

PONTÍFICA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE BIOCÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOLOGIA

**Análise da variação espacial e temporal da dinâmica trófica e
razão isotópica de carbono e nitrogênio de *Diapoma alburnus*
(Pisces, Characiformes)**

Cibele Boeira Batista Rosemberg
Orientador: Prof. Dr. Nelson Ferreira Fontoura

TESE DE DOUTORADO
PORTO ALEGRE- RS- BRASIL

2016

SUMÁRIO

| | |
|--|------|
| RELAÇÃO DE FIGURAS | iii |
| RELAÇÃO DE TABELAS | v |
| AGRADECIMENTOS | vii |
| RESUMO | viii |
| ABSTRACT | ix |
| INTRODUÇÃO..... | 10 |
| 1- ISÓTOPOS ESTÁVEIS COMO FONTE DE INFORMAÇÃO PARA O ESTUDO DE BIOLOGIA TRÓFICA | 10 |
| 2-VARIAÇÃO DA DIETA AO LONGO DO DESENVOLVIMENTO ONTOGÊNICO | 11 |
| 3-VARIAÇÃO ESPACIAL E TEMPORAL DA DIETA DE PEIXES | 12 |
| 4- <i>DIAPOMA ALBURNUS</i> : UM MODELO PARA O ESTUDO DE VARIABILIDADE TEMPORAL E ESPACIAL DA DIÂMICA TRÓFICA..... | 14 |
| MATERIAIS E MÉTODOS..... | 16 |
| 1. AMOSTRAGEM DE DADOS NAS LAGOAS DO LITORAL NORTE DO RIO GRANDE DO SUL: UMA OPORTUNIDADE PARA O ESTUDO DE VARIABILIDADE ESPACIAL DE CADEIAS TRÓFICAS..... | 16 |
| 2. ANÁLISE DE ISÓTOPOS ESTÁVEIS..... | 19 |
| 3. ANÁLISE DO CONTEÚDO ESTOMACAL | 19 |
| 4. ANÁLISE ESTATÍSTICA..... | 20 |
| RESULTADOS | 21 |
| 1.VARIABILIDADE DA TEMPERATURA ATMOSFÉRICA | 21 |
| 2. ANÁLISE DO CONTEÚDO ESTOMACAL..... | 22 |
| 3- ANÁLISES DE ISÓTOPOS ESTÁVEIS | 28 |
| 3.1- Variação Ontogenetica | 28 |
| 3.2-Variação espacial e sazonal para a razão isotópica de Carbono e Nitrogênio | 32 |
| 3.3- Variação sazonal e interanual para a razão isotópica de Carbono e Nitrogênio | 36 |
| DISCUSSÃO..... | 41 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 46 |
| ANEXOS | 52 |

RELAÇÃO DE FIGURAS

- Figura 1:** Localização das lagoas amostradas no presente trabalho, litoral norte do Rio Grande do Sul, Brasil. 18
- Figura 2:** Distribuição da variabilidade de temperaturas (° C) por estação do ano entre junho de 2013 a abril de 2014 (Ano I) e entre junho de 2014 a abril de 2015 (Ano II). Dados da estação meteorológica do INMET no município de Torres, RS..... 21
- Figura 3:** Frequência relativa dos itens alimentares de *Diapoma alburnus* em dados agrupados por estação do ano e local de captura (dados totais). Amostras realizadas nas Lagoas dos Barros, da Fortaleza, Itapeva, Lessa e Pinguela, litoral norte do Rio Grande do Sul, no período de junho de 2013 a abril de 2015. 23
- Figura 4:** Frequência relativa dos itens alimentares de *Diapoma alburnus* em relação às estações dos anos. Amostras realizadas nas Lagoas dos Barros, da Fortaleza, Itapeva, Lessa e Pinguela, litoral norte do Rio Grande do Sul, no período de junho de 2013 a abril 2015..... 24
- Figura 5:** Média da frequência relativa de cada item alimentar de *Diapoma alburnus* com seu respectivo desvio padrão. Amostras realizadas nas Lagoas dos Barros, Fortaleza, Itapeva, Lessa e Pinguela, litoral norte do Rio Grande do Sul, no período de junho de 2013 a abril de 2015. 26
- Figura 6:** Média da frequência relativa de cada item alimentar para cada lagoa para *Diapoma alburnus*. Amostras realizadas nas Lagoas dos Barros, Fortaleza, Itapeva, Lessa e Pinguela, litoral norte do Rio Grande do Sul, no período de junho de 2013 a abril de 2015. 27
- Figura 7:** Valores da razão isotópica para *Diapoma alburnus* capturados na Lagoa dos Barros (RS) (n=36). (a) Valores de Carbono do Ano I; (b) Valores de Nitrogênio para o Ano I; (c) Valores de Carbono do Ano II; (d) Valores de Nitrogênio para o Ano II. O período é de junho de 2013 a abril de 2014 e do período do Ano II sendo de junho de 2014 a abril de 2015. 29
- Figura 8:** Valores de razão isotópica para *Diapoma alburnus* capturados na Lagoa de Fortaleza (RS) (n=37). (a) Valores de Carbono do Ano I; (b) Valores de Nitrogênio para o Ano I; (c) Valores de Carbono do Ano II; (d) Valores de Nitrogênio para o Ano II. O período do Ano I é de junho de 2013 a abril de 2014 e do período do Ano II sendo de junho de 2014 a abril de 2015 30
- Figura 9:** Valores de razão isotópica para *Diapoma alburnus* capturados na Lagoa Itapeva (RS) (n=44). (a) Valores de $\delta^{13}\text{C}$ do Ano I; (b) valores de $\delta^{15}\text{N}$ para o Ano I; (c) valores de $\delta^{13}\text{C}$ do Ano II; (d) valores de $\delta^{15}\text{N}$ para o Ano II. O período do Ano I é de junho de 2013 a abril de 2014 e do período do Ano II sendo de junho de 2014 a abril de 2015..... 30

| | |
|--|----|
| Figura 10: Valores de razão isotópica para <i>Diapoma alburnus</i> capturados na Lagoa do Lessa (RS) (n=45). (a) Valores de $\delta^{13}\text{C}$ do Ano I; (b) valores de $\delta^{15}\text{N}$ para o Ano I; (c) valores de $\delta^{13}\text{C}$ do Ano II; (d) valores de $\delta^{15}\text{N}$ para o Ano II. O período do Ano I é de junho de 2013 a abril de 2014 e do período do Ano II sendo de junho de 2014 a abril de 2015. | 31 |
| Figura 11: Valores de razão isotópica para <i>Diapoma alburnus</i> capturados na Lagoa Pinguela (RS) (n=40). (a) Valores de $\delta^{13}\text{C}$ do Ano I; (b) valores de $\delta^{15}\text{N}$ para o Ano I; (c) valores de $\delta^{13}\text{C}$ do Ano II; (d) valores de $\delta^{15}\text{N}$ para o Ano II. O período do Ano I é de junho de 2013 a abril de 2014 e do período do Ano II sendo de junho de 2014 a abril de 2015. | 31 |
| Figura 12: Biplot de $\delta^{15}\text{N}$ em relação a $\delta^{13}\text{C}$ de <i>Diapoma alburnus</i> nas Lagoas Barros, Fortaleza, Itapeva, Lessa e Pinguela (litoral norte do Rio Grande do Sul) por estação do ano. Ano I de junho de 2013 a abril de 2014 e Ano II de junho de 2014 a abril de 2015 | 33 |
| Figura 13: Biplot de $\delta^{15}\text{N}$ em relação a $\delta^{13}\text{C}$. As linhas concêntricas representam a densidade presumida de aglomeração <i>Diapoma alburnus</i> coletados nas Lagoas dos Barros, Fortaleza, Itapeva, Lessa e Pinguela, litoral norte do Rio Grande do Sul (Anexo 7)..... | 39 |
| Figura 14: Comparação intraespecífica e interespecífica da variabilidade isotópica de $\delta^{13}\text{C}$ (a) e $\delta^{15}\text{N}$ (b). Diferentes espécies do mesmo ecossistema (dados da literatura, barras brancas) são comparadas com os resultados da variabilidade intraespecífica de <i>Diapoma alburnus</i> em diferentes lagoas costeiras do Rio Grande do Sul (barras cinza). A hipótese nula (desvio padrões similares) foi testado usando o teste não paramétrico de Mann-Whitney..... | 40 |

RELAÇÃO DE TABELAS

Tabela 1: Características morfométricas das lagoas amostradas no presente trabalho, litoral norte do Rio Grande do Sul, Brasil (Schwarzbald & Schäfer, 1984). 18

Tabela 2: Valores de significância do Teste de Lilliefors para verificação de normalidade das categorias funcionais de itens alimentares de *Diapoma alburnus*; dados agrupados por lagoa e estação do ano. Amostras realizadas nas lagoas dos Barros, Fortaleza, Itapeva, Lessa e Pinguela, litoral norte do Rio Grande do Sul, no período de junho de 2013 a abril de 2015. (*) Valores de significância. 24

Tabela 3: Valores de significância (*p*) referentes à análise de variação temporal e espacial de frequência de ocorrência por item alimentar de *Diapoma alburnus* (Kruskal-Wallis). Amostras realizadas nas lagoas dos Barros, Fortaleza, Itapeva, Lessa e Pinguela, litoral norte do Rio Grande do Sul, no período de junho de 2013 a abril de 2015. (*) Valores de significância. 25

Tabela 4: Valores de coeficiente de determinação e significância da regressão linear de $\delta^{13}\text{C}$ de em relação ao comprimento total de *Diapoma alburnus* nas lagoas dos Barros, Fortaleza, Itapeva, Lessa e Pinguela, litoral norte do Rio Grande do Sul, entre junho de 2013 a abril de 2014 (Ano I) e entre junho de 2014 a abril de 2015 (Ano II). (*) Valores de significância. 28

Tabela 5: Valores de coeficiente de determinação e significância da regressão linear de $\delta^{15}\text{N}$ em relação ao comprimento total de *Diapoma alburnus* nas Lagoas dos Barros, da Fortaleza, Itapeva, Lessa e Pinguela, litoral norte do Rio Grande do Sul, entre junho de 2013 a abril de 2014 (Ano I) e entre junho de 2014 a abril de 2015 (Ano II). (*) Valores de significância. 29

Tabela 6: Valores mínimos e máximos de razões isotópicas de carbono e nitrogênio nas lagoas dos Barros, Fortaleza, Itapeva, Lessa e Pinguela, litoral norte do Rio Grande do Sul, entre junho de 2013 e abril de 2015. 34

Tabela 7: Valores de significância obtidos no Teste de Dunn para variações de $\delta^{13}\text{C}$ de *Diapoma alburnus* em relação às lagoas amostradas no litoral norte do Rio Grande do Sul. Amostras efetuadas no período de junho de 2013 a abril de 2015. (*) Valores de significância. 34

Tabela 8: Valores de significância obtidos no Teste de Dunn para variações de $\delta^{13}\text{C}$ de *Diapoma alburnus* em relação à estação de amostragem em lagoas do litoral norte do Rio Grande do Sul. Amostras efetuadas no período de junho de 2013 a abril de 2015 (*) Valores de significância. 35

Tabela 9: Valores de significância obtidos no Teste de Dunn para variações de $\delta^{15}\text{N}$ de *Diapoma alburnus* em relação às lagoas amostradas no litoral norte do Rio Grande do Sul. Amostras efetuadas no período de junho de 2013 a abril de 2015. (*) Valores de significância. 35

Tabela 10: Valores de significância obtidos no Teste de Dunn para variações de $\delta^{15}\text{N}$ de *Diapoma alburnus* em relação à estação de amostragem em lagoas do litoral norte do Rio Grande do Sul. Amostras efetuadas no período de junho de 2013 a abril de 2015. (*) Valores de significância..... 36

Tabela 11: Valores de significância do Teste de Lilliefors para razões isotópicas de $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ de *Diapoma alburnus* em relação à lagoa de amostragem no litoral norte do Rio Grande do Sul. Amostras efetuadas no período de junho de 2013 a abril de 2015. (*) Valores de significância..... 36

Tabela 12: Valores de significância do Teste de Kruskal-Wallis para razões isotópicas de $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ de *Diapoma alburnus* por lagoa de amostragem do litoral norte do Rio Grande do Sul em relação às estações do ano e ano de amostragem. Amostras efetuadas no período de junho de 2013 a abril de 2015. (*) Valores de significância 37

Tabela 13: Valores de significância do Teste de Dunn para razões isotópicas de $\delta^{13}\text{C}$ para a lagoa dos Barros, Fortaleza, Lessa e Pinguela em relação às estações do ano. Amostras efetuadas no período de junho de 2013 a abril de 2015. (*) Valores de significância..... 38

Tabela 14: Valores de significância do Teste de Dunn para razões isotópicas de $\delta^{15}\text{N}$ para a lagoa dos Barros, Fortaleza, Lessa e Pinguela em relação às estações do ano. Amostras efetuadas no período de junho de 2013 a abril de 2015. (*) Valores de significância..... 38

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, prof. Dr. Nelson Fontoura, pelos momentos de sabedoria, paciência e pela disponibilidade nas discussões científicas.

Aos meus familiares, em especial ao meu pai, Adi, pela ajuda em todas as saídas de campo e auxílios diários e para minha mãe Lourdes, também pelo auxílio diário nessa trajetória e também por estarem presentes em todos os momentos.

Ao meu esposo, Denis Rosemberg, pela companhia, amor e paciência em todos os momentos.

Ao meu tio Paulo, por ajudar nas saídas de campo e pelo auxílio em conseguir o ponto de coleta na Lagoa do Lessa.

Agradeço aos ex-colegas Thais Paz, Thiago Silveira e Gianfranco Ceni, pelo auxílio e amizade. Também agradeço meus colegas Joana Jordão e o José Ricardo, pela companhia, amizade no laboratório e auxílio nos conhecimentos.

Agradeço à Professora Laura Utz pela amizade, pelo conhecimento, e pela ajuda para na prática docente e também pela companhia diária agradável no laboratório.

A todo o pessoal do Laboratório de Cromatografia da Faculdade de Química da PUCRS pelo empréstimo solícito de equipamentos de laboratório.

Ao CAPES pela bolsa concedida para realização deste trabalho.

RESUMO

Estudos focados na dinâmica trófica de ecossistemas têm se utilizado de informações decorrentes das análises do conteúdo estomacal de espécies, da observação direta da atividade alimentar, assim como pela avaliação da razão de isótopos estáveis de carbono e nitrogênio. A análise do conteúdo estomacal reflete a alimentação durante um intervalo de tempo restrito, enquanto a análise de isótopos estáveis reflete informações em uma janela de tempo mais ampla, auxiliando no entendimento da estrutura trófica de ecossistemas e na construção de hipóteses relativas à cadeia energética. O uso conjunto das duas técnicas, portanto, pode levar a um melhor entendimento das variações temporais e espaciais da dinâmica trófica. Dessa forma, este trabalho tem por objetivo quantificar as fontes de variação da razão isotópica de $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ no lambarí *Diapoma alburnus* (Hensel, 1870) (Characiformes) em análise espacial, sazonal e interanual, relacionando a variação das razões isotópicas com base no conteúdo estomacal de indivíduos de diferentes tamanhos. As amostragens ocorreram no Litoral Norte do Rio Grande do Sul, nas Lagoas dos Barros, Fortaleza, Itapeva, Lessa e Pinguela, no período de junho de 2014 a abril de 2015, em amostragens sazonais. Para a análise de conteúdo estomacal, foram utilizados 240 indivíduos por lagoa. A importância relativa de cada item alimentar foi estimada com base na Frequência de Ocorrência. Para análise de isótopos estáveis foram utilizados espécimes de diferentes tamanhos (2 cm a 8 cm), coletados nas diferentes estações do ano em cada lagoa, totalizando 242 indivíduos. Os resultados do conteúdo estomacal demonstraram que os itens mais frequentes da dieta foram Insecta (45%) e Cladocera (42%). Em relação à variação temporal, os resultados foram significativos (Kruskal-Wallis) somente para os itens Algae ($p=0,0175$) e Detritos Vegetais ($p=0,0260$), enquanto identificou-se variação espacial para os itens Insecta ($p=0,0036$), Cladocera ($p=0,0008$) e Araneae ($p=0,0282$). As razões de $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ apresentaram diferenças significativas relacionadas à variação espacial e temporal, tanto entre diferentes estações quanto em anos sucessivos. Os resultados obtidos indicam a presença de grande variabilidade temporal e espacial no uso de recursos, a qual reflete uma grande plasticidade trófica de *Diapoma alburnus* frente a ofertas cíclicas ou estocásticas de itens alimentares. Desta forma, o uso de isótopos estáveis para análise de dinâmica trófica se caracteriza como ferramenta capaz de apresentar, apenas, um quadro instantâneo da biologia alimentar de uma espécie, refletindo um panorama de tempo mais amplo que a análise de conteúdo estomacal, mas apresentando-se limitada para generalizações no tempo ou espaço.

ABSTRACT

Studies focusing on the trophic dynamics of ecosystems have been using information concerning the analysis of stomach contents of species, from direct observation of feeding activity, as well as from the signature of stable isotopes, such as carbon and nitrogen. The evaluation of stomach contents reflects feeding for a limited period of time, while the stable isotopes analysis reflects information on a larger time schedule, which helps to understand the trophic structure of ecosystems and allows the construction of assumptions regarding the energy chain. The combined use of these two techniques may, therefore, lead to a better understanding of spatial and temporal variations of the trophic dynamics. Thus, the current study aims to quantify the sources of isotopic signature variations of $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ in the tetra *Diapoma alburnus* (Hensel, 1870) (Characiformes) by using spatial, seasonal and interannual variation sources, analyzing the isotopic signatures in association with the stomach contents of individuals of different sizes. Sampling occurred on the northern coastal plains of Rio Grande do Sul state, Brazil, on Barros, Fortaleza, Itapeva, Lessa and Pinguela Lagoons, from June 2014 to April 2015. For stomach content analysis, 240 fish were used per sampling site. The relative importance of each food item was estimated based on the Frequency of Occurrence. For stable isotopes analysis, we used specimens of different sizes (2 cm to 8 cm) collected in different seasons in each lagoon, totaling 242 animals. The results concerning stomach content analysis showed that the most common items were Insecta (45%) and Cladocera (42%). Regarding the temporal variation, the results differed significantly (Kruskal-Wallis) for Algae ($p = 0.0175$) and vegetable materials ($p = 0.0260$). Additionally, a spatial variation was detected for Insecta ($p = 0.0036$), Cladocera ($p = 0.0008$) and Araneae ($p = 0.0282$). The signatures of $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ revealed spatial and temporal variations, both between different seasons and successive years. The results indicated the presence of high temporal and spatial variability in the use of resources, which reflects a great trophic plasticity of *Diapoma alburnus* in regard to cyclical or stochastic availability of food items. Therefore, the use of stable isotopes to analysis the trophic dynamics of a species is a suitable tool that presents only a snapshot of the food source, reflecting a wider time window in comparison to the analysis of stomach contents, but still limited to make generalizations concerning time or space.

INTRODUÇÃO

A cadeia alimentar retrata a complexa interação dos organismos tanto com o ambiente biótico quanto com o abiótico (Post 2002). Estudos abordando o fluxo de matéria e energia em ecossistemas têm sido capazes de quantificar ou qualificar a estrutura da cadeia trófica através de análises do conteúdo estomacal, observação direta de atividade alimentar (Manetta *et al.* 2003) e a através do emprego de isótopos estáveis de carbono e nitrogênio (Post 2002, Xu *et al.* 2004).

A análise de conteúdo estomacal reflete a alimentação durante um intervalo de tempo restrito, desta maneira demonstra informações relativas à variação e composição específica das presas selecionadas, as quais usualmente são relacionadas com a abundância relativa das mesmas no espaço e no tempo (Papiol *et al.* 2012). O uso de isótopos estáveis de nitrogênio e carbono caracteriza-se como uma ferramenta auxiliar no entendimento da estrutura trófica do ambiente aquático (Peterson & Fry 1987, Hecky & Hesslein 1995, Vander Zanden *et al.* 2006), permitindo a construção de hipóteses relativas à cadeia energética, assim como servindo na avaliação de mudanças na alimentação relacionadas a impactos antropogênicos (Vander Zanden *et al.* 1999, Layman *et al.* 2007). O uso conjunto das duas técnicas, portanto, pode levar a um melhor entendimento das variações temporais e espaciais da dinâmica trófica dos ecossistemas.

1- ISÓTOPOS ESTÁVEIS COMO FONTE DE INFORMAÇÃO PARA O ESTUDO DE BIOLOGIA TRÓFICA

Os isótopos são acumulados nos tecidos em quantidade proporcional à que foi assimilada ou consumida (De Niro & Epstein 1978, Phillips & Eldridge 2006), podendo indicar, mudanças na dieta em ciclos sazonais, em gradientes espaciais ou ao longo do desenvolvimento ontogenético (Phillips & Gregg 2001). Isótopos estáveis não emitem radiação, porém ocorrem em concentrações diferenciadas nas condições naturais, sendo normalmente uma forma comum e outra rara. Os isótopos estáveis de carbono são o ^{12}C e ^{13}C , e de nitrogênio o ^{14}N e ^{15}N , sendo que os isótopos de maior massa são mais raros em condições naturais.

O isótopo estável de carbono (^{13}C) apresenta variação quantitativa ao longo da cadeia alimentar (Rounick & Winterbourn 1986, Peterson & Fry 1987, France & Peters

1997), podendo sofrer incremento de 1‰ a 2‰ a cada nova posição em relação à cadeia trófica de uma comunidade. Ao mesmo tempo, a concentração de ^{13}C varia entre diferentes produtores (Post 2002). A variação do isótopo estável de nitrogênio (^{15}N), com enriquecimento do valor isotópico entre 3‰ a 3,4‰ por nível trófico (Minagawa & Wada 1984, Michener & Schell 1994, Manetta *et al.* 2003).

O tecido a ser selecionado para a análise de isótopos estáveis depende da questão experimental da pesquisa, levando-se em consideração o tempo de incorporação isotópica em razão das taxas específicas de catabolismo e anabolismo de cada tecido, o que determina o período de tempo necessário para que o mesmo reflita as alterações na dieta (Oliveira, 2003, Layman *et al.* 2012).

A velocidade com a qual ocorre a substituição de moléculas e de tecidos em um organismo denomina-se *turnover*, o qual reflete a incorporação de isótopos estáveis nos diferentes tecidos na medida em que ocorre uma alteração do padrão alimentar. A taxa de *turnover* está também associada à taxa de crescimento, porque um indivíduo que cresce rapidamente terá uma rápida taxa de *turnover* quando comparado com organismos que apresentem crescimento relativamente mais lento (Manetta & Benedito-Cecilo 2003). A taxa de *turnover* é expressa tipicamente em termos de meia-vida. Boecklen *et al.* (2011), em um artigo de revisão, estimaram a mediana de meia-vida de 9 tipos de tecidos comuns em peixes, aves e mamíferos. Os autores obtiveram a sequência de meia-vida dos tecidos para peixes em ordem de fígado<músculo<sangue. Dessa maneira, em função do fígado apresentar uma meia-vida menor, este órgão poderia refletir a mais rapidamente a ocorrência de mudanças temporais, espaciais e ontogenéticas no ciclo de vida de uma espécie.

2-VARIAÇÃO DA DIETA AO LONGO DO DESENVOLVIMENTO ONTOGÉNÉTICO

Variações de dietas em uma mesma espécie são frequentemente encontradas conforme o estágio de desenvolvimento dos indivíduos. Estas variações podem ser decorrentes de diferenças da demanda energética bem como limitações morfológicas e fisiológicas, resultando em dietas distintas ao longo da ontogenia (Abelha *et al.* 2001). Na medida em que as espécies se desenvolvem, o espectro alimentar (tamanho e tipo de presa consumida) pode ser ampliado ou alterado (Hahn *et al.*, 1997 Houde 1997). Muitos organismos passam por modificações ontogenéticas no nicho. Os melhores

exemplos são os anfíbios, insetos holometábolos, e muitos peixes (Bergaman & Greenberg 1994, Olson 1996). Mudanças ontogenéticas no nicho também podem ocorrer continuamente durante o crescimento, sem uma metamorfose discreta ou mudança de habitat (Polis 1984). As mudanças de nicho podem se refletir nas razões isotópicas ao longo do ciclo de vida das espécies. Fontoura *et al.* (2015) demonstraram que as razões isotópicas dos peixes *Lycengraulis grossidens* (Spix & Agassiz, 1829) e *Astyanax fasciatus* (Cuvier, 1819) coletados na Lagoa da Pinguela apresentaram mudanças ontogenéticas significativas, fruto de mudanças de nicho que podem ocorrer de forma relativamente gradual, como em *A. fasciatus*, ou mesmo de forma abrupta, como em *L. grossidens*.

3-VARIAÇÃO ESPACIAL E TEMPORAL DA DIETA DE PEIXES

A variação da disponibilidade de recursos alimentares tem um papel importante nas alterações do padrão de alimentação dos peixes e esta é influenciada por fatores de escala temporal e espacial (Prejs & Prejs 1987, Winemiller & Winemiller 2003). As dietas de peixes podem sofrer alteração para áreas distintas, diferentes condições abióticas e, principalmente, em razão da disponibilidade de alimento (Winemiller & Winemiller 2003).

Além da alteração nos ciclos de abundância dos itens alimentares, a dieta de uma espécie é baseada em sucessivas decisões comportamentais em resposta a numerosos estímulos ambientais de natureza física ou biológica (Layman *et al.* 2012). A variação temporal é observada na medida em que o ambiente se modifica através do tempo, como dia e noite, as estações do ano ou através dos anos (interanuais). A maneira que cada organismo responde à variação temporal em seu ambiente depende da frequência de ocorrência destas mudanças (Ricklefs *et al.* 2010). A variação temporal tem efeitos na abundância de recursos basais nos ecossistemas. Em habitats de água doce nas regiões tropicais, a variação temporal está relacionada com a sazonalidade da temperatura, precipitação, oscilações hidrométricas e do ciclo solar (Lowe-McConnel 1999). Estas flutuações determinam as alterações do ciclo de abundâncias dos diferentes itens alimentares e de toda a cadeia trófica dos ecossistemas (Pingram *et al.* 2012).

Várias espécies de vertebrados apresentam mudanças alimentares relacionadas com a variação temporal, podendo estar relacionada com a sazonalidade ou com fatores

de longo prazo (Brown *et al.* 2001, Dalerum & Angerbjorn 2005). Fenômenos astronômicos, como as alterações de atividade solar em efeito sinérgico com ciclos astronômicos regulares, assim como a tendência recente de aquecimento global, interferem em ciclos naturais de longo prazo, como a Oscilação do Atlântico Norte (NAO), o El Niño e o Sub-Polar Gyre (SPG), afetando os padrões regionais de temperatura e precipitação, de forma a modificar significativamente a produção primária em escala temporal e espacial (White *et al.* 2008).

Além das variações no clima em escala temporal e espacial, a topografia e o tipo de solo causam uma heterogeneidade espacial de grande escala. Entretanto, estudos recentes tem demonstrado que a variação espacial altera ecologicamente os processos também em pequena escala (Vanbergen *et al.* 2007). Normalmente, os estudos de cadeia trófica em água doce tentam explicar a variação espacial em grandes áreas, sem levar em consideração a heterogeneidade de pequena escala, sendo que esta heterogeneidade, ou *patchiness*, pode ser um fator determinante de toda a estrutura trófica em um sistema de maior escala (Moore 2004, Thompson & Townsend 2005).

Através da avaliação de razões isotópicas do nitrogênio na matéria orgânica particulada (POM) em 96 lagos da Flórida, Gu *et al.* (2010) não verificaram correlação com a posição trófica do lago, mas confirmaram a importância da metodologia como indicadora da fonte de nitrogênio. Considerando que a base da cadeia alimentar em lagos é constituída pelo fitoplâncton, o qual depende da disponibilidade de nutrientes e da circulação decorrente da interação entre geomorfologia e clima (Campbell *et al.* 2003, Doi *et al.* 2006), a técnica de isótopos estáveis aplicada ao estudo da dinâmica trófica foi capaz de demonstrar claramente a existência da variabilidade espacial e temporal (Gu *et al.* 2006, Xu *et al.* 2007). Estudos realizados com zooplâncton no ártico e subártico do Canadá demonstraram que os valores de nitrogênio possuem variação espacial e temporal para toda a cadeia trófica límnic (Pomerleau *et al.* 2011). Mbabazi *et al.* (2010) estudaram a variação intraespecífica nas concentrações de carbono e nitrogênio em espécies de peixes em localidades distintas no Lago Kyoga (Uganda). Os autores verificaram diferenças significativas na razão isotópica de indivíduos da mesma espécie, bem como valores diferentes na matéria orgânica dissolvida, o que poderia ser atribuído a características distintas apresentadas pelos locais analisados. Garcia *et al.* (2007) também encontraram variabilidade de razões isotópicas em gradientes espaciais, tendo como pontos de coleta ambientes de água doce e estuarinos da Laguna dos Patos. Em outro estudo realizado em ambientes estuarinos no Rio Grande do Sul, evidencia-se

que a hidrogeomorfologia dos locais influencia os valores dos isótopos de carbono em diferentes guildas alimentares (Hoeinghaus *et al.* 2011).

4- *DIAPOMA ALBURNUS*: UM MODELO PARA O ESTUDO DE VARIABILIDADE TEMPORAL E ESPACIAL DA DIÂMICA TRÓFICA

No sistema lagunar costeiro do Rio Grande do Sul e Uruguai, assim como na bacia do Rio Jacuí, o lambarí-branco *Diapoma alburnus* (Hensel, 1870) caracteriza-se como uma das espécies mais frequentes (Malabarba 1983, Fontoura *et al.* 1993, Artioli *et al.* 2003). A espécie tem importância como peixe forrageiro e como regulador do tamanho populacional de outras espécies de peixes na qualidade de predador de ovos e larvas (Artioli *et al.* 2003). Estudos relacionados à biologia de *Diapoma alburnus* demonstraram esta possui o comprimento máximo de 8,40 cm e que a sua primeira maturação ocorre entre os comprimentos de 3,40 cm a 4,00 cm (Fontoura *et al.* 1993; Batista 2011). A espécie possui uma dieta variável (Vilella *et al.* 2002) e Hartz *et al.* (1996) descreveram que a dieta é constituída por insetos, Cladocera e resto de vegetais como itens mais frequentes, classificando-a como onívora. A espécie foi classificada também como insetívora (Vilella *et al.* 2002), por ter sido encontrado Collembola como item mais abundante, além de itens adicionais, tais como Amphipoda, Copepoda e Diptera. Também foram registrados ovos de outras espécies de peixes, assim como areia (Artioli *et al.* 2003) o que evidencia plasticidade alimentar, com indivíduos explorando toda a coluna d'água (Vilella *et al.* 2002; Artioli *et al.* 2003).

Diapoma alburnus foi também utilizado como modelo experimental para a análise do conceito de nicho isotópico, desenvolvido por Fontoura *et al.* (2015). O conceito de nicho isotópico visa estimar a assimilação ponderada de isótopo de Carbono e Nitrogênio ao longo de todo o ciclo de vida, levando em consideração informações de crescimento e mortalidade. Para *Diapoma alburnus*, entretanto, foi verificado que a espécie não apresentou variação significativa nas razões isotópicas de $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ em função do desenvolvimento ontogenético. Assim, na medida em que a espécie apresenta ampla capacidade de exploração da coluna de água e uma grande variedade de uso de recursos alimentares, ao mesmo tempo em que não foi evidenciada variação ontogenética na razão isotópica, *Diapoma alburnus* se apresenta como excelente modelo para a análise de variações espaciais e temporais relativamente a razões isotópicas.

Desta forma, em função do apresentado, o presente trabalho tem por objetivo quantificar as fontes de variação da razão isotópica de $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ em *Diapoma alburnus* em análise espacial, sazonal e interanual. Nossa hipótese de trabalho é que *Diapoma alburnus* pode apresentar i) variações isotópicas em relação ao espaço (lugar); ii) variações isotópicas em função do tempo (interanual e/ou sazonal) ii) e mudanças composição de sua dieta em relação ao tempo e espaço.

MATERIAIS E MÉTODOS

1. AMOSTRAGEM DE DADOS NAS LAGOAS DO LITORAL NORTE DO RIO GRANDE DO SUL: UMA OPORTUNIDADE PARA O ESTUDO DE VARIABILIDADE ESPACIAL DE CADEIAS TRÓFICAS

Tomazelli & Villwock (1991) descreveram a região costeira do Rio Grande do Sul como um conjunto complexo de ambientes e subambientes de deposição, que incluem corpos aquosos costeiros (lagos, lagoas e lagoas), sistemas aluviais (rios meandantes e canais interlagunares), sistemas deltaicos (deltas flúvio-lagunares e de maré lagunar) e sistemas paludais (pântanos, alagadiços e turfeiras).

A Planície Costeira do Rio Grande do Sul possui uma extensão aproximada de 640 km e tem início nos promontórios de Torres, ao Norte, e término em La Coronilla, na República Oriental do Uruguai, ao Sul. Em território brasileiro, a planície costeira está situada entre os paralelos de 29°12' e 33°48' de latitude Sul e os meridianos 49°40' e 53°30' de longitude Oeste. Apresenta uma superfície alagada de 14.260 km² de lagoas e lagoas, sendo que as maiores são a Laguna dos Patos, Lagoa Mirim e a Lagoa Mangueira (Schäfer *et al.* 1988). Além destes grandes corpos de água, a planície apresenta uma sequência de corpos menores, lagoas ou lagoas, isoladas ou sequencia no eixo nordeste-sudoeste, paralelas à linha da costa oceânica, sendo denominadas “em rosário” quando interconectadas.

A formação da Planície Costeira teve sua origem em um processo exógeno de regressões e transgressões marinhas no Pleistoceno e Holoceno, associados a eventos de erosão da costa. No decorrer das fases de regressão foram formados lagos com idades, morfologia e características ecológicas distintas, como a Lagoa dos Barros, formada durante a regressão de Wisconsin no Pleistoceno, e as Lagoas Itapeva, Pinguela, Lessa e Fortaleza, formadas na Transgressão de “Older Peron”, no Holoceno (Schwarzbold & Schäfer 1984).

Ao norte do Rio Grande do Sul, a planície costeira é formada por cristas e pequenos terraços arenosos intercalado com lagoas e lagoas (Villwock 1984). Estas lagoas estão conectadas em paralelo à linha da costa, desaguardo no mar por meio do rio Tramandaí, formando o Sistema Tramandaí. O Sistema Tramandaí é dividido por dois subsistemas: o Norte, formado pelas lagoas Itapeva, dos Quadros, Malvas/Palmital/Pinguela, do Passo e os conjuntos de lagoas do município de Osório; e o Sul formado a partir da Laguna Tramandaí, pelas lagoas Armazém, Custódia e

Gentil, e lagoas Manuel Nunes, Fortaleza e Cidreira, prolongando-se em rosário até a Lagoa da Porteira (Schwarzbold & Schäfer 1984). A lagoa dos Barros, entretanto, embora próxima fisicamente ao sistema de lagoas em rosário, se encontra isolada, o que somado a uma história mais antiga, se reflete em aspectos limnológicos distintos (Schwarzbold & Schäfer 1984).

O clima da região é do tipo Cfa (clima temperado úmido), segundo a classificação de Köpper (1936), assegurando a distribuição de precipitação durante o ano inteiro, com verão quente (média da temperatura supera os 22°C) e inverno com meses frios, com temperaturas que podem chegar a -3° C. A direção do vento predominante é Nordeste, seguido de Sul, sendo este um fator determinante, junto com as baixas profundidades das lagoas e lagunas, para a ressuspensão do material particulado, conferindo turbidez para a maior parte dos corpos lacustres (Schwarzbold & Schäfer 1984).

O programa de amostragem foi realizado em cinco lagoas do Litoral Norte do Rio Grande do Sul (Tabela 1, Figura 1). As lagoas Itapeva, Pinguela, Lessa e Fortaleza fazem parte do sistema de lagoas em rosário, de formação holocênica, apresentando conexão com a região estuarina de Tramandaí. A lagoa dos Barros, embora geograficamente próxima, encontra-se isolada das demais lagoas, separada por barreira arenosa de formação pleistocênica. Embora apresentem diferenças com relação à idade, conectividade, tamanho e profundidade máxima, as lagoas apresentam fisionomias similares, com margens formadas por praias arenosas entremeadas por estantes de macrófitas, com predominância de *Schoenoplectus californicus* (junco).

As amostragens foram realizadas entre julho de 2013 a abril de 2015, sendo cada lagoa amostrada uma vez por estação do ano ao longo de dois anos consecutivos, totalizando oito amostragens por lagoa. Os exemplares foram capturados com rede de arrasto de praia (picaré) com 20 metros de comprimento, 3 metros de altura e malha de cinco milímetros entre nós adjacentes. Após serem capturados, os exemplares de *Diapoma alburnus* foram anestesiados e eutanasiados através da imersão em solução de Eugenol (285 mg/L) durante 10 minutos, conforme protocolo aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa Animal (CEUA – PUCRS). Posteriormente, os peixes a serem utilizados para as análises de isótopos estáveis foram conservados por congelamento, enquanto que os indivíduos utilizados para as análises de conteúdo estomacal foram fixados em solução de formalina a 4%. As demais espécies de peixes capturadas foram devolvidas ao ambiente.

Os dados da temperatura para a região amostrada foram obtidos pelo INMET- Instituto Nacional de Meteorologia (<http://www.inmet.gov.br/portal/>), no período de junho de 2013 a abril de 2015.

Tabela 1: Características morfométricas das lagoas amostradas no presente trabalho, litoral norte do Rio Grande do Sul, Brasil (Schwarzbold & Schäfer, 1984).

| Lagoa | Superfície (km ²) | Profundidade máxima (m) | Coordenadas do ponto amostral |
|-----------|-------------------------------|-------------------------|---------------------------------|
| Itapeva | 95,16 | 3,5 | -29°59'10.38"S; - 50°00'18.60"O |
| Barros | 90,00 | 4,1 | -29°59'61.84"S; -50°38'03.85"O |
| Pinguela | 29,08 | 3,3 | -29°76'27.03"S; -50°20'38.31"O |
| Fortaleza | 18,54 | 2,6 | -30°15'22.66"S; -50°21'83.37"O |
| Lessa | 6,86 | 2,0 | -29°83'41.59"S; - 50°16'58.08"O |



Figura 1: Localização das lagoas amostradas no presente trabalho, litoral norte do Rio Grande do Sul, Brasil.

2. ANÁLISE DE ISÓTOPOS ESTÁVEIS

Para quantificar a razão de isótopos estáveis de nitrogênio e carbono foram utilizados espécimes de diferentes tamanhos (2 cm a 8 cm), coletados em diferentes estações em cada lagoa, totalizando 242 indivíduos. De cada indivíduo, retirou-se uma amostra de fígado, a qual foi desidratada à 60° C por 48 horas. As amostras foram individualmente embaladas em cápsula de estanho Ultra Pura (Analytical Technologies Costech, Valência, CA, EUA) e posteriormente enviadas para a UC Davis Stable Isotope Facility, Departamento de Ciências Vegetais da Universidade da Califórnia. A análise foi realizada por meio de um analisador elementar PDZ Europa ANCA-GSL com interface para espectrômetro de massa de razão isotópica Europa PDZ 20-20 (Sercon Ltd, Cheshire, Reino Unido) (<http://stableisotopefacility.ucdavis.edu/>), onde ocorreu a quantificação de isótopos estáveis de carbono e nitrogênio (¹²C e ¹³C; ¹⁴N e ¹⁵N). Os valores finais de delta foram expressos relativamente através de padrões internacionais V-PDB (Vienna PeeDee Belemnite) e ar atmosférico para Carbono e Nitrogênio respectivamente.

3. ANÁLISE DO CONTEÚDO ESTOMACAL

Para a análise do conteúdo estomacal utilizou-se o método da frequência relativa (Hyslop, 1980), de acordo com a equação descrita abaixo:

$$FO (\%) = (n^\circ \text{ de estômagos com o item } y) / (n^\circ \text{ total de estômagos}) * 100$$

Para esta análise, foram utilizados 30 indivíduos de *Diapoma alburnus* para cada lagoa, coletados sazonalmente durante o período de dois anos, totalizando 240 indivíduos por lagoa, e 1.200 no total.

Em laboratório, os indivíduos foram medidos (comprimento total; paquímetro digital Mitutoyo; escala de 0,01 mm) e tiveram seus tratos gastrointestinais retirados com auxílio de estereomicroscópio (Zeiss -Stemi SV8). Foram utilizados somente animais onde os tratos gastrointestinais se encontravam parcialmente ou totalmente cheio. Os itens alimentares foram identificados até ao menor nível taxonômico possível com o auxílio de microscópio estereoscópico e bibliografia especializada.

Para verificar-se a ocorrência de variação sazonal e temporal dos itens ingeridos, estes foram agrupados nas seguintes categorias taxonômicas (em ordem alfabética): Algae, Acari, Araneae, Bivalvia (*Corbicula sp.* e *Limnoperma fortunei*), Cladocera (Cladocera não identificados e Bosminidae), Copepoda, Crustacea – outros (Decapoda, Isopoda, Amphipoda), Insecta (Auchenorincha, Coleoptera, Cocconidae, Chironomidae, Diptera, Formicidae, Isoptera, Hemiptera, Hymenoptera, Lepidoptera, Thrycoptera, Tipulidade e Insecta não identificado), Material Vegetal e Ovos (lista completa dos itens alimentares em Anexo 1,2,3,4,5). Para cada categoria de item alimentar foram realizados os cálculos de Frequência Relativa por lagoa e por estação do ano. Em ambas as análises, os dados foram convertidos em logaritmo para a realização gráfica.

4. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados referentes às análises de conteúdo estomacal e de razão isotópica foram testados inicialmente para verificação de normalidade, através do teste de Lilliefors. A identificação de diferenças temporais e espaciais, tanto em relação à Frequência Relativa dos itens alimentares quanto para as razões isotópicas, foram analisados pelo teste de Kruskal-Wallis para amostra múltiplas, seguido pelo teste de Dunn. A identificação de variação ontogenética nas razões de nitrogênio e carbono foi testada através de regressão linear dos valores individuais de $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ em função do comprimento total dos peixes amostrados em cada lagoa. Ainda, com vistas a identificar a diferença entre a variabilidade intraespecífica de *Diapoma alburnus* nas diferentes lagoas amostradas e a variabilidade interespecífica em diferentes ecossistemas, com dados de literatura (Anexo 6 e 7), empregou-se o teste não paramétrico da Mann-Whitney. Todos os tratamentos estatísticos foram realizados utilizando o software estatístico R (pacote para o pós-teste de Dunn PCMR).

RESULTADOS

1.VARIABILIDADE DA TEMPERATURA ATMOSFÉRICA

A partir da análise da temperatura ao longo das estações dos anos de coleta, pode-se constatar marcada sazonalidade, embora exista uma relevante variabilidade de temperaturas em cada estação (Fig. 2).

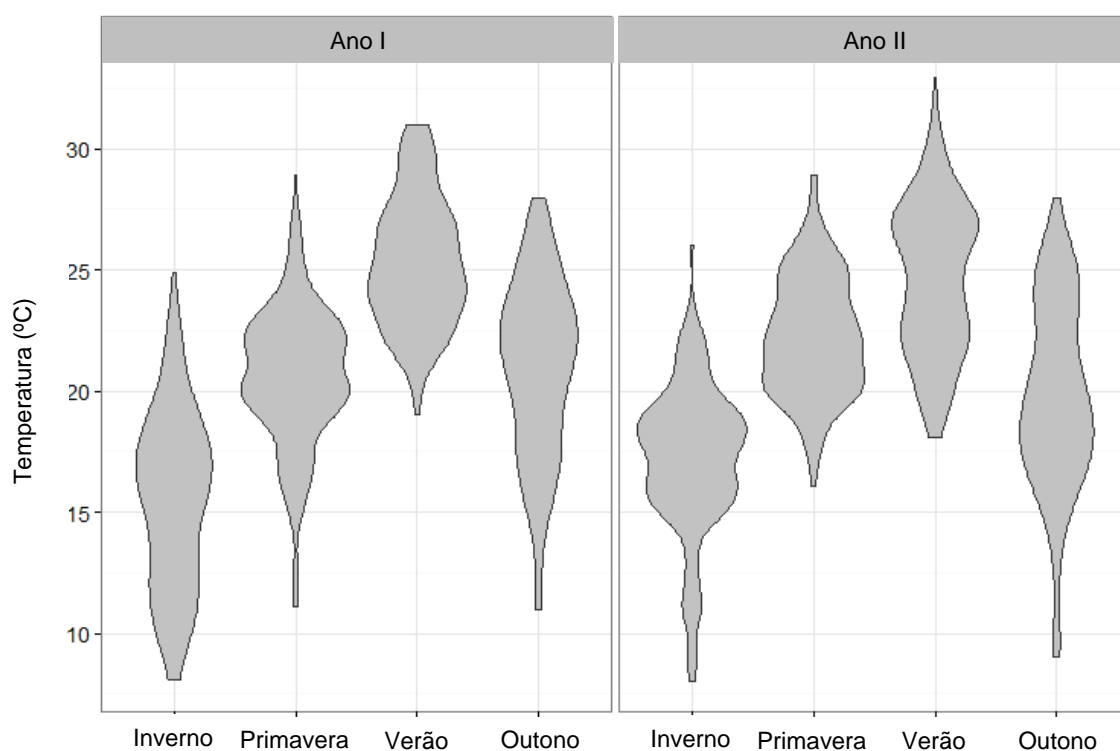


Figura 2: Distribuição da variabilidade de temperaturas (° C) por estação do ano entre junho de 2013 a abril de 2014 (Ano I) e entre junho de 2014 a abril de 2015 (Ano II). Dados da estação meteorológica do INMET no município de Torres, RS.

2. ANÁLISE DO CONTEÚDO ESTOMACAL

Foram capturados 1442 indivíduos de *Diapoma alburnus* e analisados 240 tratos gastrointestinais (cheios ou parcialmente cheios) de peixes coletados em cada lagoa ao longo de dois anos. Considerando a totalidade de dados disponíveis, os itens que apresentaram maior frequência relativa foram Insecta e Cladocera, com os valores de 45% e 42% respectivamente, constituindo a base alimentar da espécie, com frequência relativa superior à soma dos demais itens analisados (Figura 3). Ao discriminar-se a frequência relativa de itens alimentares por estação do ano, com dados agrupados das diferentes lagoas e dos dois anos amostrados (Figura 4), consta que o padrão de dominância de Insecta e Cladocera permanece ao longo de todo o ciclo anual.

Foi verificado através do Teste de Lilliefors que os dados não atendem as premissas de normalidade (Tabela 2) e, assim, aplicou-se o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis com o objetivo de verificar as diferenças significativas entre as lagoas e entre as estações para cada item alimentar. Como resultado, em parte devido à grande variabilidade individual na ingestão de itens alimentares, somente os itens Algae e Material Vegetal apresentaram diferença significativa de frequência relativa nas diferentes estações do ano (Tabela 3, Figura 5), com maiores consumo no outono e inverno. Comparando-se o uso de recursos entre lagoas, verifica-se grande variabilidade espacial, embora apenas os itens Araneae, Cladocera e Insecta tenham apresentado diferenças significativas. (Tabela 3, Figura 6).

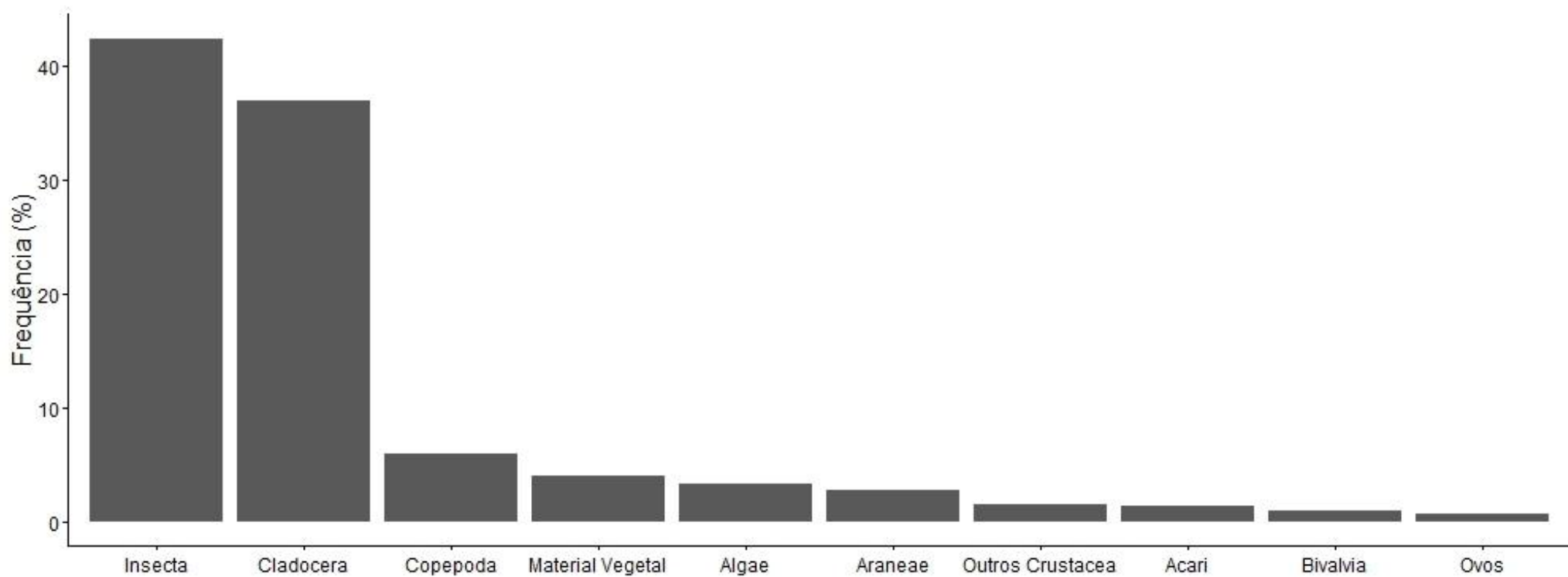


Figura 3: Frequência relativa dos itens alimentares de *Diapoma alburnus* em dados agrupados por estação do ano e local de captura (dados totais). Amostras realizadas nas Lagoas dos Barros, da Fortaleza, Itapeva, Lessa e Pinguela, litoral norte do Rio Grande do Sul, no período de junho de 2013 a abril de 2015.

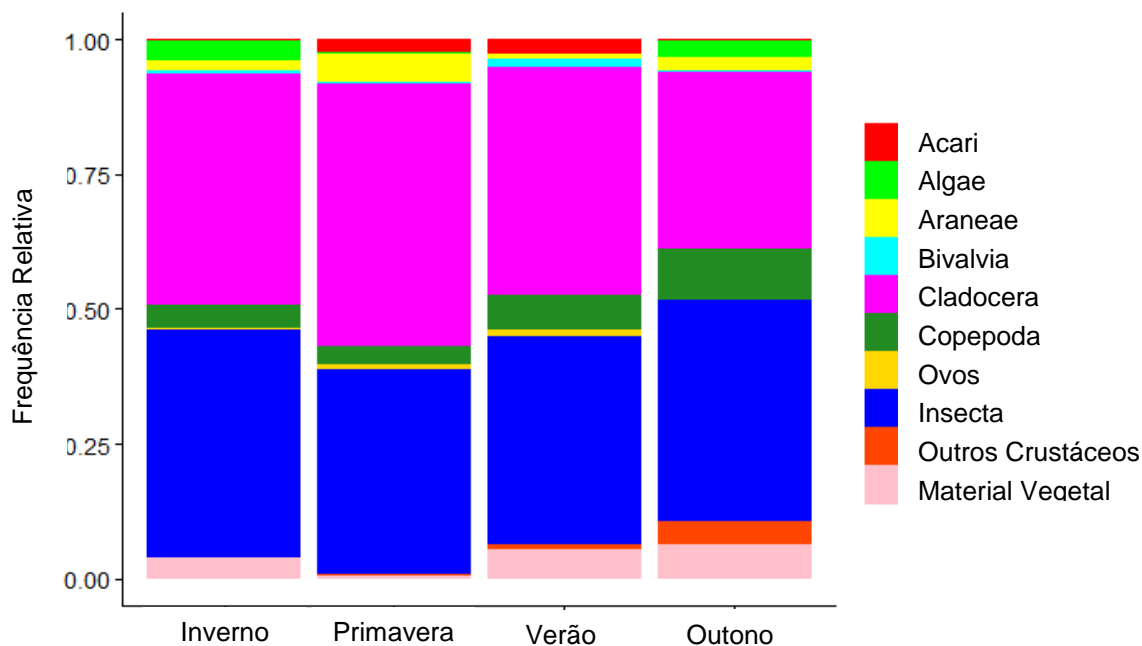


Figura 4: Frequência relativa dos itens alimentares de *Diapoma alburnus* em relação às estações dos anos. Amostras realizadas nas Lagoas dos Barros, da Fortaleza, Itapeva, Lessa e Pinguela, litoral norte do Rio Grande do Sul, no período de junho de 2013 a abril 2015.

Tabela 2: Valores de significância do Teste de Lilliefors para verificação de normalidade das categorias funcionais de itens alimentares de *Diapoma alburnus*; dados agrupados por lagoa e estação do ano. Amostras realizadas nas lagoas dos Barros, Fortaleza, Itapeva, Lessa e Pinguela, litoral norte do Rio Grande do Sul, no período de junho de 2013 a abril de 2015. (*) Valores de significância.

| Itens alimentares | <i>P</i> |
|--------------------|----------|
| Acari | 0.0002* |
| Algae | 0.0006* |
| Araneae | 0.0003* |
| Bivalvia | 0.0002* |
| Cladocera | 0.0159* |
| Copepoda | 0.0002* |
| Crustacea – outros | 0.0002* |
| Insecta | 0.1684 |
| Material Vegetal | 0.0006* |
| Ovos | 0.0002* |

Tabela 3: Valores de significância (p) referentes à análise de variação temporal e espacial de frequência de ocorrência por item alimentar de *Diapoma alburnus* (Kruskal-Wallis). Amostras realizadas nas lagoas dos Barros, Fortaleza, Itapeva, Lessa e Pinguela, litoral norte do Rio Grande do Sul, no período de junho de 2013 a abril de 2015. (*) Valores de significância.

| Item | Estação (p) | Lagoa (p) |
|--------------------|---------------------------------|-------------------------------|
| Acari | 0.5890 | 0.4086 |
| Algae | 0.0127* | 0.4322 |
| Araneae | 0.2255 | 0.0282* |
| Bivalvia | 0.6068 | 0.8569 |
| Cladocera | 0.9648 | 0.0008* |
| Copepoda | 0.6504 | 0.1469 |
| Crustacea - outros | 0.2934 | 0.5592 |
| Insecta | 0.4554 | 0.0036* |
| Material Vegetal | 0.0260* | 0.2401 |
| Ovos | 0.3215 | 0.8969 |

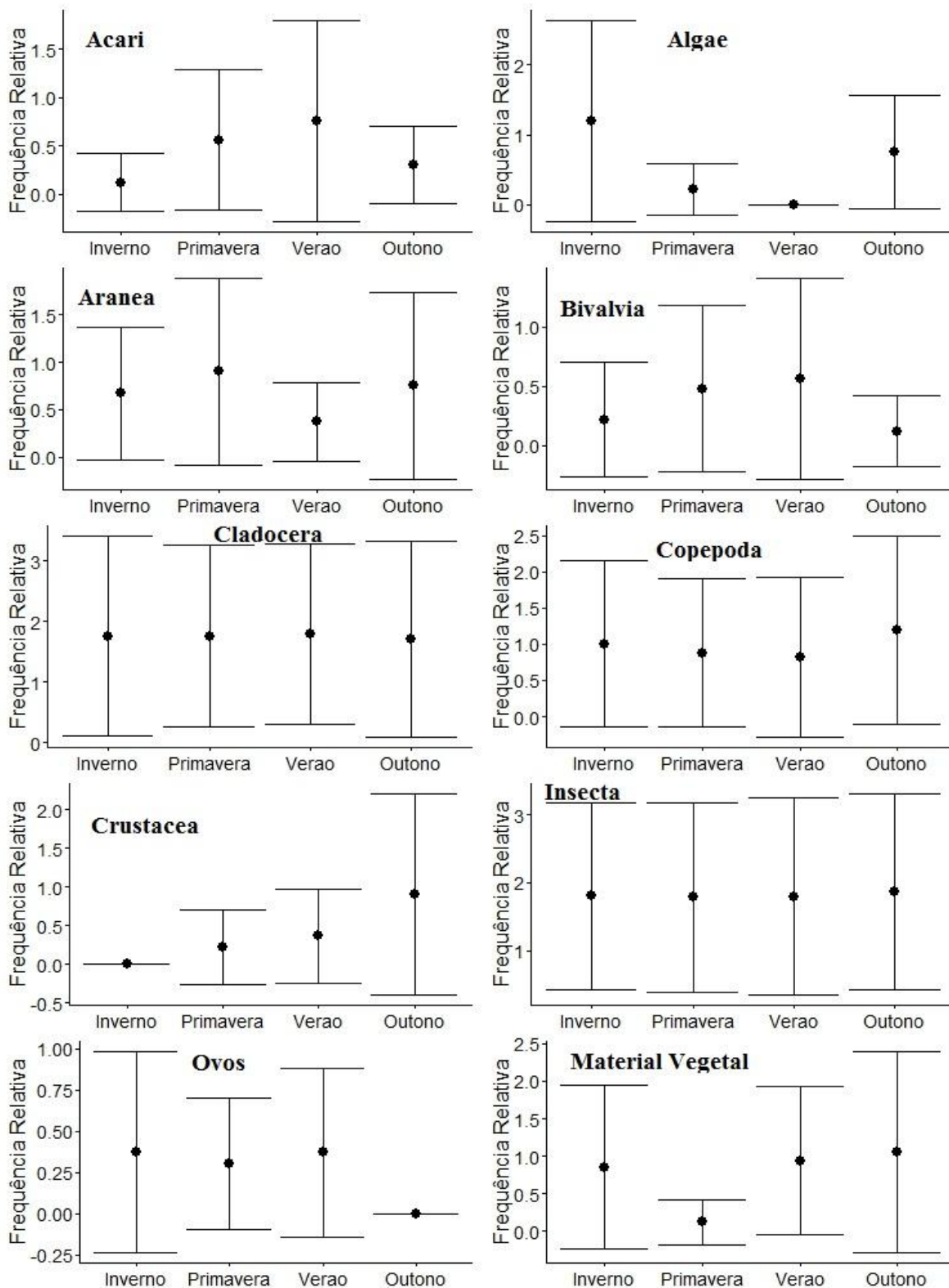


Figura 5: Média da frequência relativa de cada item alimentar de *Diapoma alburnus* com seu respectivo desvio padrão. Amostras realizadas nas Lagoas dos Barros, Fortaleza, Itapeva, Lessa e Pinguela, litoral norte do Rio Grande do Sul, no período de junho de 2013 a abril de 2015.

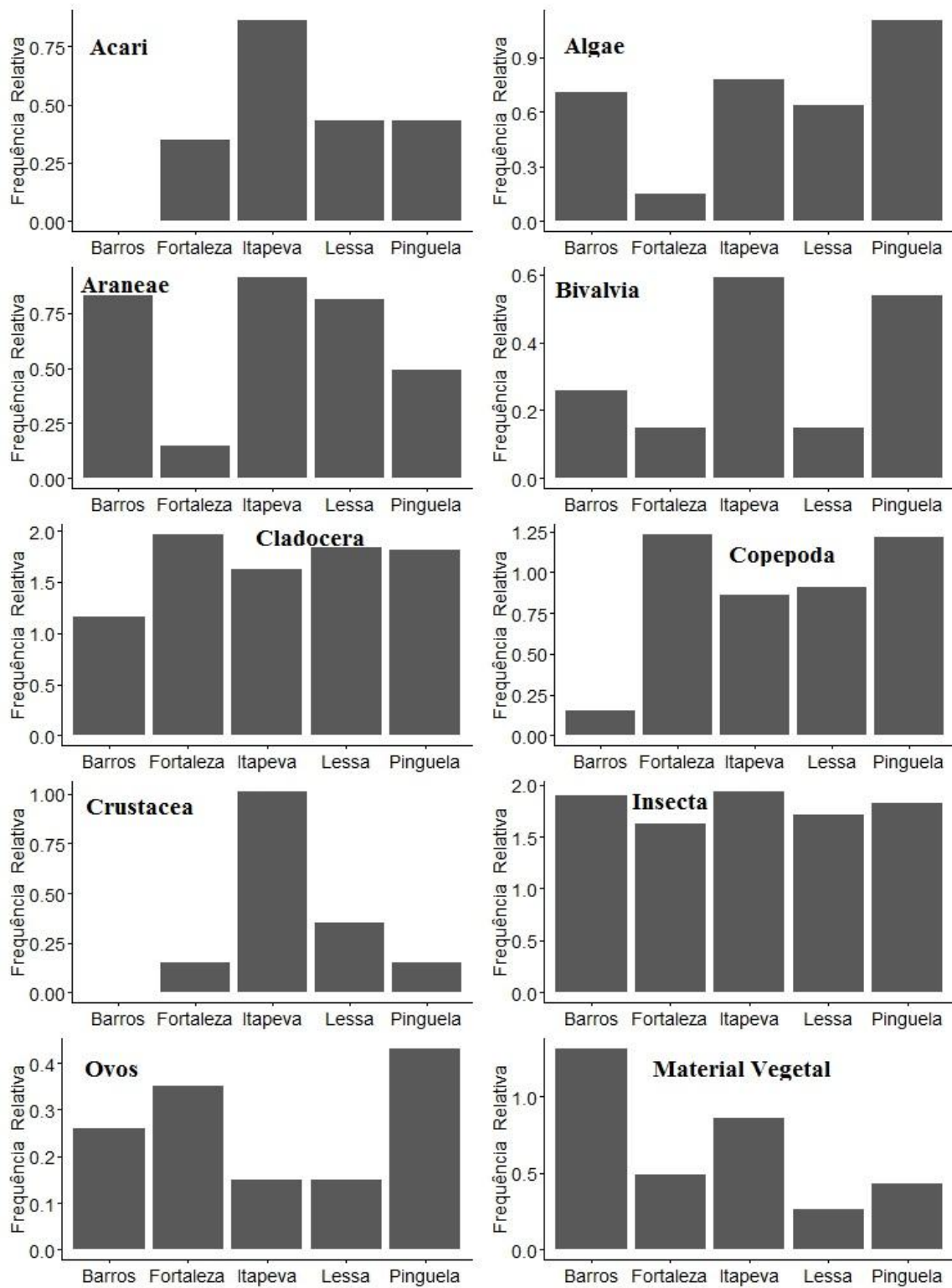


Figura 6: Média da frequência relativa de cada item alimentar para cada lagoa para *Diapoma alburnus*. Amostras realizadas nas Lagoas dos Barros, Fortaleza, Itapeva, Lessa e Pinguela, litoral norte do Rio Grande do Sul, no período de junho de 2013 a abril de 2015.

3- ANÁLISES DE ISÓTOPOS ESTÁVEIS

3.1- Variação Ontogenética

Os valores de $\delta^{13}\text{C}$ para *Diapoma alburnus* em razão do comprimento total não apresentaram regressão linear significativa, exceto para a lagoa do Lessa no segundo ano de amostragem (Tabela 4; Figuras 7-11). De maneira similar, não foi observada mudança ontogenética para os valores de $\delta^{15}\text{N}$, exceto para a Lagoa dos Barros no primeiro ano e a Lagoa Fortaleza no segundo ano (Tabela 5; Figuras 7-11). Destaca-se, entretanto, que levando em consideração as análises múltiplas e aplicando-se a correção de Bonferroni ($0,05/20=0,00025$), nenhuma regressão foi considerada estatisticamente significativa.

Tabela 4: Valores de coeficiente de determinação e significância da regressão linear de $\delta^{13}\text{C}$ de em relação ao comprimento total de *Diapoma alburnus* nas lagoas dos Barros, Fortaleza, Itapeva, Lessa e Pinguela, litoral norte do Rio Grande do Sul, entre junho de 2013 a abril de 2014 (Ano I) e entre junho de 2014 a abril de 2015 (Ano II) (*) Valores de significância.

| Lagoa | Ano I | | Ano II | |
|-----------|-------|-------|--------|--------|
| | r^2 | P | r^2 | P |
| Barros | 0,001 | 0,839 | 0,154 | 0,086 |
| Fortaleza | 0,004 | 0,760 | 0,016 | 0,569 |
| Lessa | 0,080 | 0,121 | 0,282 | 0,011* |
| Itapeva | 0,046 | 0,290 | 0,051 | 0,266 |
| Pinguela | 0,009 | 0,633 | 0,031 | 0,426 |

Tabela 5: Valores de coeficiente de determinação e significância da regressão linear de $\delta^{15}\text{N}$ em relação ao comprimento total de *Diapoma alburnus* nas Lagoas dos Barros, da Fortaleza, Itapeva, Lessa e Pinguela, litoral norte do Rio Grande do Sul, entre junho de 2013 a abril de 2014 (Ano I) e entre junho de 2014 a abril de 2015 (Ano II).(*) Valores de significância

| Lagoa | Ano I | | Ano II | |
|-----------|-------|--------|--------|--------|
| | r^2 | P | r^2 | p |
| Barros | 0,415 | 0,030* | 0,052 | 0,330 |
| Fortaleza | 0,037 | 0,373 | 0,181 | 0,047* |
| Lessa | 0,015 | 0,502 | 0,145 | 0,079 |
| Itapeva | 0,040 | 0,323 | 0,021 | 0,479 |
| Pinguela | 0,034 | 0,361 | 0,0007 | 0,905 |

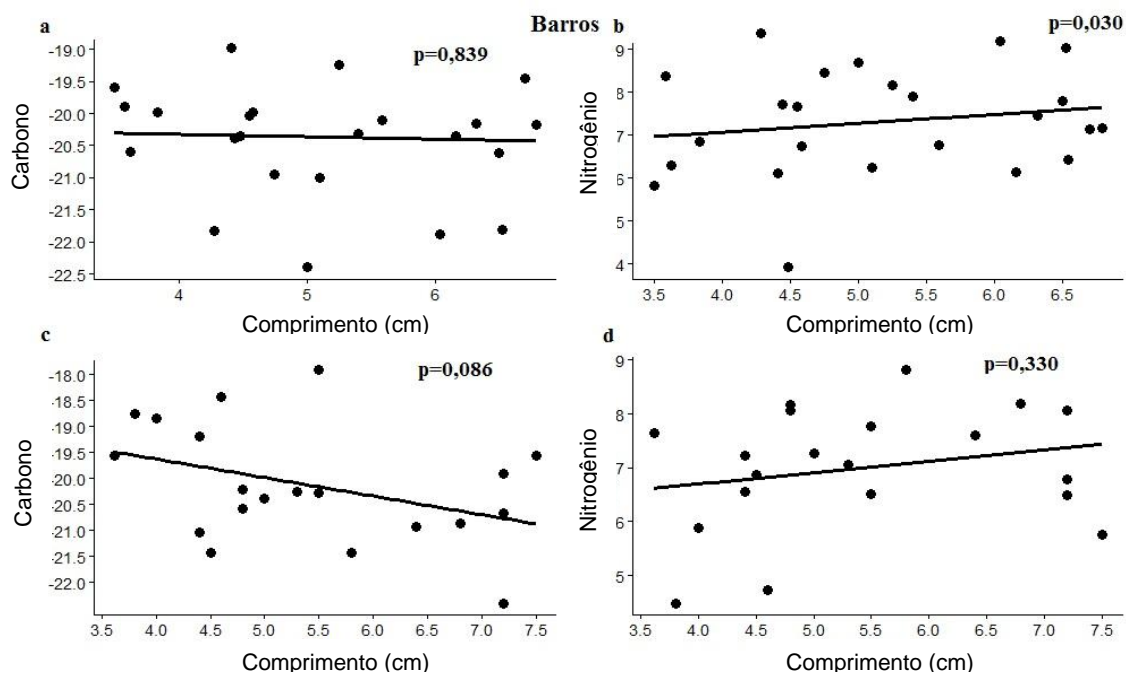


Figura 7: Valores da razão isotópica para *Diapoma alburnus* capturados na Lagoa dos Barros (RS) (n=36). (a) Valores de Carbono do Ano I; (b) Valores de Nitrogênio para o Ano I; (c) Valores de Carbono do Ano II; (d) Valores de Nitrogênio para o Ano II. O período é de junho de 2013 a abril de 2014 e do período do Ano II sendo de junho de 2014 a abril de 2015.

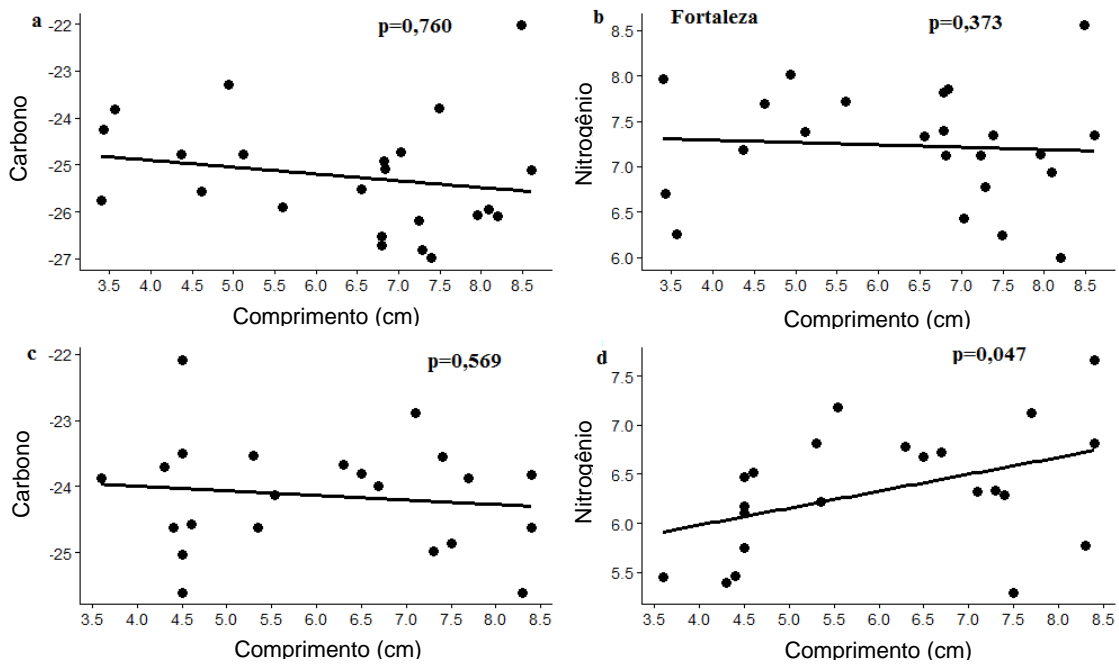


Figura 8: Valores de razão isotópica para *Diapoma alburnus* capturados na Lagoa de Fortaleza (RS) (n=37). (a) Valores de Carbono do Ano I; (b) Valores de Nitrogênio para o Ano I; (c) Valores de Carbono do Ano II; (d) Valores de Nitrogênio para o Ano II. O período do Ano I é de junho de 2013 a abril de 2014 e do período do Ano II sendo de junho de 2014 a abril de 2015

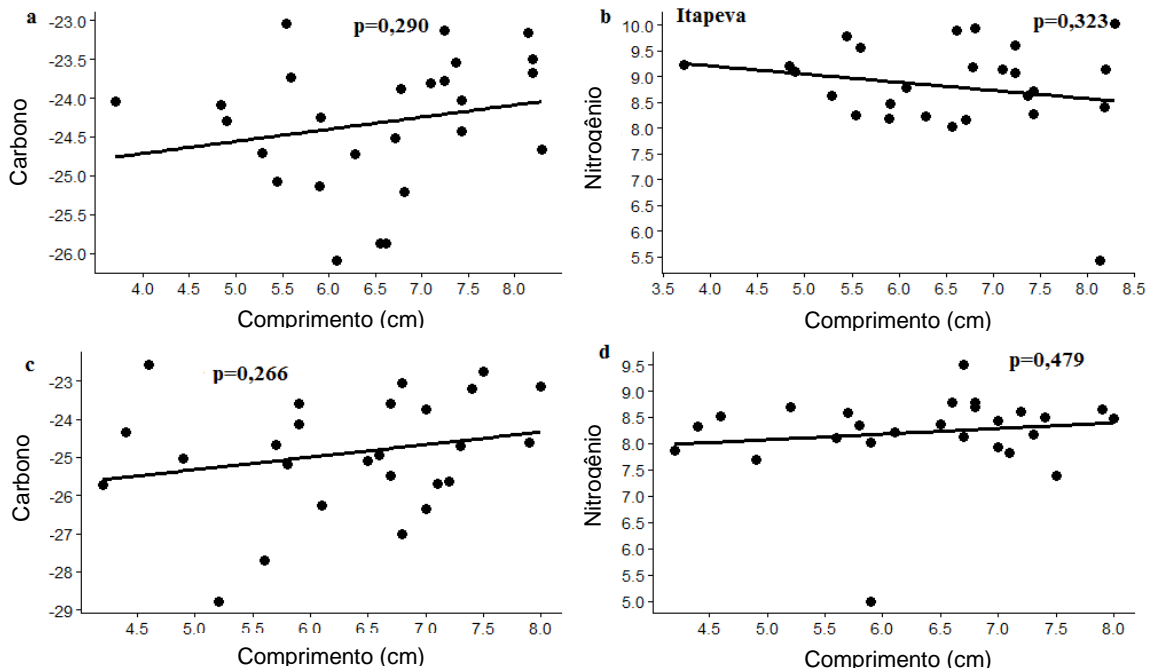


Figura 9: Valores de razão isotópica para *Diapoma alburnus* capturados na Lagoa Itapeva (RS) (n=44). (a) Valores de $\delta^{13}\text{C}$ do Ano I; (b) valores de $\delta^{15}\text{N}$ para o Ano I; (c) valores de $\delta^{13}\text{C}$ do Ano II; (d) valores de $\delta^{15}\text{N}$ para o Ano II. O período do Ano I é de junho de 2013 a abril de 2014 e do período do Ano II sendo de junho de 2014 a abril de 2015.

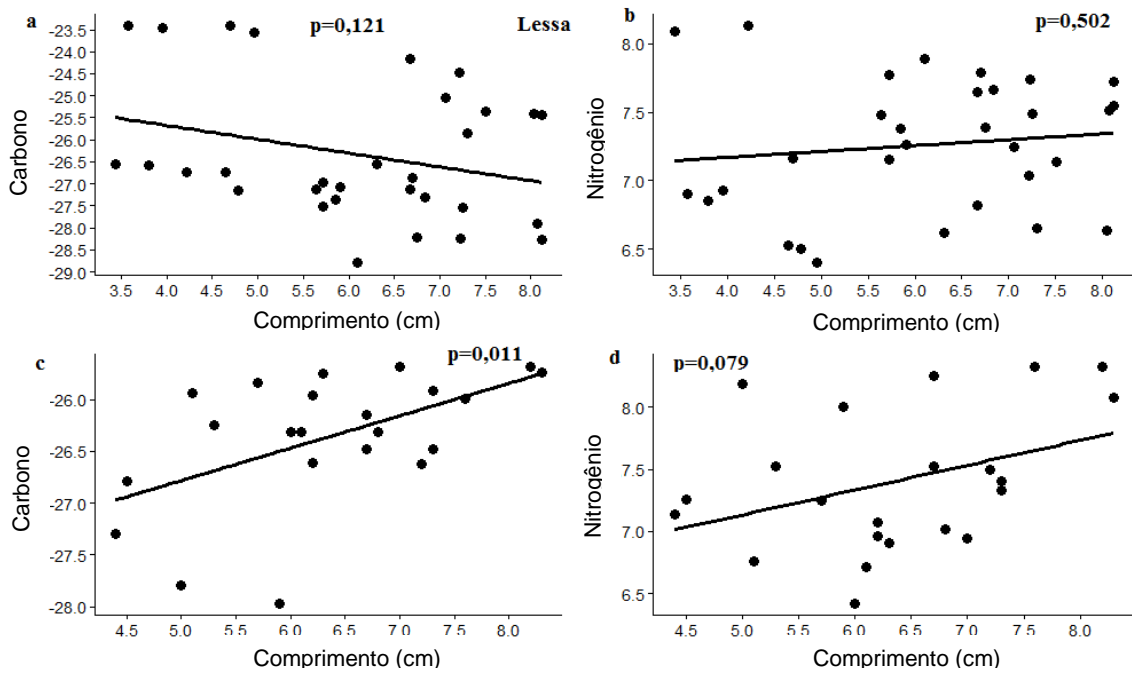


Figura 10: Valores de razão isotópica para *Diapoma alburnus* capturados na Lagoa Lessa (RS) (n=45). (a) Valores de $\delta^{13}\text{C}$ do Ano I; (b) valores de $\delta^{15}\text{N}$ para o Ano I; (c) valores de $\delta^{13}\text{C}$ do Ano II; (d) valores de $\delta^{15}\text{N}$ para o Ano II. O período do Ano I é de junho de 2013 a abril de 2014 e do período do Ano II sendo de junho de 2014 a abril de 2015.

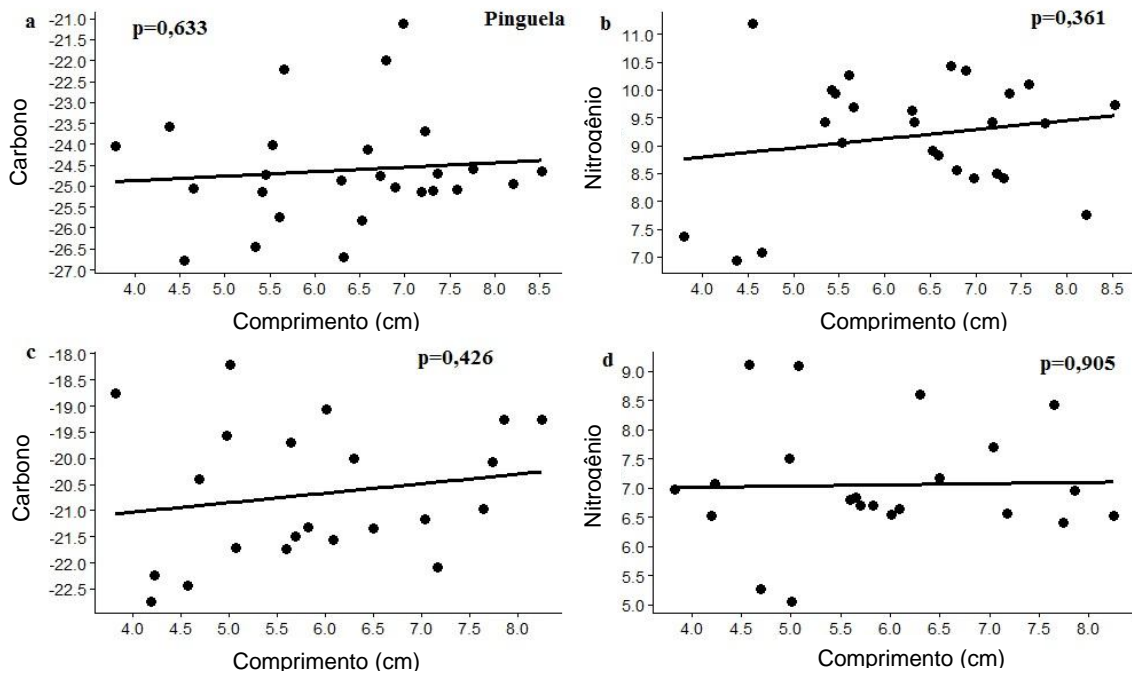


Figura 11: Valores de razão isotópica para *Diapoma alburnus* capturados na Lagoa Pinguela (RS) (n=40). (a) Valores de $\delta^{13}\text{C}$ do Ano I; (b) valores de $\delta^{15}\text{N}$ para o Ano I; (c) valores de $\delta^{13}\text{C}$ do Ano II; (d) valores de $\delta^{15}\text{N}$ para o Ano II. O período do Ano I é de junho de 2013 a abril de 2014 e do período do Ano II sendo de junho de 2014 a abril de 2015

3.2-Variação espacial e sazonal para a razão isotópica de Carbono e Nitrogênio

Os valores mensurados tanto para $\delta^{13}\text{C}$ como para $\delta^{15}\text{N}$ apresentaram ampla variabilidade. A menor razão isotópica para o carbono foi observada na lagoa do Lessa (-28,80‰) enquanto que a maior razão isotópica foi verificada na Lagoa dos Barros (-17,90‰). Verificou-se também que a lagoa da Pinguela apresentou uma maior amplitude das razões isotópicas de $\delta^{13}\text{C}$, com variação entre -26,79‰ e -18,20‰. O valor mínimo identificado párea a lagoa dos Barros é próximo dos valores máximos das Lagoas Fortaleza e Itapeva. (Tabela 6, Fig.12).

Os valores isotópicos de nitrogênio apresentam seu menor valor na lagoa dos Barros (4,48‰) e o maior na Lagoa da Pinguela (10,49‰). A Lagoa do Lessa apresentou a menor amplitude para razão nitrogênio, com amplitude de variação de 6,40‰ a 8,33‰ (Tabela 6, Fig. 12).

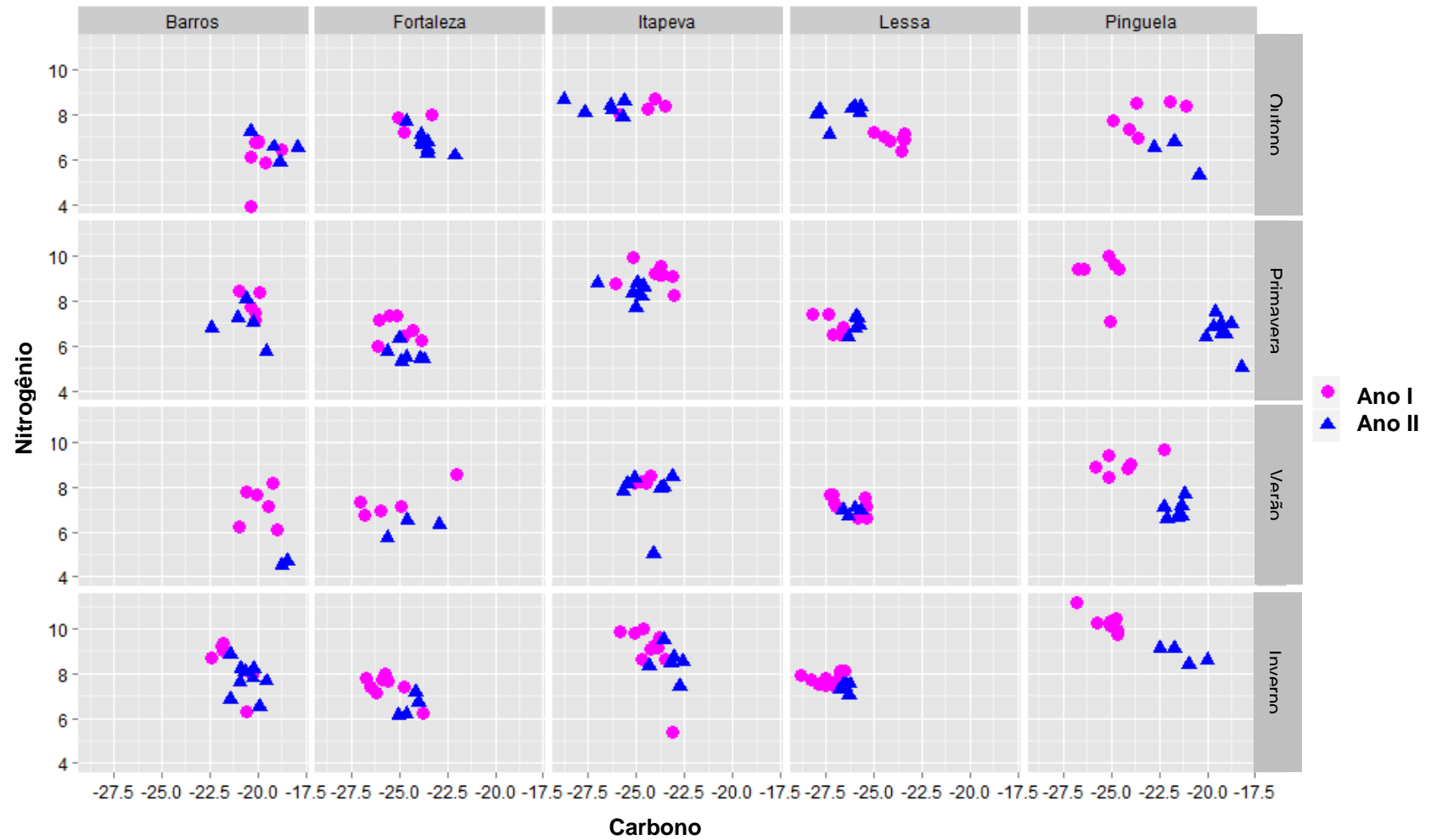


Figura 12: Biplot de $\delta^{15}\text{N}$ em relação à $\delta^{13}\text{C}$ de *Diapoma alburnus* nas Lagoas Barros, Fortaleza, Itapeva, Lessa e Pinguela (litoral norte do Rio Grande do Sul) por estação do ano. Ano I de junho de 2013 a abril de 2014 e Ano II de junho de 2014 a abril de 2015

Tabela 6: Valores mínimos e máximos de razões isotópicas de carbono e nitrogênio nas lagoas dos Barros, Fortaleza, Itapeva, Lessa e Pinguela, litoral norte do Rio Grande do Sul, entre junho de 2013 e abril de 2015.

| Lagoas | $\delta^{13}\text{C}$ | | | $\delta^{15}\text{N}$ | | |
|-----------|-----------------------|---------|--------|-----------------------|---------|--------|
| | Mínimo | Mediana | Máximo | Mínimo | Mediana | Máximo |
| Barros | -22.40 | -19.94 | -17.90 | 4.48 | 6.65 | 9.38 |
| Fortaleza | -26.99 | -24.59 | -22.02 | 5.29 | 6.69 | 8.56 |
| Itapeva | -28.78 | -24.06 | -22.56 | 5.00 | 8.36 | 10.03 |
| Lessa | -28.80 | -26.20 | -23.41 | 6.40 | 7.14 | 8.33 |
| Pinguela | -26.79 | -22.03 | -18.20 | 5.06 | 7.60 | 10.43 |

Através da análise de Kruskal-Wallis para amostras múltiplas, foi demonstrado que a razão isotópica $\delta^{13}\text{C}$ apresentou tanto variabilidade espacial entre lagoas ($p < 0,0001$) quanto temporal entre estações ($p = 0,0030$). Por meio do teste de Dunn (Tabela 7), verifica-se que a lagoa dos Barros, a única lagoa isolada, e a lagoa do Lessa, a menor lagoa do sistema, apresentaram diferenças significativas com relação a todas as demais lagoas, enquanto que a lagoa Fortaleza não apresentou diferença significativa em relação às lagoas Itapeva e Pinguela.

Em relação à variação sazonal nos valores de $\delta^{13}\text{C}$ (Tabela 8), identificou-se que os valores de carbono do inverno diferenciaram-se significativamente das razões observadas no outono ($p = 0,0012$) e no verão ($p = 0,0016$).

Tabela 7: Valores de significância obtidos no Teste de Dunn para variações de $\delta^{13}\text{C}$ de *Diapoma alburnus* em relação às lagoas amostradas no litoral norte do Rio Grande do Sul. Amostras efetuadas no período de junho de 2013 a abril de 2015. (*) Valores de significância

| Lagoa | Barros (p) | Fortaleza (p) | Itapeva (p) | Lessa (p) |
|------------------|------------|---------------|-------------|-----------|
| Fortaleza | 0.0001* | | | |
| Itapeva | 0.0002* | 0.3744 | | |
| Lessa | 0.0002* | 0.0002* | 0.0007* | |
| Pinguela | 0.0017* | 0.1111 | 0.013* | 0.0002* |

Tabela 8: Valores de significância obtidos no Teste de Dunn para variações de $\delta^{13}\text{C}$ de *Diapoma alburnus* em relação à estação de amostragem em lagoas do litoral norte do Rio Grande do Sul. Amostras efetuadas no período de junho de 2013 a abril de 2015 (*) Valores de significância

| Estação | Outono (<i>p</i>) | Primavera (<i>p</i>) | Verão (<i>p</i>) |
|------------------|--------------------------|-----------------------------|-------------------------|
| Primavera | 0.1207 | | |
| Verão | 0.9311 | 0.1428 | |
| Inverno | 0.0012* | 0.0913 | 0.0016* |

Para a análise dos dados referentes à $\delta^{15}\text{N}$ foi também realizado o Teste de Kruskal-Wallis com os dados relativos à variação espacial e sazonal. Os resultados demonstraram a existência de diferenças significativas entre lagoas ($p = 0,0005$) e estação do ano ($p = 0,0006$).

O teste de Dunn para discriminar as fontes de variação relativas à razão de $\delta^{15}\text{N}$ (Tabela 9) revelou um padrão diferenciado do identificado para a razão de $\delta^{13}\text{C}$, onde nenhuma lagoa diferenciou-se de todas as demais. Entretanto, a lagoa Fortaleza somente não apresentou diferença significativa com relação à lagoa dos Barros ($p=0,2491$) enquanto que a lagoa Pinguela apenas não se diferenciou da lagoa do Lessa ($p = 0,1490$). Com relação à variabilidade sazonal de $\delta^{15}\text{N}$, identifica-se que o inverno foi a única estação que apresentou diferença significativa com relação a todas as demais estações do ano (Tabela 10).

Tabela 9: Valores de significância obtidos no Teste de Dunn para variações de $\delta^{15}\text{N}$ de *Diapoma alburnus* em relação às lagoas amostradas no litoral norte do Rio Grande do Sul. Amostras efetuadas no período de junho de 2013 a abril de 2015. (*) Valores de significância

| Lagoa | Barros (<i>p</i>) | Fortaleza (<i>p</i>) | Itapeva (<i>p</i>) | Lessa (<i>p</i>) |
|------------------|--------------------------|-----------------------------|---------------------------|-------------------------|
| Fortaleza | 0.2491 | | | |
| Itapeva | 0.0002* | 0.0002* | | |
| Lessa | 0.1677 | 0.0001* | 0.0001* | |
| Pinguela | 0.0047* | 0.0182* | 0.0182* | 0.1490 |

Tabela 10: Valores de significância obtidos no Teste de Dunn para variações de $\delta^{15}\text{N}$ de *Diapoma alburnus* em relação à estação de amostragem em lagoas do litoral norte do Rio Grande do Sul. Amostras efetuadas no período de junho de 2013 a abril de 2015. (*) Valores de significância

| <i>Estação</i> | <i>Outono (p)</i> | <i>Primavera (p)</i> | <i>Verão (p)</i> |
|------------------|-------------------|----------------------|------------------|
| Primavera | 0.1707 | | |
| Verão | 0.8333 | 0.114 | |
| Inverno | 0.0003* | 0.0001* | 0.0001* |

3.3-Variação sazonal e interanual para a razão isotópica de Carbono e Nitrogênio

Como foi demonstrada a ocorrência da variação sazonal para $\delta^{13}\text{C}$ e de $\delta^{15}\text{N}$, testou-se também de forma conjunta as fontes de variação sazonal e interanual. Os resultados do teste de Lilliefors para normalidade em cada lagoa em relação às razões de $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ estão apresentados na Tabela 11. Em função da observância de distribuições não paramétricas dentre o conjunto de dados, foi empregado o Teste de Kruskal-Wallis para verificar-se a presença de variabilidade sazonal e interanual de $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ (Tabela 12).

Tabela 11: Valores de significância do Teste de Lilliefors para razões isotópicas de $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ de *Diapoma alburnus* em relação à lagoa de amostragem no litoral norte do Rio Grande do Sul. Amostras efetuadas no período de junho de 2013 a abril de 2015. (*) Valores de significância

| Lagoa | $\delta^{13}\text{C}$ (p) | $\delta^{15}\text{N}$ (p) |
|------------------|---------------------------|---------------------------|
| Barros | 0.5158 | 0.8073 |
| Fortaleza | 0.4864 | 0.5468 |
| Itapeva | 0.2595 | 0.0020* |
| Lessa | 0.1095 | 0.9141 |
| Pinguela | 0.0095* | 0.0383* |

Tabela 12: Valores de significância do Teste de Kruskal-Wallis para razões isotópicas de $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ de *Diapoma alburnus* por lagoa de amostragem do litoral norte do Rio Grande do Sul em relação às estações do ano e ano de amostragem. Amostras efetuadas no período de junho de 2013 a abril de 2015. (*) Valores de significância

| Lagoa | $\delta^{13}\text{C}$ (p) | | $\delta^{15}\text{N}$ (p) | |
|------------------|---------------------------|---------|---------------------------|---------|
| | Estação | Ano | Estação | Ano |
| Barros | 0.0001* | 0.2504 | 0.0008* | 0.1816 |
| Fortaleza | 0.0177 | 0.0008* | 0.0612 | 0.0004* |
| Itapeva | 0.5756 | 0.8028 | 0.0001* | 0.0539 |
| Lessa | 0.0011* | 0.1184 | 0.0005* | 0.7558 |
| Pinguela | 0.2203 | 0.0001* | 0.0017* | 0.0001* |

Observou-se que, para os valores de isótopos de $\delta^{13}\text{C}$ em relação à estação do ano, a lagoa dos Barros ($p=0,0001$) e Lessa ($p=0,0011$) apresentaram valores significativos. Para a variabilidade interanual, as lagoas Fortaleza ($p=0.0008$) e Pinguela ($p=0,0001$) apresentaram diferenças significativas (Tabela 12), com diferença entre os valores de carbono para o ano I e ano II. A única lagoa que não apresentou diferença significativa tanto para a estação ($p=0,5756$) quanto para o ano de amostragem ($p=0,8028$) foi a Itapeva (Tabela 12).

Com relação aos dados de $\delta^{15}\text{N}$, demonstrados na Tabela 12, a lagoa da Fortaleza ($p=0,0612$) não demonstrou diferenças significativas para a estação do ano, mas apresentou diferença entre o ano I e ano II da amostragem ($p=0,0004$). Também foram observadas diferenças significativas nas lagoas Barros, Itapeva, Lessa e Pinguela para variabilidade sazonal. Na lagoa da Pinguela, foi verificada a ocorrência tanto de variação sazonal ($p=0,0017$) como interanual ($p=0,0001$).

Através do Teste de Dunn para os valores de $\delta^{13}\text{C}$ (Tabela 13) foi demonstrado que a estação de inverno, de forma prevalente, apresentou diferenças significativas em relação às demais estações, enquanto primavera, verão e outono não se diferenciaram entre si, exceto primavera/outono na lagoa Fortaleza. Um padrão similar foi observado em relação às razões isotópicas de $\delta^{15}\text{N}$ (Tabela 14), com prevalência de diferenças significativas do inverno em relação às demais estações, e similaridade primavera/verão/outono, neste caso excetuados os binários primavera/outono das lagoas Itapeva e Lessa.

Tabela 13: Valores de significância do Teste de Dunn para razões isotópicas de $\delta^{13}\text{C}$ para a lagoa dos Barros, Fortaleza, Lessa e Pinguela em relação às estações do ano. Amostras efetuadas no período de junho de 2013 a abril de 2015. (*) Valores de significância

| Lagoas | Estação | Primavera (<i>p</i>) | Verão (<i>p</i>) | Inverno (<i>p</i>) |
|-----------|-----------|------------------------|--------------------|----------------------|
| Barros | Outono | 0.3211 | 0.4860 | 0.0003* |
| | Primavera | | 0.0912 | 0.0100* |
| | Verão | | | 0.0002* |
| Fortaleza | Outono | 0.0160* | 0.4801 | 0.0078* |
| | Primavera | | 0.0884 | 0.8005 |
| | Verão | | | 0.0504 |
| Lessa | Outono | 0.5174 | 0.6753 | 0.0003* |
| | Primavera | | 0.8192 | 0.0033* |
| | Verão | | | 0.0015* |
| Pinguela | Outono | 0.2910 | 0.1130 | 0.0480* |
| | Primavera | | 0.5980 | 0.3560 |
| | Verão | | | 0.6930 |

Tabela 14: Valores de significância do Teste de Dunn para razões isotópicas de $\delta^{15}\text{N}$ para a lagoa dos Barros, Fortaleza, Lessa e Pinguela em relação às estações do ano. Amostras efetuadas no período de junho de 2013 a abril de 2015 (*) Valores de significância

| Lagoas | Estação | Primavera (<i>p</i>) | Verão (<i>p</i>) | Inverno (<i>p</i>) |
|----------|-----------|------------------------|--------------------|----------------------|
| Barros | Outono | 0.2414 | 0.8493 | 0.0009* |
| | Primavera | | 0.1733 | 0.0061* |
| | Verão | | | 0.0004* |
| Itapeva | Outono | 0.0024* | 0.6338 | 0.0003* |
| | Primavera | | 0.0004* | 0.5740 |
| | Verão | | | 0.0004* |
| Lessa | Outono | 0.0080* | 0.0957 | 0.0840 |
| | Primavera | | 0.3245 | 0.0001* |
| | Verão | | | 0.0006* |
| Pinguela | Outono | 0.0807 | 0.0947 | 0.0001* |
| | Primavera | | 0.9398 | 0.0337* |
| | Verão | | | 0.0278* |

Em razão da amplitude nos valores isotópicos foi realizada uma plotagem de densidade para a relação $\delta^{15}\text{N} / \delta^{13}\text{C}$ com os dados de *Diapoma alburnus* nas diferentes lagoas amostradas (Fig. 13). Através desta figura é possível verificada uma estruturação espacial das razões de carbono e nitrogênio nas diferentes lagoas. Em diversos ecossistemas a variabilidade isotópica (desvio padrão) encontra-se entre 0,75 e 2,4 para carbono e de 0,4 a 1,6 para o nitrogênio. Para *Diapoma alburnus* nas lagoas analisadas, os desvios variaram de 1,015 a 2,375 para carbono e de 0,522 a 1,495 para nitrogênio. Uma comparação da variabilidade intraespecífica e interespecífica de carbono e nitrogênio utilizando o teste de Mann-Whitney não apresentou diferenças estatísticas significativas ($p=0,5025$ para carbono e $p=0,8586$ para nitrogênio), demonstrando que a distância da razão entre as espécies distintas poderiam ser similares às diferenças entre indivíduos de uma mesma espécie. (Fig.14)

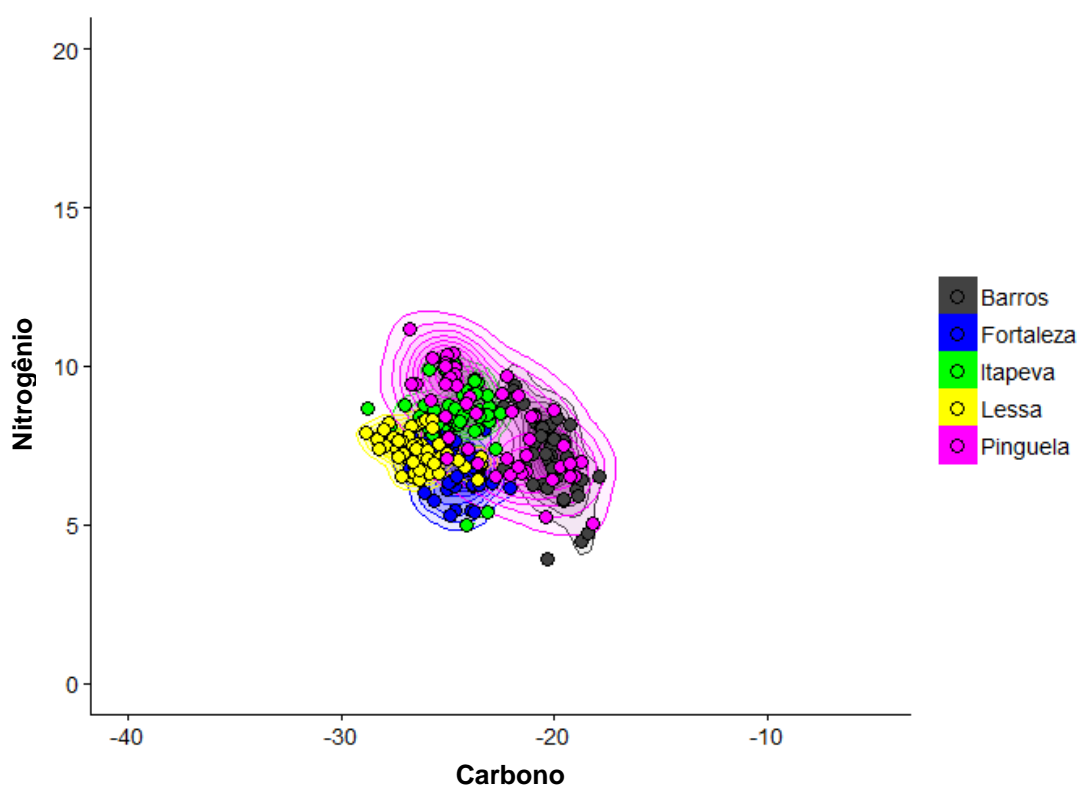


Figura 13: Biplot de $\delta^{15}\text{N}$ em relação à $\delta^{13}\text{C}$. As linhas concêntricas representam a densidade presumida de aglomeração *Diapoma alburnus* coletados nas Lagoas dos Barros, Fortaleza, Itapeva, Lessa e Pinguela, litoral norte do Rio Grande do Sul (Anexo 7).

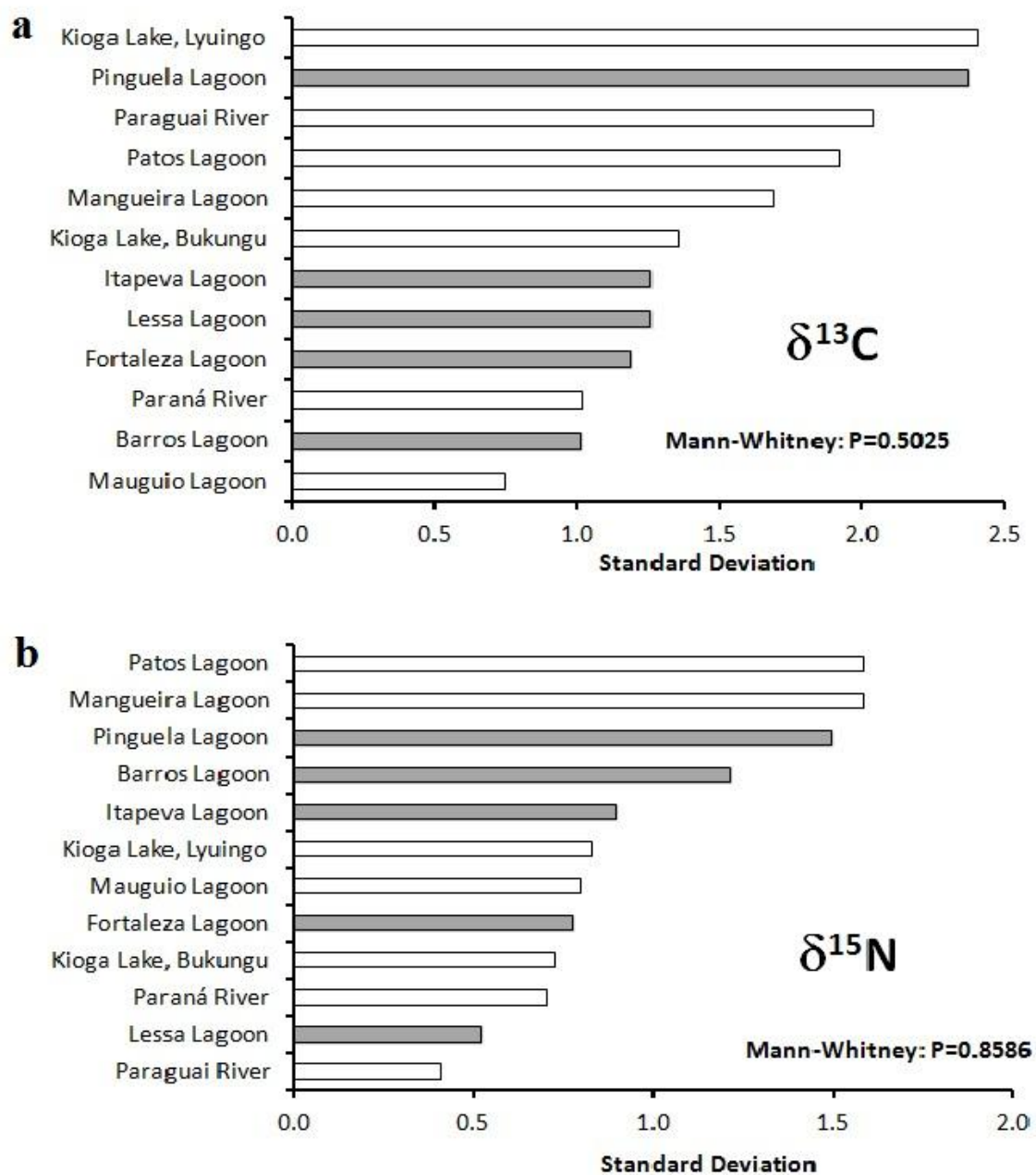


Figura 14: Comparação intraespecífica e interespecífica da variabilidade isotópica de $\delta^{13}\text{C}$ (a) e $\delta^{15}\text{N}$ (b). Diferentes espécies do mesmo ecossistema (dados da literatura, barras brancas) são comparadas com os resultados da variabilidade intraespecífica de *Diapoma alburnus* em diferentes lagoas costeiras do Rio Grande do Sul (barras cinza). A hipótese nula (desvio padrões similares) foi testado usando o teste não paramétrico de Mann-Whitney.

DISCUSSÃO

Neste estudo, foi realizada uma análise da variação espacial e temporal da dinâmica trófica e razão isotópica de carbono e nitrogênio de *Diapoma alburnus* em lagoas do litoral norte do Rio Grande do Sul. Apesar da espécie não apresentar variação ontogenética, conforme estudos prévios (Fontoura *et al.* 2015), demonstramos a existência de ampla variabilidade espaço-temporal para itens alimentares e razão isotópica de carbono e nitrogênio para a espécie. De modo geral, esses resultados sugerem que a alimentação e assimilação de carbono e nitrogênio de *Diapoma alburnus* podem ser influenciadas em relação com a sua distribuição espacial e período de coleta.

Sabe-se que as comunidades locais, e conseqüentemente a disponibilidade de recursos alimentares, são determinadas por processos nas escalas espaciais e temporais (Mykrä *et al.* 2007; Suarez 2008). Nesse contexto, a análise do conteúdo estomacal reflete o alimento ingerido em gradientes de tempo e espaço, apresentando informação sobre a amplitude de variação, especialização no uso de presas, bem como o efeito da densidade no uso das fontes alimentares (Fanelli & Cartes 2008; Fry 2006). Assim, pode dizer que o conteúdo estomacal pode refletir as variações ontogenéticas com relação ao tamanho ou biomassa das presas, bem como a frequência relativa do consumo dos itens alimentares. Nas análises de conteúdo estomacal de *Diapoma alburnus*, foram encontrados diversos itens alimentares, tal como Insecta, Cladocera, Araneae, Algae e Material Vegetal, confirmando um hábito generalista em relação a sua dieta. Os itens de maior frequência de ocorrência, de forma geral, foram Cladocera e Insecta independente do local e período de estudo. Em diferentes estudos também foi verificado o consumo de Insecta, Cladocera, outros macroinvertebrados, material vegetal superior, algas e detritos/sedimentos (Artioli *et al.* 2003; Delariva *et al.* 2013), chamando a atenção que o item ovos tenha aparecido com frequência de ocorrência significativamente maior no estudo de Artioli *et al.* (2003) em relação ao observado neste trabalho. Identificou-se também que os itens Cladocera, Insecta e Araneae apresentaram variação espacial, provavelmente ligada com a disponibilidade alimentar encontrada em cada lagoa, apesar da fisionomia similar e relativa proximidade geográfica. Os itens Algae e Material Vegetal apresentaram diferenças significativas na estação, provavelmente devido aos ciclos sazonais de variação ambiental, como precipitação, temperatura, e intensidade/direção dos ventos predominantes, interferindo

em aspectos como transparência da água e toda a dinâmica trófica (Zanata *et al.* 2005; Mortari *et al.* 2009).

Por apresentar um clima temperado úmido, o Rio Grande do Sul pode sofrer de uma grande variação térmica durante o ano, sendo que o perfil térmico observado durante o presente estudo não se diferenciou das médias históricas regionais (Villwock 1984). A temperatura é um fator ecológico que afeta profundamente o desenvolvimento dos organismos, seja regulando a velocidade dos processos metabólicos, seja atuando como gatilho para o desencadeamento de processos metabólicos e/ou ecológicos. A variação da temperatura sobre a superfície da Terra tem grande diversidade de forçantes primários, como os efeitos latitudinais, altitudinais e sazonais (Pingram *et al.* 2014). A amplitude da variação da temperatura é menor na água do que na terra, sendo que lagos maiores, em função do elevado calor específicos da água, apresentam maior estabilidade térmica que lagos menores. Tendo em vista que a temperatura participa no desenvolvimento dos organismos, ela pode ser considerada um fator ecológico chave para regular a distribuição, sobrevivência e o comportamento das espécies, inclusive o comportamento alimentar (Odum, 2012). Segundo Pingram *et al.*(2014), a temperatura constitui-se em fator-chave também para a regulação da dinâmica da matéria orgânica dissolvida, de forma a influenciar na disponibilidade e assimilação de nutrientes no meio aquático. Embora as lagoas analisadas estejam distribuídas segundo o gradiente latitudinal de cerca de 100 km, além de apresentarem tamanhos diferenciados, as diferenças espaciais obtidas no uso de recurso apresentaram um padrão de variação aparentemente aleatório, não tendo sido identificado qualquer padrão relacionado com a posição latitudinal, mesmo que esta abordagem não tenha sido testada estatisticamente.

O fluxo dos nutrientes ocorre de modo dinâmico nos ambientes aquáticos, onde as características físicas, químicas, assim como a comunidade biótica interagem sinergicamente para ciclagem de matéria e energia. A transferência de matéria e energia em um ecossistema pode ser inferida pela análise do conteúdo estomacal ou através de observação direta da atividade predatória no ambiente. Tais abordagens, contudo, são limitadas a revelar o que está sendo ingerido em um determinado espaço de tempo, uma vez que não considera os componentes químicos nem a real capacidade de assimilação das moléculas constituintes do alimento.

Desta maneira, a análise dos isótopos estáveis de carbono e nitrogênio é de especial interesse para estudos ecológicos, uma vez que pode fornecer informação a respeito da dieta e da assimilação isotópica em diferentes espécies ou uma melhor

compreensão da dinâmica trófica entre os organismos produtores, consumidores e decompositores nas teias alimentares (Beaudoin *et al.* 1999; Forsberg *et al.* 1993; Caut *et al.* 2009). Isso se deve ao fato de que as concentrações relativas de isótopos estáveis de carbono e nitrogênio refletem indiretamente o padrão isotópico dos componentes da dieta, onde a pequena diferença é chamada de mudança trófica (Post 2002). A maioria dos estudos que utilizam a abordagem da análise de isótopos estáveis possui como principal objetivo a busca de informação para a construção de cadeias tróficas. Contudo, esta análise também pode fornecer importantes informações a respeito de possíveis variações ontogenéticas (Genner *et al.* 2003, Fontoura *et al.* 2015), espaciais e temporais (Deegan & Garritt 1997, Muto & Soares 2011). Estudos que visam determinar a razão isotópica com a finalidade de uma melhor compreensão acerca da cadeia trófica em ecossistemas têm concluído que as diferentes fontes de variação, tais como ontogenética, espacial e temporal possuem grande influência na identificação da rede alimentar dos organismos (Garcia *et al.* 2006, Vizzini *et al.* 2005, Brush *et al.* 2012, Condini *et al.* 2015). No presente trabalho, as análises isotópicas tiveram como objetivo quantificar a variabilidade espacial e temporal (sazonal e interanual) para *Diapoma alburnus* nas lagoas do litoral do Rio Grande do Sul, considerando que a espécie não possui variabilidade ontogenética relevante, de forma a constituir-se em modelo interessante para a presente proposta. Confirmando estudos anteriores (Fontoura *et al.* 2015), os resultados corroboram a espécie não apresenta mudança ontogenética significativa.

Em um sentido amplo, os valores relativos às concentrações de isótopos estáveis de carbono mensurados no presente trabalho incluíram, dentro da amplitude de variação, os valores descritos por Garcia *et al.* (2007) para a mesma espécie na Laguna dos Patos (-20,14‰), embora de forma geral os valores mensurados tenham sido mais deplecionados que o observado por estes autores. Para os isótopos de nitrogênio, entretanto, o valor médio observado na Laguna dos Patos (12,84‰, Garcia *et al.* 2007) foi não apenas mais enriquecido do que a média das lagoas do litoral norte (10,48‰), mas apresentou-se acima de todo o intervalo de variação mensurado, revelando um efeito estruturante espacial.

Estudos sobre a variabilidade espacial e temporal em estuários confirmam a importância da conectividade entre o ambiente terrestre e aquático através dos ciclos de maré (Riera, 2007; Howe & Simenstad, 2011). Mesmo sem estes ciclos de inundação diários, lagos de menor porte apresenta, proporcionalmente, maior troca potencial com

os ecossistemas terrestres circundantes. Neste sentido, identificou-se que a menor lagoa do sistema, a Lagoa do Lessa, apresentou valores mais deplecionados para carbono, o que contraria a expectativa de maior contribuição relativa de produtores C4 (Hoeinghaus *et al.* 2011).

Hoeinghaus *et al.* (2011), em estudo em três estuários diferentes no litoral do Rio Grande do Sul, identificaram que características hidrogeomorfológicas podem afetar os valores isotópicos de carbono e nitrogênio. Os nossos valores isotópicos apresentaram variação espacial, podendo estar relacionada com a variação hidrogeomorfológica. Como observado na Fig. 13, os valores de $\delta^{13}\text{C}$ para a Lagoa dos Barros tendem a ser mais enriquecidos que nas demais lagoas. Já a lagoa da Pinguela demonstrou uma maior variação entre os valores mínimo e máximo para $\delta^{13}\text{C}$. A Lagoa dos Barros não apresenta nenhuma conectividade com as lagoas da região ou com o rio Tramandaí, conseqüentemente sem conectividade com a região estuarina, além de apresentar sua formação em período geológico diferentes das demais lagoas. A Lagoa da Pinguela, por outro lado, apresenta um alto grau de conectividade primária com outras Lagoas, como a Lagoa das Malvas e Palmital, além de, no contexto regional, apresentar maior conectividade com a região estuarina de Tramandaí (Guimarães *et al.* 2009, Weiss *et al.* 2011). Cabe ressaltar que as Lagoas da Pinguela, Lessa e Itapeva, que compõem o subsistema norte de lagoas em rosário, recebem a drenagem da Serra Geral, enquanto que a Lagoa Fortaleza recebe contribuição apenas do sistema sul de lagoas em rosário, além de pequenos tributários do sistema de drenagem da planície costeira.

A identificação de variação espacial e temporal na dinâmica trófica de peixes no Lago Ontário, tanto para análises isotópicas quanto para o conteúdo estomacal, foi também descrita por Brush *et al.* (2012). Os autores evidenciaram que os itens alimentares encontrados não só apresentavam diferenças na quantidade ingerida, mas também nos valores isotópicos. Espécies de peixes podem realizar migrações, mudar de nicho, selecionar itens alimentares de forma oportunista em relação aos recursos disponíveis, ou ainda exibir outros comportamentos que temporalmente mudam suas dietas. Neste sentido, tais mudanças no padrão alimentar podem trazer perturbações indesejáveis nas inferências de dinâmica trófica (Woodland *et al.* 2012).

Neste estudo, através da análise das fontes de variação ontogenética, espacial e temporal tanto em nível de conteúdo estomacal quanto de isótopos estáveis de carbono e nitrogênio, foi possível compreender a grande amplitude destas fontes de variação em relação à dinâmica trófica de peixes. Apesar dos trabalhos recentes na área de Ecologia,

via de regra, não considerarem de modo adequado a variabilidade intraespecífica nos estudos de dinâmica trófica em nível de comunidade (Violle *et al.* 2012), nossos resultados demonstram que a variação intraespecífica das razões de isótopos estáveis de carbono e nitrogênio em *Diapoma alburnus* coletados nas lagoas costeiras do Rio Grande do Sul apresenta-se significativa, bem como a variabilidade interespecífica em diversos ecossistemas analisados (Fig. 14 e 15), trazendo um componente relevante de incerteza em teias tróficas construídas à partir de pequenas amostras.

Apesar de pouco estudada, sabe-se que a variação intraespecífica pode diretamente afetar a magnitude e a direção dos resultados de inferência para a variabilidade interespecífica (El-Sabaawi *et al.* 2014). A especialização individual do nicho é reconhecida como um componente ecológico frequentemente negligenciado, o qual pode influenciar diretamente na interpretação da dinâmica da cadeia trófica, onde a seleção individual de recursos pode ser uma fonte adicional de variabilidade, além da disponibilidade ambiental e diferenças de assimilação (Rosenblatt *et al.* 2015). Portanto, qualquer generalização dos valores de razão isotópica para uma espécie a partir de pequenas amostras tende a negligenciar as fontes de variação, trazendo um viés indesejado para a real compreensão da dinâmica trófica de ecossistemas. Dessa maneira, estudos que utilizam modelos de análise da variabilidade intraespecífica, suportados por amplo programa amostral, aumentam o poder preditivo a respeito da diversidade do ambiente analisado e tendem a minimizar potenciais erros de interpretação que podem ocorrer decorrentes de pequenas amostras potencialmente enviesadas.

Considerando que a análise de isótopos estáveis se constitui em uma poderosa ferramenta para a construção de cadeias tróficas e no entendimento da dinâmica energética, nossos resultados sugerem que sejam ampliados os estudos relacionados às diferentes fontes de variação que possam atuar na interpretação da dinâmica trófica de ecossistemas. Neste sentido, estudos sobre a conservação e a dinâmica de ecossistemas aquáticos podem tornar-se mais precisos se for incluída a análise das possíveis fontes de variação para o conjunto de espécies da comunidade, de forma a diminuir-se a incerteza sobre a natureza das relações ecológicas existentes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abelha, M.C.F., Agostinho, A.A., Goulart, E. (2001) Plasticidade trófica em peixes de água doce, *Acta Scientiarum*
- Artioli, L.G.S, Prates-Júnior, P.H.S., Diefenthaler, F., Fontoura, N.F. (2003) Período reprodutivo e alimentação de *Astyanax alburnus* no Canal Córnelios, Capão da Canoa, Rio Grande do Sul (Teleostei, Characiformes, Characidae). *Biociências*
- Batista, C.B. (2011) Análise da variação ontogenética da razão isotópica de *Cyanocharax alburnus* (Teleostei, Characiformes). Dissertação de mestrado. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- Beaudoin, C.P., Prepas, E.E., Wassenaar, L.I., Tonn, W.M. (1999) Individual specialization and trophic adaptability of norther pike (*Esox lucius*): an isotope and dietary analysis, *Oecologia*
- Bergaman, E. & Greenberg, L.A. (1994) Competition between a planktivore, a benthivore, and a species with ontogenetic diet shifts. *Ecology*
- Boecklen, W.J., Yarnes, C.T., Cook, B.A., James, A.C. (2011) On the Use of Stable Isotopes in Trophic Ecology, *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*
- Brown, S.L. & Landry, M.R. (2001) Microbial community structure and biomass in surface waters during a Polar Front summer bloom along, *Deep-Sea Research. II: Topical Studies in Oceanography*.
- Brush, J.M., Fisk, A.T., Hussey, N.E., Johnson, T.B. (2012) Spatial and seasonal variability in the diet of round goby (*Neogobius melanostomus*): stable isotopes indicate that stomach contents overestimate the importance of dreissenids, *Canadian Journal of Fish and Aquatic Sciences*
- Campbell, L.M., Hecky, R.E. & Wandera, S.B. (2003) Stable Isotope Analyses of Food Web Structure and Fish Diet in Napoleon and Winam Gulf, Lake Victoria, *Journal of Great Lakes Research*
- Calheiros, D.F. (2003) Influência do pulso de inundação na composição isotópica (^{13}C e ^{15}N) das fontes primárias de energia na planície de inundação do Rio Paraguai (Pantanal-MS). Tese de Doutorado da Pós-Graduação do Centro de Energia Nuclear na Agricultura na Universidade de São Paulo.
- Caut, S., Angulo, E. & Courchamp, F. (2009) Variation in discrimination factors ($\delta^{15}\text{N}$ and $\delta^{13}\text{C}$): the effect of diet isotopic values and applications for diet reconstruction. *Journal of Applied Ecology*
- Condini, M.V., Hoeninghaus, D.J. & Garcia, A.M. (2015) Trophic ecology of dusky grouper *Epinephelus marginatus* (Actinopterygii, Epinephelidae) in littoral and neritic habitats of southern Brazil as elucidated by stomach contents and stable isotope analyses. *Hidrobiologia*
- Dalerum, F. & Angerbjorn, A. (2005) Resolving temporal variation in vertebrate diets using naturally occurring stable isotopes. *Oecologia*
- De Niro, M.J. & Epstein, S. (1978) Influence of diet on the distribution of carbon isotopes in animals. *Geochimica et Cosmochimica Acta*

- Deegan, L.A. & Garritt, R.H. (1997) Evidence for spatial variability in estuarine food webs, *Marine Ecology Progress Series*
- Delariva, R.L., Hahn, N.S. & Kashiwaqui, E.A.L. (2013) Diet and trophic structure of the fish fauna in a subtropical ecosystem: impoundment effects, *Neotropical Ichthyology*
- Doi, H., Zuykova, E., Kikuchi, E., Shikano, S., Kanoul, K., Yurlova, N., Yadrenkina, E. (2006) Spatial changes in carbon and nitrogen stable isotopes of the plankton food web in a saline lake ecosystem, *Hydrobiologia*
- El-Sabaawi, R.W., Travis, J., Zandonà, E., McIntyre, P.B., Reznick, D.N., Flecker, A. (2014) Intraspecific variability modulates interspecific variability in animal organismal stoichiometry, *Ecology and Evolution*
- Fanelli, E. & Cartes, J.E. (2008) Spatio-temporal changes in gut contents and stable isotopes in two deep Mediterranean pandalids: influence on the reproductive cycle, *Marine Ecology Progress Series*
- France, R.L. & Peters, R.H. (1997) Ecosystem differences in the trophic enrichment of ^{13}C in aquatic food webs, *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*.
- Fontoura, N.F., Weck, C.R., Lutz, M.X.T., Koch, W.R. (1993) Dinâmica populacional da ictiofauna da Lagoa Fortaleza, Cidreira Rio Grande do Sul. I. *Astyanax alburnus* (Hensel, 1870)(Teleostei, Characiformes, Characidae), *Biociências*
- Fontoura, N.F., Rodrigues, L.R., Batista, C.B., Persch, T.S.P., Janowicz, M.E. (2015) Integrating Ontogenetic Shift, Growth and Mortality to Determine a Species' Ecological Role from Isotopic Signatures, *Plos One*
- Forsberg, B.R., Araujolima, C., Martinelli, L.A., Victoria, R.L., Bonassi, J.A.(1993) Autotrophic carbon sources for fish of the central Amazon, *Ecology*
- Fry, B. (2006) Stable isotope ecology, *Springer*
- Garcia, A. M.,Hoeinghaus, D.J., Vieira, J.P., Winemiller, K.O., Motta-Marques, D.M.L., Bemvenuti, M.A. (2006) Preliminary examination of food web structure of Nicola Lake (Taim Hydrological System, south Brazil) using dual C and N stable isotope analyses, *Neotropical Ichthyology*
- Garcia, A.M, Hoeinghaus, D.J, Vieira, J.P. Winemiller, K.O. (2007) Isotopic variation of fishes in freshwater and estuarine zones of a large subtropical coastal lagoon, *Estuarine, Coastal and Shelf Science*
- Genner, M.J., Hawkins, S.J. & Turner, G.F. (2003) Isotopic change throughout the life history of a lake malawi cichlid fish, *Journal of Fish Biology*
- Gu, B., Chapman, A.D. & Schelske, C.L. (2006) Factors controlling seasonal variations in stable isotope composition of particulate organic matter in a soft water eutrophic lake, *Limnology Oceanography*
- Gu, B.H., Schelske, C.L. & Waters, M.N. (2011) Patterns and controls of seasonal variability of carbon stable isotopes of particulate organic matter in lakes, *Oecologia*

- Guimarães, T.F.R. (2009) Conectividade e padrões de riqueza e diversidade de espécies de peixes nas lagoas do litoral norte do Rio Grande do Sul, Brasil. Universidade Federal do Rio Grande do Sul- Departamento de Ecologia, Porto Alegre, Rio Grande do Sul
- Hahn, N.S., Agostinho, A.A. & Goitein, R. (1997) Feeding ecology of curvina *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840) (Osteichthyes, Perciformes) in the Itaipu reservoir and Porto Rico floodplain. *Acta Limnologica Brasiliensia*
- Hartz, S.M., Silveira, C.M. & Barbieri, G. (1996) Alimentação das espécies de *Astyanax* Baird & Girard, 1854 ocorrentes na lagoa Caconde, RS, Brasil (Teleostei, Characidae) *Revista Unimar*
- Hecky, R.E. & Hesslein, R.H. (1995) Contributions of benthic algae to lake food webs as revealed by stable isotope analyses, *Journal of the North American Benthological Society*
- Hoeinghaus, D.J., Vieira, J.P., Costa, C.S., Bemvenuti, C.E., Winemiller, K.O., Garcia, A.M. (2011) Estuary hydrogeomorphology affects carbon sources supporting aquatic consumers within and among ecological guilds, *Hydrobiologia*
- Howe, E.R. & Simenstad, C.A. (2011) Isotopic determination of food web origins in restoring and ancient estuarine wetlands of the San Francisco Bay and Delta, *Estuaries and Coasts*
- Houde, E.D. (1997) Patterns and consequences of selective processes in teleost early life histories. In: Chambers, C. & Trippel, E.A. (eds.) *Early life history and recruitment in fish populations*. London: Chapman & Hall
- Hyslop, E.J. (1980) Stomach content analysis: a review of methods and their application. *Journal of Fish Biology*
- Layman, C.A., Arrington, D.A., Montaña, C.G., Post, D.M. (2007) Can stable isotope ratios provide for community-wide measures of trophic structure?, *Ecology*
- Layman, C.A., Araujo, M.S., Boucek, R., Hammerschlag-Peyer, C.M., Harrison, E., Jud, Z.R., Matich, P., Rosenblatt, A.E., Vaudo, J.J., Yeager, L.A., Post, D.M., Bearhop, S. (2012) Applying stable isotopes to examine food-web structure: an overview of analytical tools, *Biological Reviews*
- Lowe-McConnell, R.H. (1999) Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais, In *Coleção Base*. Edusp.
- Malabarba, L.R. (1983) Redescricao e discussao da posicao taxonomica de *Astyanax hasemani* Eigenmann, 1914 (Teleostei, Characidae), *Comunicações do Museu de Ciências da PUCRS*
- Manetta, G.I. & Benedito-Cecilio, E. (2003) Aplicação da técnica de isótopos estáveis na estimativa da taxa de turnover em estudos ecológicos: uma síntese, *Acta Scientiarum: Biological Sciences*
- Manetta, G.I., Benedito-Cecilio, E. & Martinelli, M. (2003) Carbono sources and trophic position of the main species of fishes of Baía river, Paraná River floodplain, Brazil, *Brazilian Journal of Biology*
- Mbabazi, D., Makanga, B., Orach-Meza, F., Hecky, R.E., Balirwa, J.S., Ogutu-Ohwayo, R., Verburg, P., Chapman, L., Muhumuza, E. (2010) Intra-lake stable isotope ratio variation in selected fish species and their possible carbon sources in Lake Kyoga (Uganda): implications for aquatic food web studies. *African Journal Ecology*.

- Michener, R.H. & Schell, D.M. (1994) Stable isotope ratios as tracers in marine aquatic food webs. In: Lajtah, H.; Michener, R.H. (eds.), *Stable isotopes in ecology and environmental science*. Oxford: Blackwell Scientific.
- Minagawa, M. & Wada, E. (1984) Stepwise enrichment of ^{15}N along food chains: further evidence and relation between $\delta^{15}\text{N}$ and animal age. *Geochimica et Cosmochimica Acta*
- Moore, J.C., Berlow, E.L., Coleman, D.C., Ruiter, P.C., Dong, Q., Hastings, A., Nadelhoffer, K. (2004) Detritus, trophic dynamics and biodiversity, *Ecology letters*
- Mortari, R.C. (2009) Distribuição espaço-temporal de Cladocera (Crustácea, Branchiopoda) em uma lagoa subtropical lateral ao Rio Paranapanema (zona de desembocadura na Represa de Jurumirim/SP) Tese de Doutorado, Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Botucatu
- Muto, E.Y. & Soares, L.S.H. (2011) Spatio-temporal variations in the diet and stable isotope composition of the Argentine hake *Merluccius hubbsi* Marini, 1933 of the continental shelf of southeastern Brazil, *Marine Biology*
- Mykrä, H., Heino, J., Muotka, T. (2007) Scale-related patterns in the spatial and environmental components of stream macroinvertebrate assemblage variation, *Global Ecology and Biogeography*
- Odum, E.P. & Barrett, G.W. (2012) Fundamentos de Ecologia. Guanabara Koogan, Brasil
- Oliveira, A.C.B. (2003) Isótopos estáveis de C e N como indicadores qualitativos e quantitativos da dieta do tambaqui (*Colossoma macropomum*) da Amazônia Central, Tese de Doutorado da Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Olson, M.H. (1996) Ontogenetic niche shifts in largemouth bass: variability and consequences for first-year growth, *Ecology*
- Papiol, V., Cartes, J.E., Fanelli, E., Maynou, F. (2012) Influence of environmental variables on the spatio-temporal dynamics of benthic-pelagic assemblages in the middle slope of the Balearic Basin (NW Mediterranean), *Deep-Sea Research*
- Peterson, B.J. & Fry, B. (1987) Stable isotopes in ecosystem studies, *Annual Review of Ecology and Systematics*
- Pingram, M.A., Collier, K.J., Hamilton, D.P., David, B.O., Hicks, B.J. (2012) Carbon Sources Supporting Large River Food Webs: A Review of Ecological Theories and Evidence from Stable Isotopes, *Freshwater Reviews*
- Pingram, M.A., Collier, K.J., Hamilton, D.P., Hicks, B.J., David, B.O. (2014) Spatial and temporal patterns of carbon flow in a temperate, large river food web, *Hydrobiologia*
- Phillips, D.L. & Gregg, W. (2001) Uncertainty in source partitioning using stable isotopes, *Oecologia*
- Phillips, D.L. & Eldridge, E.P.M. (2006) Estimating the timing of diet shifts using stable isotopes, *Oecologia*
- Pomeroy, C., Winkler, G., Sastri, A., Nelson, R.J., Vagle, S., Lesage, R. (2011) Spatial patterns in zooplankton communities across the eastern Canadian sub-Arctic and Arctic waters: insights from stable carbon ($\delta^{13}\text{C}$) and nitrogen ($\delta^{15}\text{N}$) isotope ratios, *Journal of Plankton Research*

- Polis, G.A. (1984) Age structure component of niche width and intraspecific resource partitioning: can age groups function as ecological species?, *American Naturalist*
- Post, D.M. (2002) Using stable isotopes to estimate trophic position: models, methods, and assumptions, *Ecology*
- Prejs, A. & Prejs, K. (1987) Feeding of tropical freshwater fishes: seasonality in resource availability and resource use, *Oecologia*
- R Core Development Team. (2010) R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria
- Ricklefs, R.E. (2010) A Economia da Natureza, 6ª Ed., Guanabara Koogan, Brasil
- Riera, P. (2007) Trophic subsidies of *Crassostrea gigas*, *Mytilus edulis* and *Crepidula fornicata* in the Bay of Mont Saint Michel (France): a $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ investigation, *Estuarine, Coastal and Shelf Science*
- Rodrigues, L.H.R. (2009) Reguladores da dinâmica das comunidades planctônicas e ictica em ecossistemas límnicos subtropicais. Tese de Doutorado da Pós- Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS.
- Rosenblatt, A.E., Nifong, J.C., Heithaus, M.R., Mazzotti, F.J., Cherkiss, M.S., Brian, M., Jeffery, B.M., Elsey, R.M., Decker, R.A., Silliman, B.R., Guillette, L.J.Jr., Lowers, R.H., Larson, J.C. (2015) Factors affecting individual foraging specialization and temporal diet stability across the range of a large “generalist” apex predator, *Oecologia*
- Rounick, J.S. & Winterbourn, M.J. (1986) Stable carbon isotopes and carbon flow in ecosystems, *BioScience*
- Sabaawi, R.W., Travis, J., Zandona, E., Mcintyre, P.B., Reznick, D.N., Flecker, A. (2014) Intraspecific variability modulates interspecific variability in animal organismal stoichiometry, *Ecology and Evolution*
- Schäfer, A. (1988) Tipificação Ecológica das Lagoas Costeiras do Rio Grande do Sul, Brasil, *Acta Limnologica do Brasil*
- Schwarzbold, A. & Schäfer, A. (1984) Gênese e morfologia das lagoas costeiras do Rio Grande do Sul Brasil, *Amazoniana*
- Suarez, Y.R. (2008) Spatial and temporal variation in fish species diversity and composition in streams of Ivinhema River basin, upper Paraná River, *Biota Neotropica*
- Thompson, R.M. & Townsend, C.R. (2005) Energy availability, spatial heterogeneity and ecosystem size predict food-web structure in streams, *Oikos*
- Tomazelli, L.J. & Villwock, J.A. (1991) Geologia do sistema lagunar holocênico do Litoral Norte do Rio Grande do Sul, Brasil, Pesquisas, In: Tomazelli LJ & Villwock J.A. (Eds) Mapeamento geológico de planícies costeiras: o exemplo da costa do Rio Grande do Sul
- Vanbergen, A.J., Watt, A.D., Mitchell, R., Truscott, A.M., Palmer, S.C., Ivits, E., Sousa, J.P. (2007). Scale-specific correlations between habitat heterogeneity and soil fauna diversity along a landscape structure gradient, *Oecologia*

- VanderZanden, M.J., Shuter, B.J., Lester, N., Rasmussen, J.B. (1999) Patterns of food chain length in lakes: A stable isotope study, *American Naturalist*
- VanderZanden, M.J., Chandra, S., Park, S., Vadeboncoeur, Y., Goldman, C. (2006) Efficiency of benthic and pelagic trophic pathways in a subalpine lake. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*
- Vilella, F.S., Becker, F.G. & Hartz, S.M. (2002) Diet of *Astyanax* species (Teleostei, Characidae) in an Atlantic Forest River in Southern Brazil *Brazilian Archives of Biology and Technology*
- Villwock, J.A. (1984) Geology of the coastal province of Rio Grande do Sul, southern Brasil. A synthesis, *Pesquisas*
- Violle, C., Enquist, B.J., McGill, B.J., Jiang, L., Albert, C.H., Hulshof, C., Jung, V., Messier, J. (2012) The return of variance: intraspecific variability in community ecology, *Trends in Ecology and Evolution*
- Vizzini, S., Savona, B., Do Chi, T., Mazzola, A. (2005) Spatial variability of stable carbon and nitrogen isotope ratios in a Mediterranean coastal lagoon, *Hydrobiologia*
- Weiss, C.V.C. (2011) Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicado ao estudo das conectividade das lagoas do litoral norte do Rio Grande do Sul, Brasil em períodos de extremos de estiagem e de cheia. Tese de Mestrado da Pós-Graduação em Ecologia, Universidade do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Rio Grande do Sul.
- Winemiller, K.O. & Winemiller, K.L.C. (2003) Food habits of tilapiine cichlids of the Upper Zambezi River and floodplains during the descending phase of the hydrological cycle, *Journal of Fish Biology*
- White, T.C.R. (2008) The role of food, weather and climate in limiting the abundance of animals, *Biological Reviews*
- Woodland, R.J., Magnan, P., Glémet, H., Rodrigues, G.C. (2012) Variability and directionality of temporal changes in $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ of aquatic invertebrate primary consumers, *Oecologia*
- Xu, J. & Xie, P. (2004) Studies on the food web structure of Lake Donghu using stable carbon and nitrogen isotope ratios, *Journal Freshwater Ecology*
- Xu, J., Zhang, M. & Xie, P. (2007) Stable carbon isotope variations in surface bloom scum and subsurface seston among shallow eutrophic lakes, *Harmful Algae*
- Zanata, L.H. (2005) Distribuição das populações de Cladocera (Branchiopoda) nos reservatórios do médio e baixo Tietê: uma análise espacial e temporal. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, São Paulo

ANEXOS

Anexo 1: Tabela com os valores de Frequência de Ocorrência (%) dos itens encontrados no conteúdo estomacal do *Diapoma alburnus* para a Lagoa dos Barros, litoral norte do Rio Grande do Sul, no período de junho de 2014 à de abril de 2015 (NI- Não Identificado).

| Lagoa dos Barros | | | | | | | | |
|--------------------------------|--------------|-----------|-------|--------|---------------|-----------|-------|--------|
| ITENS ALIMENTARES | Ano I | | | | Ano II | | | |
| | Inverno | Primavera | Verão | Outono | Inverno | Primavera | Verão | Outono |
| Algae | | | | 6.67 | 16.67 | | | 10.00 |
| Material Vegetal | 30.00 | | 3.33 | | 26.67 | | 30.00 | 66.67 |
| Ovos | | 3.33 | | | | | 3.33 | |
| Filo Molusca | | | | | | | | |
| Classe Bivalvia | | | | | | | | |
| <i>Corbicula sp.</i> | | | | | 6.67 | | | |
| <i>Limnoperna fortunei</i> | | | | | | | | |
| Filo Arthropoda | | | | | | | | |
| Subfilo Cheliceriformes | | | | | | | | |
| Ordem Acari | | | | | | | | |
| Ordem Araneae | 3.33 | 3.33 | 3.33 | 6.67 | | 26.67 | 3.33 | |
| Subfilo Crustacea | | | | | | | | |
| Ordem Amphipoda | | | | | | | | |
| Ordem Isopoda | | | | | | | | |
| Ordem Decapoda | | | | | | | | |
| Ordem Cladocera | | | | | | | | |
| Cladocera NI | | 26.67 | 30.00 | 6.67 | | | 23.33 | |
| Bosminidae | | 13.33 | | | | | 10.00 | |
| Classe Copepoda | | | | | | | | 3.33 |

Continuação do Anexo 1

| | Lagoa dos Barros | | | | | | | |
|----------------------------|------------------|-----------|-------|--------|---------|-----------|-------|--------|
| | Ano I | | | | Ano II | | | |
| | Inverno | Primavera | Verão | Outono | Inverno | Primavera | Verão | Outono |
| ITENS ALIMENTARES | | | | | | | | |
| Subfilo Atelocerata | | | | | | | | |
| Subclasse Hexapoda | | | | | | | | |
| Ordem Auchenorincha | | 3.33 | | | | | | |
| Ordem Blattodea | | | | | | | | |
| Ordem Collembola | | | | | | | | |
| Ordem Coleoptera | | 16.67 | 10.00 | 3.33 | 3.33 | 16.67 | 3.33 | |
| Coccinellidae | | 3.33 | | | | | | |
| Scarabaeidae | | | | | | | | |
| Larva de Coleoptera NI | | | | | | | | |
| Ordem Dermaptera | | | | | | | | |
| Ordem Diptera | 6.67 | 3.33 | 3.33 | 3.33 | 13.33 | 16.67 | 3.33 | |
| Ceratopogonidae | | | | | | | | |
| Larva de Chironomidae | | 10.00 | | 3.33 | 3.33 | 10.00 | 23.33 | 16.67 |
| Larva de Tipulidade | | | | | 3.33 | 6.67 | 10.00 | |
| Larva de Diptera NI | | | | | | | | |
| Pupa Diptera NI | | | | | | | | |

Continuação do Anexo 1

| Lagoa dos Barros | | | | | | | | |
|----------------------------|--------------|-----------|-------|--------|---------------|-----------|-------|--------|
| | Ano I | | | | Ano II | | | |
| | Inverno | Primavera | Verão | Outono | Inverno | Primavera | Verão | Outono |
| ITENS ALIMENTARES | | | | | | | | |
| Ordem Isoptera | | 3.33 | | | | | | |
| Ordem Hemiptera | | 3.33 | 6.67 | 6.67 | 3.33 | | | |
| Micro Hemiptera | | | | | | | | |
| Fulgoromorpha | | | | | | | | |
| Ordem Hymenoptera | | | 3.33 | 3.33 | 3.33 | | | 3.33 |
| Micro Hymenoptera | | | | | | | | |
| Formicidae | | 16.67 | 6.67 | 10.00 | 6.67 | 16.67 | 3.33 | |
| Ordem Lepidoptera | | | | | | | | |
| Pupa Lepidoptera | | | | | | | | |
| Ordem Odonata | | | | | | 3.33 | 3.33 | |
| Naide Megapodagrionidae | | | | | | | | |
| Naide Odonata NI | | | | | | | | |
| Ordem Psocoptera | | | | | | | | |
| Ordem Trypoptera | | 3.33 | | | | | | |
| Ordem Thysanoptera | | 3.33 | 3.33 | 3.33 | | 3.33 | | |
| Insecta NI | 60.00 | 16.67 | 66.67 | 56.67 | 93.33 | 96.67 | 60.00 | 90.00 |
| Larva de Insecta NI | | | | | | | | |

Anexo 2: Tabela com os valores de Frequência de Ocorrência (%) dos itens encontrados no conteúdo estomacal do *Diapoma alburnus* para a Lagoa da Fortaleza, litoral norte do Rio Grande do Sul, no período de junho de 2014 à de abril de 2015.(NI- Não Identificado)

| Lagoa da Fortaleza | | | | | | | | |
|--------------------------------|--------------|-----------|-------|--------|---------------|-----------|-------|--------|
| | Ano I | | | | Ano II | | | |
| | Inverno | Primavera | Verão | Outono | Inverno | Primavera | Verão | Outono |
| ITENS ALIMENTARES | | | | | | | | |
| Algae | 3.33 | | | | | | | |
| Material Vegetal | | 3.33 | 3.33 | | | | 6.67 | 3.33 |
| Ovos | | 3.33 | 6.67 | | | | | |
| Filo Molusca | | | | | | | | |
| Classe Bivalvia | | | | | | | | |
| <i>Corbicula sp.</i> | | | | | | | | |
| <i>Limnoperna fortunei</i> | | | | | | | | 3.33 |
| Filo Arthropoda | | | | | | | | |
| Subfilo Cheliceriformes | | | | | | | | |
| Ordem Acari | | | | | | 6.67 | 3.33 | |
| Ordem Araneae | | | | | | 3.33 | | |
| Subfilo Crustacea | | | | | | | | |
| Ordem Amphipoda | | | | 3.33 | | | | |
| Ordem Isopoda | | | | | | | | |
| Ordem Decapoda | | | | | | | | |
| Ordem Cladocera | | | | | | | | |
| Cladocera NI | | 43.33 | 70.00 | 100.00 | 30.00 | 40.00 | 23.33 | 53.33 |
| Bosminidae | 96.67 | 43.33 | | | 63.33 | 43.33 | 76.67 | 83.33 |
| Classe Copepoda | 6.67 | | | | 13.33 | 10.00 | 40.00 | 56.67 |

Continuação do Anexo 2

| ITENS ALIMENTARES | Lagoa da Fortaleza | | | | | | | |
|----------------------------|--------------------|-----------|-------|--------|---------|-----------|-------|--------|
| | Ano I | | | | Ano II | | | |
| | Inverno | Primavera | Verão | Outono | Inverno | Primavera | Verão | Outono |
| Subfilo Atelocerata | | | | | | | | |
| Subclasse Hexapoda | | | | | | | | |
| Ordem Auchenorincha | | | | | | | | |
| Ordem Blattodea | | | | | 3.33 | | | |
| Ordem Collembola | | | | | | | | |
| Ordem Coleoptera | | | | | | | | |
| Coccinellidae | | | | | | | | |
| Scarabaeidae | | | | | | | | |
| Larva de Coleoptera NI | 3.33 | | | | | | | |
| Ordem Dermaptera | | | | | | | | |
| Ordem Diptera | | | 3.33 | 3.33 | 16.67 | | 6.67 | 6.67 |
| Ceratopogonidae | | | | | | 3.33 | | |
| Larva de Chironomidae | | | 6.67 | | 13.33 | 6.67 | | 3.33 |
| Larva de Tipulidade | 10.00 | | | 6.67 | 3.33 | | 10.00 | |
| Larva de Diptera NI | | | | | | | | |
| Pupa Diptera NI | 6.67 | | 3.33 | | | | | 3.33 |

Continuação do Anexo 2

| | Lagoa da Fortaleza | | | | | | | |
|----------------------------|--------------------|-----------|-------|--------|---------|-----------|-------|--------|
| | Ano I | | | | Ano II | | | |
| | Inverno | Primavera | Verão | Outono | Inverno | Primavera | Verão | Outono |
| ITENS ALIMENTARES | | | | | | | | |
| Ordem Isoptera | | | | | | | | |
| Ordem Hemiptera | | | | | | | | |
| Micro Hemiptera | | | | | | | | |
| Fulgoromorpha | | | | | | | | |
| Ordem Hymenoptera | 3.33 | | | | 3.33 | | | 3.33 |
| Micro Hymenoptera | | | | | | | | |
| Formicidae | | | 10.00 | | | | | |
| Ordem Lepidoptera | | | | | | | | |
| Pupa Lepidoptera | 3.33 | | | | | | | |
| Ordem Odonata | | | | | | | | |
| Naide Megapodagrionidae | | | | | | | | |
| Naide Odonata NI | | | | | | | | |
| Ordem Psocoptera | 3.33 | | | | | | | |
| Ordem Trycoptera | | | | | | | | |
| Ordem Thysanoptera | | | | | | | | |
| Insecta NI | 50.00 | 20.00 | 6.67 | 23.33 | 53.33 | 20.00 | 43.33 | 53.33 |
| Larva de Insecta NI | | | | | 3.33 | | 3.33 | 3.33 |

Anexo 3: Tabela com os valores de Frequência de Ocorrência (%) dos itens encontrados no conteúdo estomacal do *Diapoma alburnus* para a Lagoa da Itapeva, litoral norte do Rio Grande do Sul, no período de junho de 2014 à de abril de 2015. (NI- Não Identificado)

| Lagoa da Itapeva | | | | | | | | |
|--------------------------------|--------------|-----------|-------|--------|---------------|-----------|-------|--------|
| | Ano I | | | | Ano II | | | |
| | Inverno | Primavera | Verão | Outono | Inverno | Primavera | Verão | Outono |
| ITENS ALIMENTARES | | | | | | | | |
| Algae | 26.67 | | | | | | | |
| Material Vegetal | | | 3.33 | | | | 16.67 | 30.00 |
| Ovos | 3.33 | | | | | | | |
| Filo Molusca | | | | | | | | |
| Classe Bivalvia | | | | | | | | |
| <i>Corbicula sp.</i> | | | | | | 3.33 | | |
| <i>Limnoperna fortunei</i> | | | | | | | 20.00 | |
| Filo Arthropoda | | | | | | | | |
| Subfilo Cheliceriformes | | | | | | | | |
| Ordem Acari | | | | | | 13.33 | 33.33 | 3.33 |
| Ordem Araneae | 6.67 | 6.67 | 3.33 | 13.33 | 13.33 | 20.00 | 3.33 | |
| Subfilo Crustacea | | | | | | | | |
| Ordem Amphipoda | | | | | | | 3.33 | 63.33 |
| Ordem Isopoda | | | | | | | | |
| Ordem Decapoda | | | | | | | | |
| Ordem Cladocera | | | | | | | | |
| Cladocera NI | | | 20.00 | 23.33 | 23.33 | 10.00 | 40.00 | 3.33 |
| Bosminidae | 13.33 | 53.33 | 70.00 | 40.00 | 40.00 | 23.33 | 33.33 | |
| Classe Copepoda | | | | 20.00 | 20.00 | 16.67 | 6.67 | 6.67 |

Continuação do Anexo 3

| Lagoa da Itapeva | | | | | | | | |
|----------------------------|--------------|-----------|-------|--------|---------------|-----------|-------|--------|
| | Ano I | | | | Ano II | | | |
| | Inverno | Primavera | Verão | Outono | Inverno | Primavera | Verão | Outono |
| ITENS ALIMENTARES | | | | | | | | |
| Subfilo Atelocerata | | | | | | | | |
| Subclasse Hexapoda | | | | | | | | |
| Ordem Auchenorincha | | | | | | | | |
| Ordem Blattodea | | | | | | | | |
| Ordem Collembola | | | | | | | | |
| Ordem Coleoptera | | 13.33 | 10.00 | 13.33 | 13.33 | 3.33 | 10.00 | |
| Coccinellidae | | 3.33 | | | | | | |
| Scarabaeidae | | | | | | | | |
| Larva de Coleoptera NI | | | | | | | | |
| Ordem Dermaptera | | | | | | 3.33 | | |
| Ordem Diptera | 6.67 | 3.33 | 16.67 | 33.33 | 33.33 | 10.00 | 3.33 | 16.67 |
| Ceratopogonidae | | | | | | | | |
| Larva de Chironomidae | | | | | | 3.33 | 6.67 | 63.33 |
| Larva de Tipulidade | 3.33 | | | 13.33 | 13.33 | | 20.00 | 26.67 |
| Larva de Diptera NI | | | 3.33 | 3.33 | 3.33 | 16.67 | | |
| Pupa Diptera NI | | | | | | | | |

Continuação do Anexo 3

| Lagoa da Itapeva | | | | | | | | |
|----------------------------|--------------|-----------|-------|--------|---------------|-----------|-------|--------|
| | Ano I | | | | Ano II | | | |
| | Inverno | Primavera | Verão | Outono | Inverno | Primavera | Verão | Outono |
| ITENS ALIMENTARES | | | | | | | | |
| Ordem Isoptera | | | | 3.33 | 3.33 | | 3.33 | |
| Ordem Hemiptera | | 3.33 | 6.67 | 3.33 | 3.33 | | | 3.33 |
| Micro Hemiptera | | 3.33 | | | | | | |
| Fulgoromorpha | | 3.33 | | | | | | |
| Ordem Hymenoptera | | | 10.00 | 3.33 | | 10.00 | 3.33 | |
| Micro Hymenoptera | | | 3.33 | | 3.33 | | | |
| Formicidae | | 16.67 | 10.00 | 26.67 | 26.67 | 13.33 | 3.33 | |
| Ordem Lepidoptera | | | | | | | | |
| Pupa Lepidoptera | | | | | | | | |
| Ordem Odonata | | | | | | | | |
| Naide Megapodagrionidae | | | | | | | | 3.33 |
| Naide Odonata NI | | | | | | | | |
| Ordem Psocoptera | | | | | | | | |
| Ordem Trycoptera | | | | | | | | |
| Ordem Thysanoptera | | | 6.67 | 16.67 | 16.67 | | | |
| Insecta NI | 73.33 | 43.33 | 36.67 | 70.00 | 70.00 | 80.00 | 76.67 | 86.67 |
| Larva de Insecta NI | | | | 3.33 | 3.33 | | 6.67 | |

Anexo 4: Tabela com os valores de Frequência de Ocorrência (%) dos itens encontrados no conteúdo estomacal do *Diapoma alburnus* para a Lagoa do Lessa, litoral norte do Rio Grande do Sul, no período de junho de 2014 à de abril de 2015.(NI- Não Identificado)

| | Lagoa do Lessa | | | | | | | |
|--------------------------------|----------------|-----------|-------|--------|---------|-----------|-------|--------|
| | Ano I | | | | Ano II | | | |
| | Inverno | Primavera | Verão | Outono | Inverno | Primavera | Verão | Outono |
| ITENS ALIMENTARES | | | | | | | | |
| Algae | 3.33 | | | 3.33 | 3.33 | 3.33 | | 13.33 |
| Material Vegetal | 3.33 | | | | | | 3.33 | |
| Ovos | | | | | | 3.33 | | |
| Filo Molusca | | | | | | | | |
| Classe Bivalvia | | | | | | | | |
| <i>Corbicula sp.</i> | | | | | | | | |
| <i>Limnoperna fortunei</i> | | 3.33 | | | | | | |
| Filo Arthropoda | | | | | | | | |
| Subfilo Cheliceriformes | | | | | | | | |
| Ordem Acari | | | | | 3.33 | 6.67 | | 3.33 |
| Ordem Araneae | | 3.33 | | | 6.67 | 3.33 | | 30.00 |
| Subfilo Crustacea | | | | | | | | |
| Ordem Amphipoda | | 6.67 | | | | | | |
| Ordem Isopoda | | | | | | | | |
| Ordem Decapoda | | | | | | | 3.33 | |
| Ordem Cladocera | | | | | | | | |
| Cladocera NI | 96.67 | 70.00 | | 76.67 | | 16.67 | 30.00 | 16.67 |
| Bosminidae | | 20.00 | | | 36.67 | 100.00 | 26.67 | 20.00 |
| Classe Copepoda | 6.67 | | | 33.33 | 63.33 | 10.00 | 6.67 | |

Continuação do Anexo 4

| | Lagoa do Lessa | | | | | | | |
|----------------------------|----------------|-----------|-------|--------|---------|-----------|-------|--------|
| | Ano I | | | | Ano II | | | |
| | Inverno | Primavera | Verão | Outono | Inverno | Primavera | Verão | Outono |
| ITENS ALIMENTARES | | | | | | | | |
| Subfilo Atelocerata | | | | | | | | |
| Subclasse Hexapoda | | | | | | | | |
| Ordem Auchenorincha | | | | | | | | |
| Ordem Blattodea | | | | | | | | |
| Ordem Collembola | | | | | | | | |
| Ordem Coleoptera | | | | | | 6.67 | | 3.33 |
| Coccinellidae | | | | | | | | |
| Scarabaeidae | | | | | | | | |
| Larva de Coleoptera NI | | | | | | | | |
| Ordem Dermaptera | | | | | | | | |
| Ordem Diptera | | | | | 3.33 | | 3.33 | 20.00 |
| Ceratopogonidae | | | | | | | | |
| Larva de Chironomidae | | 10.00 | | | 3.33 | 3.33 | 6.67 | 3.33 |
| Larva de Tipulidade | | | | 3.33 | 6.67 | 13.33 | 3.33 | 13.33 |
| Larva de Diptera NI | | | | | | | | |
| Pupa Diptera NI | | | | | | | | |

Continuação do Anexo 4

| Lagoa do Lessa | | | | | | | | |
|----------------------------|---------|-----------|-------|--------|---------|-----------|-------|--------|
| ITENS ALIMENTARES | Ano I | | | | Ano II | | | |
| | Inverno | Primavera | Verão | Outono | Inverno | Primavera | Verão | Outono |
| Ordem Isoptera | | | | | | | | |
| Ordem Hemiptera | | | | | | | | |
| Micro Hemiptera | | | | | | | | |
| Fulgoromorpha | | | | | | | | |
| Ordem Hymenoptera | | | | | | 3.33 | | 6.67 |
| Micro Hymenoptera | | | | | | | | |
| Formicidae | | 6.67 | | | 23.33 | 3.33 | 3.33 | 6.67 |
| Ordem Lepidoptera | | | | | | | | |
| Pupa Lepidoptera | | | | | | | | |
| Ordem Odonata | | | | | | | | |
| Naide Megapodagrionidae | | | | | | | | |
| Naide Odonata NI | | | | | | | | 3.33 |
| Ordem Psocoptera | | | | | | | | |
| Ordem Trycoptera | | | | | | | | |
| Ordem Thysanoptera | | 3.33 | | | | | | |
| Insecta NI | 13.33 | 46.67 | | 16.67 | 36.67 | 46.67 | 80.00 | 93.33 |
| Larva de Insecta NI | | | | | | 3.33 | 3.33 | |

Anexo 5: Tabela com os valores de Frequência de Ocorrência (%) dos itens encontrados no conteúdo estomacal do *Diapoma alburnus* para a Lagoa da Pinguela, litoral norte do Rio Grande do Sul, no período de junho de 2014 à de abril de 2015. (NI- Não Identificado)

| | Lagoa da Pinguela | | | | | | | |
|--------------------------------|--------------------------|-----------|-------|--------|---------------|-----------|-------|--------|
| | Ano I | | | | Ano II | | | |
| | Inverno | Primavera | Verão | Outono | Inverno | Primavera | Verão | Outono |
| ITENS ALIMENTARES | | | | | | | | |
| Algae | 90.00 | 3.33 | | | | | | |
| Material Vegetal | | | | | | | 10.00 | 3.33 |
| Ovos | 10.00 | | 3.33 | | | | | |
| Filo Molusca | | | | | | | | |
| Classe Bivalvia | | | | | | | | |
| <i>Corbicula sp.</i> | | | | | | | | |
| <i>Limnoperna fortunei</i> | | 13.33 | | | | | | |
| Filo Arthropoda | | | | | | | | |
| Subfilo Cheliceriformes | | | | | | | | |
| Ordem Acari | | | | | | | 10.00 | 3.33 |
| Ordem Araneae | 3.33 | | | 6.67 | 3.33 | 3.33 | | |
| Subfilo Crustacea | | | | | | | | |
| Ordem Amphipoda | | | | | | | | |
| Ordem Isopoda | | | | | | | | 3.33 |
| Ordem Decapoda | | | | | | | | |
| Ordem Cladocera | | | | | | | | |
| Cladocera NI | 3.33 | 60.00 | 76.67 | 73.33 | 100.00 | 16.67 | 30.00 | 23.33 |
| Bosminidae | | | | | | 3.33 | 60.00 | 63.33 |
| Classe Copepoda | | | | 13.33 | 43.33 | 30.00 | 3.33 | 33.33 |

Continuação do Anexo 5

| | Lagoa da Pinguela | | | | | | | |
|----------------------------|--------------------------|-----------|-------|--------|---------------|-----------|-------|--------|
| | Ano I | | | | Ano II | | | |
| | Inverno | Primavera | Verão | Outono | Inverno | Primavera | Verão | Outono |
| ITENS ALIMENTARES | | | | | | | | |
| Subfilo Atelocerata | | | | | | | | |
| Subclasse Hexapoda | | | | | | | | |
| Ordem Auchenorincha | | 3.33 | | | | | | |
| Ordem Blattodea | | | | | | | | |
| Ordem Collembola | | 3.33 | | | | | | |
| Ordem Coleoptera | | 3.33 | | | 3.33 | 3.33 | | |
| Coccinellidae | | | | | | | | |
| Scarabaeidae | | 3.33 | | | | | | |
| Larva de Coleoptera NI | | | | | | | | |
| Ordem Dermaptera | | | | | | | | |
| Ordem Diptera | 13.33 | 13.33 | 6.67 | 3.33 | 3.33 | 23.33 | | 6.67 |
| Ceratopogonidae | | | | | | | | |
| Larva de Chironomidae | | 3.33 | 10.00 | 6.67 | 6.67 | 6.67 | 3.33 | 20.00 |
| Larva de Tipulidade | 3.33 | | | 40.00 | 20.00 | 3.33 | | |
| Larva de Diptera NI | 3.33 | | | | | | | |
| Pupa Diptera NI | | | | | | | | |

Continuação do Anexo 5

| Lagoa da Pinguela | | | | | | | | |
|----------------------------|--------------|-----------|-------|--------|---------------|-----------|-------|--------|
| | Ano I | | | | Ano II | | | |
| | Inverno | Primavera | Verão | Outono | Inverno | Primavera | Verão | Outono |
| ITENS ALIMENTARES | | | | | | | | |
| Ordem Isoptera | | | | | | | | |
| Ordem Hemiptera | | | | | | | | |
| Micro Hemiptera | | 10.00 | 3.33 | | | | | |
| Fulgoromorpha | | | | | | | | |
| Ordem Hymenoptera | | | 3.33 | 6.67 | 6.67 | 3.33 | | |
| Micro Hymenoptera | | | | | | | | |
| Formicidae | | 26.67 | 16.67 | 10.00 | 10.00 | 3.33 | | 3.33 |
| Ordem Lepidoptera | | | | | | | | |
| Pupa Lepidoptera | | | | | | | | |
| Ordem Odonata | | | | | | | | |
| Naide Megapodagrionidae | | | | | | | | |
| Naide Odonata NI | | | | | | | | |
| Ordem Psocoptera | 6.67 | | 3.33 | | | | | |
| Ordem Trycoptera | | | | | | | | |
| Ordem Thysanoptera | | 16.67 | | | | | | |
| Insecta NI | 53.33 | 23.33 | 33.33 | 43.33 | 20.00 | 73.33 | 63.33 | 56.67 |
| Larva de Insecta NI | | | | | | | | |

Anexo 6: Tabelas com os valores isotópicos de Carbono e Nitrogênio retirado de dados da literatura.

| Author / Sampling points | Species | $\delta^{13}\text{C}$ | $\delta^{15}\text{N}$ |
|--|-------------------------------------|---|---|
| Rodrigues <i>et al.</i> 2009 - Mangueira Lagoon | <i>Astyanax</i> sp. | -23.3 | 8.5 |
| | <i>Astyanax jacuhiensis</i> | -26.5 | 8.5 |
| | <i>Astyanax eigenmanniorum</i> | -25.9 | 8.9 |
| | <i>Bryconamericus iheringii</i> | -22.0 | 9.5 |
| | <i>Hyphessobrycon luetkenii</i> | -23.4 | 10.4 |
| | <i>Oligosarus jerynsii</i> | -24.2 | 11.8 |
| | <i>Cyphocharax voga</i> | -26.2 | 8.2 |
| | <i>Odontesthes humensis</i> | -23.6 | 12.6 |
| Vizzini <i>et al.</i> 2005 - Mauguio Lagoon | <i>Odontesthes perugiae</i> | -22.2 | 10.9 |
| | <i>Atherina boyeri</i> | -18.9 | 17.8 |
| | <i>Anguilla anguilla</i> | -19.5 | 17.7 |
| | <i>Chelon labrosus</i> | -18.8 | 16.8 |
| | <i>Liza ramada</i> | -18.4 | 16.0 |
| | <i>Pomatoschistus microps</i> | -20.0 | 18.1 |
| | <i>Pomatoschistus minutus</i> | -20.0 | 18.0 |
| Manetta <i>et al.</i> 2003 - Paraná River | <i>Sardina pilchardus</i> | -20.4 | 18.1 |
| | <i>Auchenipterus osteomystax</i> | -29.2 | 3.8 |
| | <i>Schizodon borelli</i> | -26.8 | 2.4 |
| | <i>Loricariichthys platymetopon</i> | -28.0 | 2.1 |
| | <i>Leporinus lacustris</i> | -28.4 | 2.7 |
| | <i>Leporinus friderici</i> | -28.3 | 2.3 |
| | <i>Iheringichthys labrosus</i> | -29.9 | 3.6 |
| <i>Serrasalmus marginatus</i> | -27.6 | 3.5 | |

Continuação do Anexo 6

| Author / Sampling points | Species | $\delta^{13}\text{C}$ | $\delta^{15}\text{N}$ |
|--|-------------------------------------|-----------------------|-----------------------|
| Garcia <i>et al.</i> 2007 - Patos Lagoon | <i>Astyanax</i> sp. | -20.3 | 11.8 |
| | <i>Astyanax jacuhiensis</i> | -21.5 | 10.5 |
| | <i>Astyanax eigenmanniorum</i> | -24.6 | 10.9 |
| | <i>Astyanax fasciatus</i> | -21.9 | 11.3 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -20.1 | 12.8 |
| | <i>Oligosarus robustus</i> | -19.9 | 14.7 |
| | <i>Crenicicla punctata</i> | -18.7 | 12.0 |
| | <i>Geophagus brasiliensis</i> | -20.1 | 13.2 |
| | <i>Platanichthys platana</i> | -20.7 | 12.6 |
| | <i>Cyphocharax voga</i> | -22.0 | 9.9 |
| | <i>Parapimelodus nigribarbis</i> | -17.8 | 11.6 |
| | <i>Pimelodus maculatus</i> | -22.6 | 13.5 |
| | <i>Pimelodus laticeps australis</i> | -20.8 | 13.5 |
| | <i>Rhandia sapo</i> | -24.7 | 9.3 |
| | <i>Hoplias malabaricus</i> | -22.4 | 9.6 |
| Mbabazi <i>et al.</i> 2010 - Kyoga Lagoon, Bukungu | <i>Clarias gariepinus</i> | -18.5 | 5.9 |
| | <i>Oreochromis niloticus</i> | -15.2 | 5.1 |
| | <i>Oreochromis leucostictus</i> | -16.4 | 4.0 |
| | <i>Mormyrus macrocephalus</i> | -15.9 | 5.8 |
| | <i>Protopterus aethiopicus</i> | -16.2 | 5.9 |
| | <i>Synodontis victoriae</i> | -15.5 | 6.4 |
| | <i>Schilbe intermedius</i> | -15.8 | 5.6 |
| | <i>Synodontis afrofisheri</i> | -18.8 | 5.8 |
| Mbabazi <i>et al.</i> 2010- Kyoga Lagoon, Iyingo | <i>Clarias gariepinus</i> | -22.5 | 8.2 |
| | <i>Oreochromis niloticus</i> | -21.4 | 6.8 |
| | <i>Oreochromis leucostictus</i> | -23.2 | 5.7 |
| | <i>Mormyrus macrocephalus</i> | -20.1 | 6.4 |
| | <i>Protopterus aethiopicus</i> | -21.3 | 6.0 |
| | <i>Synodontis victoriae</i> | -19.5 | 7.6 |
| | <i>Schilbe intermedius</i> | -15.4 | 7.3 |
| | <i>Synodontis afrofisheri</i> | -21.3 | 6.9 |
| Calheiros 2003 - Paraguai River | <i>Prochilodus lineatus</i> | -33.0 | 7.3 |
| | <i>Psectrogaster curviventris</i> | -37.2 | 8.0 |
| | <i>Potamorhina squamoralevis</i> | -36.9 | 7.1 |
| | <i>Liposarcus anisitsc</i> | -34.3 | 7.2 |

Anexo 7: Tabelas com os valores isotópicos de Carbono e Nitrogênio dos peixes amostrados nas Lagoas Costeiras do Rio Grande do Sul.

| Sampling points | Species | $\delta^{13}\text{C}$ | $\delta^{15}\text{N}$ |
|-------------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|
| Barros Lagoon | <i>Diapoma alburnus</i> | -20.6 | 6.3 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -21.8 | 9.4 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -22.4 | 8.7 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -20.3 | 7.9 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -21.9 | 9.2 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -21.8 | 9.0 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -19.6 | 7.7 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -21.4 | 6.9 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -20.2 | 8.2 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -20.3 | 7.8 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -21.4 | 8.8 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -20.9 | 7.6 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -20.9 | 8.2 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -20.7 | 8.1 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -19.9 | 6.5 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -19.9 | 8.4 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -20.4 | 7.7 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -21.0 | 8.5 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -20.2 | 7.5 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -20.2 | 7.2 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -21.0 | 7.2 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -20.6 | 8.1 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -20.3 | 7.1 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -22.4 | 6.8 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -19.6 | 5.8 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -19.0 | 6.1 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -20.0 | 7.7 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -21.0 | 6.3 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -19.3 | 8.2 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -20.6 | 7.8 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -19.5 | 7.1 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -18.8 | 4.5 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -18.4 | 4.7 |
| <i>Diapoma alburnus</i> | -19.6 | 5.8 | |
| <i>Diapoma alburnus</i> | -20.0 | 6.9 | |
| <i>Diapoma alburnus</i> | -20.4 | 3.9 | |
| <i>Diapoma alburnus</i> | -20.0 | 6.8 | |

Continuação do Anexo 7

| Sampling points | Species | $\delta^{13}\text{C}$ | $\delta^{15}\text{N}$ |
|-------------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|
| Barros Lagoon | <i>Diapoma alburnus</i> | -20.1 | 6.8 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -20.4 | 6.1 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -18.8 | 6.4 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -18.9 | 5.9 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -19.2 | 6.6 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -20.4 | 7.3 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -17.9 | 6.5 |
| Fortaleza Lagoon | <i>Diapoma alburnus</i> | -25.8 | 8.0 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -25.6 | 7.7 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -24.8 | 7.4 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -25.9 | 7.7 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -26.7 | 7.8 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -26.5 | 7.4 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -26.2 | 7.1 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -23.8 | 6.2 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -25.0 | 6.1 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -24.6 | 6.2 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -24.1 | 7.2 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -24.0 | 6.7 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -23.8 | 6.3 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -24.3 | 6.7 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -25.5 | 7.3 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -24.7 | 6.4 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -26.1 | 7.1 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -26.1 | 6.0 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -25.1 | 7.4 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -23.9 | 5.5 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -23.7 | 5.4 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -24.6 | 5.5 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -25.0 | 6.3 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -24.9 | 5.3 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -25.6 | 5.8 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -24.9 | 7.1 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -26.8 | 6.8 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -27.0 | 7.4 |
| <i>Diapoma alburnus</i> | -26.0 | 6.9 | |
| <i>Diapoma alburnus</i> | -22.0 | 8.6 | |
| <i>Diapoma alburnus</i> | -25.6 | 5.8 | |
| <i>Diapoma alburnus</i> | -24.6 | 6.5 | |

Continuação do Anexo 7

| Sampling points | Species | $\delta^{13}\text{C}$ | $\delta^{15}\text{N}$ |
|-------------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|
| Fortaleza Lagoon | <i>Diapoma alburnus</i> | -22.9 | 6.3 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -24.8 | 7.2 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -23.3 | 8.0 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -25.1 | 7.9 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -22.1 | 6.2 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -23.5 | 6.5 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -23.5 | 6.8 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -23.7 | 6.8 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -23.8 | 6.7 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -23.6 | 6.3 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -23.9 | 7.1 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -24.6 | 7.7 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -23.8 | 6.8 |
| Itapeva Lagoon | <i>Diapoma alburnus</i> | -24.1 | 9.2 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -24.3 | 9.1 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -24.7 | 8.6 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -25.1 | 9.8 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -25.9 | 9.9 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -23.9 | 9.2 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -23.8 | 9.6 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -23.5 | 8.6 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -23.2 | 5.4 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -24.7 | 10.0 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -24.4 | 8.3 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -22.6 | 8.5 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -23.6 | 9.5 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -23.1 | 8.7 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -23.2 | 8.5 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -22.8 | 7.4 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -24.1 | 9.2 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -23.0 | 8.3 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -23.7 | 9.6 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -26.1 | 8.8 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -25.2 | 10.0 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -23.8 | 9.2 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -23.1 | 9.1 |
| <i>Diapoma alburnus</i> | -23.7 | 9.1 | |
| <i>Diapoma alburnus</i> | -25.0 | 7.7 | |
| <i>Diapoma alburnus</i> | -24.7 | 8.6 | |

Continuação do Anexo 7

| Sampling points | Species | $\delta^{13}\text{C}$ | $\delta^{15}\text{N}$ |
|-------------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|
| Itapeva Lagoon | <i>Diapoma alburnus</i> | -25.2 | 8.4 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -25.0 | 8.8 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -27.0 | 8.8 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -24.7 | 8.2 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -24.6 | 8.7 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -24.3 | 8.5 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -25.1 | 8.2 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -24.7 | 8.2 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -24.5 | 8.2 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -23.6 | 8.0 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -24.1 | 5.0 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -25.1 | 8.4 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -25.5 | 8.1 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -23.7 | 7.9 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -25.7 | 7.8 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -23.1 | 8.5 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -25.9 | 8.0 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -24.4 | 8.3 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -24.0 | 8.7 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -23.5 | 8.4 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -25.7 | 7.9 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -28.8 | 8.7 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -27.7 | 8.1 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -26.3 | 8.2 |
| <i>Diapoma alburnus</i> | -26.4 | 8.4 | |
| <i>Diapoma alburnus</i> | -25.6 | 8.6 | |
| Lessa Lagoon | <i>Diapoma alburnus</i> | -26.6 | 8.1 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -26.7 | 8.1 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -27.1 | 7.5 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -27.5 | 7.8 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -28.8 | 7.9 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -26.9 | 7.8 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -28.3 | 7.7 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -27.5 | 7.5 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -27.9 | 7.5 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -28.3 | 7.7 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -26.8 | 7.3 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -26.3 | 7.5 |
| <i>Diapoma alburnus</i> | -26.5 | 7.5 | |

Continuação do Anexo 7

| Sampling points | Species | $\delta^{13}\text{C}$ | $\delta^{15}\text{N}$ |
|-----------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -26.3 | 7.0 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -26.6 | 7.5 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -26.5 | 7.4 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -26.6 | 6.9 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -26.7 | 6.5 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -27.1 | 6.5 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -27.4 | 7.4 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -26.6 | 6.6 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -28.2 | 7.4 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -25.9 | 6.8 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -25.8 | 7.3 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -26.3 | 6.4 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -25.8 | 6.9 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -25.9 | 7.3 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -27.0 | 7.2 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -27.1 | 7.3 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -27.1 | 7.7 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -27.3 | 7.7 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -25.9 | 6.7 |
| Lessa Lagoon | <i>Diapoma alburnus</i> | -25.4 | 7.1 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -25.4 | 6.6 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -25.4 | 7.6 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -26.3 | 6.7 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -26.6 | 7.0 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -26.0 | 7.1 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -25.7 | 6.9 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -23.4 | 6.9 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -23.5 | 6.9 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -23.4 | 7.2 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -23.6 | 6.4 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -24.2 | 6.8 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -25.0 | 7.3 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -24.5 | 7.0 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -27.3 | 7.1 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -27.8 | 8.2 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -28.0 | 8.0 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -26.2 | 8.3 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -26.0 | 8.3 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -25.7 | 8.3 |

Continuação do Anexo 7

| Sampling points | Species | $\delta^{13}\text{C}$ | $\delta^{15}\text{N}$ |
|-------------------------|-------------------------|---|---|
| Lessa Lagoon | <i>Diapoma alburnus</i> | -25.7 | 8.1 |
| Pinguela Lagoon | <i>Diapoma alburnus</i> | -26.8 | 11.2 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -24.7 | 9.9 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -25.7 | 10.3 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -24.8 | 10.4 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -25.0 | 10.3 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -24.7 | 9.9 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -25.1 | 10.1 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -24.6 | 9.7 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -22.4 | 9.1 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -21.7 | 9.1 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -20.0 | 8.6 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -21.0 | 8.4 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -25.1 | 7.1 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -26.5 | 9.4 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -25.1 | 10.0 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -24.9 | 9.6 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -26.7 | 9.4 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -24.6 | 9.4 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -18.8 | 7.0 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -19.6 | 7.5 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -18.2 | 5.1 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -19.7 | 6.8 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -19.1 | 6.5 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -20.1 | 6.4 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -19.3 | 7.0 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -19.3 | 6.5 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -24.0 | 9.1 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -22.2 | 9.7 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -25.8 | 8.9 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -24.1 | 8.8 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -25.1 | 9.4 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -25.1 | 8.4 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -22.3 | 7.1 |
| <i>Diapoma alburnus</i> | -21.5 | 6.7 | |
| <i>Diapoma alburnus</i> | -21.3 | 6.7 | |
| <i>Diapoma alburnus</i> | -21.6 | 6.7 | |
| <i>Diapoma alburnus</i> | -21.3 | 7.2 | |
| <i>Diapoma alburnus</i> | -21.2 | 7.7 | |

Continuação do Anexo 7

| Sampling points | Species | $\delta^{13}\text{C}$ | $\delta^{15}\text{N}$ |
|------------------------|-------------------------|---|---|
| Pinguela Lagoon | <i>Diapoma alburnus</i> | -22.1 | 6.6 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -24.1 | 7.4 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -23.6 | 6.9 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -22.0 | 8.6 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -21.1 | 8.4 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -23.7 | 8.5 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -24.9 | 7.8 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -22.7 | 6.5 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -20.4 | 5.3 |
| | <i>Diapoma alburnus</i> | -21.7 | 6.8 |