



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Câmpus de Ilha Solteira

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE ENGENHARIA
CÂMPUS DE ILHA SOLTEIRA

**Variações espaciais e intraespecíficas na dieta de
Plagioscion squamosissimus (Sciaenidae,
Acanthuriformes), espécie não-nativa, sob influência de
piscicultura em tanques-rede**

Natália Luiza da Silva

Ilha Solteira - SP
Novembro, 2022

Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

Cursos: Eng^a Agrônômica, Ciências Biológicas, Eng. Civil, Eng. Elétrica, Eng. Mecânica, Física, Matemática e Zootecnia.
Avenida Brasil Centro, 56 CEP 15385-000 Ilha Solteira São Paulo Brasil
pabx (18) 3743 1000 fax (18) 3742 2735 scom@adm.feis.unesp.br www.feis.unesp.br



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Câmpus de Ilha Solteira

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE ENGENHARIA
CÂMPUS DE ILHA SOLTEIRA

Variações espaciais e intraespecíficas na dieta de
***Plagioscion squamosissimus* (Sciaenidae,**
Acanthuriformes), espécie não-nativa, sob influência de
piscicultura em tanques-rede

Natália Luiza da Silva

Prof. Dr. Igor Paiva Ramos
Orientador
Mr^a. Bruna Caroline Kotz Kliemann
Coorientadora

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Engenharia, Câmpus de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", como parte das exigências para obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas.

Ilha Solteira - SP
Novembro, 2022

Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

Cursos: Eng^a Agrônômica, Ciências Biológicas, Eng. Civil, Eng. Elétrica, Eng. Mecânica, Física, Matemática e Zootecnia.
Avenida Brasil Centro, 56 CEP 15385-000 Ilha Solteira São Paulo Brasil
pabx (18) 3743 1000 fax (18) 3742 2735 scom@adm.feis.unesp.br www.feis.unesp.br

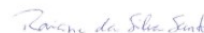
FICHA CATALOGRÁFICA
Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

S586v Silva, Natália Luiza da.
Variações espaciais e intraespecíficas na dieta de *Plagioscion squamosissimus* (Sciaenidae, Acanthuriformes), espécie não-nativa, sob influência de piscicultura em tanques-rede / Natália Luiza Da Silva. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2022
27 f. : il.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Ciências Biológicas) -
Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, 2022

Orientador: Igor Paiva Ramos
Coorientadora: Bruna Caroline Kotz Kliemann
Inclui bibliografia

1. Alimentação. 2. Aquicultura. 3. Comprimento padrão. 4. Corvina. 5.
Espécie não-nativa. 6. Impacto ambiental.


Raiane da Silva Santos

ATA DE DEFESA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

"VARIÇÕES ESPACIAIS E INTRAESPECÍFICAS NA DIETA DE *PLAGIOSCION SQUAMOSISSIMUS* (SCIAENIDAE, PERCIFORMES), ESPÉCIE NÃO-NATIVA, SOB INFLUÊNCIA DE PISCICULTURA EM TANQUES-REDE"

NATÁLIA LUIZA DA SILVA

REGULAMENTO SOBRE A AVALIAÇÃO:

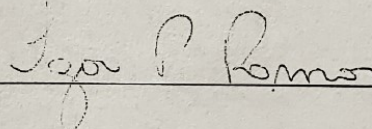
Artigo 25º - § 2º A apresentação pública do trabalho de TCC deverá ser de no mínimo 20 (vinte) minutos e máxima de 40 (quarenta) minutos. Após um intervalo de 5 (cinco) minutos, haverá a arguição do Trabalho pelos examinadores. O tempo de arguição, será de até 15 (quinze) minutos para cada examinador, e até 15 (quinze) minutos o tempo para a resposta do(a) aluno(a) a cada examinador ou no caso de se optar pelo diálogo o tempo conjunto entre examinador e acadêmico(a) será de no máximo 30 (trinta) minutos.

Artigo 24º - No julgamento do TCC, a banca examinadora deverá avaliar a apresentação oral, escrita e a defesa do trabalho durante a arguição. O conceito final será APROVADO(A) ou REPROVADO(A).

COMISSÃO EXAMINADORA

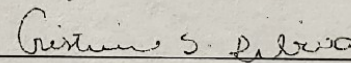
1º EXAMINADOR (Orientador-Presidente)

Nome: Prof. Dr. Igor Paiva Ramos



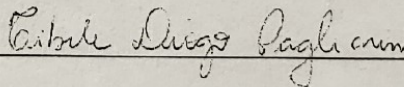
2ª EXAMINADORA

Nome: Profa. Dra. Cristiéle da Silva Ribeiro



3ª EXAMINADORA

Nome: Doutoranda Cibele Diogo Pagliarini



CONCEITO

 Aprovado(a) Reprovado(a)

CB

Ilha Solteira-SP, 30 de novembro de 2022.

Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

Cursos: Agronomia, Ciências Biológicas, Eng. Civil, Eng. Elétrica, Eng. Mecânica, Física, Matemática e Zootecnia.
Avenida Brasil Centro, 56 Caixa Postal 31 CEP 15385-000 Ilha Solteira São Paulo Brasil
tel (18) 3743 1100 fax (18) 3742 2735 stcom@adm.feis.unesp.br www.feis.unesp.br

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela minha vida, e por me ajudar e incentivar em todos os obstáculos encontrados ao longo do curso.

Aos meus pais e irmãos, que me incentivaram nos momentos mais difíceis e compreenderam a minha ausência enquanto me dedicava à realização deste trabalho e do curso.

Aos meus cachorros e gatos, por existirem na minha vida.

Aos meus amigos, que sempre estiveram ao meu lado, pela amizade incondicional e pelo apoio demonstrado ao longo de todo o período de tempo em que dediquei a este trabalho e ao curso.

Aos professores, pelas correções e ensinamentos que me permitiram apresentar um melhor desempenho no meu processo de formação profissional ao longo do curso, e por todos os conselhos, pela ajuda e pela paciência com a qual guiaram o meu aprendizado.

A todos do laboratório Pirá, pela ajuda e ensinamentos que contribuíram na realização deste trabalho, e na minha formação profissional.

O presente trabalho foi realizado com o apoio

Da Fundação Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), processo nº2021/07500-5; processo nº2018/26348-7; processo nº2018/01117-2.

Do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), processo nº57828/2020-7.

E da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) – Código de financiamento 001.

“O sucesso nasce do querer, da determinação e persistência em se chegar a um objetivo. Mesmo não atingindo o alvo, quem busca e vence obstáculos, no mínimo fará coisas admiráveis.” (JOSÉ DE ALENCAR).

RESUMO

Influências de pisciculturas em tanques-rede sob a alimentação de uma espécie não-nativa *Plagioscion squamosissimus* (Corvina) ao longo de diferentes tamanhos corporais foram avaliadas em um reservatório neotropical. Os exemplares foram coletados com redes de espera nos grupos tanque e controle em 2019. Posteriormente foram eutanasiados, seus estômagos retirados, fixados em formol 4% e conservados em álcool 70%. Os conteúdos estomacais foram examinados e os itens alimentares identificados até o menor nível taxonômico possível, e quantificados por meio do método volumétrico. A composição da dieta e suas possíveis diferenças entre os grupos amostrais foram avaliadas por meio das análises PERMANOVA e SIMPER, a amplitude de nicho trófico por meio de PERMDISP, e as relações entre os aspectos alimentares e o comprimento padrão dos indivíduos por meio da TITAN e GLMM. Houve diferenças na dieta entre os grupos devido a dispersão entre os indivíduos, ou seja, os indivíduos consumiram entre si os recursos alimentares em diferentes proporções. A amplitude de nicho trófico diferiu entre os grupos controle e tanque, indicando maior proporção de itens alimentares consumidos pelos indivíduos no grupo controle e homogeneidade na dieta no grupo tanque. Apesar dessa espécie não consumir a ração diretamente, sua alimentação foi alterada devido a influência indireta na disponibilidade de itens alimentares de origem animal. Assim, manteve seu hábito alimentar carnívoro, no entanto, consumindo os itens alimentares disponíveis diante das condições oferecidas pelo ambiente. Além disso, os diferentes itens alimentares consumidos entre os indivíduos de diferentes tamanhos em cada grupo de amostragem sugerem que as pisciculturas influenciaram nos itens alimentares consumidos pelos indivíduos de diferentes tamanhos, uma vez que o observado no grupo controle não foi o mesmo para o grupo tanque. Assim, tal influência favorece a curto prazo, a partilha de recursos intraespecífica, entretanto a longo prazo, os efeitos são incertos.

Palavras-chave: Alimentação; Aquicultura; Comprimento padrão; Corvina; Espécie não-nativa; Impacto ambiental.

ABSTRACT

Influence of cage fish farms under diet of the non-native species *Plagioscion squamosissimus* (Corvina) along different body sizes were evaluated in a neotropical reservoir. The specimens were collected with gill nets in the cage farm and control groups in 2019. Posteriorly they were euthanized, their stomachs were removed, fixed in 4% formalin and preserved in 70% alcohol. Stomach contents were examined and food items were identified to the lowest possible taxonomic level, and quantified using the volumetric method. Diet composition and possible differences between sample groups were evaluated using PERMANOVA and SIMPER analyses, trophic niche breadth using PERMDISP, and the relationship between dietary aspects and standard length of individuals using TITAN and GLMM. There were differences in diet between groups due to dispersion among individuals, that is, individuals consumed food resources in different proportions. The trophic niche breadth differed between the control and cage farm groups, indicating a greater variety of food items consumed in the control group and homogeneity in the diet in the cage farm group. Although this species does not consume pelleted feed directly, its diet has been altered due to the indirect influence on the availability of food items of animal origin. Thus, it maintained its carnivorous food habit, however, consuming the available food items in the face of the conditions offered by the environment. In addition, the different food items consumed among individuals of different sizes in each sampling group suggest that fish farms influenced the food items consumed by individuals of different sizes, since what was observed in the control group was not the same for the tank group. This influence in the short term favors intraspecific resource sharing, but in the long term, the effects are uncertain.

Keywords: Food; Aquaculture; Standard length; Corvina; Non-native species; Environmental impact.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Pontos de amostragem no reservatório de Ilha Solteira, bacia do alto rio Paraná, São Paulo, Brasil.....	11
Figura 2 – Principais itens alimentares consumidos por <i>Plagioscion squamosissimus</i> para os grupos controle e tanque, no reservatório de Ilha Solteira, bacia do alto rio Paraná, São Paulo, Brasil.....	14
Figura 3 - Gráfico da variação na mediana da amplitude de nicho trófico de <i>Plagioscion squamosissimus</i> para os grupos controle (CT) e tanque (TR), no reservatório de Ilha Solteira, bacia do alto rio Paraná, São Paulo, Brasil.....	15
Figura 4 – Análise da Taxa Indicadora Limiar (TITAN) representando as mudanças no consumo de itens alimentares por indivíduos de diferentes tamanhos de <i>Plagioscion squamosissimus</i> no reservatório de Ilha Solteira, bacia do alto rio Paraná, São Paulo, Brasil.....	16
Figura A1 - Diagnóstico da GLMM – inspeção visual dos resíduos escalonados criados a partir de simulações dos modelos lineares generalizados gerados para os dados da amplitude de nicho trófico de <i>Plagioscion squamosissimus</i> em 2019, no reservatório de Ilha Solteira, bacia do alto rio Paraná, São Paulo, Brasil.....	24

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição da dieta em porcentagem de volume de <i>Plagioscion squamosissimus</i> para os grupos controle e tanque, no reservatório de Ilha Solteira, bacia do alto rio Paraná, São Paulo, Brasil.....	14
Tabela 2 – Resultados da análise Modelos Lineares Generalizados Mistos (GLMM) gerados para os dados da amplitude de nicho trófico e comprimento padrão de <i>Plagioscion squamosissimus</i> em 2019, nos grupos controle e tanque, no reservatório de Ilha Solteira, bacia do alto rio Paraná, São Paulo, Brasil.....	16
Tabela A1 - Resultados do teste <i>Post-hoc</i> PERMANOVA – teste par a par comparando os pontos de amostragens no reservatório de Ilha Solteira, bacia do alto rio Paraná, São Paulo, Brasil.....	24
Tabela A2 - Informações adicionais sobre a Análise de Taxa Indicadora de Limiar (TITAN) para <i>Plagioscion squamosissimus</i> no grupo controle, no reservatório de Ilha Solteira, bacia do alto rio Paraná, São Paulo, Brasil.....	25
Tabela A3 - Informações adicionais sobre a Análise de Taxa Indicadora de Limiar (TITAN) para <i>Plagioscion squamosissimus</i> no grupo tanque, no reservatório de Ilha Solteira, bacia do alto rio Paraná, São Paulo, Brasil.....	26

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
2. MATERIAL E MÉTODOS	10
<i>Área de estudo</i>	10
<i>Coleta de material biológico e análises laboratoriais</i>	11
<i>Análise de dados</i>	12
3. RESULTADOS	14
4. DISCUSSÃO	17
5. CONCLUSÃO	19
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	19
7. APÊNDICE	24

1. INTRODUÇÃO

O Brasil encontra-se atualmente, entre os maiores produtores de pescado mundial (FAO, 2020), devido ao seu clima predominantemente tropical e a alta disponibilidade de recursos hídricos continentais e águas represadas (SIDONIO *et al.*, 2012). Tais características favorecem o cultivo de peixes e o crescimento dos sistemas de pisciculturas em tanques-rede em reservatórios de água doce (SOUZA; LEITE, 2016). Nesses sistemas, os peixes são criados em estruturas flutuantes dentro dos rios, em alta densidade e com intenso aporte de ração, que juntamente com escamas, mucos e excretas são perdidos para o ambiente aquático adjacente (BEVERIDGE, 2004; EDWARDS, 2015; PILLAY, 2004). Decorrente disso, estes sistemas podem promover alterações ambientais, tais como mudanças nos aspectos limnológicos, interferindo na qualidade da água desses ambientes (CACHO; MOURA; HENRY-SILVA, 2020), com consequências para a biota local (BARRETT; SWEARER; DEMPSTER, 2019; NOBILE *et al.*, 2019).

Alterações nas condições ambientais provocadas, sejam por ações antrópicas ou naturais, representam importantes moduladores dos aspectos alimentares dos peixes (CHASE; LEIBOLD, 2003). Habitat, sazonalidade e alimento estão fortemente relacionados e são fundamentais para compreensão das dinâmicas das populações (CHASE; LEIBOLD, 2003; LEIBOLD; MCPEEK, 2006; SILVA *et al.*, 2017; WINEMILLER; KELSO-WINEMILLER, 2003). Desta forma, por meio da avaliação da alimentação dos peixes é possível averiguar alterações nos ambientes aquáticos, tais como as promovidas pelas pisciculturas em tanques-rede. Estudos demonstram que as espécies onívoras/generalistas são diretamente influenciadas pelos tanques de cultivo, com o consumo direto de *pellets* de ração perdida dos tanques (BRANDÃO *et al.*, 2012; DEMÉTRIO *et al.*, 2012; KLIEMANN *et al.*, 2018; RAMOS *et al.*, 2013). Enquanto para espécies carnívoras, as alterações alimentares são relatadas como reflexos indiretos da entrada da matéria orgânica no ecossistema aquático, devido ao consumo invertebrados e peixes de pequeno porte, que são atraídos pela disponibilidade de recurso alimentar (IZQUIERDO-GÓMEZ *et al.*, 2015; RAMOS *et al.*, 2013).

Além de fatores extrínsecos, como variações ambientais, fatores intrínsecos como mudanças nas características morfológicas do corpo (KEPPELER *et al.*, 2015) e no trato digestório (GOVONI; HOSS; CHESTER, 1983) conforme o peixe cresce, podem promover variações intraespecíficas na dieta das populações (NEVES; DELARIVA; WOLFF, 2015). Alterações morfológicas, como a melhora da capacidade locomotora e das habilidades sensoriais, promovem diferenças na demanda energética ao longo do ciclo de vida (ABELHA; AGOSTINHO; GOULART, 2001; WOOTTON, 1999). Assim, o indivíduo é induzido a explorar recursos alimentares de diferentes tamanhos e em quantidades de nutrientes e energia adequadas para sua fase de desenvolvimento (WINEMILLER, 1989; WOOTTON, 1999).

Estudos demonstraram variações ontogenéticas na dieta de *Plagioscion squamosissimus* Heckel 1840, com o consumo de microcrustáceos na fase larval (NEVES; DELARIVA; WOLFF, 2015), camarões

e insetos aquáticos na fase juvenil, e camarão e peixe na fase adulta (AGOSTINHO; GOMES; PELICICE, 2007; NEVES; DELARIVA; WOLFF, 2015). Essa espécie popularmente conhecida como corvina, é originária das bacias do Amazonas e Paranaíba, sendo introduzida e altamente abundante na bacia do alto rio Paraná (LANGEANI *et al.*, 2007; MANOEL, 2020; OTA *et al.*, 2018; PANARARI-ANTUNES *et al.*, 2015). Além disso, é uma das principais espécies utilizadas para pesca comercial (DOS SANTOS *et al.*, 2014) ocupando posição de destaque, por sua importância econômica. Ainda, é importante ecologicamente devido seu comportamento alimentar em resposta a influências de pisciculturas em tanques-rede e suas interações com espécies nativas (RAMOS *et al.*, 2013; KLIEMANN *et al.*, 2022).

A compreensão sobre os aspectos alimentares de espécies de peixes silvestres associados a pisciculturas em tanques-rede, são fundamentais para demonstrar a influência destes modelos sobre a ictiofauna residente nessas áreas (EDWARDS, 2015; RAMOS *et al.*, 2013). Especificamente, o conhecimento acerca das variações intraespecíficas de uma espécie de peixe introduzida, com hábito alimentar carnívoro, frente à influência desses modelos de cultivo, fornecerá informações dos impactos desse modelo em um nível trófico superior, uma vez que são relatadas alterações principalmente para espécies onívoras (NOBILE *et al.*, 2019). Além de ajudar na compreensão do sucesso de colonização da espécie no ambiente em que foi introduzida. Dessa forma, considerando os fatores extrínsecos e intrínsecos que influenciam a alimentação dos peixes, esse trabalho teve como objetivo avaliar a influência das pisciculturas em tanques-rede sob a alimentação de indivíduos de diferentes tamanhos de uma espécie de peixe carnívora introduzida. Testou-se a hipótese de que a influência das pisciculturas em tanques-rede, na disponibilidade de alimento, promove alteração na alimentação de *P. squamosissimus* em indivíduos de diferentes tamanhos corporais. Para isso, foram avaliadas as seguintes previsões: i) há diferenças na composição da dieta e a amplitude de nicho trófico entre os grupos controle e tanque; ii) A influência da piscicultura promove homogeneização da dieta da população no grupo tanque, como consequência não há diferenças na dieta entre indivíduos de diferentes tamanhos neste grupo; e iii) há relações entre a amplitude de nicho trófico e o comprimento padrão no grupo controle.

2. MATERIAL E MÉTODOS

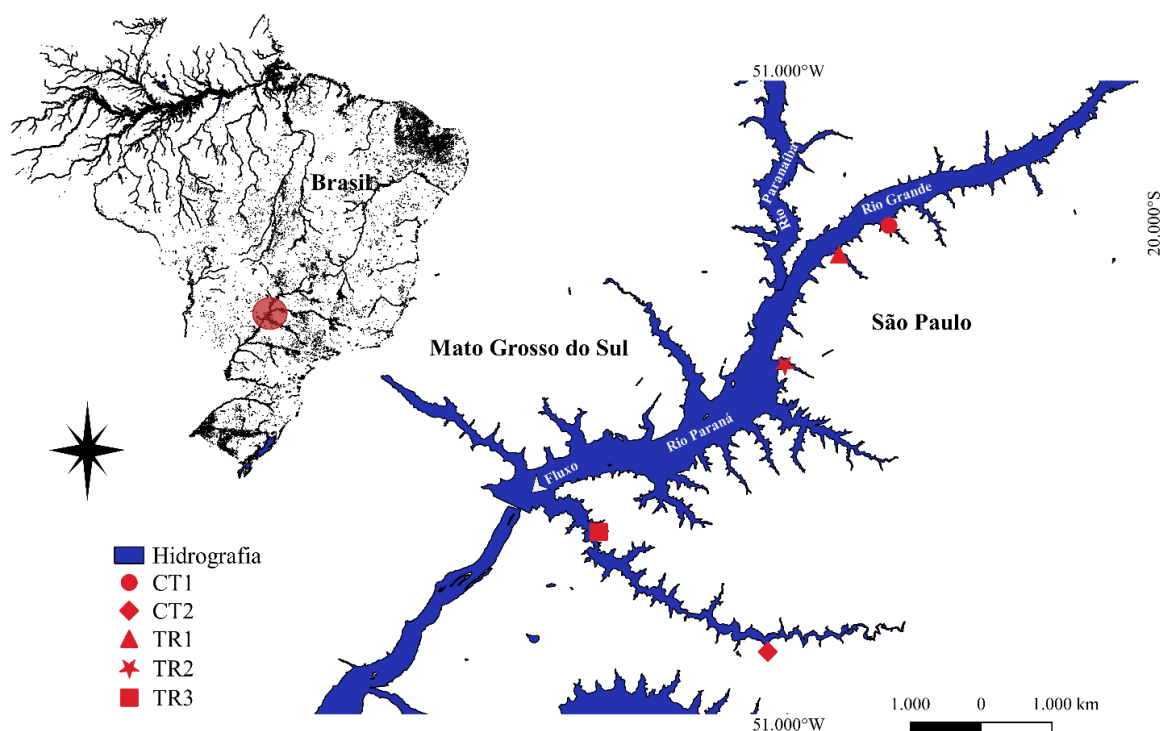
Área de estudo

O reservatório de Ilha Solteira, formado em 1978, localiza-se no alto rio Paraná, seu principal rio formador, entre São Paulo, Mato Grosso do Sul e Minas Gerais. Caracteriza-se por ser do tipo bacia de acumulação, com profundidade média de 17,6 m, volume máximo de $21,06 \times 10^6 \text{ m}^3$, bacia hidrográfica de 1.195 km² de área, e tempo de residência de 46,7 dias (GARCIA *et al.*, 2014). Nesse reservatório há 72 empreendimentos de piscicultura em tanques-rede produzindo principalmente a espécie *Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1758 (CARMO *et al.*, 2021).

O estudo foi realizado em cinco pontos de amostragem, agrupados em grupo tanque e controle. O grupo

tanque compreendeu três pisciculturas em tanques-rede (TR1, TR2 e TR3) e o grupo controle, dois pontos a montante das pisciculturas, livre de influência desses sistemas aquícolas (CT1 e CT2) (Figura 1). O agrupamento dos pontos foi realizado, uma vez que não houve diferença significativa entre a maioria dos grupos (Tabela A1).

Figura 1. Pontos de amostragem no reservatório de Ilha Solteira, bacia do alto rio Paraná, São Paulo, Brasil. CT= controle e TR= tanque.



Coleta de material biológico e análises laboratoriais

Foram realizadas duas coletas em 2019 (março e junho, respectivamente). A coleta dos exemplares foi realizada com redes de espera (3 a 18 cm entre nós não adjacentes) em todas os pontos de amostragem (Licença SISBio 64763-2, Autorização CEUA/FEIS 006/2019; Certidão SisGen A908D5F). Todos os exemplares coletados foram eutanasiados em solução de benzocaína 5%. Posteriormente, foram identificados e tiveram mensurados o comprimento padrão (cm) e a massa total (g). Os estômagos foram retirados, fixados e conservados em álcool 70% para posterior análise. Os conteúdos estomacais foram examinados sob estereomicroscópio óptico, e os itens alimentares identificados até o menor nível taxonômico possível, por meio de chaves de identificação como Ota *et al.*, (2018) e Mugnai; Nessimian; Baptista, (2010). Os itens alimentares foram quantificados de acordo com o método volumétrico (HYSLOP, 1980): o volume de cada item alimentar foi obtido por deslocamento de líquido em proveta, para itens maiores e com placa de Petri milimetrada, para itens menores. Para isso, os itens alimentares foram comprimidos com lâminas de vidro de até 1 mm de altura, e o número de quadrantes ocupados por item alimentar são multiplicados por 0,001 para obter os volumes em mililitros (HELLAWELL; ABEL,

1971).

Análise de dados

Para comparar os pontos de amostragens e verificar se havia diferença entre eles, foi realizado o teste *Post-hoc* da PERMANOVA. Para sumarizar a composição da dieta de *P. squamosissimus* separadamente nos grupos amostrais (tanque e controle), foi elaborada uma tabela com valores da porcentagem do volume de cada item alimentar considerando todos os exemplares avaliados. Para as análises estatísticas foi utilizada uma matriz dos dados brutos de volume de todos os itens alimentares consumidos. Ainda, a classificação utilizada de indivíduos menores e maiores foi baseada no comprimento padrão indicado como limiar de mudança da alimentação na análise de taxa do indicador de limite (TITAN).

1ª predição: há diferenças na composição da dieta e a amplitude de nicho trófico entre os grupos controle e tanque.

A fim de avaliar e comparar a composição da dieta de *P. squamosissimus* entre os grupos controle e tanque, foi utilizada uma análise multivariada permutacional de variância unidirecional PERMANOVA *one-way* (ANDERSON, 2001). Este teste não paramétrico avalia diferenças significativas entre grupos, baseado na distância de *Bray-Curtis*, com 999 permutações aleatórias (ANDERSON, 2001). Para confirmar se as diferenças observadas estavam realmente relacionadas aos fatores analisados ($p > 0,05$) ou apenas relacionadas à dispersão ou heterogeneidade das amostras ($p < 0,05$) (ANDERSON, 2006), aplicou-se uma análise de permutação de dispersões multivariadas (PERMDISP) (ANDERSON, 2006).

A fim de verificar quais os itens alimentares foram responsáveis e sua contribuição para as diferenças entre os grupos de amostragem, foi aplicada a análise de porcentagem de similaridade SIMPER *overall pool* (CLARKE, 1993), utilizando a distância de *Bray-Curtis* (HAMMER; HARPER; RYAN, 2001). SIMPER é um método para avaliar quais táxons são os principais responsáveis por uma diferença observada entre grupos de amostras (CLARKE, 1993).

Para verificar se a amplitude de nicho trófico difere entre os grupos de amostragem e se a influência da piscicultura promove homogeneização da dieta (2ª predição), foi utilizada análise permutacional de dispersões multivariadas (PERMDISP; ANDERSON, 2006). Essa análise é baseada na distância de amostras (indivíduos) a partir da média do grupo (população), utilizando a medida de dissimilaridade de *Bray-Curtis*. Portanto, a distância média das amostras demonstra a variação da amplitude de nicho trófico entre os indivíduos e a mediana ou centroide, demonstra a amplitude de nicho trófico da população. Para testar a hipótese nula de que a amplitude de nicho trófico não diferiu entre os grupos (tanque e controle), foi calculado um teste de permutação para comparar a distância média de cada amostra à mediana do grupo. O valor de p foi obtido através de 999 permutações dos resíduos dos mínimos quadrados (ANDERSON, 2006).

2ª predição: A influência da piscicultura promove homogeneização da dieta da população no grupo tanque, como consequência não há diferenças na dieta entre indivíduos de diferentes tamanhos neste grupo.

As mudanças na alimentação entre indivíduos de diferentes tamanhos corporais, foi avaliada por meio da Análise de Taxa Indicadora de Limiar (TITAN). Esta análise foi utilizada para verificar mudanças na utilização de itens alimentares ao longo do comprimento padrão (variável explicativa) em ambos os grupos amostrais. Essa análise se baseia nos princípios da Análise de Espécies Indicadoras (IndVal) e Análise de Pontos de Mudança (nCPA), que identifica táxons indicadores (itens alimentares) entre os níveis de uma variável contínua (comprimento padrão) (BAKER; KING, 2010). Assim, indica o limiar de mudança na frequência e abundância de consumo de alimentos durante o crescimento. A direção da resposta pode ser negativa (z^-) quando valores acima do limite fazem com que o consumo diminua ou positivo (z^+) quando o consumo aumenta. A qualidade da resposta para cada táxon (item alimentar) foi expressa pela pureza e confiabilidade obtidas a partir de uma técnica de reamostragem *bootstrap* (estimada a incerteza dos pontos de mudança e a consistência na direção da resposta de cada alimento). Pureza e confiabilidade são obtidas por reamostragem, medindo a robustez da resposta do indicador usando 250 permutações e 500 reamostragens. Itens alimentares que apresentaram menos de três ocorrências foram excluídos da análise (BAKER; KING, 2010). Pureza e confiabilidade iguais ou superiores a 0,95 foram definidas como indicadores robustos.

3ª predição: há relações entre a amplitude de nicho trófico e o comprimento padrão no grupo controle.

A relação entre a amplitude de nicho trófico (variável resposta) e o comprimento padrão (efeito fixo) foi avaliada usando Modelos Lineares Generalizados Mistos (GLMM) (ZUUR *et al.*, 2009). Os modelos foram calculados separadamente para os grupos controle e tanque, considerando os meses de coleta como efeito aleatório. Aplicou-se o GLMM usando distribuição Gaussiana a dados transformados em log. Os diagnósticos dos modelos foram inspecionados visualmente por meio de gráficos (qqplot e residuals vs predicted) (Figura A1).

As análises estatísticas utilizadas foram realizadas no software RStudio Programming environment (RStudio Team, 2021). A PERMANOVA, SIMPER, PERMDISP e teste de permutação foram calculados com auxílio do pacote *vegan* (OKSANEN *et al.*, 2020) e as funções *adonis*, *simper*, *betadisper* e *permutest*, respectivamente. A GLMM foi feita com a ajuda do pacote *lme4* e da função *lmer* (BATES *et al.*, 2014). A função *fitdist* do pacote *fitdistrplus* (DELIGNETTE-MULLER; DUTANG, 2015) foi usada para verificar a distribuição adequada da família para a variável de resposta. Para TITAN, foi utilizada a função *titan* do pacote *TITAN2* (BAKER; KING; KAHLE, 2019). O nível de significância adotado para todas as análises foi de $p < 0,05$.

3. RESULTADOS

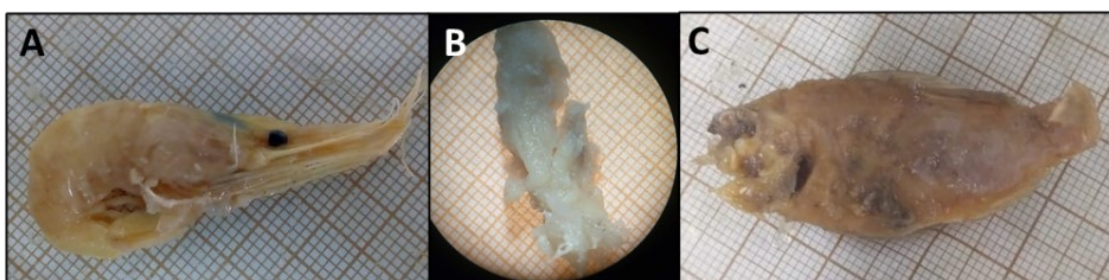
O conteúdo estomacal de 312 espécimes foi analisado (Tabela 1). No geral, foram identificados 21 itens alimentares consumidos pela população, dos quais os principais itens consumidos em ambos os grupos foram Decapoda (Camarão), Fragmento de peixe e Cichlidae (Tabela 1; Figura 2).

Tabela 1. Composição da dieta em porcentagem de volume de *Plagioscion squamosissimus* para os grupos controle e tanque, no reservatório de Ilha Solteira, bacia do alto rio Paraná, São Paulo, Brasil. Valores em negrito indicam os itens mais consumidos. * Indica valores abaixo de 0,01.

Local	Controle	Tanque
Comprimento padrão (cm)	11 a 39,3	9,2 a 40
Nº de estômagos analisados	104	208
Item alimentar	Porcentagem volumétrica (%)	
Detrito	*	0,10
Vegetal terrestre	0,37	0,30
Vegetal aquático	0,38	0,48
Alga	0,10	0,02
Fragmento de peixe	35,45	24,62
Loricaridae		2,04
Cichlidae	16,00	23,22
Characideo	0,56	
Gastropoda		0,16
Conchostraca		*
Copepoda		*
Bivalve		0,01
Decapoda (Camarão)	42,91	47,91
Odonata ninfa	2,44	1,07
Diptera larva	*	
Diptera pupa	1,41	0,02
Coleoptera larva	0,12	
Inseto aquático	0,25	0,01
Hymenoptera	*	0,01
Diptera adulta	0,01	
Inseto terrestre		0,04

(Fonte: Própria autora, 2022)

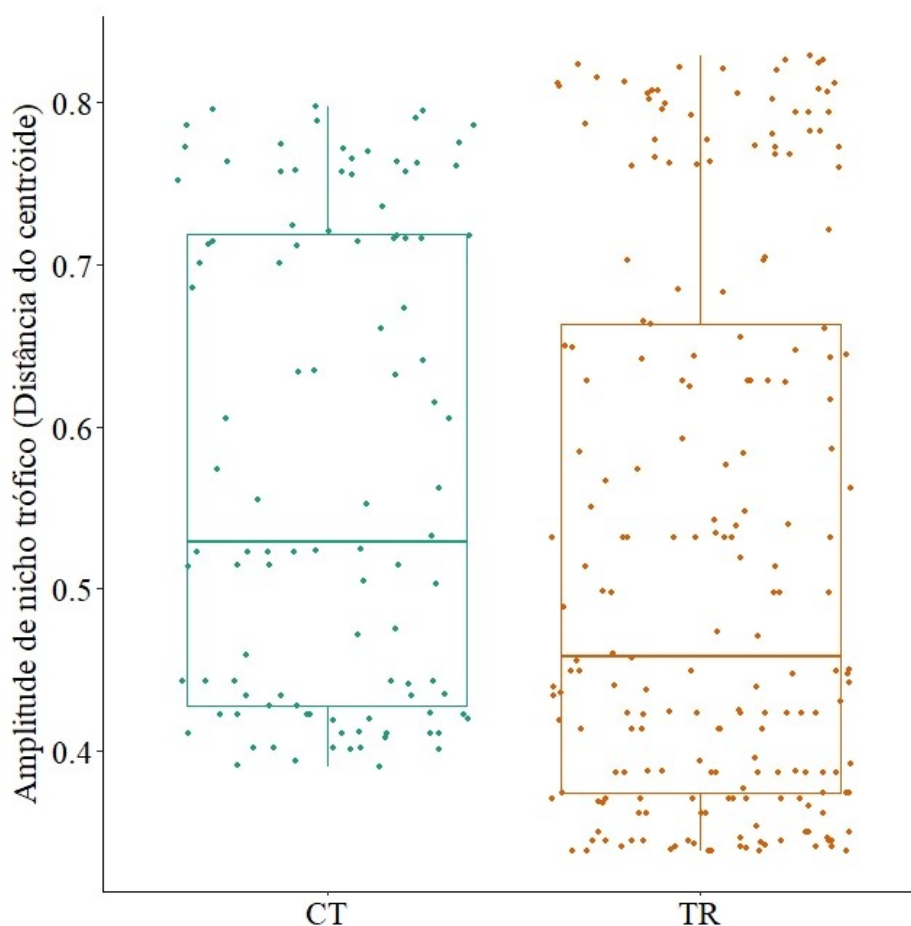
Figura 2. Principais itens alimentares consumidos por *Plagioscion squamosissimus* para os grupos controle e tanque, no reservatório de Ilha Solteira, bacia do alto rio Paraná, São Paulo, Brasil. A) Decapoda (Camarão); B) Fragmento de peixe e C) Cichlidae.



(Fonte: Própria autora, 2022)

Observou-se diferença significativa na composição da dieta entre as áreas de amostragem (PERMANOVA, Df = 1; F = 3,27; p = 0,003), devido à dispersão ou heterogeneidade entre a dieta dos indivíduos (PERMDISP, Df = 1; F = 6,02; p = 0,012). Os itens que mais contribuíram para essa diferença foram Decapoda (Camarão) (53,53%) e Fragmento de peixe (22,41%) (SIMPER, dissimilaridade média geral = 77,22). Com relação a amplitude de nicho trófico, houve diferença significativa entre as áreas, sendo os valores da mediana maior no grupo controle do que no grupo tanque (PERMDISP, Df = 1; F = 6,02; p = 0,012; Figura 3

Figura 3. Gráfico da variação na mediana da amplitude de nicho trófico de *Plagioscion squamosissimus* para os grupos controle (CT) e tanque (TR), no reservatório de Ilha Solteira, bacia do alto rio Paraná, São Paulo, Brasil. Linhas inferiores e superiores da caixa representam o 1º e o 3º quartis, respectivamente, demonstrando a variação da amplitude de nicho trófico entre os indivíduos. Enquanto, a barra horizontal (dentro de cada caixa) representa a mediana da amplitude de nicho trófico da população.

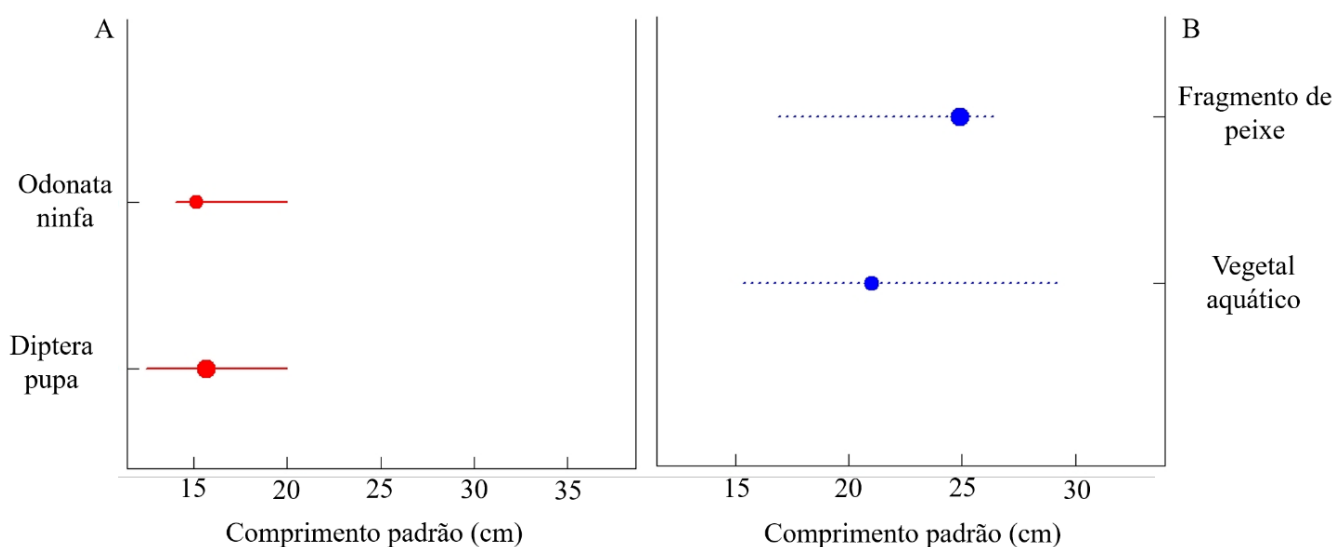


(Fonte: Própria autora, 2022).

A respeito da relação entre alimentação e o comprimento padrão, quatro itens alimentares foram identificados como indicadores de mudança. No grupo controle, Odonata ninfa e Diptera pupa foram os itens indicadores, com ponto de mudança de 14 e 16 cm, respectivamente e relações negativas com o comprimento padrão (Z-) (Figura 4A; Tabela A1). Já no grupo tanque, foram Fragmento de peixe e vegetal aquático com ponto de mudança de 19 e 25 cm, respectivamente e relação positiva com o comprimento padrão (Z+)

(Figura 4B; Tabela A2). Não foram observados itens alimentares relacionados negativamente ao comprimento padrão no grupo controle e nem positivamente ao comprimento padrão no grupo tanque.

Figura 4. Análise da Taxa Indicadora Limiar (TITAN) representando as mudanças no consumo de itens alimentares por indivíduos de diferentes tamanhos de *Plagioscion squamosissimus* no reservatório de Ilha Solteira, bacia do alto rio Paraná, São Paulo, Brasil. Os círculos representam pontos de mudança e seus tamanhos são relativos aos valores de z-score. As linhas correspondem a intervalos de confiança que variam de 5% a 95% de 500 reamostragens *bootstrap*. Os pontos vermelhos representam os itens alimentares com escores (relação) negativos (Z-) e os pontos azuis para os itens com escores (relação) positivos (Z+) com o comprimento padrão. A – Controle. B – Tanque. Para obter informações adicionais, consulte a Tabela A1 e a Tabela A2.



(Fonte: Própria autora, 2022).

Observou-se relação positiva e significativa entre a amplitude de nicho trófico e o comprimento padrão apenas no grupo tanque (Tabela 2).

Tabela 2. Resultados da análise Modelos Lineares Generalizados Mistos (GLMM) gerados para os dados da amplitude de nicho trófico e comprimento padrão de *Plagioscion squamosissimus* em 2019, nos grupos controle e tanque, no reservatório de Ilha Solteira, bacia do alto rio Paraná, São Paulo, Brasil.

	<i>Controle</i>		<i>Tanque</i>	
	Intercepto	Comprimento padrão (cm)	Intercepto	Comprimento padrão (cm)
<i>Estimativa de efeito</i>	-0.2796	0.00145	-0.3863	0.00422
<i>Erro</i>	0.05115	0.00184	0.04106	0.00189
<i>Df</i>	9.15676	101.134	58.5468	181.015
<i>t valor</i>	-5.466	0.786	-9.407	2.233
<i>P valor</i>	0.00037	0.4338	2.60E-13	0.0268

(Fonte: Própria autora, 2022).

4. DISCUSSÃO

A alimentação de *Plagioscion squamosissimus* diferiu entre os grupos principalmente devido a dispersão da dieta entre os indivíduos, ou seja, os indivíduos consumiram entre si os recursos alimentares em diferentes proporções. A amplitude de nicho trófico demonstrou maior proporção de itens alimentares consumidos pelos indivíduos no grupo controle e homogeneidade na dieta no grupo tanque. Fragmento de peixe e Decapoda (Camarão) apresentaram altas porcentagens de consumo em ambos os grupos, mas no grupo controle observou-se um consumo maior de insetos, o que explica maior amplitude para esse grupo. Infere-se que essa diferença na amplitude de nicho trófico esteja relacionada a disponibilidade dos recursos influenciadas pelas variações ambientais, promovidas pelos sistemas de cultivo. Nessas áreas, a carga orgânica (ração, escamas e fezes) liberada, pode promover a proliferação e assim, maior abundância de organismos como Decapoda (Camarão) e peixes (EDWARDS, 2015; NOBILE *et al.*, 2019). Dessa forma, o consumo mais homogêneo pode ser associado a maior abundância dos recursos alimentares (ex. Decapoda (Camarão) e peixes), que são de fácil acesso e, portanto, consumidos preferencialmente pela maioria dos indivíduos. Considerando a otimização dos gastos energéticos na busca do alimento, predito pela teoria do forrageamento ótimo (MacARTHUR; PIANKA, 1966), com o consumo de peixe e Decapoda (Camarão), disponíveis em abundância e alto valor energético, não se faz necessário o consumo de outros itens alimentares.

A plasticidade, oportunismo e generalismo trófico relatado para essa espécie (ABELHA; AGOSTINHO; GOULART, 2001) favorece o consumo dos itens alimentares mais disponíveis, corroborando os resultados aqui observados. Esta característica também foi observada em outros trabalhos, que relataram a espécie como sendo generalista, em função da amplitude de itens consumidos e oportunista pela capacidade de variar os itens preferenciais consumidos, dependendo do ambiente e sua disponibilidade (ABELHA; AGOSTINHO; GOULART, 2001; BENNEMANN *et al.*, 2006; DOS SANTOS *et al.*, 2014; HAHN; AGOSTINHO; GOITEIN, 1997). Desse modo, tais características observadas para *P. squamosissimus* representam um aspecto importante que garante sua sobrevivência e dominância em diferentes reservatórios no Brasil, favorecendo também o estabelecimento e sucesso em áreas introduzidas (STEFANI; ROCHA, 2009).

Outro aspecto analisado, foi o consumo dos recursos alimentares em indivíduos de diferentes tamanhos. Esperava-se observar itens alimentares relacionados aos indivíduos de maior e menor tamanho para o grupo controle e nenhum item associado aos indivíduos do grupo tanque. No entanto, no grupo controle observou-se itens associados apenas para indivíduos menores, sendo Odonata ninfa e Diptera pupa. Tal consumo, pode estar relacionado a limitações morfológicas da boca nesses indivíduos. A abertura da boca impõe limitações nos recursos alimentares que os peixes utilizam, implicando o tamanho máximo da presa consumida (SÁNCHEZ-HERNÁNDEZ *et al.*, 2019). Enquanto indivíduos maiores podem consumir itens

alimentares de variados tamanhos, inclusive os de maior tamanho, mais energéticos e menor relação custo x benefício entre captura e digestão (GERKING, 1994; KLIEMANN *et al.*, 2019). Os indivíduos menores consomem itens alimentares menores, mas em maior quantidade para atender à quantidade energética necessária para suas atividades vitais (GERKING, 1994; KLIEMANN *et al.*, 2019). O fato de não haver itens alimentares relacionados aos indivíduos maiores pode indicar que não há um item específico consumido nesse grupo, uma vez que para um item alimentar ser indicado na TITAN precisa apresentar maior frequência e abundância de consumo em um determinado comprimento padrão.

No grupo tanque, houve itens associados aos indivíduos maiores, sendo Fragmento de peixe e vegetal aquático. O maior consumo de fragmento de peixe pelos indivíduos maiores pode ser relacionado a proporção energética do indivíduo, que pode variar dependendo do tamanho corporal ao longo do seu desenvolvimento. É predito que os jovens utilizem a energia principalmente para produção somática, enquanto os adultos investem também em processos reprodutivos (VAZZOLER, 1996; McNAB, 2002). Assim, os adultos demandam mais energia para suprir sua demanda metabólica, e para isso, requerem comer mais e/ou comer itens energeticamente mais vantajosos (ARIM; BOZINOVIC; MARQUET, 2007), corroborando com o maior consumo de peixes aqui observado pelos indivíduos maiores. Em relação ao vegetal aquático, infere-se que o seu consumo, principalmente pelos indivíduos maiores, pode estar relacionado ao consumo de peixes que se alimentam de vegetais. Dessa forma, os vegetais podem ser sobras no estômago após a digestão dos peixes, uma vez que itens de origem vegetal são digeridos mais dificilmente e pouco aproveitados nutricionalmente por peixes carnívoros (VALENTE, 2018).

Em oposição ao grupo controle, no grupo tanque, não foram observadas relações dos itens alimentares com indivíduos menores, indicando que os outros itens alimentares, não indicados na TITAN, foram consumidos por todos os indivíduos. Tais resultados, corroboram com a amplitude de nicho trófico que foi menor nessa área, indicando uma dieta mais homogênea para os indivíduos desse grupo, e tendeu a ser maior para indivíduos maiores (relação positiva com comprimento padrão). A disponibilidade de organismos como Decapoda (Camarão), por exemplo, é maior em áreas de cultivo, uma vez que são atraídos e proliferam devido a matéria orgânica disponível (EDWARDS, 2015; NOBILE *et al.*, 2019). Dessa forma, sugere-se que os indivíduos menores nesse grupo não tiveram a necessidade de se dispersarem e consumirem mais itens para suprirem a energia necessária. Ainda, a disponibilidade de camarão, um item que pode ser consumido por indivíduos menores e maiores, permite a partilha de recursos entre todos os indivíduos, resultando assim numa dieta mais homogênea no grupo tanque. A partilha de recurso é um importante fator ecológico que pode reduzir a competição intraespecífica (KLIEMANN *et al.*, 2021), e neste estudo indicou a influência da piscicultura na alimentação de indivíduos de *P. squamosissimus* de todos os tamanhos. Assim, apesar dessa espécie não consumir a ração diretamente, sua alimentação foi alterada devido a influência indireta na disponibilidade de itens alimentares de origem animal.

Neste contexto, pode-se pensar que, a curto prazo, a influência destes sistemas é benéfica para a

espécie, pois promove crescimento populacional, uma vez que se trata de alimentos altamente energéticos e favorecem a partilha de recursos. No entanto, a longo prazo, os efeitos são incertos, uma vez que espécies carnívoras consomem peixes que consomem ração, tendo relatos de alterações fisiológicas apenas para peixes que consomem diretamente a ração (KLIEMANN *et al.*, 2018).

5. CONCLUSÃO

Em suma, observou-se diferenças na alimentação e amplitude de nicho trófico de *P. squamosissimus*, indicando maior dispersão na busca do alimento pelos indivíduos do grupo controle. Além disso, os diferentes itens alimentares consumidos entre os indivíduos de diferentes tamanhos em cada grupo de amostragem, sugerem que as pisciculturas influenciaram nos itens alimentares consumidos pelos indivíduos de diferentes tamanhos. Por fim, com os dados apresentados, ressalta-se a importância de estudos de ecologia trófica de peixes silvestres de diferentes tamanhos sob influência da piscicultura em tanques-rede. Tais estudos ajudam a melhor compreender as influências desses sistemas de cultivo em diferentes fases do desenvolvimento da espécie e dos mecanismos que possibilitaram a colonização dessa espécie em novos ambientes.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABELHA, M.C.F.; AGOSTINHO, A.A.; GOULART, E. Plasticidade trófica em peixes de água doce. **Acta Scientiarum**, v.23, n.2, p.425-434, 2001.

AGOSTINHO, A.A.; GOMES, L.C.; PELICICE, F.M. Ecologia e manejo de recursos pesqueiros em reservatórios do Brasil. **Eduem - Editora Da Universidade Estadual de Maringá**, p.1-501, 2007.

ANDERSON, M.J. A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. **Austral Ecology**, v.26, n.1, p.32-46, 2001.

ANDERSON, M.J. Distance based tests for homogeneity of multivariate dispersions. **Biometrics**, v.62, n.1, p.245-253, 2006.

ARIM, M.; BOZINOVIC, F.; MARQUET, P.A. On the relationship between trophic position, body mass and temperature: reformulating the energy limitation hypothesis. **Oikos**, v.116, n.9, p.1524-1530, 2007.

BAKER, M.E.; KING, R.S. A new method for detecting and interpreting biodiversity and ecological community thresholds. **Methods in Ecology and Evolution**, v.1, n.1, p.25-37, 2010.

BAKER, M.E.; KING, R.S.; KAHLE, D. TITAN2: Threshold Indicator Taxa Analysis. **R package version 2.4. Cran Proj**, 2019.

BARRETT, L.T.; SWEARER, S.E.; DEMPSTER, T. Impacts of marine and freshwater aquaculture on wildlife: a global meta-analysis. **Reviews in Aquaculture**, v.11, n.4, p.1022-1044, 2019.

BATES, D. MAECHLER, M. BOLKER, B. WALKER, S. lme4: Linear mixed-effects models using Eigen and S4. **R package version**, v.1, p.1-7, 2014.

BENNEMANN, S.T. *et al.* Dinâmica trófica de *Plagioscion squamosissimus* (Perciformes, Sciaenidae) em trechos de influência da represa Capivara (rios Paranapanema e Tibagi). **Iheringia, Série Zoológica**, v.96, n.1, p.115-119, 2006.

BEVERIDGE, M.C.M. Cage aquaculture. **Oxford: Blackwell Publishing**, v.3, 2004.

BRANDÃO, H. *et al.* Influence of a cage farming on the population of the fish species *Apareiodon affinis* (Steindachner, 1879) in the Chavantes reservoir, Paranapanema River SP/PR, Brazil. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v.24, n.4, p.438–448, 2012.

CACHO, J.C.S.; MOURA, R.S.T.De; HENRY-SILVA, G.G. Influence of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fish farming in net cages on the nutrient and particulate matter sedimentation rates in Umari reservoir, Brazilian semi-arid. **Aquaculture Reports**, v.17, 2020.

CARMO, F.J. *et al.* Levantamento das Unidades de Piscicultura no Estado de São Paulo. **Documento Técnico, 123. Campinas, CDRS**, p.1-24, 2021.

CHASE, J.M.; LEIBOLD, M.A. Ecological Niches: Linking Classical and Contemporary Approaches. **University of Chicago Press, Chicago**, 2003.

CLARKE, K.R. Non-parametric multivariate analysis of changes in community structure. **Australian Journal of Ecology**, v.18, n.1, p.117-143, 1993.

DELIGNETTE-MULLER, M.L.; DUTANG, C. Package ‘fitdistrplus’. **Journal of Statistical Software**, v.64, n.4, p.1-34, 2015.

DEMÉTRIO, J.A.; GOMES, L.C.; LATINI, J.D.; AGOSTINHO, A.A. Influence of net cage farming on the diet of associated wild fish in a Neotropical reservoir. **Aquaculture**, v.330, p.172-178, 2012.

DOS SANTOS, N.C.L.; MEDEIROS, T.N.; ROCHA, A.A.F.; DIAS, R.M.; SEVERI, W. Uso de recursos alimentares por *Plagioscion squamosissimus* - piscívoro não-nativo no reservatório de Sobradinho-BA, Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, v.40, n.3, p.397-408, 2014.

EDWARDS, P. Aquaculture environment interactions: Past, present and likely future trends. **Aquaculture**, v.447, p.2-14, 2015.

FAO. The State of World Fisheries and Aquaculture. **Sustainability in action. Rome**, 2020.

GARCIA, F.; KIMPARA, J.M.; VALENTI, W.C.; AMBROSIO, L.A. Emery assessment of tilapia cage farming in a hydroelectric reservoir. **Ecological Engineering**, v.68, p.72-79, 2014.

GERKING, S.D. Feeding ecology of fish. **Academic Press, London**, 1994.

GOVONI, J.J.; HOSS, D.E.; CHESTER, A.J. Comparative feeding of three species of larval fishes in the Northern Gulf of Mexico: *Brevoortia patronus*, *Leiostomus xanthurus* and *Micropogonias undulatus*. **Marine Ecology Progress Series**, v.13, n.2-3, p.189-199, 1983.

HAHN, N.S.; AGOSTINHO, A.A.; GOITEIN, R. Feeding ecology of curvina *Plagioscion*

squamosissimus (Heckel, 1840) (Osteichthyes, Perciformes) in the Itaipu reservoir and Porto Rico floodplain. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v.9, p.11-22, 1997.

HAMMER, Ø.; HARPER, D.A.T.; RYAN, P.D. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. **Palaeontologia Electronica**, v.4, n.1, p.9, 2001.

HELLAWELL, J.M.; ABEL, R.A. Rapid volumetric method for the analysis of the food of fishes. **Journal of Fish Biology**, v.3, n.1, p.29–37, 1971.

HYSLOP, E.J. Stomach content analysis: a review of methods and their applications. **Journal of Fish Biology**, v.17, n.4, p.411-429, 1980.

IZQUIERDO-GÓMEZ, D. *et al.* Exportation of excess feed from Mediterranean fish farms to local fisheries through different targeted fish species. **ICES Journal of Marine Science**, v.72, n.3, p.930-938, 2015.

KEPPELER, F.W. *et al.* The morphology-diet relationship and its role in the coexistence of two species of annual fishes. **Ecology of Fresh water Fish**, v.24, n.1, p.77–90, 2015.

KLIEMANN, B.C.K. *et al.* Dietary changes and histophysiological responses of a wild fish (*Geophagus cf. proximus*) under the influence of tilapia cage farm. **Fisheries Research**, v.204, n.3, p.337–347, 2018.

KLIEMANN, B.C.K. *et al.* Assessing the diet and trophic niche breadth of an omnivorous fish (*Glanidium ribeiroi*) in subtropical lotic environments: intraspecific and ontogenic responses to spatial variations. **Marine and Freshwater Research**, v.70, n.8, p.1116-1128, 2019.

KLIEMANN B.C.K. *et al.* Morphological divergences as drivers of diet segregation between two sympatric species of *Serrapinnus* (Characidae: Cheirodontinae) in macrophyte stands in a neotropical floodplain lake. **Neotropical Ichthyology**, v.19, n.2, p.1-20, 2021.

KLIEMANN, B.C.K. *et al.* Do cage fish farms promote interference in the trophic niche of wild fish in neotropical reservoir? **Fisheries Research**, v.248, 2022.

LANGANI, F. *et al.* Diversidade da ictiofauna do Alto Rio Paraná: composição atual e perspectivas futuras. **Biota Neotropica**, v.7, n.3, p.1–17, 2007.

LEIBOLD, M.A.; MCPEEK, M.A. Coexistence of the niche and neutral perspectives in community ecology. **Ecology**, v.87, n.6, p.1399–1410, 2006.

MacARTHUR, R.H.; PIANKA, E.R. On optimal use of a patchy environment. **American Naturalist**, v.100, n.916, p.603-609, 1966.

MANOEL, L.O. Estrutura ictiofaunística e aspectos populacionais de espécies de peixes selvagens sob influência de piscicultura em tanques-rede em reservatório neotropical. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas), **Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Biociências de Botucatu**, p.1-110, 2020.

McNAB, B.K. The physiological ecology of vertebrates: a view from energetics. **Cornell University Press**, 2002.

MUGNAI, R.; NESSIMIAN, J.L.; BAPTISTA, D.F. Manual de identificação de macroinvertebrados Aquáticos do estado do Rio de Janeiro. **Technical Books Editora**, p.176, 2010.

NEVES, M.P.; DELARIVA, R.L.; WOLFF, L.L. Diet and ecomorphological relationships of an endemic, species-poor fish assemblage in a stream in the Iguazu National Park. **Neotropical Ichthyology**, v.13, n.1, p.245-254, 2015.

NOBILE, A.B. *et al.* Status and recommendations for sustainable freshwater aquaculture in Brazil. **Reviews in Aquaculture**, v.12, n.3, p.1495-1517, 2019.

OKSANEN, J. *et al.* Multivariate Analysis of Ecological Communities in R: vegan tutorial. 2020.

OTA, R.R.; DEPRÁ, G.D.C.; GRAÇA, W.J.D.; PAVANELLI, C.S. Peixes da planície de inundação do alto rio Paraná e áreas adjacentes: Revised, annotated and updated. **Neotropical Ichthyology**, v.16, n.2, 2018.

PANARARI-ANTUNES, R.S. *et al.* Genetic characterization of native and invasive *Plagioscion squamosissimus* (Perciformes, Sciaenidae) populations in Brazilian hydrographic basins. **Genetics and Molecular Research**, v.14, n.4, p.14314-14324, 2015.

PILLAY, T.V.R. Aquaculture and the environment. **Oxford, Blackwell Publishing**, v.2, 2004.

RStudio Team (2021). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

RAMOS, I.P. *et al.* Interference of cage fish farm on diet, condition factor and numeric abundance on wild fish in a Neotropical reservoir. **Aquaculture**, v.414–415, p.56–62, 2013.

SÁNCHEZ-HERNÁNDEZ, J. *et al.* Causes and consequences of ontogenetic dietary shifts: a global synthesis using fish models. **Biological Reviews**, v.94, n.2, p.539-554, 2019.

SIDONIO, L. *et al.* Panorama da aquicultura no Brasil: desafios e oportunidades **Agroindústria**, v. 35, p. 421–463, 2012.

SILVA, J.C.; GUBIANI, E.A.; NEVES, M.P.; DELARIVA, R.L. Coexisting small fish species in lotic neotropical environments: evidence of trophic niche differentiation. **Aquatic Ecology**, v.51, n.2, p.275–288, 2017.

SOUZA, G.M.De; LEITE, M.A. Custo de produção de piscicultura da espécie tilápia no sistema intensivo de tanque rede. **Qualia: a ciência em movimento**, v.2, n.2, p.141–167, 2016.

STEFANI, P.M.; ROCHA, O. Diet composition of *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840), a fish introduced into the Tietê River system. **Brazilian Journal of Biology**, v.69, n.3, p.805-812, 2009.

VALENTE, L.M.P. Nutrição e alimentação de Peixes, **Revista Ciência Elementar**, v.6, n.4, 2018.

VAZZOLER, A.E.A.M. Biologia e reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática. **Eduem - Editora Da Universidade Estadual de Maringá**, p.169, 1996.

WINEMILLER, K.O. Ontogenetic diet shifts and resource partitioning among piscivorous fishes in the Venezuelan llanos. **Environmental Biology of fishes**, v.26, n.3, p.177-199, 1989.

WINEMILLER, K.O.; KELSO-WINEMILLER, L.C. Food habits of tilapiine cichlids of the Upper Zambezi River and floodplains during the descending phase of the hydrological cycle. **Journal of Fish Biology**, v.63, n.1, p.120-128, 2003.

WOOTTON, R.J. Ecology of teleost fish. **The Netherlands: Kluwer Academic Publishers**, v.24, n.2, p.1-386, 1999.

ZUUR, A.F.; IENO, E.N.; WALKER, N.J.; SAVELIEV, A.A.; SMITH, G.M. Mixed effects models and extensions in ecology with R. **New York: Springer**, v.574, 2009.

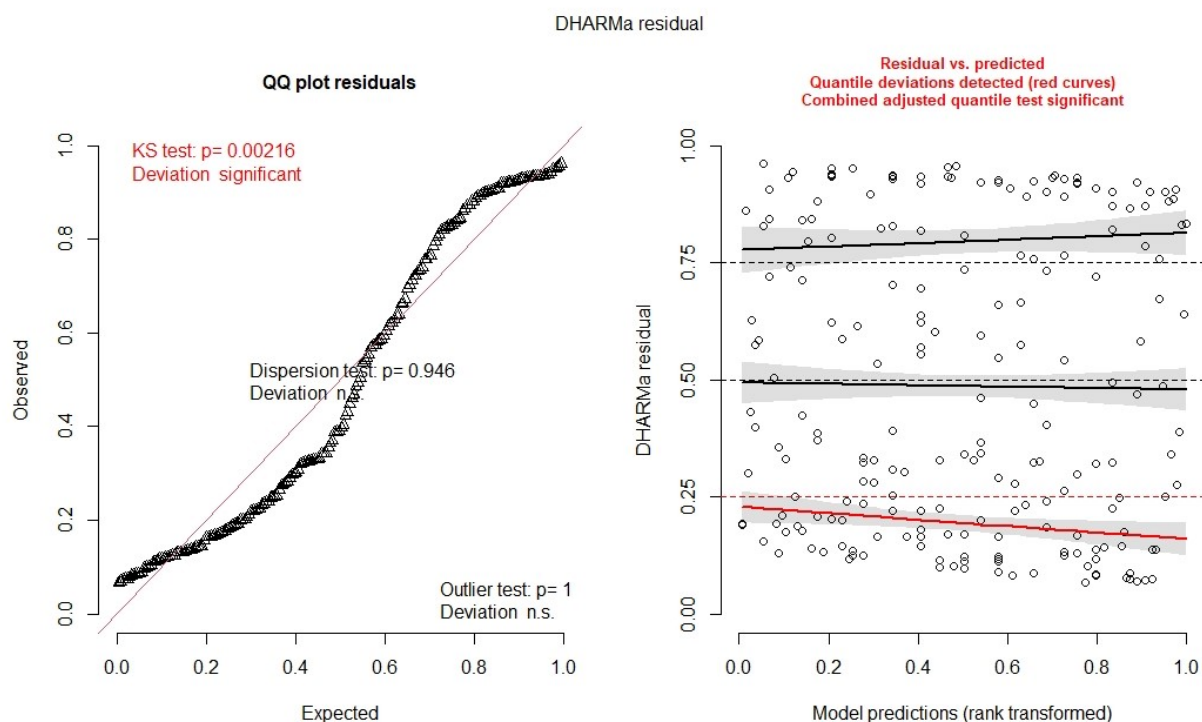
7. APÊNDICE

Tabela A1. Resultados do teste *Post-hoc* PERMANOVA – teste par a par comparando os pontos de amostragens no reservatório de Ilha Solteira, bacia do alto rio Paraná, São Paulo, Brasil. CT – Controle, TR – Tanque.

<i>Locais</i>	<i>Df</i>	<i>Valor de F</i>	<i>p-Ajustado</i>
<i>CT1 vs CT2</i>	1	2,5777315	0,11
<i>TR1 vs TR2</i>	1	2,2550843	0,36
<i>TR1 vs TR3</i>	1	1,2196266	1,00
<i>TR2 vs TR3</i>	1	4,7810000	0,01

(Fonte: Própria autora, 2022).

Figura A1. Diagnóstico da GLMM – inspeção visual dos resíduos escalonados criados a partir de simulações dos modelos lineares generalizados gerados para os dados da amplitude de nicho trófico de *Plagioscion squamosissimus* em 2019, no reservatório de Ilha Solteira, bacia do alto rio Paraná, São Paulo, Brasil. QQ plot residuais – gráfico de quantil-quantil, que demonstra se os resíduos do modelo estão de acordo com o que é esperado (linha vermelha) dado o modelo. Residual vs. Predicted – gráfico dos resíduos contra os valores preditos pelo modelo que demonstra os desvios da uniformidade na direção y, em que as linhas horizontais tracejadas são regressões quantílicas teóricas que mostram os quantis 0.25, 0.50, 0.75 e as linhas sólidas pretas indicam os quantis empíricos na direção y, já as linhas sólidas vermelhas indicam desvio nos quantis empíricos.



(Fonte: Própria autora, 2022).

Tabela A2. Informações adicionais sobre a Análise de Taxa Indicadora de Limiar (TITAN) para *Plagioscion squamosissimus* no grupo controle, no reservatório de Ilha Solteira, bacia do alto rio Paraná, São Paulo, Brasil. ienv.cp (mudança de ponto para cada item alimentar com base no IndVal máximo); zenv.cp (ponto de mudança para cada item alimentar com base em z máximo); freq (número de valores de abundância diferentes de zero por item alimentar); maxgrp (1 = z- (resposta negativa); 2= z+ (resposta positiva)); IndVal (Dufrene & Legendre (1997) estatística IndVal, escala 0-100%); obsiv.prob (probabilidade de um IndVal igual ou maior a partir de permutação aleatória, utilizado no cálculo de confiabilidade); zscore- IndVal z score; 5%, 10%, 50%, 90% e 95% (quantis de ponto de mudança entre as 500 réplicas de bootstrap); pureza (proporção de réplicas correspondentes à atribuição de maxgrp observada (z- ou z +)), confiabilidade - proporção de valores de obsiv.prob replicados $\leq 0,05$; z.median (magnitude da pontuação mediana em todas as réplicas de bootstrap e filtrante lógico (se >0) indicando se cada item alimentar atendeu à pureza) e confiabilidade (critérios, valor indica atribuição maxgrp). VEGT: vegetal terrestre; VEGA: vegetal aquático; ALG: alga; PEI: Fragmento de peixe; DEC: Decapoda (Camarão); ODO: Odonata ninfa; DIPP: díptera pupa.

Item alimentar	VEGT	VEGA	ALG	ESC	PEI	DEC	ODO	DIPP
ienv.cp	19.65	12.75	24.2	26.7	30.05	13.05	14.5	15.45
zenv.cp	19.65	12.75	24.2	25	21.6	19.9	14.5	16.45
freq	8	25	3	7	25	78	14	13
maxgrp	1	1	1	2	2	2	1	1
IndVal	12.29	54.03	3.85	11.12	25.41	56.63	47.25	46.77
zscore	1.9	3.32	0.53	2.61	3.32	3.38	7.82	10.24
5%	15.45	12.7	13.7	21	18.45	13.05	14.05	12.45
10%	15.45	12.7	19.95	21.79	19.95	14.5	14.5	13
50%	19.9	13.25	22.1	25	24.2	19.9	15.15	15.65
90%	26.45	24.01	24.2	30.15	31.2	31.85	19.95	19.9
95%	30.202	24.5	24.2	30.15	35.85	32.25	20	20
purity	0.747	0.529	0.572	0.94	0.98	0.905	0.97	1
reliability	0.741	0.935	0.131	0.8	0.947	0.977	0.997	1
z.median	3.090	4.127	1.342	3.697	3.960	3.874	8.230	11.574
Filter	0	0	0	0	0	0	1	1

(Fonte: Própria autora, 2022).

Tabela A3: Informações adicionais sobre a Análise de Taxa Indicadora de Limiar (TITAN) para *Plagioscion squamosissimus* no grupo tanque, no reservatório de Ilha Solteira, bacia do alto rio Paraná, São Paulo, Brasil. ienv.cp (mudança de ponto para cada item alimentar com base no IndVal máximo); zenv.cp (ponto de mudança para cada item alimentar com base em z máximo); freq (número de valores de abundância diferentes de zero por item alimentar); maxgrp (1 = z- (resposta negativa); 2= z+ (resposta positiva)); IndVal (Dufrene & Legendre (1997) estatística IndVal, escala 0-100%); obsiv.prob (probabilidade de um IndVal igual ou maior a partir de permutação aleatória, utilizado no cálculo de confiabilidade); zscore- IndVal z score; 5%, 10%, 50%, 90% e 95% (quantis de ponto de mudança entre as 500 réplicas de bootstrap); pureza (proporção de réplicas correspondentes à atribuição de maxgrp observada (z- ou z +)), confiabilidade - proporção de valores de obsiv.prob replicados $\leq 0,05$; z.median (magnitude da pontuação mediana em todas as réplicas de bootstrap e filtrante lógico (se >0) indicando se cada item alimentar atendeu à pureza) e confiabilidade (critérios, valor indica atribuição maxgrp). DET: Detrito; VEGT: vegetal terrestre; VEGA: vegetal aquático; ESC: escama; PEI: Fragmento de peixe; GAS: Gastropoda; DEC: Decapoda (Camarão).

Item alimentar	DET	VEGT	VEGA	ESC	PEI	GAS	DEC
ienv.cp	29.3	16.5	29.3	20	25.5	21	10.3
zenv.cp	29.3	16.5	19	19	25.5	20.6	21
freq	3	19	44	9	62	4	165
maxgrp	2	1	2	2	2	2	2
IndVal	8.35	10.74	20.65	4.98	35.33	3.64	48.27
zscore	2.01	1.32	3	0.79	4.31	2.18	1.96
5%	20	12.35	15.35	16.2	16.9	20.5	13.1
10%	21.5	16.5	15.5	17.09	18.7	20.7	15.5
50%	24.6	20.85	21	20	24.9	21	22.275
90%	29.25	29.05	29.3	29	26	22	31.15
95%	29.3	29.3	29.3	29.55	26.5	2.5075	31.55
Purity	0.939	0.765	0.955	0.698	0.993	0.873	0.571
reliability	0.649	0.75	0.951	0.49	0.977	0.494	0.768
z.median	3.469	2.775	3.717	1.947	4.672	2.388	2.916
Filter	0	0	2	0	2	0	0

(Fonte: Própria autora, 2022).