



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO ECOLOGIA E CONSERVAÇÃO  
MESTRADO EM ECOLOGIA E CONSERVAÇÃO

CARLOS WALKER FERNANDES MENEZES

**EFEITOS DA TURBIDEZ E COMPLEXIDADE DO HABITAT NO CONSUMO  
E SELETIVIDADE DE TAMANHO DAS PRESAS DE *Cichla kelberi*  
(Kullander & Ferreira, 2006).**

MOSSORÓ  
2016

CARLOS WALKER FERNANDES MENEZES

**EFEITOS DA TURBIDEZ E COMPLEXIDADE DO HABITAT NO CONSUMO  
E SELETIVIDADE DE TAMANHO DAS PRESAS DE *Cichla kelberi*  
(Kullander & Ferreira, 2006).**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação da Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Mestre em Ecologia e Conservação.

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Fernandes

MOSSORÓ

2016

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

M541e Menezes, Carlos Walker Fernandes.  
EFEITOS DA TURBIDEZ E COMPLEXIDADE DO HABITAT  
NO CONSUMO E SELETIVIDADE DE TAMANHO DAS PRESAS  
DE *Cichla kelberi* (Kullander & Ferreira, 2006). /  
Carlos Walker Fernandes Menezes. - 2016.  
31 f. : il.

Orientador: Carlos Walker Menezes.  
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal  
Rural do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em  
Ambiente, Tecnologia e Sociedade, 2016.

1. Predador. 2. Tucunaré. 3. Piscivoro. 4.  
Espécies Exóticas. 5. Ecossistemas aquáticos. I.  
Menezes, Carlos Walker, orient. II. Título.

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

CARLOS WALKER FERNANDES MENEZES

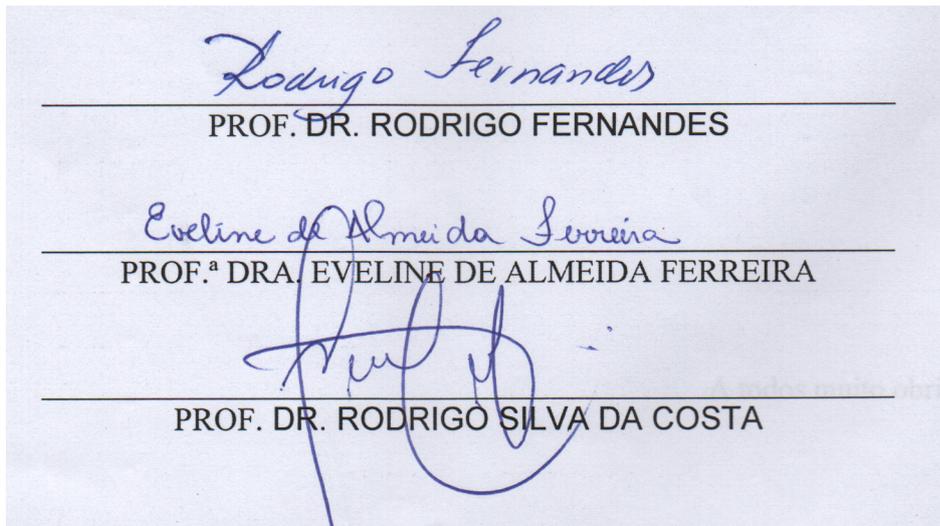
**EFEITOS DA TURBIDEZ E COMPLEXIDADE DO HABITAT NO CONSUMO  
E SELETIVIDADE DE TAMANHO DAS PRESAS DE *Cichla kelberi*  
(Kullander & Ferreira, 2006).**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação da Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Mestre em Ecologia e Conservação.

Linha de Pesquisa: Ecologia Aquática.

Defendida em: 31/03/2016.

**BANCA EXAMINADORA**



## **AGRADECIMENTOS**

À Deus, por me amparar nos momentos difíceis, me dar força para superar as dificuldades, mostrar os caminho nas horas incertas e me suprir em todas as minhas necessidades.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Rodrigo Fernandes, por acreditar em mim, pela dedicação e atenção, por me mostrar o caminho da ciência e por ser exemplo de profissional.

À banca examinadora, por participar desse trabalho, contribuindo com sua melhoria.

À minha família, que me motivou, meus pais Carlos e Fátima, meus irmãos Junior e Álamo e em especial a minha companheira Gicelli e meu filho Heitor, pelo carinho, paciência e amor.

Aos amigos, que fizeram parte desses momentos, sempre me ajudando e incentivando.

Aos amigos de trabalho e do laboratório de Biodiversidade Aquática, Íris, Joana, Laura, Thiago, Elissandra e todos aqueles que participaram diretamente deste trabalho e me ajudaram em todos os momentos.

Aos colegas, professores e todos que integram o programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação da UFERSA pelo convívio, aprendizado e auxílio.

A todos muito obrigado!

## RESUMO

Espécies alienígenas são causadoras de diversos impactos ecológicos em ecossistemas aquáticos em todo o mundo. A exemplo disso, introduções de peixes alienígenas de hábito piscívoro têm sido associadas a drásticas reduções na diversidade local de assembleias de peixes nativos. Para prever esses impactos é necessário compreender fatores ambientais relacionados à predação e seletividade de peixes piscívoros alienígenas, sendo que alguns fatores que podem limitar o potencial invasivo e o estabelecimento dessas espécies não nativas devido a redução da captura de presas, tais como turbidez e complexidade de hábitat como a presença de macrófitas como abrigo. Diante disso, este estudo busca compreender a espécie *Cichla kelberi*, que foi avaliada experimentalmente em um delineamento inteiramente casualizado. . O experimento foi realizado no centro de aquicultura da UFERSA, em tanques plásticos, contendo aproximadamente 500L de água, cada um com a presença de único predador, que foi submetido a ambientes onde a turbidez apresentava 3 níveis distintos (0, 60 e 120 NTU); 2 de macrófitas (presença e ausência) e a seletividade de presas foi avaliado pelo índice de Chesson, ofertando-se 2 tamanhos de presas diferentes (a menor com  $2,87 \pm 0,25$  cm e a maior com  $3,91 \pm 0,11$  cm). Os resultados desse estudo revelaram que em níveis elevados de turbidez (120 NTU) o consumo de presas foi reduzido significativamente; a presença de macrófitas aquáticas não interferiu no consumo do predador e observou-se preferência por presas de menor tamanho de *Oreochromis niloticus*. Concluindo, o presente estudo apresentou informações comportamentais sobre o alienígena *C. kelberi* e fatores que podem limitar sua predação e fornecendo suporte empírico para maior compreensão da espécie. Combinados, estes resultados suportam a hipótese do estudo e sugerem que o impacto do risco predação será reduzida em ecossistemas aquáticos de alta turbidez e na presença de presas maiores.

**Palavras-chave:** Predador; Tucunaré; Piscívoro; Espécies exóticas; Ecossistemas aquáticos.

## ABSTRACT

Alien species are causing various environmental impact on aquatic ecosystems throughout the world. As an example, alien fish introductions piscivorous habit have been associated with dramatic reductions in local diversity of native fish assemblages. To predict these impacts is necessary to understand environmental factors related to predation and selectivity of alien piscivorous fish, and some factors that may limit the invasive potential and the establishment of these non-native species due to reduction in the capture of prey, such as turbidity and complexity habitat as the presence of weeds for shelter. Thus, this study seeks to understand the *Cichla kelberi* species that has evaluated experimentally in a completely randomized design. The experiment was conducted in aquaculture center UFERSA, in plastic tanks containing approximately 500L of water, each with the presence of only predator, which was subjected to environments where the turbidity had 3 different levels (0, 60 and 120 NTU); 2 of macrophytes (presence or absence) and the selectivity of prey was evaluated by Chesson index, is offering 2-different prey sizes (the smallest with  $2.87 \pm 0.25$  cm and the largest with  $3.91 \pm 0, 11$  cm). The results of this study revealed that high levels of turbidity (120 NTU) consumption of prey has been reduced significantly; the presence of aquatic weeds did not affect the predator consumption and there was a preference for smaller prey of *Oreochromis niloticus*. In conclusion, this study showed behavioral information about the alien *C. kelberi* and factors that may limit their predation and providing empirical support for greater understanding of the species. Combined, these results support the hypothesis of the study and suggest that the impact of risk is reduced predation on aquatic ecosystems high turbidity and the presence of larger prey.

**Keywords:** Predator; Tucunaré; Piscivorous; Exotic species; Aquatic ecosystems.

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** - Consumo de alevinos de *O. niloticus* por *C. kelberi* em diferentes níveis de turbidez e complexidade de habitat quanto a presença ou ausência de macrófitas..... 18
- Figura 2** – Gráfico de Box-plot para o test-t para amostras dependentes do índice de seletividade  $\alpha$  (Chesson 1978) para consumo de presas pequenas ( $2,87 \pm 0,13$  cm) e grandes ( $3,92 \pm 0,05$  cm) de *O. niloticus* por *C. kelberi*..... 20

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Média das características físicas e químicas da água em tanques de 500L, com dados de oxigênio dissolvido em mg/litro; temperatura em Celsius; potencial Hidrogeniônico; turbidez em Unidades Nefelométricas de Turbidez e seus respectivos desvios padrão, medidas ao início* e fim do experimento**.....	17
<b>Tabela 2</b> - Dados de captura de presas totais de <i>O. niloticus</i> pelo <i>C. kelberi</i> diante da variação de turbidez. Dados totais, consumo com desvios padrão e taxa de predação em porcentagem de presas consumidas. ....	17
<b>Tabela 3</b> - Resultado da Análise de Variância Fatorial mostrando a captura de presas de <i>Oreochromis niloticus</i> pelo predador <i>Cichla kelberi</i> observados diante da variação de turbidez e complexidade de habitat em caixas plásticas de 500L.....	18
<b>Tabela 4</b> – Teste de Tukey para turbidez.....	18
<b>Tabela 5</b> - Valores médios do consumo e seletividade de tamanho pelo índice de Chesson (1983) de presas de alevinos de <i>Oreochromis niloticus</i> consumidas pelo <i>Cichla kelberi</i> quanto a variação de tratamentos de turbidez e complexidade de habitat.....	19
<b>Tabela 6</b> - Resultado do T-test para amostras dependentes dos valores de seletividade do índice de Chesson (1983) para o consumo do <i>Cichla kelberi</i> para presas de 2 tamanhos de <i>Oreochromis niloticus</i> diante da variação de turbidez e complexidade de habitat.....	20

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>11</b>
<b>2. MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>13</b>
<b>2.1.Coleta de animais e aclimatação.....</b>	<b>13</b>
<b>2.2.Preparação do experimento.....</b>	<b>14</b>
<b>2.3.Experimento .....</b>	<b>15</b>
<b>2.4.Analise de seletividade.....</b>	<b>15</b>
<b>2.5.Analise estatística dos dados.....</b>	<b>16</b>
<b>3. RESULTADOS.....</b>	<b>16</b>
<b>4. DISCUSSÃO.....</b>	<b>21</b>
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>24</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>26</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A introdução de espécies não nativas constitui a segunda maior causa de extinções de espécies, sendo superada apenas pela degradação de habitats (SIMBERLOFF, 2003). Segundo Elton (1958) estamos assistindo uma das maiores convulsões históricas da fauna e flora do mundo. Além da extinção local de espécies nativas, as introduções de espécies, exóticas ou alóctones, são responsáveis por outros impactos como: modificações nas cadeias tróficas, no balanço populacional das comunidades e alterações nos processos funcionais dos ecossistemas (ROCHA et al., 2005). Estas modificações ocorrem possivelmente devido à competição por alimento e espaço entre espécies nativas e introduzidas, predação de espécies nativas (ROCHA et al., 2005), além do risco de invasão de áreas de alto endemismo (SMITH et al., 2005). Seja de forma deliberada ou acidental, a introdução de espécies alienígenas atualmente atinge diferentes regiões do planeta, resultante de uma série de efeitos negativos, sendo considerado como uma das maiores ameaças à biodiversidade e ao funcionamento dos ecossistemas naturais (SANTOS et al., 2004) como ocorre com a espécie *Cichla kelberi* (tucunaré) que vem sendo introduzida em muitos locais, mesmo diante de estudos prévios que identificam grandes impactos ao ambiente e a fauna nativa por essa espécie (PELICICE & AGOSTINHO, 2009; MENEZES, 2012; PELICICE et al. 2015).

Espécies do gênero *Cichla* estão entre os predadores mais amplamente distribuídos nas bacias amazônica, Tocantins e do rio Orinoco (KULLANDER & FERREIRA, 2006) e nos rios menores que drenam as Guianas para o Oceano Atlântico (WINEMILLER, 2001). Estes peixes são os principais recursos para a alimentação e pesca esportiva em várias regiões do continente (WINEMILLER, 2001), estas espécies são caracterizadas como predadores vorazes, e apresentam capacidade de adaptação à diferentes ambientes lênticos (ZARET, 1980), dentre elas a espécie *Cichla kelberi*.

O *C. kelberi* por se tratar de um peixe piscívoro, têm provocado um grande impacto ambiental, evidenciado pela predação de populações de peixes forrageiros e na competição com populações de peixes predadores que utilizam os mesmos recursos alimentares (ZARET & PAINE, 1973). Este comportamento foi observado, em um reservatório onde o *C. kelberi* foi introduzido e em apenas dois anos após seu primeiro registro, foi apontado como causador do declínio da densidade média e riqueza de espécies de peixes nativos em 97,5 e 82%, respectivamente (PELICICE, 2009). Nesse contexto, percebe-se a necessidade de realizar pesquisas no intuito de estabelecer os

diferentes fatores e características que limitam o desempenho e a capacidade predatória do predador alienígena *C. kelberi*.

Observou-se que em reservatórios que apresentam uma área menor, temperaturas mais baixas, menores profundidades e turbidez altas, têm maior probabilidade de comprometer o estabelecimento *C. kelberi* (ESPINOLA, 2010). Do mesmo modo, em ecossistemas aquáticos, as mudanças ambientais como a eutrofização e aumento de matéria orgânica podem ter fortes efeitos sobre as interações predador-presa em lagos através da redução das condições visuais que afetam o comportamento de forrageamento de predadores que se orientam visualmente, já que a maioria dos peixes usa pistas visuais como sua fonte primária de informações do ambiente, incluindo pistas para a detecção de presas (RANAKER et al 2012).

A turbidez é altamente variável e muitas vezes atinge níveis elevados nos sistemas aquáticos, reduzindo a visibilidade para predadores que se orientam visualmente (SHOUP e DREW LANE 2015). Os organismos que se alimentam de presas grandes como os piscívoros, tendem a ser mais afetados pelo aumento de turbidez do que os organismos que se alimentam de pequenas presas como os que se alimentam de plâncton (UTNE PALMA 2002). Apesar disso, a maioria dos trabalhos sobre turbidez tem incidido sobre peixes planctívoros e insetívoros, em relação as espécies piscívoras. Vários estudos mostram que peixes piscívoros tiveram menor sucesso de forrageamento em locais onde a turbidez é mais elevada (RADKE e GAUPISCH 2005), devido à redução na distância de reação, causando redução no consumo (SHOUP e WAHL 2009).

Além da turbidez outros fatores como a presença de habitats complexos pode interferir na dinâmica alimentar de um ambiente. Em ambientes lênticos e lóticos, a presença de macrófitas aquáticas são importantes para a manutenção da diversidade de peixes (SUAREZ 2013). Tendo papel fundamental para o desenvolvimento inicial de muitas espécies de peixes (SÁNCHEZ - BOTERO & ARAÚJO-LIMA 2001), sendo também locais de alimentação (CASATTI et al., 2003). Um habitat complexo, devido a presença de cobertura de macrófitas submersas pode afetar interações predador-presa, diminuindo o risco de predação, devido ao aumento da disponibilidade de abrigos para presas (HUMPHRIES et al., 2011). Algumas espécies em estágios juvenis, também utilizam bancos de macrófitas, sugerindo que são também um habitat importante para o desenvolvimento inicial de espécies maiores (SUAREZ 2013).

Estudos têm relatado que muitas espécies de *Cichla*, incluindo o *C. kelberi*, ingerem preferencialmente presas de pequeno porte, geralmente menores do que 10 cm

(NOVAES et al., 2004). A invasão de *C. kelberi*, pode, por exemplo, promover a perda de espécies de pequeno porte, padrão observado em reservatórios e lagos naturais no Brasil (SANTOS et al 1994). Em algumas pesquisas foi observado que peixes piscívoros foram menos propensos a comer pequenas presas quando a turbidez aumentou, provavelmente devido a redução da visibilidade (ABRAHAMS e KATZTENFELD 1997).

Nesse sentido, esta pesquisa, pioneira em mesocosmos, teve por objetivo testar se níveis mais elevados de turbidez e complexidade de habitat alteram o desempenho predatório do *C. kelberi*, avaliando ainda se ocorre a seleção de tamanho de presas pelo indivíduo mediante estas duas variáveis. Acredita-se que estes fatores podem reduzir a predação da espécie estudada, afetando sua capacidade na captura devido suas características visuais de predação e presença de abrigo em forma de macrófitas para as presas, ainda, que o *C. kelberi* terá predileção pelo consumo de presas de tamanho pequeno devido a menor capacidade de fuga desses indivíduos devido tornando-os mais susceptíveis a captura.

## **2. MATERIAIS E MÉTODOS**

### **2.1 Coleta de animais e aclimação.**

Para a realização dos experimentos os exemplares de *Cichla sp.* foram capturados com anzol, no açude público Ererê, no município de Pacajus, no estado do Ceará e possuíam comprimento médio de 18,0 cm (D.P.=  $\pm$  1,5 cm). Os peixes foram transportados ao local do experimento em caixa de fibra específica para transporte de animais aquáticos com aeração constante de oxigênio puro. Já no local de realização do experimento, os indivíduos de *Cichla sp.* foram aclimatados em caixas plásticas de 1000L, com presença de aeração constante e filtro físico para redução de partículas sólidas na coluna d'água. Durante o período de aclimação, foram ofertados alevinos de tilápia (*Oreochromis niloticus*), duas vezes ao dia e observado o consumo e forrageamento. Os *Cichla sp.* foram posteriormente identificados pelo NUPELIA (Núcleo de Pesquisas em Limnologia, Ictiologia e Aquicultura de Maringá – PR) como sendo da espécie *C. kelberi*.

As presas utilizadas no experimento foram alevinos de tilápia (*Oreochromis niloticus*) adquiridas em uma empresa especializada na produção de alevinos localizada no município de Russas, Estado do Ceará. Os alevinos de tilápia foram utilizados devido a disponibilidade de 2 tamanhos padronizados e de fácil aquisição e por se tratar de

uma espécie alienígena amplamente introduzida em reservatórios no País. Para avaliar a seletividade de tamanho de presas consumidas pelo *C. kelberi* duas classes de tamanho de presas foram ofertadas. Medidas individualmente as presas de tamanho pequeno apresentaram comprimento médio de 2,87 cm (D.P.  $\pm$  0,25) e as presas grande apresentaram comprimento médio de 3,91cm (D.P.  $\pm$  0,11).

## **2.2 Preparação do experimento**

O experimento foi realizado no Setor de Aquicultura da UFERSA, localizado no Campus Leste da Universidade Federal Rural do Semiárido, município de Mossoró, Rio Grande do Norte. O experimento foi realizado entre os meses de junho e julho de 2015. Os tanques plásticos utilizados possuem capacidade individual de 1000L, cada caixa possuía aeração constante e homogênea provenientes de um sistema de sopradores de ar atmosférico.

Após o período de aclimação os indivíduos de *C. kelberi* foram distribuídos individualmente nas caixas experimentais a densidade de 1 predador/500L, e passaram três dias sendo alimentados com alevinos de tilápia, no período da manhã e da tarde, com a intenção de padronização do consumo de alimento e observação da atividade dos indivíduos. Passados três dias de alimentação, iniciou-se um período de fome, no qual não foram ofertadas presas por dois dias, antes do início do experimento. Próximo ao termino do experimento, os predadores foram retirados das unidades experimentais, medidos individualmente e devolvidos a caixa de descanso. O mesmo procedimento foi realizado em seguida para as presas restantes no ambiente experimental, que foram retiradas, quantificadas e medidas.

Os níveis de turbidez foram obtidos pelo uso de água rica em fito e zooplâncton, foi feita a diluição desse concentrado nas unidades experimentais, o nível de baixa turbidez foi obtido com uso total de água de poço de transparência total (zero NTU), o nível de turbidez alto foi obtido usando apenas água eutrofizada com média de transparência de 120 NTU (transparência 10-15cm) e o tratamento intermediário conseguido a partir da mistura de partes iguais de água de poço e água eutrofizada com média de transparência de 60 NTU (transparência de 20-25cm). Durante todo o experimento foi feito o uso de aeração constante.

As macrófitas utilizadas no experimento tinha finalidade de criar complexidade estrutural ao ambiente experimental e foram confeccionadas com mangueira de PVC com espessura de  $\frac{3}{4}$  e 45 cm de diâmetro, completamente preenchidas por areia, o que evitava

que a base flutuasse na água. Uma junção ligava as duas pontas da mangueira. A base foi trançada com barbantes de polipropileno preto e barbantes livres amarrados a base que ficavam flutuando na coluna d'água, distantes 2 cm uns dos outros, com densidade de 468 ramos/m<sup>2</sup> e com 45 cm de altura. Durante os experimentos foi observado que tanto predadores quanto presas utilizaram constantemente as macrófitas artificiais como abrigo, assim mostrando que as estruturas serviram ao propósito.

### **2.3. Experimento**

Para realizar o experimento dos efeitos da turbidez e complexidade de habitat na taxa de captura do *C. kelberi* foi realizado em delineamento de blocos casualizados fatorial 3x2, cujos os fatores eram turbidez em 3 níveis: Baixa (0 NTU), intermediária (60 NTU) e alta (120 NTU) e macrófita, ausente e presente.

O experimento foi realizado em mesocosmos, utilizando-se caixas de 1.000 L, preenchidas até a metade (aproximadamente 500L) com ausência de substrato, sem tampas, expostas ao fotoperíodo normal, definido pela incidência solar, com 12 horas de luz e 12 horas de escuro constante, totalizando 36 unidades amostrais, com 6 réplicas em cada tratamento, onde os indivíduos de *C. kelberi* foram dispostos a uma densidade de 1 indivíduo/500L e recebendo a oferta de 40 presas/500L, de 2 tamanhos: 20 indivíduos pequenos (2,87 cm; D.P. ± 0,13) e 20 indivíduos grandes (3,92 cm; D.P. ± 0,05).

Para conhecimento dos padrões de qualidade de água do experimento ao qual foram submetidos o predador *C. kelberi* e as presas de *O. niloticus* foi realizada a medição da temperatura (°C), da concentração de oxigênio dissolvido (mg.L<sup>-1</sup>), do pH e turbidez da água foram realizadas “*in situ*” medidas em todos os tanques, utilizando sensor digital específico de análise de água da marca Horiba modelo U-50.

### **2.4 2 Índice de Seletividade**

O índice de seletividade de Chesson (1978) foi utilizado para comparar as presas consumidas pelos indivíduos da espécie estudada e sua disponibilidade no meio. O índice foi calculado de acordo com a seguinte fórmula:

$$\alpha_i = \frac{r_i / p_i}{\sum_{i=1}^N r_i / p_i}$$

Sendo que,

$\alpha_i$  = Índice de seletividade de CHESSON do item alimentar i

$r_i$  = proporção do item alimentar i consumido

$p_i$  = proporção do item alimentar i no tanque.

N = número de itens disponíveis

O valor esperado para um alimento ao acaso,  $1/N$ , é função do número de presas disponíveis. O índice varia entre 0 e 1. Valores acima de  $1/N$  indicam seleção positiva (preferência) e valores abaixo (rejeição). O índice de  $\alpha_i$  é afetado pela abundância relativa das presas e é usado para comparar amostras na qual a abundância pode diferir. O valor que indica a ausência de seletividade para uma situação que estão presentes 2 tipos de presas é 0,5.

## 2.5 Análise estatística de dados

Para avaliar o efeito da turbidez e complexidade de habitat foi realizado uma análise de variância fatorial (*Two-way* Anova) para comparação do consumo médio de presas pelo *C. kelberi*. Quando os efeitos dos fatores foram significativos foi aplicado teste de comparação múltiplas Tukey-Kamer HSD em nível de 95% de significância para identificar diferença nas médias dos tratamentos. Para avaliar a seletividade de presas os índices de Chesson obtidos passaram por um teste de T-test para amostras dependentes.

Todas as análises foram realizadas no programa STATISTICA versão 8.0. com nível de significância de  $p < 0,05$ .

## 3. RESULTADOS

As características físicas e químicas da água aferidas durante o experimento se mantiveram estáveis apresentando baixa variabilidade (< 10 %) durante o experimento, assim, assume-se que as condições da água não interferiram na atividade dos predadores e presas (Tabela 1).

**Tabela 1** – Média das características físicas e químicas da água em tanques de 500L, com dados de oxigênio dissolvido em mg/litro; temperatura em Celsius; pH; turbidez em Unidades Nefelométricas de Turbidez e seus respectivos desvios padrão, medidas ao início\* e fim do experimento\*\*.

Nível de Turbidez	O <sub>2</sub> (mg/l)	Temperatura(°C)	pH	Turbidez (NTU)
Baixa*	11,57 (±0,60)	22,80 (±0,40)	8,50 (±0,28)	0
Intermediária*	11,02 (± 0,61)	24,01 (±0,27)	8,74 (±0,05)	52,83 (±3,46)
Alta*	11,48 (±0,42)	22,81 (±0,35)	8,97 (±0,14)	117,42 (±10,77)
Baixa**	11,08 (±0,87)	24,20 (±0,18)	8,69 (±0,24)	0
Intermediária**	11,97 (±0,91)	23,80 (±0,20)	8,81 (±0,22)	37,92 (±11,94)
Alta**	11,26 (±0,54)	24,20 (±0,25)	9,00 (±0,11)	88,69(±6,37)

O consumo médio de presas foi de 8,4 (D.P. ± 2,31) presas para o tratamento de alta turbidez, enquanto os tratamentos de turbidez baixa e intermediária atingiram médias de 13,3 (D.P. ± 3,05) e 17 (D.P. ± 4,71) presas consumidas, respectivamente, diante dos 40 indivíduos de *O. niloticus* possíveis para captura no universo experimental de acordo com a tabela 2.

**Tabela 2** – Dados de captura de presas de *O. niloticus* pelo *C. kelberi* diante da variação de turbidez. Dados totais, consumo com desvios padrão e taxa de predação em porcentagem de presas consumidas.

Turbidez	Presas ofertadas	Presas totais consumidas	Predação (%)
Baixa	40	13,3 (± 3,05)	33,2
Intermediário	40	17,0 (± 4,71)	42,5
Alta	40	8,4 (± 2,31)	21,0

Quanto a presença de macrófitas, não apresentou diferença significativa no ambiente experimental, não afetando a taxa de predação de forma efetiva, sendo que a presença ou ausência causou pouca ou nenhuma interferência na captura das presas pelo *Cichla kelberi* (Tabela 3). O número de capturas totais de presas pelo *C. kelberi* mostrou

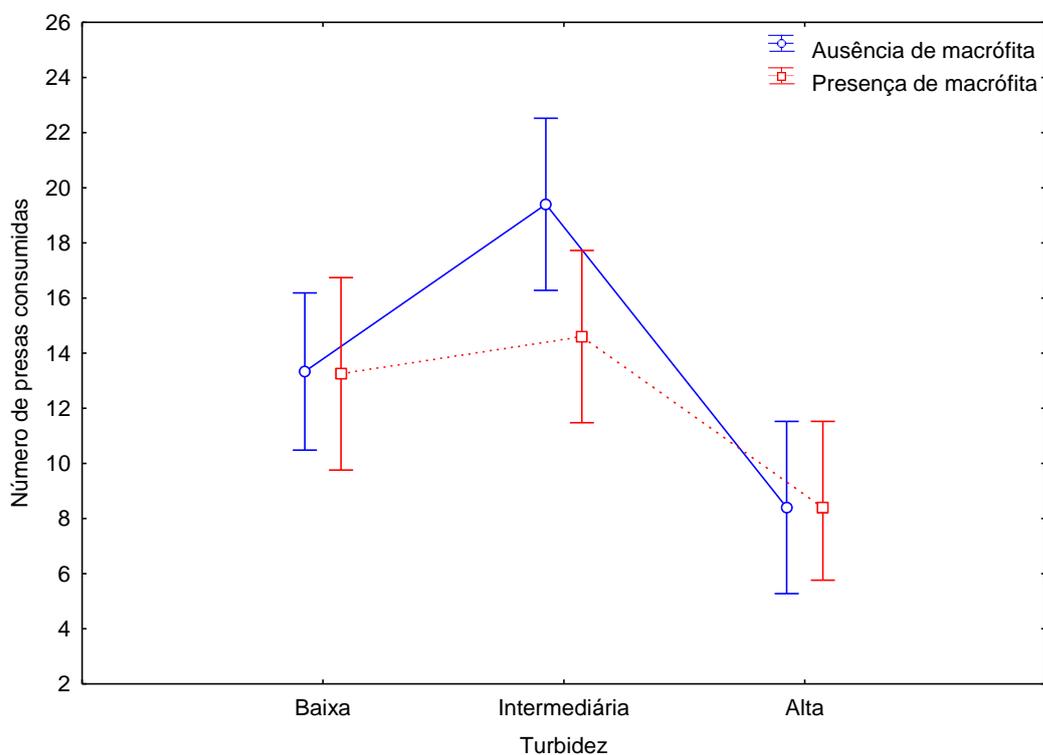
relação significativa apenas para a interferência da turbidez, descartando influência da complexidade de habitat na predação do *C. kelberi* para o experimento (Figura1).

**Tabela 3** – Resultado da Análise de Variância Fatorial mostrando a captura de presas de *Oreochromis niloticus* pelo predador *Cichla kelberi*, diante da variação de turbidez e complexidade de habitat.

Efeito	Soma dos quadrados	Grau de liberdade	Média da soma dos quadrados	F	p
Intercepto	4921,792	1	4921,79	429,7205	0,000000
Macrófita	19,600	1	19,600	1,7113	0,203209
Turbidez	<b>372,071</b>	<b>2</b>	<b>186,035</b>	<b>16,2427</b>	<b>0,000035</b>
Macrófita X Turbidez	37,503	2	18,752	1,6372	0,215513
Erro	274,883	24	11,453		

**Tabela 4** – Teste de Tukey para turbidez.

Turbidez	13,300	8,400	17,000
Baixa		<b>0,009568</b>	0,055932
Alta	<b>0,009568</b>		<b>0,000145</b>
Intermediária	0,055932	<b>0,000145</b>	



**Figura 1** - Consumo total de alevinos de tilápias (*O. niloticus*) por tucunarés (*C. kelberi*) em diferentes níveis de turbidez e de complexidade de habitat (presença ou ausência de macrófitas).

O experimento apresentou consumo maior de presas pequenas, mostrando que houve preferência ou seleção do *C. kelberi* por presas pequenas, constatado pelo cálculo do índice de seletividade de Chesson (1983), observando que o consumo de presas grandes obteve média total de 3,83(± 2,80) indivíduos para todo o experimento. Para presas pequenas, o consumo chegou a 9,07(± 4,34) indivíduos em média para todos os tratamentos, sendo que em algumas unidades experimentais, o consumo de presas pelo *C. kelberi* aconteceu inteiramente de presas classificadas como pequenas. Na tabela 4, estão representados a média de consumo para cada tratamento assim como os valores do índice de seleção de Chesson, que apresentaram maiores capturas por indivíduos de menor tamanho.

**Tabela 5** – Valores médios do consumo e seletividade de tamanho pelo índice de Chesson (1978) de presas de alevinos de *Oreochromis niloticus* consumidas pelo *Cichla kelberi* quanto a variação de tratamentos de turbidez e complexidade de habitat.

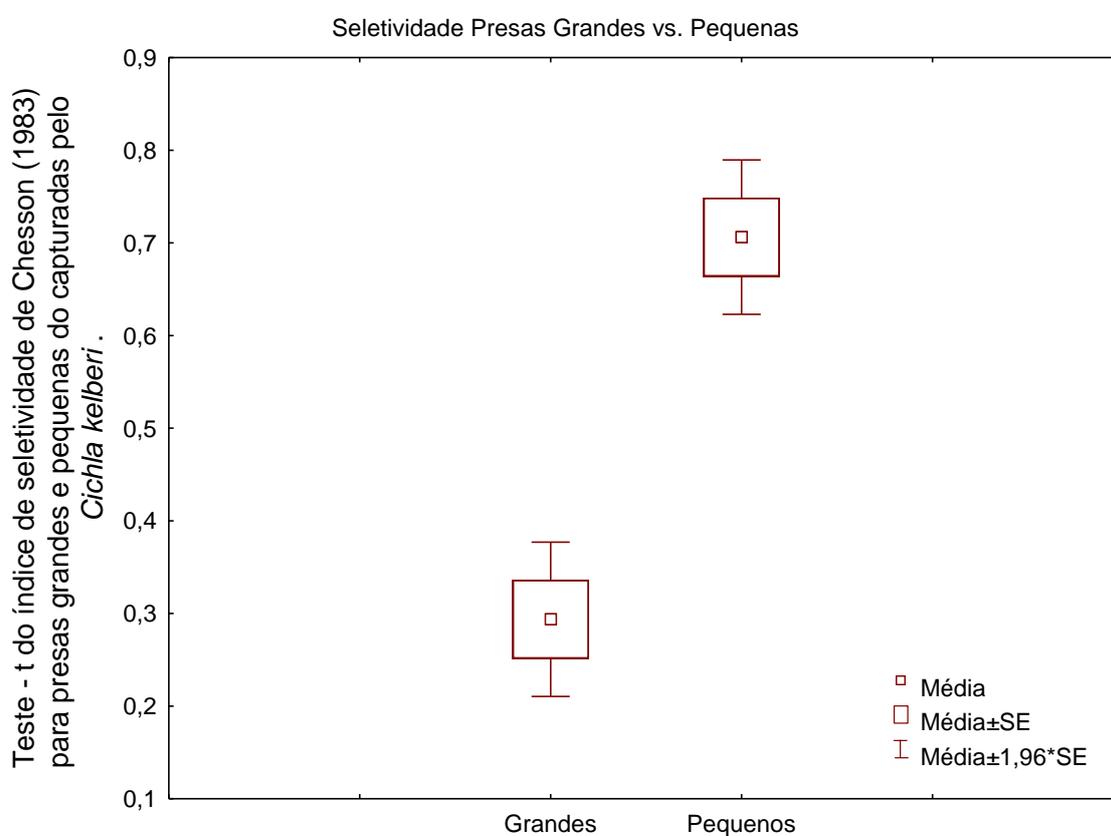
<b>Tratamento turbidez/macrófita</b>	<b>Média de consumo presas grandes</b>	<b>Índice de Chesson presas grandes</b>	<b>Média de consumo presas pequenas</b>	<b>Índice de Chesson presas pequenas</b>
<b>Baixa – Ausência</b>	4,2 (±2,9)	0,19	8,2 (±5,0)	0,81
<b>Baixa – Presença</b>	3,8 (±3,6)	0,25	10,4 (±3,2)	0,75
<b>Intermediária - Ausência</b>	4,2 (±2,3)	0,22	15,2 (±2,4)	0,68
<b>Intermediária - Presença</b>	6,0 (±2,3)	0,20	8,6 (±0,8)	0,80
<b>Alta – Ausência</b>	2,6 (±2,1)	0,32	5,8 (±3,5)	0,78
<b>Alta – Presença</b>	2,2 (±2,9)	0,41	6,2 (±3,0)	0,59

Foi constatado consumo maior consumo de presas pequenas de *O. niloticus* pelo *C. kelberi* e diante de um menor consumo de presas grandes para todos os tratamentos, independentemente do nível de turbidez ou complexidade de habitat. Mostrando que para o experimento a preferência se mostrou significativa para a seleção de presas, indicando que a seleção não aconteceu de forma aleatória.

**Tabela 6** – Resultado do T-test para amostras dependentes dos valores de seletividade do índice de Chesson (1983) para o consumo do *Cichla kelberi* para presas de 2 tamanhos de *Oreochromis niloticus* diante da variação de turbidez e complexidade de habitat.

T-test para amostras dependentes (Planilha)								
Diferenças acentuadas são significativas a $p < 0,05$								
Variável	Média	Desvio Padrão	N	Diff.	Desvio Padrão Diff	t	df	p
Presa G	0,293805	0,232661						
Presa P	0,706195	0,232661	30	-0,412389	0,465322	-4,85416	29	0,000038

O test-t revelou que houve preferência por presas de menor porte pelo *C. kelberi* de forma significativa.



**Figura 2** –Gráfico de Boxplot para o test-t para amostras dependentes do índice de seletividade  $\alpha$  (Chesson 1978) para consumo de presas pequenas ( $2,87 \pm 0,13$  cm) e grandes ( $3,92 \pm 0,05$  cm) de *O. niloticus* por *C. kelberi*.

Os dados foram testados estatisticamente e foi observada captura significativa maior de presas pequenas de *O. niloticus* pelo *C. kelberi* e menor capturas de presas grandes para todos os tratamentos, independentemente do nível de turbidez ou complexidade de habitat, essa preferência se mostrou significativa para a seleção de presas, indicando que a seleção não aconteceu de forma aleatória.

## 4 DISCUSSÃO

Nesta pesquisa, indivíduos de tilápia do Nilo foram capturadas com clara preferência por presas de menor tamanho, com predominância de captura dessas presas menores pelo tucunaré. Contudo foram observadas diminuições no consumo médio de presas em condições com valores elevados de turbidez. Já o ambiente com a presença de macrófitas, indicaram que estes vegetais não estariam influenciando na taxa de predação de forma efetiva, descartando a influência da complexidade de habitat neste processo de predação.

Sendo o *C. kelberi* predador nativo da Bacia Amazônica encontra condições ideais para a sua alimentação quando vinculado à ambientes lênticos e águas transparentes com altas temperaturas, entre 23 e 28° C (ESPINOLA 2009). A transparência da água pode ser um fator importante para o sucesso de colonização pois *C. kelberi* é um predador visual com alimentação diurna (NOVAES et al 2004; FUGI et al., 2008; ESPINOLA 2009). Como um predador orientado visualmente, na presente pesquisa foi observada uma queda significativa de captura de presas pelo *C. kelberi* recorrentes quanto aos maiores valores de turbidez, sendo de fato constatado que em ambientes de alta turbidez reduzem o consumo do *C. kelberi*.

Para o experimento, a variação média de consumo se mostrou significativa para valores mais elevados de turbidez (120 NTU) causando redução da captura média de presas em 37% em relação ao ambiente de baixa turbidez (0 NTU) e mais de 50% em relação ao tratamento intermediário (60 NTU). Para muitas espécies piscívoras, o aumento da turbidez leva à redução do retorno de forrageamento, possivelmente devido à diminuição da distância de reação (GREGORY e NORTHCOTE 1993). Tal característica foi observada para os indivíduos da espécie *C. kelberi*, que apresentaram menor consumo de presas em ambientes onde a turbidez foi mais elevada.

Os níveis de turbidez intermediários apresentaram aumento no consumo de presas pelo predador em relação ao tratamento de baixa turbidez, provocado possivelmente pela dificuldade das presas em se defenderem e por não conseguirem perceber a presença do predador *C. kelberi*. Nossos resultados sugerem que o piscívoro *C. kelberi* têm dificuldade de forrageamento para ambientes com alta turbidez (120 NTU). Especialmente pelo fato de todos os peixes (tucunarés) usados em nossos testes de laboratório terem sido provenientes de ambiente natural, onde a turbidez pode variar

livremente, parece improvável que a redução da captura em ambientes de alta turbidez seja pelo fato da realização do experimento em ambiente controlado.

No presente estudo, a complexidade de habitat devido a presença de macrófitas artificiais não alterou significativamente o consumo de presas durante o experimento indicando que os habitats com vegetação fornecem proteção muito limitada a presas contra a predação do tucunaré. Foi verificado por Kovalenko (2010) que na presença do *C. kelberi* uma resposta anti-predação comum é uma mudança no uso do habitat, fazendo com que presas usem macrófitas como abrigo. Diferente do que foi observado por Pelicice et al., (2015) que observaram aumento da pressão de predação em manchas de macrófitas quando juvenis de *C. kelberi* eram abundantes. Tal característica sugere uma outra possibilidade de que a densidade de plantas apresentada neste experimento não tenha sido suficiente para ser percebida pelas presas como um refúgio e abrigo. Nos testes pilotos do experimento, demonstraram o uso da macrófita pelo predador, mantendo-se entre os ramos por grandes intervalos de tempo, impossibilitando o uso da macrófita como abrigo pelas presas. Fato corroborado por Pelicice e Agostinho (2009) que observaram que as macrófitas também podem ter sido associadas ao predador e a vegetação ser percebida como um habitat perigoso, assim mostrando que macrófitas desempenham um papel muito limitado na minimização dos impactos do predador alienígena *C. kelberi*, mostrando que as plantas aquáticas proporcionam um refúgio muito limitado contra este predador (KOVALENKO et al., 2010) fato observado no estudo de forma empírica.

A interação entre os fatores, turbidez e presença de macrófitas também não se mostrou significativa para a predação, não interferindo na captura de presas pelo *C. kelberi*, em todos os níveis de turbidez, não havendo alteração de captura de presas mediante a ausência ou presença de macrófitas. Nesta perspectiva, Ostrand et al (2004) verificou em ambiente natural que o aumento da vegetação ou complexidade do habitat resulta na diminuição do sucesso da predação. Já Carter (2010) observou que o aumento da turbidez diminuiu significativamente o número de presas consumidas, pelo Achिंगã (*Micropterus dolomieu*) ao passo que a presença de cobertura não teve nenhum efeito, sugerindo que a turbidez é mais importante do que a cobertura em influenciar o consumo de presas, como foi observado nos resultados deste trabalho.

O predador *C. kelberi* apresentou seleção alimentar e interesse por presas menores em todos os tratamentos realizados, já que as capturas do predador por presas de pequeno porte representaram boa parte das capturas observadas, sendo este resultado independente da presença de turbidez ou de complexidade de habitat em todos os níveis de tratamento.

Pelicice & Agostinho (2009) documentaram a eliminação quase completa da fauna de pequenos peixes nativos na Bacia do alto Paraná, após a introdução do tucunaré, apesar da grande abundância de refúgios de macrófitas (*Egeria* spp.) que poderiam servir de abrigo a essas presas, demonstrando a preferência do *C. kelberi* por presas de pequeno porte.

O maior consumo de presas menores pelo *C. kelberi* pode ser explicado que, devido ao menor porte, as presas tenham também capacidade de fuga reduzida, não conseguindo escapar do predador como as maiores. Paszkowski e Tonn (1994) observaram que para o predador *Perca flavescens*, indivíduos com comprimento total maior do que 19 cm, consumiram significativamente mais presas pequenas do que grandes da espécie *Pimephales promelas*, quando predou populações de tamanhos diferentes, presumivelmente porque em água clara os peixinhos *P. promelas* maiores foram mais eficazes em escapar da predação. O presente estudo foi o primeiro a mostrar empiricamente em ambiente controlado que há preferência pelo consumo de presas menores e em relação a presas de tamanho maior para a espécie *C. kelberi*.

Sendo evidente que a introdução desta espécie alienígena, analisada nesta pesquisa em ambiente controlado indica o quanto a presença desta espécie em ambientes onde não é nativa, tem fornecido provas que sustentam o colapso das assembleias de peixes logo após a introdução de *C. kelberi*, e evidencia a necessidade de medidas de controle no intuito de prevenir novas transferências em bacias na América do Sul (PELICICE & AGOSTINHO, 2009).

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos nesta pesquisa, são importantes para servir de subsídios nos estudos sobre a introdução da espécie *C. kelberi*, amplamente difundida em reservatórios e rios, auxiliando na compreensão dos hábitos desta espécie. O conhecimento dessas características poderão posteriormente permitir que órgãos responsáveis controlem futuras invasões, por fornecem detalhes preditivos sobre a susceptibilidade de um ambiente para o estabelecimento do alienígena *C. kelberi*.

Por isso é imprescindível aprofundar os estudos desta espécie diante de outros fatores ligados a complexidade de habitat, simulando ambientes naturais, como a presença de abrigos físicos e sólidos como tocas, a fim se ter maiores informações da

característica predatória da espécie dos diferentes ecossistemas aquáticos que esta habita e o impacto que esse predador voraz tem sobre a fauna de peixes.

Nesse sentido pode-se concluir que, o consumo de presas pelo predador *C. kelberi* não aconteceu de forma aleatória, buscando preferencialmente indivíduos de menor porte, independentemente de complexidade de habitat e turbidez. Contudo, mesmo se tratando de um predador alienígena com grande potencial invasivo, apresentou menor consumo de presas em ambientes de alta turbidez, e constatando-se que a complexidade do habitat devido a presença de macrófitas artificiais não causou interferência na captura de presas pelo *C. kelberi*, assim indicando a necessidade de evitar a introdução da espécie, assim como erradicar este predador de ambientes naturais ou artificiais na intenção de conservar a biodiversidade.

## REFERÊNCIAS

ABRAHAMAS, M. V.; KATTENFELD, M. G. The role of turbidity as a constraint on predator-prey interactions in aquatic environments. **Behavioral Ecology and Sociobiology**, v. 40, n. 3, 1997. p. 169-174.

ABUJANRA, F.; AGOSTINHO, A. A.; HAHN, N. S. Effects of the flood regime on the body condition of fish of different trophic guilds in the Upper Paraná River floodplain, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 69, 2009, p. 469.

AGOSTINHO, A.A.; PELICICE, F.M.; JÚLIO JUNIOR, H.F. Introdução de espécies de peixes em águas continentais brasileiras: um síntese. In: ROCHA, O. (Ed.). **Espécies invasoras em águas doces** – estudo de caso e propostas de manejo. São Carlos: EDUFSCar, 2005. p.11-23.

ALMEIDA-FERREIRA, G.C., OLIVEIRA A.V., PRIOLI A.J., and PRIOLI S.M.A.P... SPAR genetic analysis of two invasive species of *Cichla* (Tucunaré) (Perciformes: Cichlidae) in the Paraná river basin. **Acta Scientiarum - Biological Sciences** 33(1): 79-85, 2011.

BARLOW, G.W. Mating systems among cichlid fishes. In: Keenladsile, M.H.A. (Ed.). **Cichlidae fishes** – behaviour, ecology and evolution. London: Chapman & Hall, 1991. p.173-190.

BRAGA, A.R. Ninhos de tucunarés, “*Cichla temensis*” Humboldt e “*Cichla ocellaris*” Block & Schneider (Actinopterygii, Cichlidae). **Revista Brasileira de Biologia**, v. 12, n. 3, 1952, p. 273-278,

CÂMARA, M.R.; CHELLAPA, N.T.; CHELLAPA, S. Ecologia reprodutiva do *Cichla monoculus*, um ciclídeo amazônico no semi-árido do Rio Grande do Norte. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 14, n. 2, 2002, p. 9-16,.

CARVALHO, D. C.; OLIVEIRA, D. A.; SAMPAIO, M. I. Introdução do peixe amazônico tucunaré no Sul e Sudeste põe espécies locais em risco. **Ciência Hoje**, v. 41, 2007, n. 244.

ELTON, Charles S. The ecology of invasions by plants and animals. **Methuen, London**, v. 18, 1958.

CHELAPA, S.; CÂMARA, M.R.; CHELLAPA, N.T. Ecology of *Cichla monoculus* (Osteichthyes: Cichlidae) from a reservoir in the semi – arid region of Brazil. **Hydrobiologia**, v. 504, 2003, p. 267- 273.

CHESSON J. Measuring Preference in Selective Predation, **Ecological Society of America** Vol.59, No. 2 (Mar., 1978), pp. 211-215 Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/1936364> Acesso em: 10-09-2015

ESPINOLA, L.A., C.V. MINTE-VERA, and H.F. JÚLIO JR.. Invasibility of reservoirs in the Paraná Basin, Brazil, to *Cichla kelberi* Kullander and Ferreira. **Biological Invasions** 12(6): 2010, p. 1873- 1888.

ESPÍRITO-SANTO, H. M. V., RESENDE, D. C. & LATINI, A. O. Estratégias comportamentais de espécies nativas de peixes em lagos naturais mediante a presença de espécies exóticas, Bacia do Rio Doce, Minas Gerais, 2005.

ESPÍRITO-SANTO, H.M.V.; GIACOMINI, H.C. & LATINI, A.O. **Pode a plasticidade de dieta aumentar a persistência de populações nativas de peixes perante o impacto da invasão por populações não nativas de peixes?** In: VI CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL - ANAIS DE TRABALHOS COMPLETOS, 2003, Fortaleza. Anais do VI CEB. Fortaleza-CE: Editora da Universidade Federal do Ceará, 2003. p.303-304.

FERRARI, M. C. O; RANAKER L.; WEINERSMITH, K. L. YOUNG, M, A. Effects of turbidity and an invasive waterweed on predation by introduced largemouth bass. **Environ Biol Fish** DOI 10.1007/s10641-0130125-7, 2013.

FONTENELLE, O. Contribuição para o conhecimento da biologia dos tucunarés (Actinopterygii, Cichlidae), em cativeiro. Aparelho reprodutor. Hábitos de desova e incubação. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 10, n. 4, 1950, p. 503-519.

FRAGOSO, E.N. et al. Introdução de espécies e estado atual da ictiofauna da represa do Lobo, Brotas – Itirapina, SP. In: ROCHA, O. (Ed.). **Espécies invasoras em águas doces** – estudo de caso e propostas de manejo. São Carlos: EUFSCar, 2005. p.47-58.

FUGI, R., K.D. LUZ-AGOSTINHO, and A.A. AGOSTINHO. Trophic interaction between an introduced (peacock bass) and a native (dogfish) piscivorous fish in a Neotropical impounded river. **Hydrobiologia** 607(1): 2008, p. 143-150.

GASQUES, L. S.; FABRIN, T. M. C.; PRIOLI, S. M. A. P.; PRIOLI, A. J. A introdução do gênero *Cichla* [Block e Schneider, 1801] na planície de inundação do Alto Rio Paraná. Arq. Ciênc. **Vet. Zool.** UNIPAR, Umuarama, v. 17, n. 4, 2014, p. 261-266.

GOMIERO, L.M.; BRAGA, F.M.S. Relação peso-comprimento e fator de condição para *Cichla* cf. *ocellaris* e *Cichla monoculus* (Perciformes, Cichlidae) no reservatório de Volta Grande, Rio Grande – MG/SP. **Acta Scientiarum: Biological Sciences**, v. 25, n. 1, , p. 79-86, 2003.

GOMIERO, L.M.; BRAGA, F.M.S. Reproduction of species of the genus *Cichla* in a reservoir in southeastern Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 64, n. 3B, p. 613-624, 2004.

GOTCEITAS, V. Variation in plant stem density and its effects on foraging success of juvenile bluegill sunfish. **Environmental Biology of Fishes**, v. 27, n. 1, p. 63-70, 1990.

GREGORY, R. S.; NORTHCOTE, T. G. Surface, planktonic, and benthic foraging by juvenile Chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) in turbid laboratory conditions. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, v. 50, n. 2, p. 233-240, 1993.

HASTINGS, A. Spatial heterogeneity and the stability of predator-prey systems. **Theoretical Population Biology** 12: 37-48. 1977.

HOEIGAUS, D.J. et al. Effects of seasonality and migratory prey on body condition of *Cichla* species in a tropical floodplain river. **Journal of Freshwater Fish**, v. 15, p. 398-407, 2006.

HUMPHRIES, A. T.; LA PEYRE, M. K.; DECOSSAS, G. A. The Effect of Structural Complexity, Prey Density, and “Predator-Free Space” on Prey Survivorship at, 2011.

JEPSEN, D.B. et al. Age structure and growth of peacock cichlids of rivers and reservoirs of Venezuela. **Journal of Fish Biology**, v. 55, p. 433-450, 1999.

KOVALENKO, K.E., E.D. DIBBLE, A.A. AGOSTINHO, and F.M. PELICICE. Recognition of nonnative peacock bass, *Cichla kelberi* by native prey: testing the naivete hypothesis. **Biological Invasions** 12: 3071–3080. 2010.

KOVALENKO K. E.; DIBBLE E. D.; AGOSTINHO A. A.; FUGI R. Direct and indirect effects of an introduced piscivore, *Cichla kelberi* and their modification by aquatic plants. **Hydrobiologia** 638:245–253, 2010

KULLANDER, S.O.; Nijensen, H. **The cichlids of Surinam**. Leiden: E.J.Brill, 1989. 256 p.

KULLANDER, S.O.; FERREIRA, E.J.G. A review of the South American cichlid genus *Cichla* with descriptions of nine new species (Teleostei: Cichlidae). **Ichthyological Exploration of Freshwaters**, v. 17, n. 4, p. 289-398, 2006.

LOWE-MCCONEL, R.H. Ecology of cichlids in South America and African waters, excluding the African Great Lakes. In: Keenleyside, M.H.A. (Ed.). **Cichlidae fishes – behaviour, ecology and evolution**. London: Chapman & Hall, p. 60-85.72, 1991.

MAGALHÃES, A.L.B. et al. Ciclo reprodutivo do tucunaré *Cichla ocellaris* (Schneider, 1801) na represa de Três Marias, MG. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 48, n. 1, p. 85-92, 1996.

MARTO V. C.; PELICICE F. M. Biologia do tucunaré (*Cichla piquiti*) no reservatório de Lajeado (UHE Luis Eduardo Magalhães), rio Tocantins, 2012. 32 f.;

MCKAYE, K.R. Behavioural aspects of cichlidae reproductive strategies: patterns of territoriality and brood defense in Central American substratum spawners and African mouth brooders. In: POTTS, G.W.; WOOTTON, R.J. (Ed.). **Fish reproduction – Strategies and tactics**. London: Academic Press, 1984. p. 245-273.

MENEZES, R. F. et al. Lower biodiversity of native fish but only marginally altered plankton biomass in tropical lakes hosting introduced piscivorous *Cichla cf. ocellaris*. **Biological Invasions**, v. 14, n. 7, p. 1353-1363, 2012.

MINER, J. G.; STEIN, R. A. Detection of predators and habitat choice by small bluegills: effects of turbidity and alternative prey. **Transactions of the American Fisheries Society**, v. 125, n. 1, p. 97-103, 1996.

MITTELBACH, G. G. Predation and resource partitioning in two sunfishes (Centrarchidae). **Ecology**, p. 499-513, 1984.

MITTELBACH, G. G.; GROSS, K. L. Experimental studies of seed predation in old-fields. **Oecologia**, v. 65, n. 1, p. 7-13, 1984.

NASCIMENTO, F.L.; CATELLA, A.C.; MORAES, A.S. **Distribuição espacial do tucunaré, *Cichla* sp (Pisces, Cichlidae), peixe amazônico introduzido no Pantanal, Brasil.** Corumbá: Embrapa Pantanal, 2001. 17 p.

NOVAES, J. L. C. , MOREIRA, S. I. L. , FREIRE, C. E. C., SOUSA, M. M. O. and COSTA, R. S. Fish assemblage in a semi-arid neotropical reservoir: composition, structure and patterns of diversity and abundance. **Braz. J. Biol.**, vol. 74, no. 2, p. 290-30, 2014.

OSTRAND, K. G.; BRAEUTIGAM, B. J.; WAHL, D. H. Consequences of vegetation density and prey species on spotted gar foraging. **Transactions of the American Fisheries Society**, v. 133, n. 3, p. 794-800, 2004.

PELICICE, F. M.; AGOSTINHO, A. A. Fish fauna destruction after the introduction of a non-native predator (*Cichla kelberi*) in a Neotropical reservoir. **Biol Invasions**, 11:1789–1801, 2009.

PELICICE, F. M.; LATINI, J. D.; AGOSTINHO, A. A. Fish fauna disassembly after the introduction of a voracious predator: main drivers and the role of the invader's demography. **Hydrobiologia**, v. 746, n. 1, p. 271-283, 2015.

RADKE, R. J.; GAUPISCH, A. Effects of phytoplankton-induced turbidity on predation success of piscivorous Eurasian perch (*Perca fluviatilis*): possible implications for fish community structure in lakes. **Naturwissenschaften**, v. 92, n. 2, p. 91-94, 2005.

RANÁKER, L. et al. Effects of brown and turbid water on piscivore–prey fish interactions along a visibility gradient. **Freshwater Biology**, v. 57, n. 9, p. 1761-1768, 2012.

ROCHA, O. et al. O problema das invasões biológicas em águas doces. In: ROCHA, O. (Ed.). **Espécies invasoras em águas doces** – estudo de caso e propostas de manejo. São Carlos: EDUFSCar, 2005. p. 9-12.

SANTOS, E.P. **Dinâmica de populações aplicada à pesca e piscicultura**. São Paulo: EDUSP, 1978. 129 p.

SANTOS, A. F. G. N.; CARRERA, P. R. O.; et al Feeding preference by juvenile pike characin, *Oligosarcus hepsetus*, on two prey fish species of fish in a controlled environment. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.44, n.2, p.307-313, fev, 2014.

SANCHEZ-BOTERO, J. I.; ARAUJO-LIMA, C. A. As macrofitas aquáticas como berçário para a ictiofauna da varzea no rio Amazonas. **Acta Amazonica**, v. 31, n. 3, p. 437-447, 2001.

SHOUP, D. E.; DREW-LANE, W. Effects of Turbidity on Prey Selection and Foraging Return of Adult Largemouth Bass in Reservoirs. **North American Journal of Fisheries Management**, v. 35, n. 5, p. 913-924, 2015.

SIQUEIRA-SILVA, D. H. et al. Reproductive cycle of the Neotropical cichlid yellow peacock bass *Cichla kelberi*: A novel pattern of testicular development. Neotropical Ichthyology. **Sociedade Brasileira de Ictiologia**, v. 11, n. 3, p. 587-596, 2013. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/109653>>.

SMITH, W.; ESPINDOLA, E.L.G.; ROCHA, O. As introduções de espécies de peixes exóticas e aloctones em bacias hidrográficas brasileiras. In: ROCHA, O. (Ed.). **Espécies invasoras em águas doces** – estudo de caso e propostas de manejo. São Carlos: EDUFSCar, 2005. p. 25-44.

SOUZA, J.E. et al. Estrutura da população e aspectos reprodutivos de *Cichla* cf. *ocellaris* Bloch & Schneider, 1801 (Perciformes, Cichlidae) introduzido na represa do Lobo (Broa), estado de São Paulo. In: ROCHA, O. (Ed.). **Espécies invasoras em águas doces** – estudo de caso e propostas de manejo. São Carlos: EDUFSCar, 2005. p. 59-71. 73

SUAREZ, Y. R.; FERREIRA, F. S.; TONDATO, K. K. Assemblage of fish species associated with aquatic macrophytes in Porto Murtinho Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brazil. **Biota Neotropica**, v. 13, n. 2, p. 182-189, 2013.

TURESSSEN H. Predator–prey encounter rates in freshwater piscivores: effects of prey density and water transparency. **Oecologia**, 2007.

VAZZOLER, A.E.A.M. **Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática**. Maringá: EDUEM; São Paulo: SBI, 1996. 169 p.

ROCHA, O. (Ed.). **Espécies invasoras em águas doces** – estudo de caso e propostas de manejo. São Carlos: EDUFSCar, 2005. p. 73-85.

WINEMILLER, K.O.; TAPHORN, D.C.; BARBARINO-DUQUE, A. Ecology of *Cichla* (Cichlidae) in two blackwater rivers of Southern Venezuela. **Copeia**, v. 4, p. 690-696, 1997.

WINEMILLER, K. O. Ecology of peacock cichlids (*Cichla* spp.) in Venezuela. **Journal of Aquaculture and Aquatic Sciences**, 9: 93-112. 2001.

WOOTON, R.J. Ecology of teleost fishes. Chapman and Hall, London. 1990

ZARET, T.M.; PAINE, R.T. Species introduction in a tropical lake. **Science**, v. 182, p. 449-455, 1973.

ZARET, T. M. Life History and Growth Relationships of *Cichla ocellaris*, a Predatory South American Cichlid. **Biotrópica**, 12(2): 144-145. 1980.