



UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
CAMPUS CERRO LARGO
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

CARLOS EDUARDO ESPÍNDOLA MELLO

IMPACTO DA INTRODUÇÃO DO MEXILHÃO DOURADO NA ALIMENTAÇÃO
DO *Iheringichthys labrosus* NO MÉDIO RIO URUGUAI.

CERRO LARGO

2019

CARLOS EDUARDO ESPÍNDOLA MELLO

**IMPACTO DA INTRODUÇÃO DO MEXILHÃO DOURADO NA ALIMENTAÇÃO
DO *Iheringichthys labrosus* NO MÉDIO RIO URUGUAI.**

**Trabalho de conclusão de curso apresentado como
requisito para obtenção de grau de licenciando em
Ciências Biológicas da Universidade Federal da
Fronteira Sul.**

**Orientador: Prof. Dr. David Augusto Reynalte
Tataje**

CERRO LARGO

2019

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Mello, Carlos Eduardo Espindola
Impacto da introdução do Mexilhão dourado na
alimentação do *Iheringichthys labrosus* no médio rio
Uruguai / Carlos Eduardo Espindola Mello. -- 2019.
33 f.:il.

Orientador: Doutor David Augusto Reynalte Tataje.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de
Ciências Biológicas-Licenciatura , Cerro Largo, RS ,
2019.

1. Mexilhão dourado. 2. *I. labrosus*. 3. Fator de
condição. I. Tataje, David Augusto Reynalte, orient. II.
Universidade Federal da Fronteira Sul. III. Título.



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
CIRCONDENAÇÃO DO CURSO DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS - LICENCIATURA
Rua José Pinheiro da Fonseca, 1700, São Pedro, Caixa Postal - 89.101-900
contato@uffrs.edu.br; www.uffrs.edu.br

CARLOS EDUARDO ESPINDOLA MELLO

IMPACTO DA INTRODUÇÃO DO MEXILHÃO DOURADO NA ALIMENTAÇÃO DO
MEGALOPTERYGIUS LARBOUS NO MÉDIO RIO URUGUAI

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado como requisito para obtenção de grau de Licenciado em Ciências Biológicas da Universidade Federal da Fronteira Sul.

Orientador: Dr. David Augusto Reynalte Tinajero

Este trabalho de conclusão de curso foi defendido e aprovado pela banca em:

26 / 11 / 2019

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. David Augusto Reynalte Tinajero - UFFS

Prof.ª Dr.ª Daniela Oliveira de Lima - UFFS

Prof.ª Msc. Juliana Felden

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer a minha família, por me incentivarem a realizar uma graduação, principalmente a minha mãe Adriane, por me proporcionar condições para que isso fosse possível, gostaria também de expressar a minha gratidão a minha vó Otília, meus tios Adeline e Odirlei e meus primos Andrei e Lavinia pelo apoio durante todos estes anos.

A minha namorada pelo amor, paciência, carinho e companheirismo durante essa jornada, pelas ajudas no laboratório e por sempre incentivar e continuar me apoiando.

Aos meus amigos, em especial, Amanda, Angélica, Danieles, Eduarda, Felipe, Jéfferson, Pedro e Thamires, e Tacieli por estarem junto comigo desde o início, tanto nos momentos bons como nos momentos ruins. Além dos amigos “peixólogos do seu David”, pelos momentos compartilhados no laboratório.

Ao professor orientador David Augusto Reynalte Tataje por oportunizar a minha participação neste trabalho fascinante, e pelos inúmeros ensinamentos, orientações e incentivo que tornaram possível a conclusão do trabalho.

Por fim um agradecimento especial ao amigo Rodrigo Bastian pelas inúmeras contribuições feitas neste trabalho, assim como os ensinamentos e o conhecimento compartilhado.

Quero agradecer a Deus pela força e por não me deixar desistir desta caminhada

LISTA DE ABREVIACOES

IAL	Insetos alóctones
IAU	Insetos autóctones
PX	Peixes
MV	Material vegetal
MD	Mexilhão Dourado
MO	Moluscos
S	Sedimentos

RESUMO

A invasão dos ecossistemas por organismos exóticos vem se tornando frequente, atualmente podendo ser considerada uma das potências causas para a perda da biodiversidade no planeta terra. O estabelecimento de organismos com características invasoras em um novo ambiente pode causar mudanças irreversíveis na estrutura das suas comunidades biológicas, acarretando a extinção de espécies nativas. Dentre os principais organismos aquáticos invasores destacam-se os crustáceos, peixes e bivalves. Por sua vez as populações de bivalves têm aumentado drasticamente em todo o mundo, sendo inúmeros os efeitos negativos e positivos que ocasionam nos ecossistemas nativos. O *Iheringichthys labrosus* é um peixe que pertence a ordem Siluriformes, que são conhecidos por serem os peixes de couro, apresentando como característica marcante a presença de barbilhões. Neste estudo partimos da hipótese de que o *I. labrosus* esteja consumindo mexilhão dourado no médio rio Uruguai, caso esteja utilizando este bivalve como item alimentar, consideramos que o consumo do mesmo, poderia estar trazendo efeitos positivos tanto quanto negativos para a espécie. As coletas dos exemplares foram realizadas sazonalmente em dois momentos. Anteriormente a presença do mexilhão dourado, sendo essa realizadas em 2008 e após o registro do mexilhão dourado entre 2015 e 2019. Para avaliação da variação espaço-temporal do tamanho dos peixes foi utilizado uma ANOVA unifatorial. Quando os resultados foram estatisticamente significativos, o teste *a posteriori* de Tukey foi aplicado para identificar as diferenças. Foi aplicada uma Análise de Correspondência Destendenciada (DCA) para verificar a variação espaço-temporal dos itens consumidos pelo *Iheringichthys labrosus*. O mesmo conjunto de dados foi submetido ao teste de permutação MRPP (*Multiple Response Permutation Procedure*), visando verificar a consistência, significância e homogeneidade entre os grupos. Para verificar o Fator de condição (K) dos peixes utilizados na análise de conteúdo estomacal foi utilizada a relação comprimento (Lt) - peso (Wt) de todos os peixes capturado nos 6 anos de estudo. Este é o primeiro trabalho que avalia a predação do mexilhão dourado por parte dos peixes no Médio rio Uruguai. Este estudo aponta pontos positivos para o *I. labrosus* considerando o consumo do mexilhão dourado, como o aumento da qualidade fisiológica condicionado por um aumento no Fator de condição (K), assim como uma mudança no hábito alimentar do peixe após a presença do bivalve.

Palavras-chave: Organismos exóticos, populações bivalves, predação do mexilhão dourado.

ABSTRACT

The invasion of ecosystems by exotic organisms has become frequent, and today can be considered one of the potential causes for the loss of biodiversity on planet Earth. The establishment of organisms with invasive characteristics in a new environment can cause irreversible changes in the structure of their biological communities, leading to the extinction of native species. Among the main invasive aquatic organisms are crustaceans, fish and bivalves. In turn, bivalve populations have increased dramatically worldwide, with numerous negative and positive effects on native ecosystems. The *Iheringichthys labrosus* is a fish that belongs to the order Siluriformes, which are known to be leather fish, with the presence of barbels as a striking feature. In this study we started from the hypothesis that *I. labrosus* is eating golden mussel in the middle Uruguay river, if using this bivalve as food item, we consider that its consumption could be having positive effects as well as negative for the species. The samples were collected seasonally in two moments. Previously the presence of the golden mussel, which was held in 2008 and after the registration of the golden mussel between 2015 and 2019. To evaluate the spatiotemporal variation of fish size, a one-way ANOVA was used. When the results were statistically significant, Tukey's a posteriori test was applied to identify the differences. A Deduced Correspondence Analysis (DCA) was applied to verify the spatiotemporal variation of items consumed by *Iheringichthys labrosus*. The same data set was submitted to the Multiple Response Permutation Procedure (MRPP) permutation test, aiming to verify the consistency, significance and homogeneity between the groups. To verify the Condition Factor (K) of the fish used in the stomach content analysis, we used the length (Lt) - weight (Wt) ratio of all fish caught in the 6 years of study. This is the first work to evaluate the predation of golden mussel by fish in the Middle Uruguay River. This study points out positive points for *I. labrosus* considering the consumption of golden mussel, such as the increase in physiological quality conditioned by an increase in the condition factor (K), as well as a change in the fish eating habits after the presence of bivalve.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Área de estudo no médio rio Uruguai.....	14
Figura 2: Resultado da análise de variância (ANOVA) aplicada ao peso dos <i>Iheringichthys labrosus</i> , tanto nos trechos (A), quanto nos anos (B) do estudo realizado no Médio rio Uruguai no período de 2008 a 2019.....	15
Figura 3: Fator de Condição (K) do peixe <i>Iheringichthys labrosus</i> nos diferentes anos de estudo realizado no Médio rio Uruguai, Brasil. O valor médio de K considerando todos os exemplares coletados está sendo representado pela linha vermelha.....	18
Figura 4: Frequência de ocorrência do <i>Limnoperna fortunei</i> no conteúdo estomacal do peixe <i>Iheringichthys labrosus</i> no período de 2008 a 2019 em três trechos do Médio rio Uruguai, RS, Brasil.....	20
Figura 5: Resultado da Análise de Correspondência Destendenciada (DCA) aplicada a matriz de dados dos diferentes itens alimentares do conteúdo estomacal do <i>Iheringichthys labrosus</i> capturados entre os anos de 2008 e 2019 em três trechos do rio Uruguai.....	21

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Informações sobre os seis sítios de amostragem no Médio rio Uruguai, Brasil onde foram realizadas as capturas de <i>Iheringichthys labrosus</i> no período entre 2008 e 2019.....	14
Tabela 2: Índice Alimentar calculado para os diferentes itens alimentares presentes no conteúdo estomacal do <i>Iheringichthys labrosus</i> nos diferentes anos de estudo realizado no Médio rio Uruguai, RS, Brasil.....	19
Tabela 3: Correlação dos itens alimentares encontrados no <i>Iheringichthys labrosus</i> com os eixos da Análise de Correspondência Destendenciada (DCA).....	22
Tabela 4. Resultados da análise de MRPP, comparando os itens alimentares encontrados no <i>Iheringichthys labrosus</i> nos diferentes anos (A) e trechos de estudo (B) realizado no Médio rio Uruguai no período de 2008 a 2019.....	23

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2.1. ÁREA DE ESTUDO	15
2.2. COLETA E AMOSTRAGEM.....	17
2.3 . ANÁLISE EM LABORATÓRIO.....	17
2.4. ANÁLISE ESTATÍSTICO.....	17
5. DISCUSSÃO	26
6. CONCLUSÃO	29
7. REFERÊNCIAS.....	30

1. INTRODUÇÃO

A invasão de ecossistemas terrestres e aquáticos por organismos exóticos é, atualmente, uma das mais importantes causas de perda de biodiversidade em nosso planeta. O estabelecimento de organismos invasores em um novo ambiente pode resultar em uma mudança irreversível na estrutura de suas comunidades biológicas e acarretar a extinção de espécies nativas. Dentre os principais organismos aquáticos invasores destacam-se alguns crustáceos, peixes e bivalves (KATSANEVAKIS, 2014).

As populações de bivalves introduzidos têm aumentado dramaticamente em todo o mundo, e são inúmeros os efeitos negativos e positivos que ocasionam nos ecossistemas nativos (HATTALA, KAHNLE, 2004; AVILA-SIMAS et al., 2019a). Alguns dos efeitos mais claros acontecem nas interações tróficas dos ecossistemas onde entram (NOONBURG, SHUTE, ABRAMS, 2003; KARATAYEV et al., 2007). Dentre os impactos positivos existe o aumento da biomassa ou da qualidade fisiológica dos predadores dos bivalves exóticos (MOLLOY et al., 1997; BOLTOVSKOY et al., 2006) e do negativo a redução da biomassa dos peixes zooplantívoros (HATTALA, KAHNLE, 2004) devido a competição pelo mesmo alimento com o bivalve. Mesmo em peixes que são importantes predadores de bivalves podem existir efeitos negativos relacionados a baixa assimilação dos nutrientes do bivalve, a presença de conchas que não são assimiláveis e que podem ocasionar danos ao trato intestinal ou ainda aumentar o custo energético por digerir estes organismos (FRENCH, BUR, 1996; NAGELKERKE, SIBBING, 1996; MAGOULICK, LEWIS, 2002).

Desde que foi introduzido no Rio de la Plata (PASTORINO et al., 1993), o bivalve exótico *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857), conhecido como mexilhão dourado, colonizou praticamente toda a bacia hidrográfica do Rio da Plata, incluindo partes da Bolívia, Paraguai, Uruguai e Brasil em densidades que podem atingir até mais de 140.000 indivíduos/m² (LOPES, VIEIRA, 2012). Recentemente Pessotto e Nogueira (2018) documentaram a presença do mexilhão-dourado no rio Uruguai, de acordo com os autores a entrada do mexilhão dourado no rio Uruguai aconteceu na região baixa em 2003, na região alta em 2012 e na região do alto Médio Uruguai em 2014 quando apenas detectou-se a presença de 1,0 indivíduo/m². Apesar do avanço do mexilhão dourado na bacia, são escassos os estudos que visam avaliar o efeito deste organismo na dieta da fauna nativa (AVILA-SIMAS et al., 2019a; AVILA-SIMAS et

al., 2019b). Nesta bacia ele tem se tornado importante na dieta de mais de 30 espécies nativas (PROTOGINO, 2005; BOLTOVSKOY et al., 2006; AVILA-SIMAS et al., 2019a) dentro dessa lista encontra-se o *Iheringichthys labrosus*.

O *Iheringichthys labrosus* (Lutken, 1874) é um peixe pertencente a ordem Siluriformes, os conhecidos peixes de couros que tem como característica marcante a presença de barbilhões (BATISTA et al., 2015). Este peixe pode ser encontrado na América do Sul, mais especificamente nas bacias do rio Paraná e do rio Uruguai (BURGESS, 1989). No que diz respeito a alimentação o *I. labrosus* classifica-se como onívoro, em seu ambiente natural costuma se alimentar de moluscos bivalves, gastrópodes, larvas de dípteros e insetos terrestres, além disso existem registros de algas diatomáceas presentes em seu estomago, que muito provavelmente foram ingeridas indiretamente (ABES et al., 2001).

No presente estudo hipotetizamos que o *I. labrosus* esteja consumindo mexilhão dourado no Médio rio Uruguai e que o consumo desse item, poderia estar trazendo efeitos positivos para a espécie. Incluindo melhoras nas taxas de crescimento e melhor qualidade fisiológica. Nesse sentido, o presente estudo visa: (i) verificar se o *I. labrosus* está se alimentando do mexilhão dourado; (ii) determinar em que trechos do Médio rio Uruguai existe um maior consumo do mexilhão; (iii) determinar desde que ano ele está sendo consumido; (iv) comparar temporalmente o consumo do mexilhão; (v) comparar o tamanho e o fator de condição dos peixes ao longo do tempo.

2 METODOLOGIA

2.1 ÁREA DE ESTUDO

O rio Uruguai nasce na Serra Geral, da confluência dos rios Canoas e Pelotas, aproximadamente a 1.200 metros do nível do mar e percorre um total de 2.262 km até desembocar no estuário do Prata, do qual fazem parte também os rios Paraná e Paraguai. No seu percurso total, o rio Uruguai pode ser dividido em três regiões, separadas por barreiras físicas: o Salto Yucumã separa a região do Alto Uruguai do Médio Uruguai, enquanto a barragem de Salto Grande, onde antigamente havia uma queda da água com o mesmo nome, separa o Médio do Baixo Uruguai (ZANIBONI-FILHO; SCHULZ, 2003). O Médio Uruguai inicia numa altitude aproximada de 130 m acima do nível do mar, percorrendo cerca de 800 km com uma declividade média de 0,16% (ZANIBONI-FILHO; SCHULZ, 2003).

A área de estudo localiza-se no Médio rio Uruguai nos Biomas Mata Atlântica e Pampa com seis sítios de estudo agrupados em três trechos de rio. O trecho 1 (T1) localizado no início do Médio Uruguai que inclui os sítios S1 e S2, localizados nos municípios de Derrubadas e Esperança do Sul, RS, respectivamente. O T1 se caracteriza pela presença de uma calha de rio mais estreita, presença de mata ciliar preservada, principalmente em S1 e por apresentar uma elevada velocidade da água. O trecho 2 (T2) localizado a aproximadamente 134 km de T1 que inclui os sítios S3 e S4, localizados nos municípios de Alecrim e Porto Vera Cruz, RS, respectivamente. O T2 se caracteriza por apresentar um aumento na largura do rio, a presença de corredeiras seguida de poços extensos e uma menor presença de mata ciliar. E o trecho 3 (T3) localizado na região intermedia do Médio Uruguai, a 115 km de T2 e que inclui os sítios S5 e S6, localizados nos municípios de São Nicolau e São Borja, RS, respectivamente. O T3 se caracteriza por ser o único no Bioma Pampa, com a presença de áreas de inundação mais presentes em S6 e onde o número de poços diminui e aumenta a largura do rio (**Figura 1 e Tabela 1**)

Figura 1: Área de estudo no médio rio Uruguai.

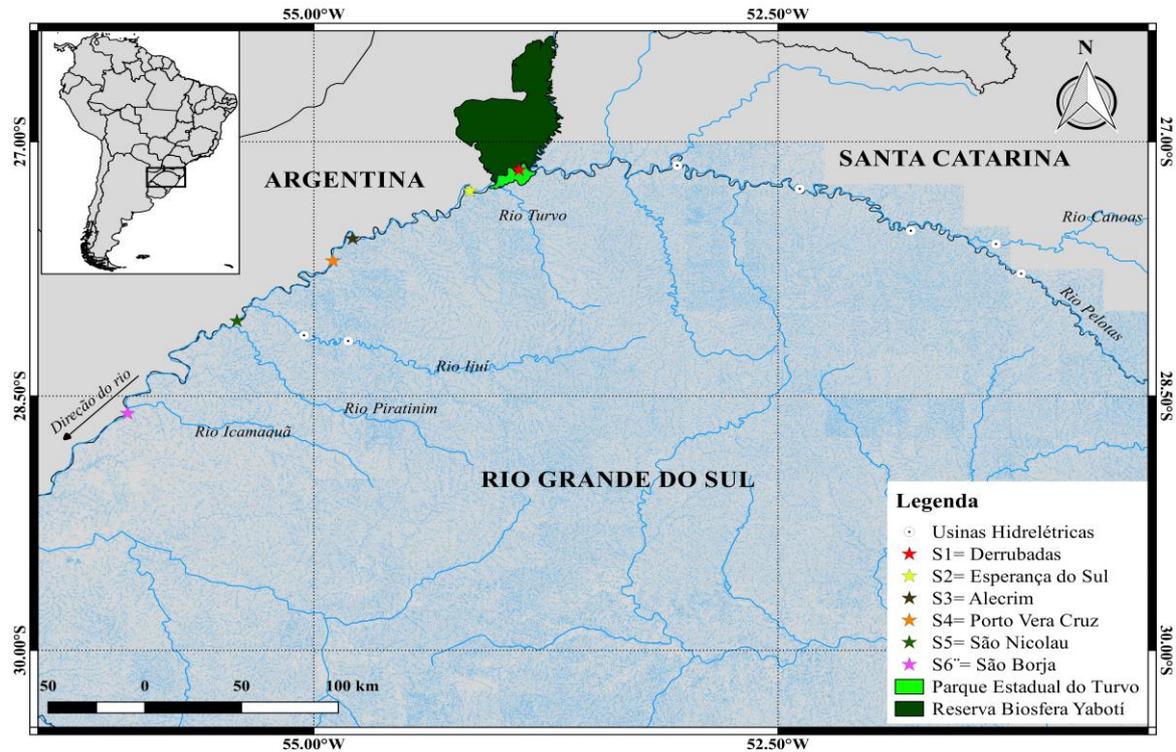


Tabela 1. Informações sobre os seis sítios de amostragem no Médio rio Uruguai, Brasil onde foram realizadas as capturas de *Iheringichthys labrosus* no período entre 2008 e 2019. * Distância em km do início do Médio rio Uruguai.

Trecho	Local de amostragem (*)	Descrição do Habitat	Coordenadas		Profundidade (m)	Largura (m)	Altitude (m)	Municípios (RS, Brasil)
T1	S1 (16 km)	Corredeiras e poços	27°10'.64"S	55°55'24"W	3/12	280	135	Derrubadas
	S2 (41 km)	Corredeiras e poços	27°18'.70"S	54°06'33"W	18	405	123	Esperança do Sul
T2	S3 (175 km)	Poços extensos	27°34'.26"S	54°49'55"W	14	840	96	Alecrim
	S4 (217 km)	Poços extensos	27°42'.01"S	54°53'47"W	3	790	91	Porto Vera Cruz
T3	S5 (332 km)	Corredeiras e poços	28°04'.44"S	55°25'38"W	4	1230	69	São Nicolau
	S6 (450 km)	Área de inundação	28°34'.15"S	56°0.9'51"W	2/19	1250	52	São Borja

2.2 COLETA E AMOSTRAGEM

As coletas dos peixes foram realizadas em dois momentos, onde 126 peixes foram capturados. Antes da presença do mexilhão-dourado com coletas realizadas em 2008 e após a entrada do mexilhão dourado em coletas realizadas entre 2015 e 2019.

As coletas das amostras foram realizadas através de redes de emalhar do tipo malhadeira: 20 m x 2 m, 30 m x 2 m, 50 m x 4 m, malhas (entre-nos) 1,5 cm, 2 cm, 2,5 cm, 3 cm, 4cm, e 8 cm; feiteceiras: 30m x 3m, malhas (entre-nos) 15/3/15 cm, 15/4/15 cm e 15/5/15 cm. Ainda foram utilizados dois espinheis com 100 m de comprimento, possuindo 30 anzóis médios cada, os mesmos foram instalados no fim do dia, posteriormente retirados ao amanhecer do dia seguinte, permanecendo em média 14 horas na água. Foram obtidas algumas variáveis ambientais através de equipamento multiparâmetro, utilizado para obter medidas de temperatura (C°), oxigênio dissolvido (mg/L), condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$) e pH. Para obter as medidas de velocidade foi utilizado um fluxômetro mecânico. A transparência da água foi verificada através do disco de Secchi. A leitura das variáveis ambientais ocorreu de forma simultânea a instalação do material de pesca.

2.3 ANÁLISE EM LABORATÓRIO

Os conteúdos estomacais foram expostos em placas de petri sob microscópio estereoscópio para análise e identificação de itens alimentares consumidos. Os itens alimentares encontrados foram identificados ao menor nível taxonômico possível e agrupados de acordo com sua origem: alóctones, autóctones, animal ou vegetal e ordem taxinômica. Cada item foi quantificado quanto ao volume (mm^3) utilizando papel milimetrado, com altura fixa de um milímetro. Após, os dados foram anotados e os itens recondicionados em potes acrílicos com álcool 70%. (HYSLOP, 1990)

2.4 ANÁLISE DE DADOS

Para avaliação da variação espaço-temporal do tamanho dos peixes foi utilizado ANOVA unifatorial onde foi considerado como fatores os anos e os trechos do rio. Quando os resultados foram estatisticamente significativos, o teste *a posteriori* de Tukey foi aplicado para identificar as diferenças.

Foi aplicada uma Análise de Correspondência Destendenciada (DCA) para verificar a variação espaço-temporal dos itens consumidos pelo *Iheringichthys labrosus*. O mesmo

conjunto de dados foi submetido ao teste de permutação MRPP (*Multiple Response Permutation Procedure*), visando verificar a consistência, significância e homogeneidade entre os grupos.

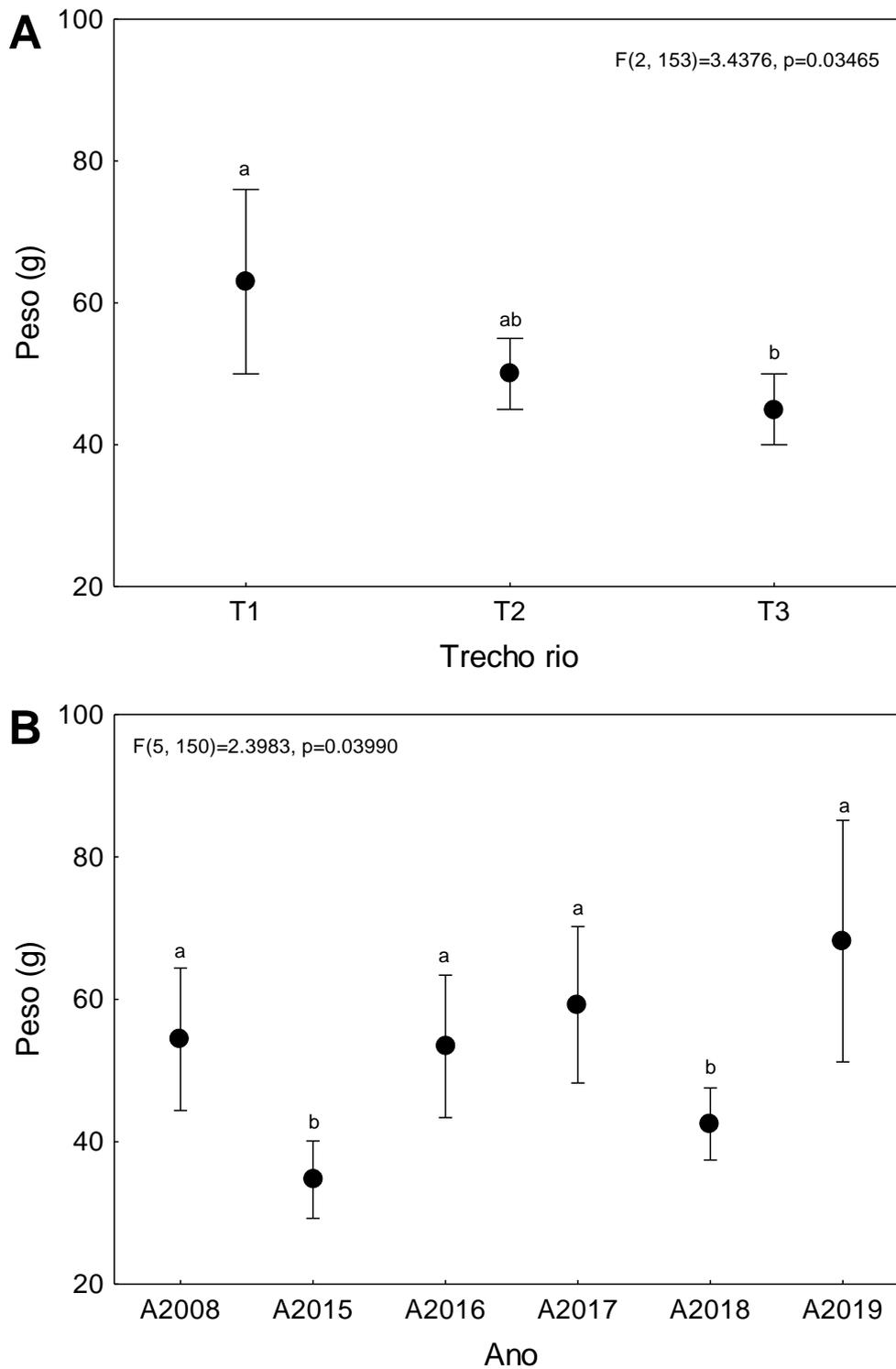
Para verificar o Fator de condição (K) dos peixes utilizados na análise de conteúdo estomacal foi utilizada a relação comprimento (Lt) - peso (Wt) de todos os peixes capturado nos 6 anos de estudo. Esta análise foi utilizada com o intuito de verificar a variação de peso em função da variação de comprimento utilizando a seguinte formula: $(K=Wt/Lt)$ e inferir através de seu uso a condição fisiológica presente dos peixes de cada ano de estudo.

RESULTADOS

Exemplares analisados de *Iheringichthys labrosus*

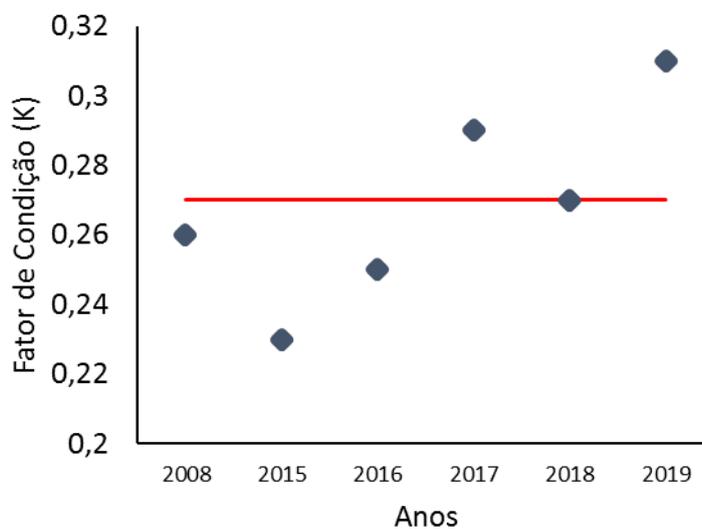
O comprimento total dos peixes estudados variou entre 70 e 230 mm, com peso médio dos exemplares de 70,2 g ($\pm 21,8$). A Análise de variância (ANOVA) mostrou que existe uma diferença significativa no peso médio dos indivíduos de *I. labrosus* nos trechos estudados ($P < 0,05$). Os peixes apresentaram maior peso médio em T1 e o menor peso em T3 (Tukey, $P < 0,05$; **Figura 2A**). ANOVA também mostrou que existe uma diferença significativa no peso médio dos *I. labrosus* ao longo dos anos ($P < 0,05$). Os maiores pesos médios foram encontrados nos anos de 2008, 2016, 2017 e 2019 (Tukey, $P < 0,05$; **Figura 2B**).

Figura 2: Resultado da análise de variância (ANOVA) aplicada ao peso dos *Iheringichthys labrosus*, tanto nos trechos (A), quanto nos anos (B) do estudo realizado no Médio rio Uruguai no período de 2008 a 2019.



O fator de condição (K) médio para *I. labrosus* considerando todos os anos foi de 0,27. Nos anos 2008, 2015 e 2016 o valor de K se manteve abaixo da média, já no período 2017 a 2019, o valor de K se manteve igual ou superior à média, chegando a alcançar o valor mais alto no ano de 2019 com 0,31 (**Figura 3**).

Figura 3: Fator de Condição (K) do peixe *Iheringichthys labrosus* nos diferentes anos de estudo realizado no Médio rio Uruguai, Brasil. O valor médio de K considerando todos os exemplares coletados está sendo representado pela linha vermelha.



Composição do conteúdo estomacal de *Iheringichthys labrosus*

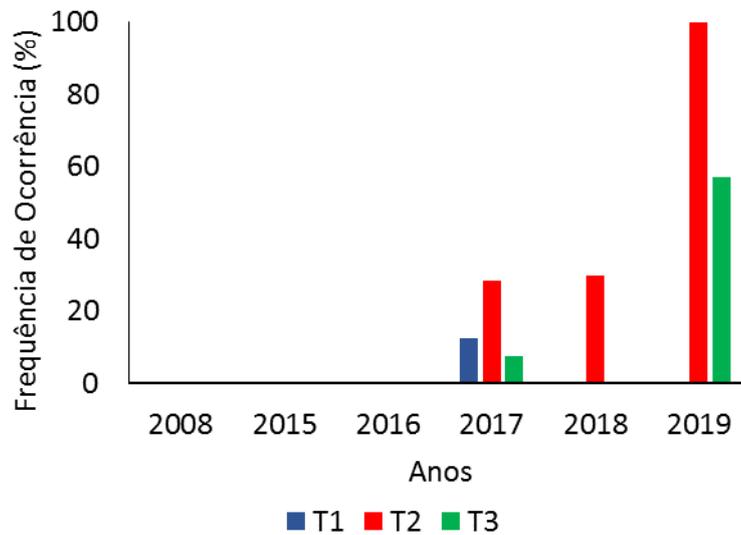
Foram analisados o conteúdo estomacal de 126 indivíduos de *Iheringichthys labrosus* neles foram encontrados diferentes recursos alimentares, como: insetos alóctones (IAL), insetos autóctones (IAU), material vegetal (MV), sedimento (S), restos de peixes (PX), moluscos (MO) e o mexilhão dourado *Limnoperna fortunei* (MD), além de material com alto grau de digestão que impediu a identificação. Dos diferentes itens alimentares encontrados nos estômagos dos peixes, os que apresentaram os maiores valores de índice alimentar foram IAU e MO. O índice alimentar anual calculado para os diferentes itens presentes no conteúdo estomacal está apresentado na **Tabela 2**.

Tabela 2: Índice Alimentar (IA%) calculado para os diferentes itens alimentares presentes no conteúdo estomacal do *Iheringichthys labrosus* nos diferentes anos de estudo realizado no Médio rio Uruguai, RS, Brasil.

Itens Alimentares	Ano					
	2008	2015	2016	2017	2018	2019
Insetos autóctones	27,3	26,9	28,4	28,2	29,3	3,9
Insetos alóctones	0,1	0,5	2,1	4,5	0	3,5
Moluscos	4,7	6,8	0,5	7,0	12,5	12,1
Mexilhão dourado	0	0	0	0,5	0,3	10,7
Escama de peixes	0	0	0,1	3,2	0	0
Material vegetal	0,5	0,9	5,6	0,7	1,0	1,9
Sedimento	0,1	1,8	0,4	0	0,7	6,5
Material digerido	67,3	63,1	62,9	55,8	56,1	61,5
Outros	0	0	0	0,1	0	0

Numa análise temporal, o item mexilhão dourado começou a ser verificado nos estômagos de *I. labrosus* a partir do ano 2017, nesse ano ele foi registrado nos peixes dos três trechos estudados, com maior presença no T2. Ainda foram registrados peixes contendo mexilhão dourado nos anos 2018 e 2019, sendo que no último ano a frequência de ocorrência deste item chegou a ser de 100% para os exemplares do T2 e de quase 60% para o T3 (**Figura 4**).

Figura 4: Frequência de ocorrência (FO%) do *Limnoperna fortunei* no conteúdo estomacal do peixe *Iheringichthys labrosus* no período de 2008 a 2019 em três trechos do Médio rio Uruguai, RS, Brasil.



A análise de correspondência destendenciada (DCA) aplicada ao IA dos itens alimentares encontrados no estomago de *I. labrosus* produziu dois eixos que foram retidos para interpretação: o eixo 1 (DCA1), que representou 41,9%, e o eixo 2 (DCA2), que representou 9,7% do total da variação espaço-temporal do conteúdo alimentar (Figura 5). Dentre esses dois eixos, a DCA1 mostrou um gradiente espacial e temporal na área estudada. Neste eixo, foi observado que os anos 2017 e 2019 do T2 estiveram segregados do lado direito da plotagem relacionados pela presença do mexilhão dourado ($r=-0.66$). No lado esquerdo da ordenação foi observado os pontos dos outros anos e trechos estudados e onde não foi verificada uma correlação clara com algum item alimentar específico (**Tabela 3**).

Figura 5: Resultado da Análise de Correspondência Destendenciada (DCA) aplicada a matriz de dados dos diferentes itens alimentares do conteúdo estomacal do *Iheringichthys labrosus* capturados entre os anos de 2008 e 2019 em três trechos do rio Uruguai. A= Plotagem dos sítios e anos; B= Plotagem dos itens alimentares. IAL= Insetos alóctones; IAU= Insetos autóctones; MD= Mexilhão dourado; MO= Moluscos; MV= Material Vegetal; PX= Resto de peixes e S= Sedimento.

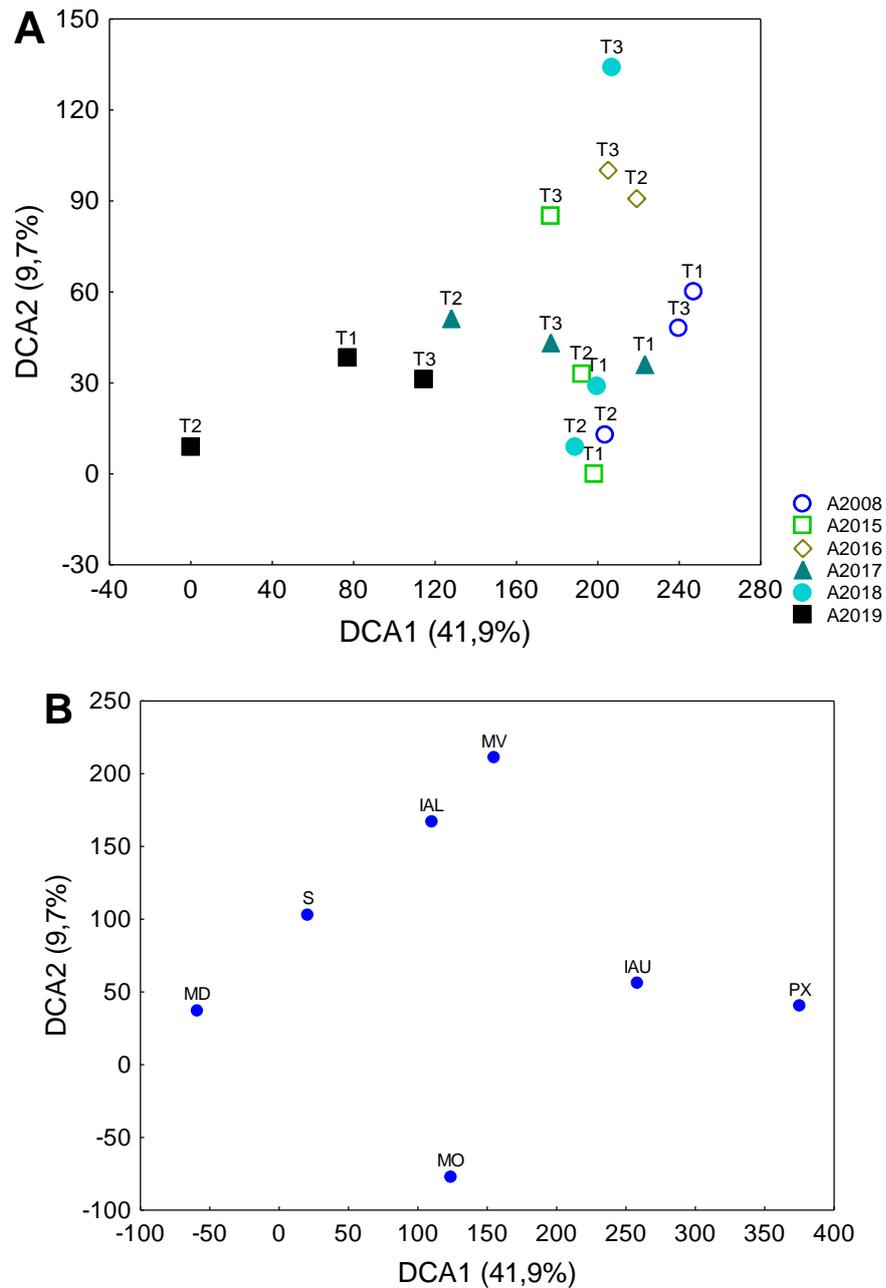


Tabela 3: Correlação dos itens alimentares encontrados no *Iheringichthys labrosus* com os eixos da Análise de Correspondência Destendenciada (DCA). IAL= Insetos alóctones; IAU= Insetos autóctones; MD= Mexilhão dourado; MO= Moluscos; MV= Material Vegetal; PX= Resto de peixes e S= Sedimento.

Itens alimentares	DCA1	DCA2
IAL	-0,05	0,15
IAU	0,42	-0,05
MD	-0,66	-0,27
MO	-0,09	-0,36
MV	0,05	0,37
PX	0,44	-0,05
S	-0,31	-0,09

A MRPP mostrou uma tendência semelhante à observada na DCA. Para esta análise houve diferenças no conjunto de alimentos consumidos entre os diferentes anos ($T=-8,79$; $A=0,08$; $P=0,000$) e onde o conteúdo dos anos 2017 e 2019 foi diferente aos demais anos de estudo (**Tabela 4A**). Por outro lado, quando comparado o conteúdo estomacal de peixes capturados nos três trechos de estudo foi também observado diferença entre os trechos ($T= -4,53$; $A= 0,02$; $P=0,002$) onde os T2 e T3 são iguais entre si e diferentes do T1 (**Tabela 4B**).

Tabela 4. Resultados da análise de MRPP, comparando os itens alimentares encontrados no *Iheringichthys labrosus* nos diferentes anos (A) e trechos de estudo (B) realizado no Médio rio Uruguai no período de 2008 a 2019. Valores de T em negrito indicam diferença estatística ($P < 0,05$).

A

Ano	2008	2015	2016	2017	2018	2019
2008		-0.03	-0.35	-11.47	0.02	-7.73
2015			-0.14	-9.20	-0.71	-5.53
2016				-4.35	-8.83	-4.20
2017					-1,27	-4.81
2018						-5.73

B

Trecho	T1	T2	T3
T1		-5,38	-2,44
T2			-1,75

5 DISCUSSÃO

Este estudo demonstra que o *I. labrosus* consome mexilhão dourado e que o consumo deste bivalve pode aumentar o seu fator de condição. Antes da chegada do mexilhão dourado os principais itens consumidos eram os insetos autóctones e depois os moluscos. Após a chegada do mexilhão dourado e com o passar dos anos, os moluscos passaram a ser os organismos mais consumidos, no último ano de estudo do total de moluscos registrados no estômago quase a metade correspondia a indivíduos de mexilhão dourado. Este é o primeiro trabalho no Médio rio Uruguai que avalia a predação do mexilhão dourado por parte dos peixes.

Os peixes de água doce se caracterizam por apresentar uma alta plasticidade alimentar, utilizando uma grande variedade de recursos alimentares (PETRY et al., 2011). O *I. labrosus* por sua vez se caracteriza por apresentar um grande oportunismo trófico (OLIVEIRA et al., 2010), ou seja, podem se beneficiar de alguns recursos alimentares incomuns a sua dieta, mas que por acaso estão amplamente disponíveis no meio, de maneira temporária ou permanente, situação que se aplica a predação do *I. labrosus* dos mexilhões dourados. Diversos autores que realizaram estudos em diferentes bacias hidrográficas constataram que a presença do mexilhão dourado no ambiente promove mudanças na dieta de algumas espécies que por ventura utilizaram esta espécie como recurso alimentar (CASTANHÊDE et al., 2008; OLIVEIRA et al., 2010; VIEIRA, 2012) inclusive de outros Siluriformes tais como o *Pterodoras granuloso*, o *Pimelodus maculatus* e o *Paraloricaria vetula* (JUNIOR; GIAMAS, 2008; AVILA-SIMAS et al., 2019a).

Quanto ao mexilhão dourado a sua presença nos estômagos dos peixes foi registrada a partir de 2017, porém atingiu um valor elevado de IA apenas em 2019. Darringran (2002) afirma que o mexilhão dourado é uma espécie que apresenta uma taxa de reprodução bastante acentuada, além disso pontua que quando a espécie se encontra em locais onde não é natural e não apresenta predadores naturais eficientes para o controle da espécie, acabam por formar grandes aglomerados populacionais.

Comparando os três anos nas quais foi registrado mexilhão dourado no estômago de *I. labrosus* pode se observar que no ano de 2018 houve uma redução no consumo deste organismo que coincidiu com a captura de peixes de menor tamanho quando comparado com

os anos 2017 e 2019. Especulamos em base a este resultado que o consumo do bivalve possa estar sendo realizado principalmente por peixes de maior tamanho. Observações em laboratório mostraram que alguns exemplares de *I. labrosus* de menor tamanho, onde o mexilhão dourado apresentava um tamanho maior os estômagos apresentavam um estado de rompimento e exposição do material digerido.

Fazendo uma análise espaço-temporal, podemos ver que apenas no ano de 2017 foi verificado a presença do mexilhão dourado nos três trechos estudados. Também pode ser observado que após o primeiro registro em 2017 sempre houve peixes do T2 com presença de mexilhão no estômago e onde inclusive no último ano 100% dos peixes apresentavam o bivalve. Consideramos que este trecho do rio Uruguai com seus poços mais extensos possibilita um ambiente mais apropriado para o desenvolvimento do mexilhão dourado do que os ambientes mais correntosos do T1, onde foi verificado apenas num ano e no T3 que apresenta uma área de planície com corredeiras. Alguns autores indicam que a velocidade da água está inversamente relacionada com o aumento populacional destes organismos já que dificulta a fixação (MORTON, 1973, 1977; DARRIGAN & BAMBORENEA, 2006) o que explicaria a menor presença no T1. Já outros autores (MORTON, 1982; PEREIRA et al., 2012) indicam que o tipo de fundo também pode influenciar no aumento populacional do mexilhão, assim fundo pedregoso como o verificado no T2 é mais propício para a fixação do que o fundo mais arenoso do T3.

O *I. labrosus* apresentou um Fator de Condição médio de 0,27 durante o período de estudo, segundo Vazzoler (1996) o fator de condição expressa as condições nutricionais recentes de um organismo. O fator de condição esteve acima da média a partir do ano de 2017, atingindo seu maior valor em 2019, curiosamente a aparição destes valores acima da média estiveram diretamente correlacionados com o período de surgimento do mexilhão dourado no conteúdo estomacal, indicando que ele possa estar sendo nutricionalmente benéfico para o *I. labrosus*.

As invasões biológicas por organismos aquáticos exóticos representam um importante fator de transformação ambiental, cujas consequências normalmente são inesperadas. A entrada do mexilhão dourado parece ser benéfica para o *I. labrosus*, visto que ele além de se alimentar do bivalve está tendo uma melhor condição fisiológica. Entretanto, os efeitos do mexilhão dourado podem ser diversos no rio Uruguai e alguns deles não tão benéficos, como por exemplo prejuízos na cadeia e interações tróficas, assim como interferência nas comunidades tróficas podendo ocasionar extinções de espécies nativas. No geral a presença de

espécies exóticas pode trazer terríveis prejuízos ecológicos e inclusive impactos econômicos e sociais, estes últimos são bem conhecidos para o mexilhão dourado, como a formação de massas incrustantes causando o entupimento de tubulações e filtros em estações de tratamento de água, indústrias e geradoras de energia. (PEREIRA et al., 2012).

Finalmente acreditamos que outros estudos deverão ser feitos com outras espécies de peixes para verificar o efeito da chegada do mexilhão dourado na sua dieta com o intuito de identificar que outras espécies possam estar sendo beneficiadas pela presença do bivalve e quais possam estar sendo prejudicadas. Também seria importante avaliar o impacto que este organismo invasor está ocasionando na abundância e estrutura das comunidades bentônicas e planctônicas presentes no Médio rio Uruguai.

6 CONCLUSÃO

Concluimos que o *I. labrosus* incorporou nos últimos anos o mexilhão dourado na sua dieta principalmente nos trechos mais lênticos da sub-bacia. A presença deste bivalve na alimentação tem aumentado com o tempo e tem sido benéfico para ele alcançar uma melhor condição fisiológica.

7 REFERÊNCIAS

- ABES, Sara da Silva; AGOSTINHO, Angelo Antonio; GOMES, Edson Kiyoshi Okada e Luiz Carlos. Diet of ***Iheringichthys labrosus* (Pimelodidae, Siluriformes) in the Itaipu Reservoir, Paraná River, Brazil-Paraguay**. Universidade Estadual de Maringá, Maringa, 2001.
- AGUDO-Padrón, A.I. 2012. Two new freshwater mussel records from the Upper Uruguay River Basin Region in Santa Catarina State/SC, Central Southern Brazil. **FCMS Newsletter Ellipsaria**, 14(3): 21-24.
- APOLINARIO, M. Cracas invasoras no litoral brasileiro. **Ciência Hoje**. 2010;32(188):44-9.
- ÁVILA-SIMAS, Sunshine de; REYNALTE-TATAJE, David Augusto; ZANIBONI-FILHO, Evoy. **PREDADORES DE PEIXES DO MEXILHÃO DOURADO LIMNOPERNA FORTUNEI EM DIFERENTES AMBIENTES EM UM RIO SUBTROPICAL SUL-AMERICANO**. Florianópolis, Cerro Largo, p.1-22. 2012.
- BURGES, W. E. 1989. **Na atlas of freshwater and marine catfishes a preliminary survey of the Siluriformes**. New Jersey, T. F. H. Publications. 784p.
- BRITSKI H.A., SATO Y. & ROSA A.B.S. 1988. **Manual de identificação de peixes da região de Três Maria: com chaves de identificação para os peixes da bacia do São Francisco**. 3ª ed. Câmara dos Deputados/Codevasf, Brasília 115p.
- BRUGNOLI, E.; CLEMENTE, J.; BOCCARDI, L.; BORTHAGARA, A.; SCARABINO, F. 2005. **Golden mussel *Limnoperna fortunei* (Bivalvia: Mytilidae) distribution in the main hydrographical basins of Uruguay: update and predictions**. Anais da Academia Brasileira de Ciências, 77(2): 235-244. <http://dx.doi.org/10.1590/S0001-37652005000200004>
- BUCKUP, P. L.; MENEZES, N. A.; GHAZZI, M. S. **Catálogo das espécies de peixes de água doce do Brasil** – Rio de Janeiro: Museu Nacional, 2007. 195 p.
- CANTANHÁDE, G.; Hahn, N.S.; GUBIANI, E.A.; FUGI, R. 2008. Invasive molluscs in the diet of *Pterodoras granulosus* (Valenciennes, 1821) (Pisces, Doradidae) in the upper Parana River floodplain, Brazil. **Ecology Freshwater Fish**, (17): 47–53. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0633.2007.00258.x>

DARRIGRAN, G. 2002. **Potential impact of filter-feeding invaders on temperate inland freshwater environments. Biological invasions**, 4(1-2): 145-156. <http://dx.doi.org/10.1023/A:1020521811416>

DE PINNA M.C. 1998. Phylogenetic relationships of neotropical siluriforms (Teleostei: Ostariophysi): historical overview and synthesis of hypo-theses, p.279-330. In: Malabarba L.R., Vari R.E., Lucena Z.M. & Lucena C.A. (Eds), **Phylogeny and Classification of Neotropical Fishes. Edipucrs**, Porto Alegre.

FAGUNDES, Camila K.; BEHR, Everton R.; KOTZIAN, Carla B.. **Diet of *Iheringichthys labrosus* (Siluriformes, Pimelodidae) in the Ibicuí River, Southern Brazil**. Iheringia. Série Zoologia, Santa Maria, v. 98, n. 1, mar. 2008.

FERREIRA E.J.G., ZUANON J.A.S., SANTOS G.M. 1998. **Peixes Comerciais do Médio Amazonas: região de Santarém**, Pará. Edições IBAMA, Brasília, DF.

KATSANEVAKIS, S.; WALLENTINUS, I.; ZENETOS, A. Impacts of invasive alien marine species on ecosystem service and biodiversity: Pan-European review. **Aquatic Invasions**, 9(4):391-423, 2014.

LOPES, M.; VIEIRA, J. 2012. Predadores potenciais para o controle do mexilhão-dourado. In: Mansur, M.C.D.; Santos, C.P.; Pereira, D.; Paz, I.C.P.; Zurita, M.L.L.; Rodriguez, M.T.R.; Nehrke, M.V.; Bergonci, P.E.A. (Eds.). **Moluscos límnicos invasores no Brasil**. Redes Editora, Porto Alegre. p. 357-363.

MORTON, B. The reproductive cycle of *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) (Bivalvia: Mytilidae) fouling Hong Kong's raw water supply system. **Oceanologia e Limnologia Sinica**, 13(4):319-324.

MENIN, MIMURA O.M. 1988a. **Anatomia funcional da cavidade bucofaringeana de *Pimelodus* sp (Siluriformes, Pimelodidae)**. Revta Ceres 38:286-304.

NOBILE, André Batista. **A ictiofauna do rio Taqueri, alto do rio Paranapanema, Bacia do alto Paraná, distribuição espaço-temporal e aspectos reprodutivos**. 2015. 71 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Instituto de Biociências de Botucatu, 2015. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/142976>>.

LOWE-McCONNELL, R. H. **Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais**. São Paulo: EDUSP, 1999. 534 p.

- OLIVEIRA, C.R.C.; FUGI, R.; Brancalhão, K.P.; AGOSTINHO, A.A. 2010. **Fish as potential controllers of invasive mollusks in a neotropical reservoir.** *Natureza & Conservação*, 8(2): 140-144. <http://dx.doi.org/10.4322/natcon.00802006>
- PASTORINO, G.; DARRIGAN, G.A.; LUNASCHI, L.; MARTÍN, S.M. 1993. **Limnoperna fortunei (Dunker, 1857) (Mytilidae), nuevo bivalvo invasor en aguas del Río de la Plata.** *Neotropica*, 39(101-102): 34.
- PETRY, A.C.; THOMAS, S.M.; ESTEVES, F.A. 2011. **Comunidade de peixes.** In: Esteves, F.A. (Ed.). **Fundamentos de limnologia.** Interciência, Rio de Janeiro. p. 609-624.
- REIS, R. E.; KULLANDER, S. O.; FERRARIS JUNIOR, C. J. (Org.) **Check list of the freshwater fishes of South and Central America.** Porto Alegre: EDPUCRS, 2003.
- SANTOS, et al. 2012. **Espécies de moluscos límnicos invasores no Brasil.** In: Mansur, **Moluscos límnicos invasores no Brasil: biologia, prevenção e controle.** Redes Editora, Porto Alegre. p. 25-50.
- ZANIBONI-Filho, et al.,. **Catálogo ilustrado de peixes do alto rio Uruguai. Florianópolis:** Editora da UFSC. 128p.

APÊNDICES

Apêndice A: Registro fotográfico de uma saída a campo no Médio rio Uruguai.



Apêndice B: Análise e identificação dos organismos consumidos por *I. labrosus* com o auxílio de microscópio estereoscópio.



Apêndice C: Exemplar de *L.fortunei* encontrado no conteúdo estomacal de *I.labrosus*.

