alegre, Edipucrs, 215-221 p.
- Menni, R. C., & A. E. Almirón. 1994. Reproductive seasonality in fishes of manmade ponds in temperate South America. *Neotrópica*, 40: 75-85.
- Minagawa, M., & E. Wada. 1984. Stepwise enrichment of 15 N along food chains: further evidence and the relation between $\delta^{15}\text{N}$ and animal age. *Geochimica et cosmochimica acta*, 48: 1135-1140.
- Motta Marques *et al.* 2013. O Sistema Hidrológico do Taim. In: Tabarelli M., Rocha C. In: PELD-CNPq - Dez anos do Programa de Pesquisas Ecológicas de Longa Duração do Brasil: achados, lições e perspectivas. F. D., Romanowski H. P., Rocha O. & L. D. Lacerda (Eds.). Recife, Ed. Universitária da UFPE. 197-224 p.
- Oliveira, C. L. C., C. B. Fialho & L. R. Malabarba. 2002. Período reprodutivo, desova e fecundidade de *Cheirodon ibicuiensis* Eigenmann, 1915 (Ostariophysi: Characidae) do arroio Ribeiro, Rio Grande do Sul, Brasil. *Comunicações do Museu de Ciências e Tecnologia PUCRS, Série Zoologia*, 15:3-14.
- Pianka, E. R. 1988. *Evolutionary Ecology*. New York, Harper Collins.
- Pereira, A. C. 2008. Variação sazonal e estrutura trófica da assembleia de peixes do delta do rio Jacuí, RS, Brasil. Unpublished Ph. D. Dissertation, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 142 p.
- Post, D. M. 2002. Using stable isotopes to estimate trophic position: models, methods, and assumptions. *Ecology*, 83: 703-718.

- Putman, R. J. & Wratten, S. D. 1984. *Principles of Ecology*. London, Croom Helm.
- Rodrigues L.R., Motta-Marques D.M.L. & N.F Fontoura. 2015. Fish community in a large coastal subtropical lake: how an environmental gradient may affect the structure of trophic guilds. *Limnetica* 34: 495–506.
- Salas, D., Véliz, D., & S. Scott. 2012. Diferenciación morfológica en especies del género *Cheirodon* (Ostariophysi: Characidae) mediante morfometría tradicional y geométrica. *Gayana (Concepción)*, 2: 142-152.
- Schreiner de M. G., C. R. A. Tagliani,, & C. P. Silva. 2015. Criteria definition for delimiting a buffer zone to a biosphere reserve in southern Brazil. *Neotropical Biology and Conservation*, 1: 21-30.
- Seeliger, U. 2003. Alterações de habitats devido às atividades antrópicas na Costa Sul do Brasil. *Ecossistemas Brasileiros: manejo e conservação*. Fortaleza, Expressão Gráfica e Editora, 237-244.
- Villanueva, A. O., Marques, D. D. M., & C. E. Tucci. 2000. The Taim wetland conflict: a compromise between environment conservation and irrigation. *Water International*, 4: 610-616.
- Winemiller, K. O. 1989. Ontogenetic diet shifts and resource partitioning among piscivorous fishes in the Venezuelan llanos. *Environmental Biology of Fishes*, 26: 177-199.
- Winemiller, K. O., S. Akin & S.C. Zeug. 2007. Production sources and food web structure of a temperate tidal estuary: integration of dietary and stable isotope data. *Marine Ecological Program Series*. 343:63-76.

Tabela 1. Índice de Importância Relativa (IIR) dos principais itens al encontrados no conteúdo estomacal *Cheirodon interruptu* na Lagoa Nicola e no Banhado Caçapava.

Itens Alimentares	%IRI	
	Caçapava (n=93)	Nicola (n=32)
Microcrustáceos	51,59	80,89
Cladocera	3,95	80,53
Anfípoda	47,48	0,24
Ostracoda	0,16	0,12
Material Animal	41,02	5,12
Material Vegetal	1,02	12,02
Alga Filamentosa	1,02	10,20
Macrófita aquática		1,82
Inseto	3,90	0,40
Larva de Diptera	0,13	
Larva de Coleoptera	0,01	
Inseto não ind.	3,76	0,40
Outros	0,16	0,01
Aracnida	0,16	0,01

Tabela Valores da razão carbono ¹³ e desvios padrões para o lambari *Cheirodon interruptus* e as principais fontes alimentares encontradas nos locais de estudo.

Táxon	Banhado Caçapava					Lagoa Nicola				
	d ¹³ C	d ¹³ C d.p.	d ¹⁵ N	d ¹⁵ N d.p.	N	d ¹³ C	d ¹³ C d.p.	d ¹⁵ N	d ¹⁵ N d.p.	N
<i>Cheirodon interruptus</i>	-23,78	2,53	7,52	1,02	16	-24,09	2,22	8,64	0,60	32
Material Vegetal										
Alga	-19,67	3,66	3,22	1,28	6	-19,55	2,42	2,60	1,24	12
Planta C ₃	-27,58	2,81	1,86	2,00	16	-27,32	1,61	3,20	2,26	16
Microcrustáceos										
Zooplâncton	-21,26	0,90	2,64	1,41	5					
Amphipoda						-22,26	1,00	2,79	0,20	8
Matéria orgânica										
SOM	-20,88	2,31	2,11	0,22	5	-21,05	1,70	2,86	1,58	3
POM	-23,92	0,98	2,07	0,45	9	-23,53	0,13	1,99	1,21	6

LEGENDA DAS FIGURAS

Figura 1. Mapa da América do Sul mostrando em pontos pretos as áreas de estudo, a Lagoa Nicola e o Banhado Caçapava presentes na Estação Ecológica do Taim, localizada no Rio Grande do Sul, Brasil.

Figura 2. A) Modelo de mistura das principais fontes alimentares de contribuição relativa na dieta de *Cheirodon interruptus* no banhado Caçapava. Resultados apresentados pelo modelo SIAR com intervalos de credibilidade de 25% a 95%. (50% - cinza escuro; 75% - cinza médio; 95% cinza claro). B) Biplot com os valores isotópicos das principais fontes alimentares no banhado Caçapava. Os pontos cinzas representam os indivíduos da população de *C. interruptus*; em cor preta os valores para alga; em cor vermelha os valores encontrados para microcrustáceo e em cor verde os valores de planta C₃.

Figura 3. A) Modelo de mistura das principais fontes alimentares de contribuição relativa na dieta de *Cheirodon interruptus* na lagoa Nicola. Resultados apresentados pelo modelo SIAR com intervalos de credibilidade de 25% a 95%. (50% - cinza escuro; 75% - cinza médio; 95% cinza claro). B) Biplot com os valores isotópicos das principais fontes alimentares na lagoa Nicola. Os pontos cinzas representam os indivíduos da população de *C. interruptus*; em cor preta os valores para alga; em cor vermelha os valores encontrados para microcrustáceo e em cor verde os valores de planta C₃.

Figura 4. Principais valores da frequência de ocorrência (FO%) e a abundância específica (AE%) para os itens alimentares presentes na dieta de *Cheirodon interruptus* na A) Lagoa Nicola e no B) Banhado Caçapava.

Figura 5. Elipses das áreas isotópicas das principais fontes alimentares de *Cheirodon interruptus*. A) Elipses da população de *C. interruptus* no banhado Caçapava. Pontos pretos são os indivíduos da população; em cor verde a elipse para valores de Alga, em cor vermelha a elipse para valores de Microcrustáceos e na cor azul a elipse de Planta C₃. B) Elipses da população de *C. interruptus* na lagoa Nicola. Pontos pretos são os indivíduos da população; em cor verde a elipse para valores de Alga, em cor vermelha a elipse para valores de Microcrustáceos e na cor azul a elipse de Planta C₃.

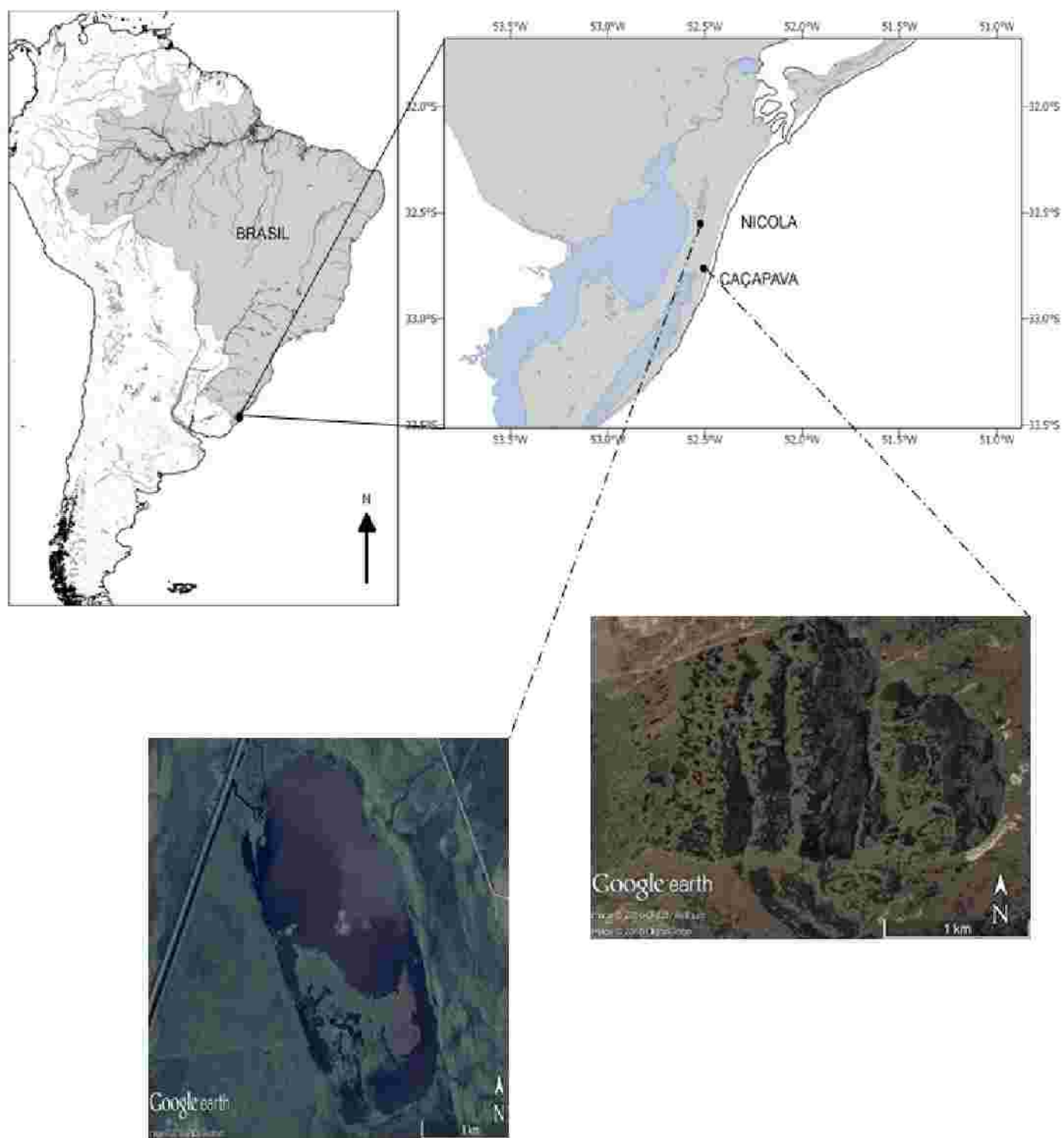


Figura 1.

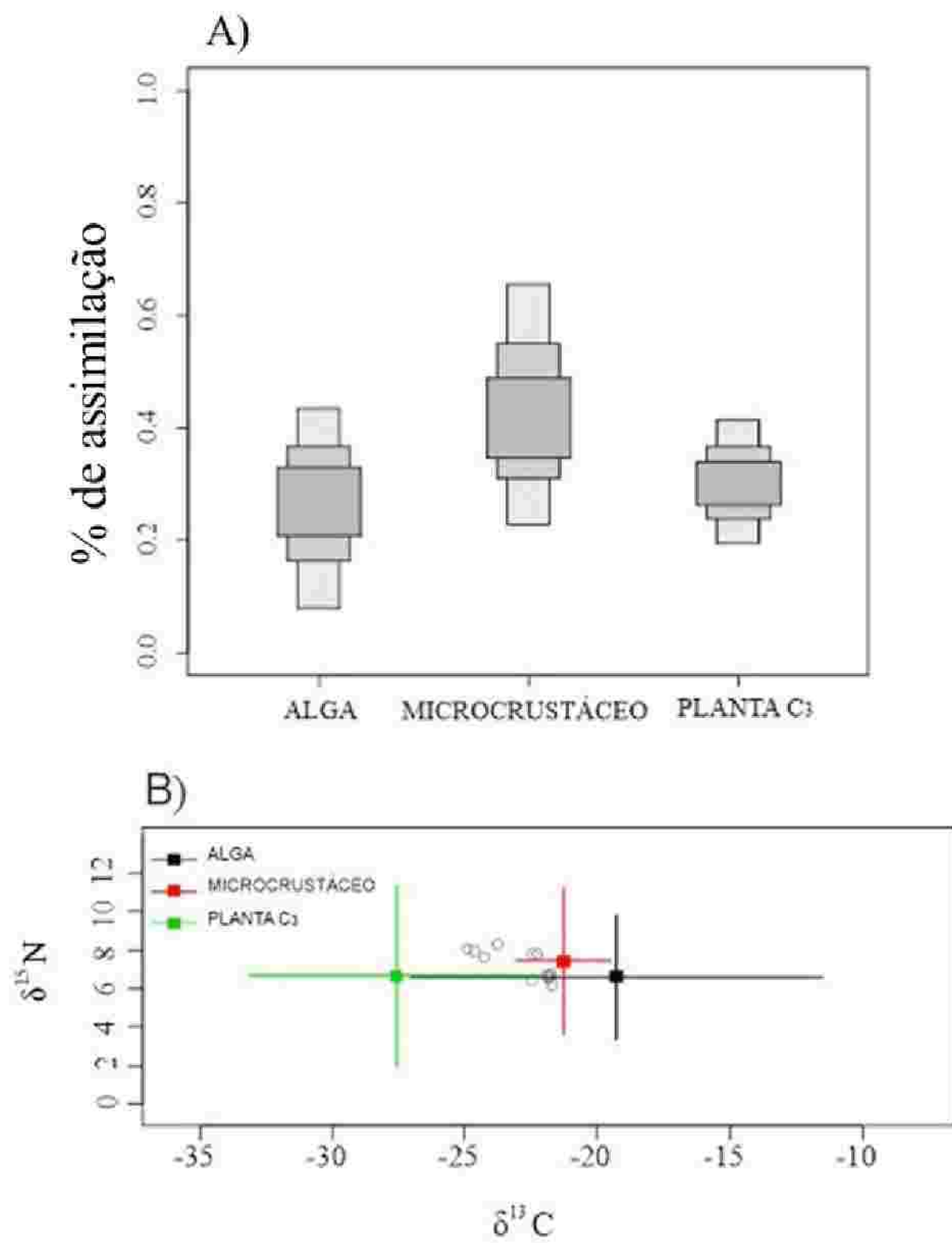


Figura 2.

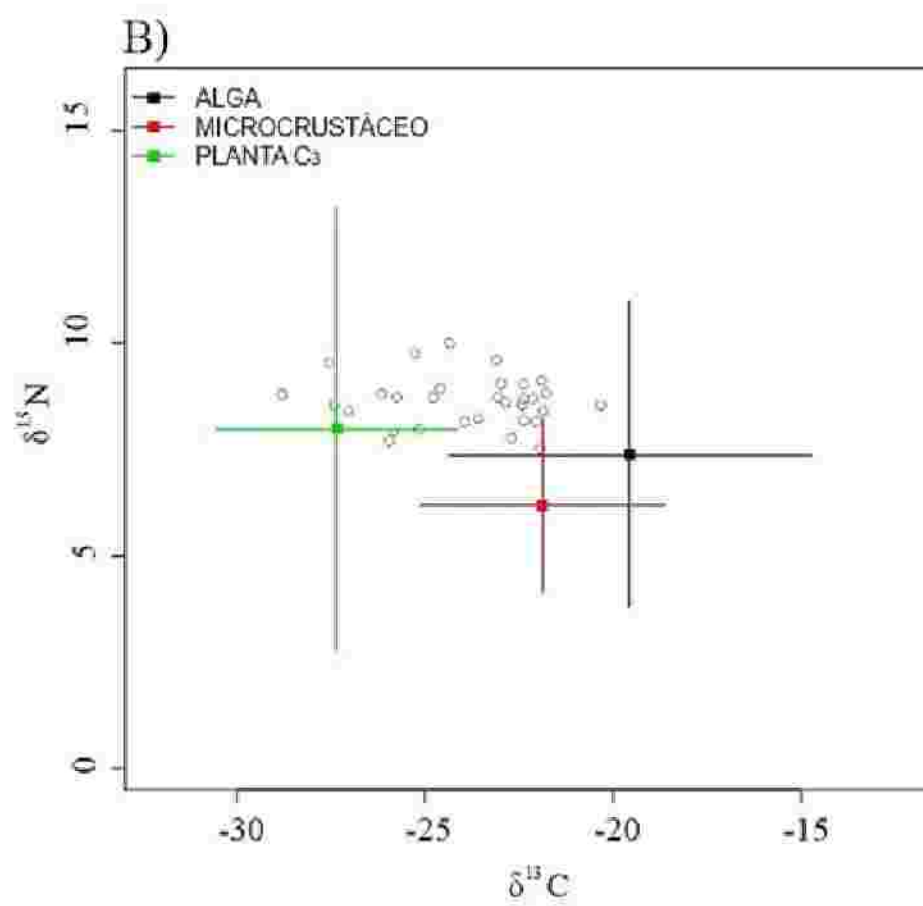
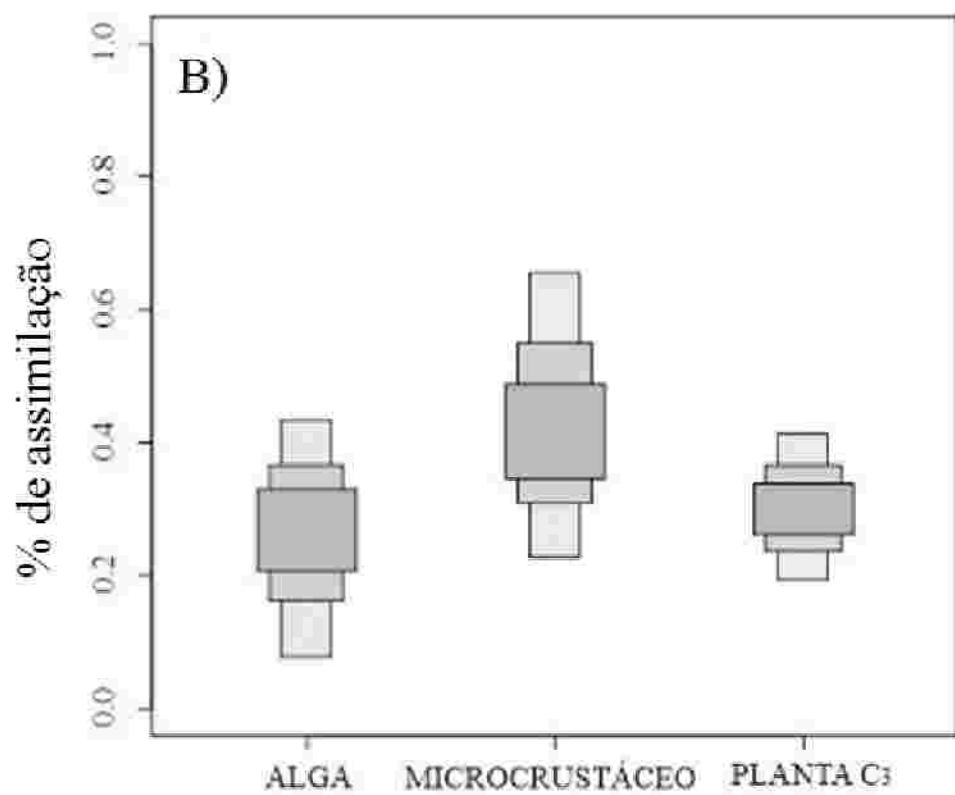


Figura 3.

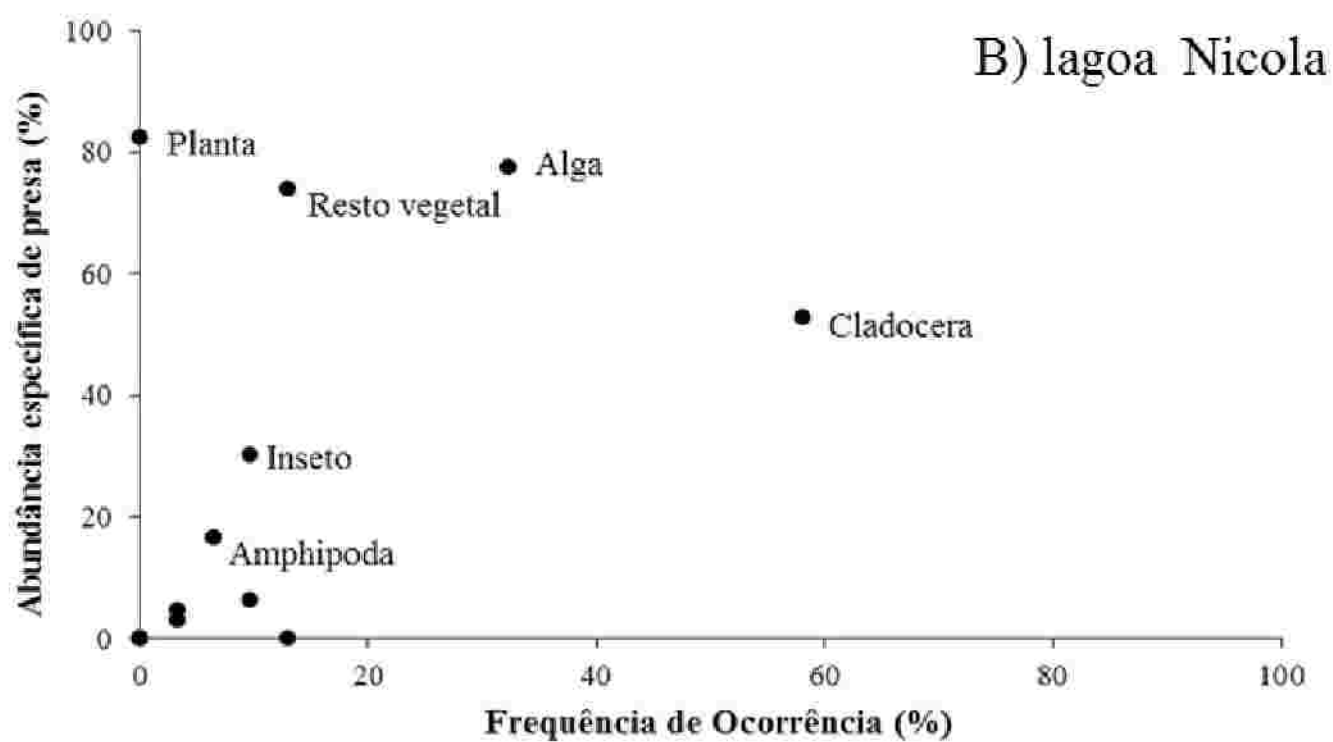
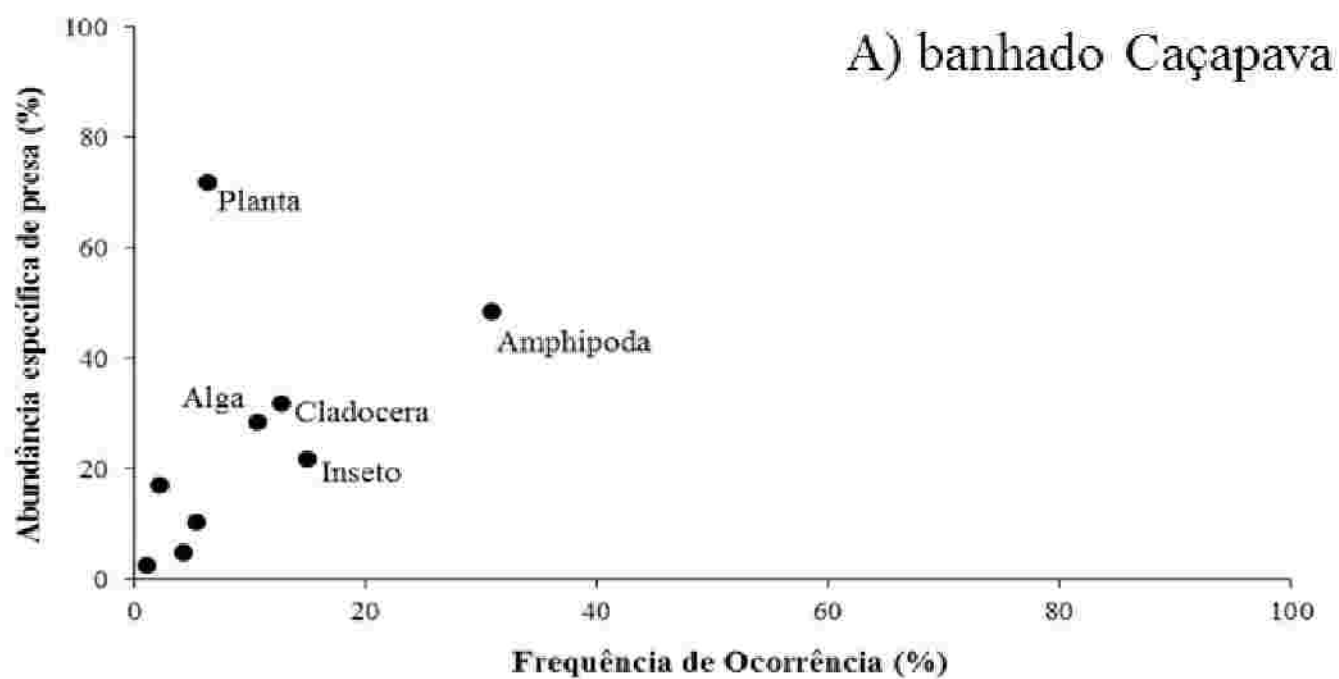


Figura 4.

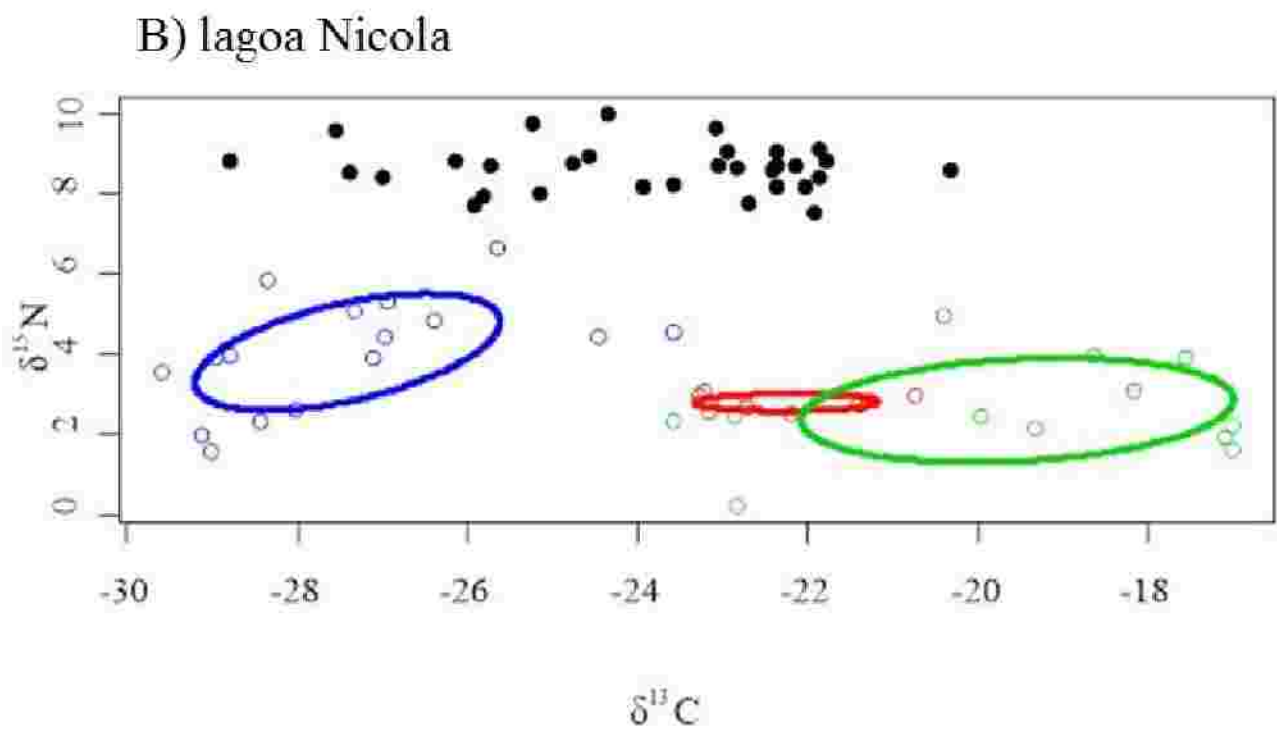
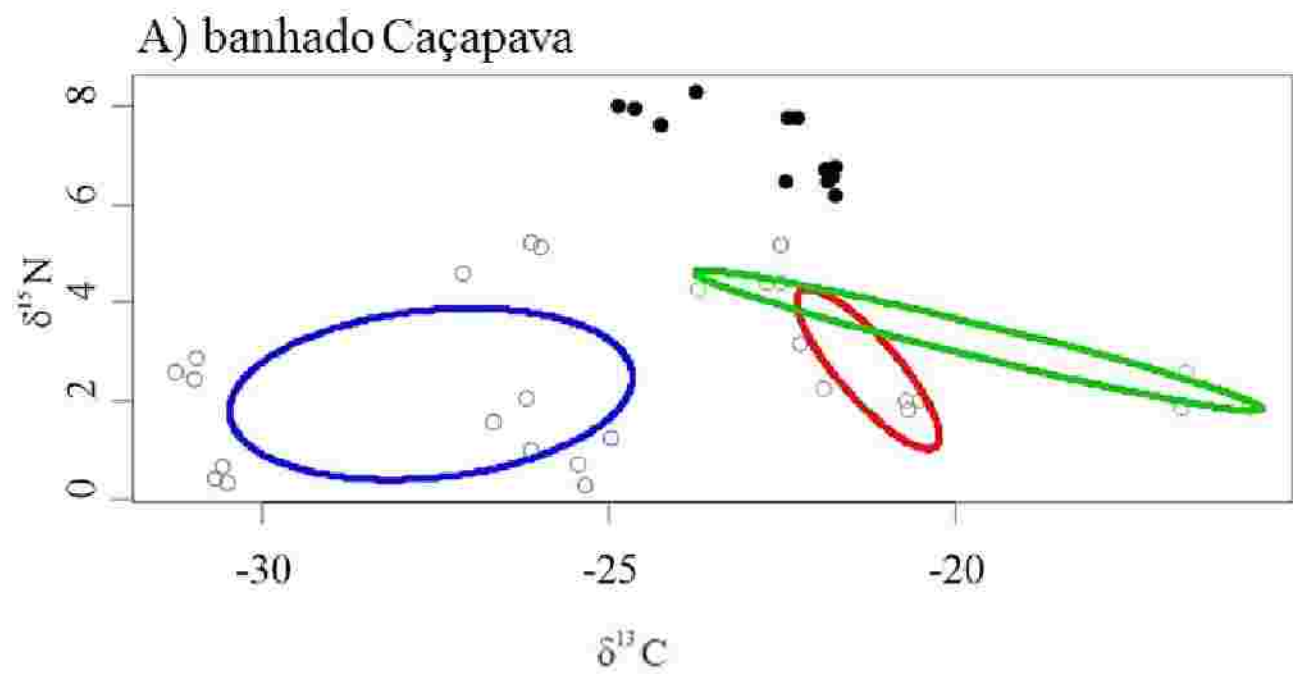


Figura 5.