



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO - UFERSA
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS ANIMAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL

MARIA JOANA NOGUEIRA DE MOURA

**EFEITOS DE MÚLTIPLOS PREDADORES E COMPLEXIDADE DE HÁBITAT
NA SOBREVIVÊNCIA DE *Oreochromis niloticus***

MOSSORÓ-RN
2016

MARIA JOANA NOGUEIRA DE MOURA

**EFEITOS DE MÚLTIPLOS PREDADORES E COMPLEXIDADE DE HÁBITAT
NA SOBREVIVÊNCIA DE *Oreochromis niloticus***

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), como exigência final para obtenção do título de Mestre no Curso de Pós-Graduação em Ciência Animal.

Orientador: Dr. Rodrigo Fernandes - UFERSA

MOSSORÓ-RN
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 da 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.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
BIBLIOTECA CENTRAL ORLANDO TEIXEIRA - CAMPUS MOSSORÓ
Setor de Informação e Referência

M924e Moura, Maria Joana Nogueira de.

Efeitos de múltiplos predadores e heterogeneidade de hábitat na sobrevivência de *Oreochromis niloticus* / Maria Joana Nogueira de Moura.
- Mossoró, 2016.
35f: il.

Orientador: Dr. Rodrigo Fernandes

Dissertação (MESTRADO EM CIÊNCIA ANIMAL) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação

1. Pescado. 2. Macrófitas artificiais. 3. *Oreochromis niloticus*. I.
Título

RN/UFERSA//BOT/011

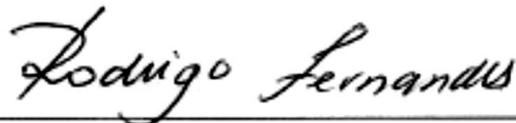
CDD 636.089

MARIA JOANA NOGUEIRA DE MOURA

**EFEITOS DE MÚLTIPLOS PREDADORES E COMPLEXIDADE DE HÁBITAT
NA SOBREVIVÊNCIA DE *Oreochromis niloticus***

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), como exigência final para obtenção do título de Mestre no Curso de Pós-Graduação em Ciência Animal.

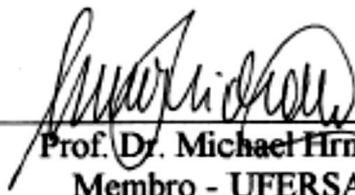
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Rodrigo Fernandes
Presidente - Orientador



Profa. Dr^a. Eveline de Almeida Ferreira
Membro - UFERSA



Prof. Dr. Michael Hincir
Membro - UFERSA

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

MARIA JOANA NOGUEIRA DE MOURA -- Nasceu no município de Campo Grande/RN, em 27 de maio de 1989. cursou o ensino fundamental na Escola Municipal Professor Joaquim Leal Pimenta, e ensino médio na Escola Estadual José Martins de Vasconcelos. Em 2007 foi aprovada no curso de Engenharia de Pesca da Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, no qual foi bolsista durante dois anos pelo Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica – PIBIC. No ano de 2012 trabalhou com elaboração e execução de projetos de carcinicultura na Associação Brasileira de Criadores de Camarão – ABCC. Em 2014 compôs o corpo técnico da MCR Aquacultura, executando atividade de elaboração de projetos para fazendas de camarão, bem como consultoria especializada em carcinicultura, concluiu especialização em Gestão e Perícia Ambiental pelo Centro Universitário do Rio Grande do Norte – UNIRN e foi aprovada no mestrado em Ciência Animal. No decorrer do mestrado ministrou a disciplina de Ecologia Geral para os cursos de Medicina Veterinária, Zootecnia e Engenharia Florestal e ministrou o curso de Técnico em Operador em Beneficiamento de Pescado pela Escola Agrícola de Jundiá – UFRN.

AGRADECIMENTOS

A DEUS e a Espiritualidade, pelo auxílio, inspiração e a fé para sempre continuar;

À Universidade do Federal Rural do Semi-Árido em especial ao Programa de Pós Graduação em Ciência Animal, pelos conhecimentos adquiridos;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo apoio financeiro durante o curso.

Ao professor Rodrigo Fernandes, pela orientação, paciência e por todo apoio prestado sempre que foi necessário e possível;

Aos meus pais Naldo e Ozana, pelo exemplo de superação, e sem dúvida, o maior amor que pude receber na vida;

À minha irmã Mirian, mesmo longe, sempre me apoiando;

Ao professor Marcelo Tubarão, por sempre escutar minhas lamentações e me apoiar incondicionalmente;

A todos os integrantes do Laboratório de Biodiversidade Aquática, Thiago, Íris, Walker e Laura, pelos momentos de descontração e auxílio;

A todos que contribuíram de alguma forma para que este trabalho fosse concretizado.

Muito Obrigada!

RESUMO

As introduções de espécies animais não nativos ocorrem em todas as regiões colonizadas pelo homem e tem causado uma série de alterações nas comunidades nativas, principalmente a eliminado várias espécies de peixes que estão presentes no ambiente e servem como alimento para outros peixes, assim o objetivo desse trabalho foi de avaliar o efeito de dois predadores, *Cichla Kelberi* e *Hoplias aff. malabaricus* na presença de macrófitas artificiais sobre a sobrevivência de presas do *Oreochromis niloticus*. O trabalho foi realizado em experimento com delineamento inteiramente casualizado no qual foi utilizado dois níveis de macrófitas (com e sem) e três níveis de predadores (*H. aff. malabaricus*, *C. kelberi*, e *H. aff. malabaricus* + *C. kelberi*), com 5 réplicas cada, iniciando com a adição de 70 alevinos de tilápia por tanque e encerramento 24 horas depois com a contagem da proporção de presas consumidas. A análise do efeito dos predadores e da presença de macrófitas artificiais na proporção de presas consumidas, bem como a interação desses fatores foi avaliada por uma análise de variância fatorial (*two-way* ANOVA) e para calcular os efeitos esperados aditivos e multiplicativos de múltiplos predadores foram utilizadas equações próprias dos modelos. Com base nessas análises foi identificado que o *C. kelberi* e *H. aff. malabaricus* consumiram proporções semelhantes de *O. niloticus* nos tratamentos monoespecíficos. Em ambientes com macrófitas artificiais a média das presas consumidas foi significativamente menor para o tratamento com o predador *C. kelberi*. Os efeitos observados e esperados de múltiplos predadores não apresentaram significância, contudo para os tratamentos com macrófitas artificiais foi e não foi identificado impacto emergente de múltiplos predadores para nenhum ambiente. Por fim, esse trabalho mostrou que o sucesso de estabelecimento da espécie invasora *O. niloticus* pode ser favorecido em ambientes com presença de macrófitas artificiais, bem como pela interação entre predadores no qual que uma vez juntos reduziu a taxa de mortalidade das presas não nativas.

Palavras Chave: Espécies não nativas, estabelecimento de presas, macrófitas artificiais.

ABSTRACT

The introductions of non-native animal species occur in all regions colonized by man and has caused a number of changes in native communities, mainly eliminated several species of fish that are present in the environment and serve as food for other fish, so the aim of this work was to evaluate the effect of two predators, *Cichla kelberi* and *Hoplias aff. malabaricus* in the presence of artificial macrophytes on the survival of the prey *O. niloticus*. The study was conducted in an experiment with a completely randomized design in which it was used two levels of macrophytes (with and without) and three levels of predators (*H. aff. malabaricus*, *C. kelberi*, and *H. aff. malabaricus* + *C. kelberi*) with 5 replicates each, beginning with the addition of 70 tilapia by closing the tank and after 24 hours by counting the proportion of prey consumed. The analysis of the effect of predators and the presence of artificial macrophytes in the proportion of prey consumed as well as the interaction of these factors was assessed by the factorial analysis of variance (two-way ANOVA) and to calculate the expected effects additives and multiple predators multiplicative own equations of the models were used. Based on these analyzes it was identified that *C. kelberi* and *H. aff. malabaricus* consumed similar proportions of *O. niloticus* in monospecific treatments. In environments with artificial macrophytes average of prey consumed was significantly lower for the treatment with the predator *C. kelberi*. The effects observed and expected multiple predators were not significant, but for the treatments with artificial macrophytes was and was not identified emerging impact of multiple predators for any environment. Finally, this work showed that the successful establishment of invasive *O. niloticus* species may be favored in environments containing artificial macrophytes, as well as the interaction between predators in which once together reduced the mortality rate of non-native prey.

Keywords: alien species, establishment of prey, artificial weeds.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Proporção média de presas consumidas de *O. niloticus* em ambientes com presença e ausência de macrófitas na presença dos predadores *H. aff. malabaricus*, *C. kelberi*, e *H. aff. malabaricus* + *C. kelberi* considerando as covariáveis de qualidade de água pH e saturação de oxigênio.25

Figura 2: Proporção de presas consumidas de *O. niloticus* em ambientes com presença e ausência de macrófitas para efeito multiespecífico observado e efeito multiespecífico aditivos e multiplicativo.26

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Resultado da análise de variância fatorial entre os efeitos da presença de macrófitas artificiais e da predação do *H. aff. malabaricus* e *C. kelberi* na sobrevivência média da *O. niloticus*.....24

Tabela 2: Resultado da análise de variância fatorial mostrando a proporção de presas consumidas de *O. niloticus* para efeito multiespecífico observado e efeito multiespecífico aditivos e multiplicativo.26

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 OBJETIVOS	14
2.1 OBJETIVO GERAL	14
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
3 REVISÃO DE LITERATURA	15
3.1 IMPACTO EMERGENTE DE MÚLTIPLOS PREDADORES	15
3.2 ESPÉCIES DE ESTUDO	16
• <i>Cichla kelberi</i>	16
• <i>Hoplias aff. malabaricus</i>	17
• <i>Oreochromis niloticus</i>	18
4 MATERIAIS E MÉTODOS	21
4.1 AQUISIÇÃO DE ANIMAIS.....	21
4.2 CONFECÇÃO DAS MACRÓFITAS ARTIFICIAIS	21
4.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	22
4.4 ANÁLISE DE DADOS.....	22
6 DISCUSSÃO	27
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	30
8 REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO	31

1 INTRODUÇÃO

As introduções de espécies animais ou vegetais não nativas, seja de forma deliberada ou acidental, ocorrem em todas as regiões colonizadas pelo homem (CORGOSINHO; PINTO-COELHO, 2006) e têm crescido devido às melhorias nos sistemas de transporte em todo o mundo e a globalização das atividades econômicas (RAHEL, 2007). Esse fenômeno de introdução tem causado uma série de alterações nas comunidades nativas, sendo considerado como uma das maiores ameaças à biodiversidade e ao funcionamento dos ecossistemas naturais (CORGOSINHO; PINTO-COELHO, 2006). Uma das principais consequências da introdução de espécies não nativas é a diminuição da diversidade de espécies nativas que pode resultar em extinções locais através de alterações no habitat, competição por recursos, predação, transmissão de patógenos e parasitas, e degradação genética de espécies nativas (WELCOMME, 1988). Visto esses prejuízos causados ao ambiente por espécies introduzidas, entender quais fatores está relacionado ao sucesso no estabelecimento é fundamental para prever possíveis alterações ambientais.

Uma espécie não nativa estabelecida pode aumentar a susceptibilidade dos ecossistemas às futuras invasões, alterando características bióticas e/ou abióticas de um habitat invadido (GROSHOLZ, 2005), contudo, a sobrevivência e o estabelecimento dessas espécies não nativas podem ser inibidos por fatores ambientais abióticos (por exemplo, condições climáticas e disponibilidade de recursos) e bióticos (interações de competição, parasitismo e predação) (JENSEN; MCDONALD; ARMSTRONG, 2007). Quando as condições abióticas se mostram adequadas, o estabelecimento de espécies não nativas pode ser limitado pela resistência criada pela comunidade presente no meio receptor (TILMAN, 1999). Nesse sentido, a presença de predadores ou competidores fortes podem limitar a sobrevivência e reprodução dos propágulos introduzidos (DERIVERA et al., 2005). Os processos de fusão invasora ajudam a explicar acerca das características bióticas de estabelecimento de espécies não nativas em novos ambientes, na qual discorre que a interação entre essas espécies facilita a invasão e/ou aumenta a sua capacidade de invasão e de impacto (SIMBERLOFF, 2006). SIMBERLOFF (2006) sugere ainda que vários graus de facilitação de invasão para as espécies não nativas que vão desde a facilitação simples (uma espécie não nativa auxiliando a invasão de outra espécie) a facilitação recíproca entre espécies não nativas aumentando o desempenho de cada um. Além disso, múltiplos predadores, sejam eles nativos ou não nativos, presentes

no ambiente podem contribuir para o estabelecimento de espécies não nativas, a intensidade das interações interespecíficas entre predadores podem gerar mudanças na densidade de presas invasoras no ambiente, criando estratégias anti-predação (VANCE-CHALCRAFT; SOLUK, 2005) e diminuindo as taxas de mortalidade de animais invasores.

O aumento do risco de predação contribui para o estabelecimento de presas não nativas, pois ocorre quando há facilitação entre predadores ou quando as mudanças na composição do micro-habitats relacionadas ao comportamento das presas em resposta aos predadores aumentam o risco das presas serem consumidas (VANCE-CHALCRAFT; SOLUK, 2005). Para identificar se há aumento ou diminuição de risco de predação, estudos de impacto emergente de múltiplos têm corroborado, pois investiga os efeitos predativos de espécies nativos e não nativos de predadores sobre a composição das populações e comunidades (SIH; ENGLUND; WOOSTER, 1998a). Impactos emergentes ocasionados por múltiplos predadores assumem efeitos de aumento de risco de predação, que ocorrem quando há interações negativas entre predadores (por exemplo, interferência ou predação intraguildd) e redução de risco de predação, que ocorre quando as mudanças na composição de micro-habitat ou comportamentos presa em resposta a um ou mais predadores reduzem o risco das presas serem consumidas.

Complexidade de habitats também pode interferir no sucesso de estabelecimento de espécies de presas não nativas, pois a abundância da maioria dos pequenos peixes e invertebrados está positivamente relacionada com a densidade macrófitas fornecendo refúgio (JEPPESEN et al., 1997), oxigênio dissolvido e alimento (ATTAYDE et al., 2011). Salienta-se ainda que as taxas de predação diminuem com o aumento complexidade estruturais de macrófitas (WARFE; BARMUTA, 2004).

Nesse estudo foi avaliado experimentalmente os efeitos da heterogeneidade de habitat e múltiplos predadores sobre a sobrevivência de juvenis de *Oreochromis niloticus*. A *O. niloticus* foi escolhida, pois está presente na maioria dos reservatórios do Nordeste, tendo sido introduzida intencionalmente como uma espécie economicamente viável devido a sua elevada adaptabilidade a diversos ambientes. Como predadores foram avaliados o *Cichla kelberi*, pois é uma espécie introduzida e está causando extinções de peixe de água doce nas regiões tropicais ao redor do mundo devido a sua grande capacidade de preda outras espécies de peixes (KOVALENKO et al., 2010a), e

Hoplias aff. malabaricus uma espécie de predador nativo caracterizada por hábitos alimentares generalista e fácil adaptabilidade a ambientes modificados.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

- Avaliar os efeitos de múltiplos predadores e presença de macrófitas artificiais na sobrevivência de *O. niloticus*.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Comparar o efeito de predação do *C. kelberi* e da *H. aff. malabaricus* na sobrevivência média de *O. niloticus*.
- Avaliar o efeito da presença de macrófitas artificiais na sobrevivência média da *O. niloticus*.
- Avaliar o efeito da interação entre predadores e presença de macrófitas artificiais na sobrevivência média de *O. niloticus*.
- Comparar os efeitos observados de múltiplos predadores na sobrevivência de *O. niloticus* com os de efeitos esperados multiplicativos e aditivos.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 IMPACTO EMERGENTE DE MÚLTIPLOS PREDADORES

Em comunidades naturais, várias espécies de presas enfrentam uma série de predadores potenciais que usam estratégias diferenciadas de busca e de captura de alimento (SON; THIEL, 2006), essas interações entre predadores e presas, bem como as respostas antipredação por presa, pode levar a efeitos emergentes de múltiplos predadores (SCHMITZ, 2009).

Efeitos emergentes de múltiplos predadores, além de sua importância teórica em sistemas ecológicos e na dinâmica das comunidades, têm recebido atenção especial em relação ao controle biológico de pragas (WERLING et al., 2012), principalmente em sistemas que utilizam a fauna nativa sob conservação biológica (STRAUB; FINKE; SNYDER, 2008), consistindo em estudos de comparações de padrões observados de sobrevivência de presa na presença de combinações de predadores, com a sobrevivência esperada prevista dos efeitos independentes de cada uma das espécies de predadores isolados (SIH; ENGLUND; WOOSTER, 1998; GRIFFEN; BYERS, 2006). Os efeitos das combinações de predadores podem ser de forma independente, sinergeticamente (LOSEY; DENNO, 1998) ou antagonicamente (SIH; ENGLUND; WOOSTER, 1998b; VANCE-CHALCRAFT; SOLUK, 2005).

A ocorrência de um impacto emergente de múltiplos predadores é a consequência de uma espécie predadora que altera o consumo de outras espécies predadoras que possui uma presa comum. Tais alterações no consumo de um predador sobre a presa pode ser devido ao efeito não consumível de outros predadores sobre suas presas compartilhadas. Os efeitos de consumo que influenciam a ocorrência de um impacto emergente variam a partir de interações físicas diretas entre os predadores ou interferência entre predadores e suas e interações não físicas, tais como sinais químicos, alertando presa à presença de um predador (WERNER; PEACOR, 2003). Além disso, as respostas de presas para vários predadores são influenciados por estímulos ambientais que permitem que a presa possa avaliar o risco relativo de predação de qualquer um dos predadores (DODSON ET AL, 1994).

Os efeitos emergentes podem ser de "*aumento de risco*" identificado para predadores que matam mais presas individualmente do que o esperado em conjunto

(LOSEY; DENNO, 1998), ou "Redução de Riscos" se os predadores matarem menos presa individualmente do que o esperado em conjunto (ROSENHEIM; WILHOIT; ARMER, 1993). O Efeito de redução do risco ocorre quando há interações negativas entre predadores ou quando as mudanças no habitats ou no comportamento de presa em resposta a um ou ambos os predadores reduz o risco da presa de predação. Já o efeito de "aprimoramento de risco" ocorre quando há facilitação entre predadores ou quando as mudanças no habitats ou no comportamento das presas em resposta ao predador aumentam o risco da presa ser predada, outros fatores, como densidade de presas também contribui para o resultado de aprimoramento de risco (VANCE-CHALCRAFT; SOLUK, 2005), influenciando o grau de resistência biótica em algumas comunidades e resultando em uma maior facilitação entre os predadores. (LAMPROPOULOS; PERDIKIS; FANTINOU, 2013). Por exemplo, EKLOV & VAN KOOTEN (2001) observaram que houve efeito de facilitação quando alocados os piscívoros *Perca fluviatilis* e *Esox lucius* em relação *Rutilus rutilus* em lagoa de águas abertas como em habitats contendo vegetação. Já para o mecanismo de redução de risco, (ANCE-CHALCRAFT & SOLUK (2005) mostram que populações de presas que tenham menor taxa de mortalidade por predação sustentam taxas de crescimento populacional mais elevada do que o previstos, além de influenciar a distribuição espacial de predadores, pois custos energéticos para encontro de presas seriam maiores.

3.2 ESPÉCIES DE ESTUDO

- *Cichla kelberi*

Espécies do gênero *Cichla* estão entre os predadores mais amplamente distribuídos em bacias hidrográficas da América do Sul (WINEMILLER et al, 1997). Natural para as bacias Araguaia e Rio Tocantins, *C. kelberi* foi antes identificado como *C. monoculus* (KULLANDER; FERREIRA, 2006), sendo encontrado em muitos reservatórios no sudeste e nordeste do Brasil (WINEMILLER et al, 1997).

O *C. kelberi* se destaca morfológicamente pela presença, em adultos, de pequenas manchas claras nas nadadeiras pélvicas e anal e lobo inferior da nadadeira caudal. Possui três faixas escuras verticais no lado do corpo, e há uma faixa occipital visível em espécies grandes e manchas escuras e irregulares no lado abdominal anterior. (KULLANDER; FERREIRA, 2006).

Estes peixes são os principais recursos para a alimentação e pesca esportiva em várias regiões do continente (KULLANDER; FERREIRA, 2006). Sua popularidade foi motivo para a introdução intencional de espécies de *Cichla* em diversas regiões de água doces tropicais e subtropicais do mundo, às vezes levando à diminuição das populações de espécies de peixes nativos uma vez que as espécies de *Cichla* são usadas para controlar a densidade populacional de outras espécies não nativas, como *Oreochromis* sp. (WINEMILLER et al, 1997) por causa de sua voracidade, prolificidade e capacidade de adaptação às diferentes ambientes lênticos (ZARET, 1980).

Estudos de PELICICE e AGOSTINHO (2009) mostraram que o *C. kelberi* introduzido no Reservatório de Rosana, Alto Rio Paraná, resultou em uma queda de 95% na densidade de peixes nativos e 80% de diminuição na riqueza em apenas 2 anos mostrando que houve uma dissimilaridade na composição das assembleias de peixes, quando comparado com dados de anos anteriores do mesmo local.

PELICICE e AGOSTINHO (2009) também mostram que a introdução de *C. kelberi* nesse mesmo reservatório de Rosana coincidiu com uma redução marcante na diversidade de peixes associadas a bancos de macrófitas (*Egeria*) e que o pequeno tamanho dos peixes associados essas macrófitas aumentou o efeito predatório de *C. kelberi*.

Outros estudos mostram que muitas espécies *Cichla*, incluindo *C. kelberi*, ingerem preferencialmente presas de pequeno porte, geralmente menor do que 10 centímetros (NOVAES et al, 2004). Portanto, a invasão de *C. kelberi* promove extinções em determinados locais em uma escala de tempo curto, e a perda de espécies de pequeno porte é a primeira consequência negativa, um padrão também observado em vários reservatórios e lagos naturais no Brasil (GOMIERO; BRAGA, 2004).

- ***Hoplias aff. malabaricus***

Hoplias aff. malabaricus, conhecida popularmente como traíra, é um peixe neotropical pertencente à família Erythrinidae, que possui ampla distribuição geográfica, ocorrendo em todas as bacias hidrográficas da América do Sul, com exceção da área transandina e dos rios da Patagônia (NELSON, 1994).

Esta espécie tem corpo cilíndrico e alongado coberto por escamas ovaladas e cabeça larga na porção posterior. A boca apresenta-se dilatada, provida de dentes fortes e de tamanhos variados, com mandíbula maior que a maxila e o palato possuem fileira dupla de dentículos cônicos. A coloração do corpo varia do negro a marrom dourada que pode variar de acordo com a idade. Possui pigmentos escurecidos na nadadeira caudal arredondada (NOVAES; CARVALHO, 2011).

H. aff. malabaricus é uma espécie amplamente explorada pelas comunidades locais no Nordeste do Brasil, pois é apreciada como um recurso alimentar (SILVA et al., 2014). É um peixe bem adaptado a ambientes lênticos, de hábitos bentônicos, sendo localizada em lagoas, como também em rios de pequeno a grande porte, especialmente em águas rasas (LATINI; PETRERE, 2004). É um predador de emboscada, e ocupa seletivamente locais com alta complexidade estrutural, tais como bancos de macrófitas, onde abundância de presas tende a ser alta, aumentando assim o sucesso de captura de presas (LUZ-AGOSTINHO et al., 2008).

Apesar de ser um peixe carnívoro oportunista, *H. aff. malabaricus* seleciona apenas uma determinada fração de peixes disponíveis a sua dieta, mostrando que esta espécie captura seletivamente sua presa, independentemente da abundância de todos os peixes potenciais no meio ambiente (MONTENEGRO et al., 2013).

Estudos de PETRY et al. (2007) mostram que o consumo de presas por *H. aff. malabaricus* está diretamente relacionado com a temperatura da água, o que o torna um predador altamente eficiente quando encontrados em corpos lênticos da região Nordeste brasileira, pois as temperaturas extremas sobre as estações do ano, especialmente nos corpos d'água superficiais, podem alterar o seu metabolismo e consumo de alimento interferindo na alocação de recursos para o crescimento, e como consequências, sobre interações bióticas.

LUZ-AGOSTINHO (2008) mostra que esse predador de emboscada ocupa locais com alta a complexidade estrutural, como os bancos de macrófitas, onde abundância de presas tende a ser elevada, aumenta seu sucesso de captura de presas, mostrando, principalmente, preferências alimentares sobre ciclídeos.

- ***Oreochromis niloticus***

A tilápia do Nilo pertence à família *Cichlidae*, da ordem dos Perciformes. A família do Ciclídeos é composta por mais de 1.900 espécies distribuídas mundialmente,

incluindo a América do Sul onde existem aproximadamente 291 espécies descritas (REIS et al, 2003). Os principais grupos taxonômicos da tilápia são distinguidos basicamente pelo seu comportamento reprodutivo. São eles: as do gênero *Tilapia spp*, *Oreochromis spp* e *Sarotherodon spp.*, no qual as espécies do gênero *Tilapia* apresentam construção de ninhos onde os ovos são fertilizados e permanecem incubados até o final da gestação, enquanto gênero *Oreochromis* e o *Sarotherodon*, os ovos são fertilizados no ninho, porém a incubação ocorre na cavidade oral até o nascimento. Para o *Sarotherodon* a incubação é feita tanto o macho quanto a fêmea (REIS et al, 2003).

Nativa da África, a tilápia do Nilo habita regiões que vão desde a parte superior do Rio Nilo ao sul do Equador e a Costa Atlântica oeste (TREWAVAS, 1982). A tilápia do Nilo é uma espécie predominantemente herbívoro-omnívora e apresenta baixa seletividade alimentar. Essa espécie demonstra preferência por fitoplâncton, perifíton e detritos de origem vegetal. Na sua fase larval, porém apresenta preferência por zooplâncton (crustáceos), e nas fases juvenil e adulta ocorre à transição para hábitos fitófagos, na qual passam a se alimentar de uma vasta gama de plantas aquáticas, fitoplâncton e especialmente de sedimentos do fundo de origem vegetal (EL-SAYED, 2006).

Devido à sua natureza resistente, e sua ampla gama de adaptações trófica e ecológica, a tilápia do Nilo foi amplamente introduzida em todo o mundo para a aquicultura, pesca comercial e esportiva (WELCOMME,1988), e está entre os peixes invasores mais amplamente distribuídos em todo o mundo e estabeleceu populações na maioria dos ambientes tropicais e subtropical a que ganhou acesso (CANONICO et al., 2005).

O sucesso da tilápia como espécies introduzidas é resultado de seus hábitos alimentares onívoros; da sua flexibilidade em tamanho e taxa de crescimento de acordo com a maturação sexual e da sua ampla tolerância ambiental e baixa exigência ambiental (LOWE-MCCONNELL, 2000), além de ser um ser uma espécies oportunista, a tilapia apresenta maior habilidade competitiva em habitats já perturbado, como a construção de barragens e ambientes já poluídos (CANONICO et al., 2005). Portanto, a introdução de tilápias podem causar impactos e diminuir os estoques ou mesmo eliminar espécies de peixes nativos (ATTAYDE; BRASIL; MENESCAL, 2011).

Como exemplo, na África do Sul, as populações *O. niloticus* já se estabeleceram em 55% das bacias hidrográficas sobrepondo-se a várias espécies nativas da região. Essa sobreposição de espécies nativas contribui para a susceptibilidade a extinção nos sistemas fluviais, quer através de exclusão competitiva e/ou hibridização de espécies (ZENGEYA; BOOTH; CHIMIMBA, 2015).

Outro exemplo de impacto causado pela *O. niloticus* foi observado no reservatório de Gargalheiras, Estado do Rio Grande do Norte, sendo evidenciada a diminuição da abundância de peixes pertence a diferentes categorias tróficas após a introdução da tilápia do Nilo, por exemplo, *H. malabaricus*, *P. squamosissimus*, e *P. brevis*, essas espécies podem ter sido afetadas negativamente por alterações na qualidade da água mediadas pela tilápia por meio da turbidez de sedimentos bem como o territorialismo e cuidado parental (ATTAYDE; BRASIL; MENESCAL, 2011).

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 AQUISIÇÃO DE ANIMAIS

Para a realização dos experimentos foram utilizados anzol e linha para capturar 30 juvenis de *C. kelberi* (comprimento total médio = 18,22 cm; DP = $\pm 1,40$ cm) e 40 de *H. aff. malabaricus* (comprimento total médio = 18,97 cm; DP = $\pm 2,55$ cm) em açudes dos rios Ererê (4°11'37"S 38°28'26"W) e Piranhas-Açu (55°30'5"N, 37°20'3"E), respectivamente. Os indivíduos foram transportados e as espécies de predadores separadas em caixas circulares de 1000 l, com sistema de recirculação e aeração constante, no Setor de Aquicultura da Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA). Para remover patógenos externos, os indivíduos foram submetidos à imersão em solução de permanganato de potássio (0,01g/L) por um período de 10 minutos. Como o anzol e o transporte podem causar injúrias na boca e estresse nos indivíduos, respectivamente, os predadores foram alimentados com alevinos de tilápia por um período de quarentena para monitorar o reestabelecimento das atividades de forrageamento e consumo.

Alevinos de *O. niloticus* (comprimento médio = 3,22 cm; DP = $\pm 0,26$ cm) foram adquiridos na piscicultura Aquanorte Alevinos, localizada no município de Russas – CE. Os indivíduos foram transportados e separados em caixas circulares de 1000 l, e alimentados diariamente com ração comercial pó para peixe com taxa de proteína bruta de 40%.

4.2 CONFECÇÃO DAS MACRÓFITAS ARTIFICIAIS

Para simular o efeito da presença de macrófitas nas unidades experimentais foram confeccionadas macrófitas artificiais. Cada macrófita foi construída sobre uma base circular de PVC, na qual foram amarradas 234 fitilhos de polipropileno com 45 cm de altura, com distância fixa de 2 cm e totalizando uma densidade de 468 ramos/m². Observações visuais realizadas em pilotos demonstraram a colonização e movimentação de presas e predadores dentro das macrófitas artificiais, indicando que o material utilizado e o nível de complexidade selecionado simulam o micro-habitat natural.

4.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Para realizar os experimentos, predadores individuais foram aleatoriamente alocados em caixas circulares de 500 l (unidades experimentais) por um período de aclimatação de 120 horas. Durante a aclimatação, os predadores foram alimentados com alevinos de tilápia para padronizar o consumo individual por um período de 72 horas. Em seguida, a alimentação foi cessada para padronizar o nível de fome por um período de 48 horas. Dois níveis de macrófitas (com e sem) e três níveis de predadores (*H. aff. malabaricus*, *C. kelberi*, e *H. aff. malabaricus* + *C. kelberi*), com 5 réplicas cada, foram alocados aleatoriamente nas unidades experimentais. Tratamentos multiespecíficos foram manipulados através da adição do predador não nativa junto com o nativo, 1 hora antes do início dos experimentos. Os experimentos se iniciaram 8h com a adição de 70 alevinos de tilápia para cada unidade experimental. A sobrevivência das tilápias foi estimada indiretamente em cada unidade experimental, contabilizando a proporção de presas não consumidas após 24 h. Durante os experimentos, a qualidade da água foi monitorada, imediatamente antes e no final da duração dos experimentos, através de uma sonda multi-parâmetros Horiba U-50. Os experimentos foram rodados com aeração constante e seguindo o fotoperíodo natural.

4.4 ANÁLISE DE DADOS

Para avaliar os efeitos dos predadores e presença de macrófitas artificiais, e a interação desses fatores na proporção média de presas consumidas foi aplicada uma análise de variância fatorial (*two-way* ANOVA). Quando os efeitos dos fatores foram significativos foi aplicado o teste *post-hoc* de comparações múltiplas de Tukey-Kramer HSD para identificar diferenças nas médias dos tratamentos.

Para calcular os efeitos esperados para risco aditivo de múltiplos predadores na sobrevivência de *O. niloticus* foi utilizada a equação:

$$p_{AB} = 1 - p_A - p_B$$

Onde:

p_A é a probabilidade de consumo do predador da espécie A de forma isolada;

pB é a probabilidade de consumo do predador da espécie B de forma isolada;

Os valores de pAB predizem a sobrevivência esperada quando a é igual à soma das presas mortas pelo predador de forma isolada, assumindo que não houve mortalidade de presas no tratamento controle (SIH; ENGLUND; WOOSTER, 1998b)

Para calcular o efeito esperado de risco multiplicativo de múltiplos predadores foi utilizada a equação (Sih et al, 1998):

$$pAB = pA + pB - pApB$$

Onde:

pA é a probabilidade de consumo do predador da espécie A de forma isolada;

pB é a probabilidade de consumo do predador da espécie B de forma isolada;

$pApB$ conta para a remoção de presas consumidas por um predador e que não está mais disponível para outros predadores.

Para identificar um impacto emergente de múltiplos predadores é preciso comparar o consumo observado multiespecífico com o efeito esperado aditivo e o efeito esperado multiplicativo. O impacto emergente de aumento de risco de predação ocorre quando o efeito observado multiespecífico for maior que o efeito esperado multiplicativo; e o impacto emergente de redução de risco de predação que ocorre quando o efeito observado multiespecífico for menor que o efeito esperado multiplicativo (SIH; ENGLUND; WOOSTER, 1998b).

Para comparar os valores observados de múltiplos predadores aos valores esperados para efeitos aditivos e multiplicativos foi usada uma análise de variância fatorial. Quando os efeitos dos fatores foram significativos foi aplicado teste *post-hoc* de Tukey-Kramer HSD para identificar diferenças nas médias dos tratamentos. Todas as análises foram feitas no software Statistica versão 8.0 com o nível de significância de $p < 0,05$.

5 RESULTADOS

Os resultados da análise de variância fatorial demonstraram que os efeitos dos predadores e da presença de macrófitas artificiais foram significativos sobre a proporção média de presas consumidas. (**Tabela 1**) e que as covariáveis de qualidade de água pH e saturação de oxigênio aferidos no experimento não interferiram no consumo dos predadores.

Tabela 1: Resultado da análise de variância fatorial entre os efeitos da presença de macrófitas artificiais e da predação do *H. aff. malabaricus* e *C. kelberi* na sobrevivência média da *O. niloticus*.

Fonte de Variação	Soma dos Quadrados	Grau de Liberdade	Média dos Quadrados	F	P
Intercepto	0,0046	1	0,0046	0,936	0,343
pH	0,0019	1	0,0019	0,380	0,543
Saturação de O ²	0,0025	1	0,0025	0,519	0,478
Predadores	0,0441	2	0,0220	4,423	0,024
Macrófita	0,0345	1	0,0345	6,924	0,015
Predadores * Macrófita	0,0060	2	0,0030	0,604	0,554
Erro	0,1098	22	0,0049		

Tratamentos monoespecíficos e multiespecíficos apresentaram consumo médio de presas de *O. niloticus* maior para os tratamentos em ambientes com ausência de macrófitas do que para tratamentos com presença de macrófitas. Houve diferença significativa para o predador *C. kelberi*, que apresentou um consumo médio maior de presas de *O. niloticus* em ambientes que se caracterizavam pela ausência de macrófitas do que nos ambientes com presença de macrófitas (Tukey HDS, $p = 0,04218$). (**Figura 1**).

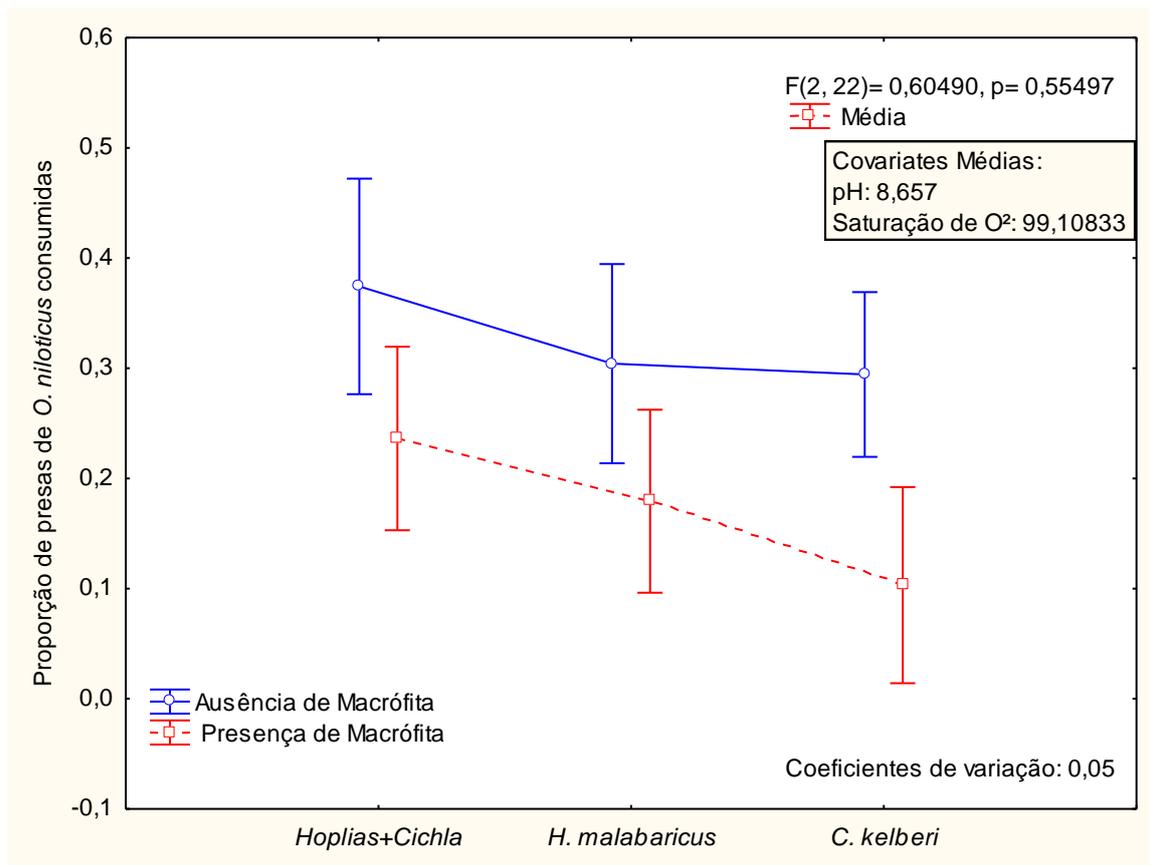


Figura 1: Proporção média de presas consumidas de *O. niloticus* em ambientes com presença e ausência de macrófitas na presença dos predadores *H. aff. malabaricus*, *C. kelberi*, e *H. aff. malabaricus* + *C. kelberi* considerando as covariáveis de qualidade de água pH e saturação de oxigênio.

Os resultados da análise de variância demonstraram que a proporção de presas consumidas nos tratamentos multiespecíficos para os efeitos observados de múltiplos predadores e para os efeitos esperados aditivo e multiplicativo significativos sobre a sobrevivência média de *O. niloticus*, bem como a interação dos efeitos com as macrófitas (**Tabela 2**). Para os tratamentos com ausência de macrófitas a proporção média de presas consumidas de *O. niloticus* foi maior para o efeito multiespecífico multiplicativo (Tukey HDS, $p = 0,00002$, respectivamente). Para os tratamentos com presença de macrófitas a proporção média de presas consumidas de *O. niloticus* foi maior para o efeito multiespecífico aditivo (Tukey HDS, $p = 0,000020$) (**Figura 2**).

Tabela 2: Resultado da análise de variância fatorial mostrando a proporção de presas consumidas de *O. niloticus* para efeito multiespecífico observado e efeito multiespecífico aditivos e multiplicativo.

Fonte de Variação	Soma dos Quadrados	Média da Soma dos Quadrados	Grau de Liberdade	F	P
Intercepto	14,067	14,067	1	2602,30	0,0000
Efeito	2,395	1,197	2	221,58	0,0000
Macrófita	0,001	0,001	1	0,362	0,5477
Efeito * Macrófita	3,395	1,697	2	314,08	0,0000
Erro	7,843	0,005	1451		

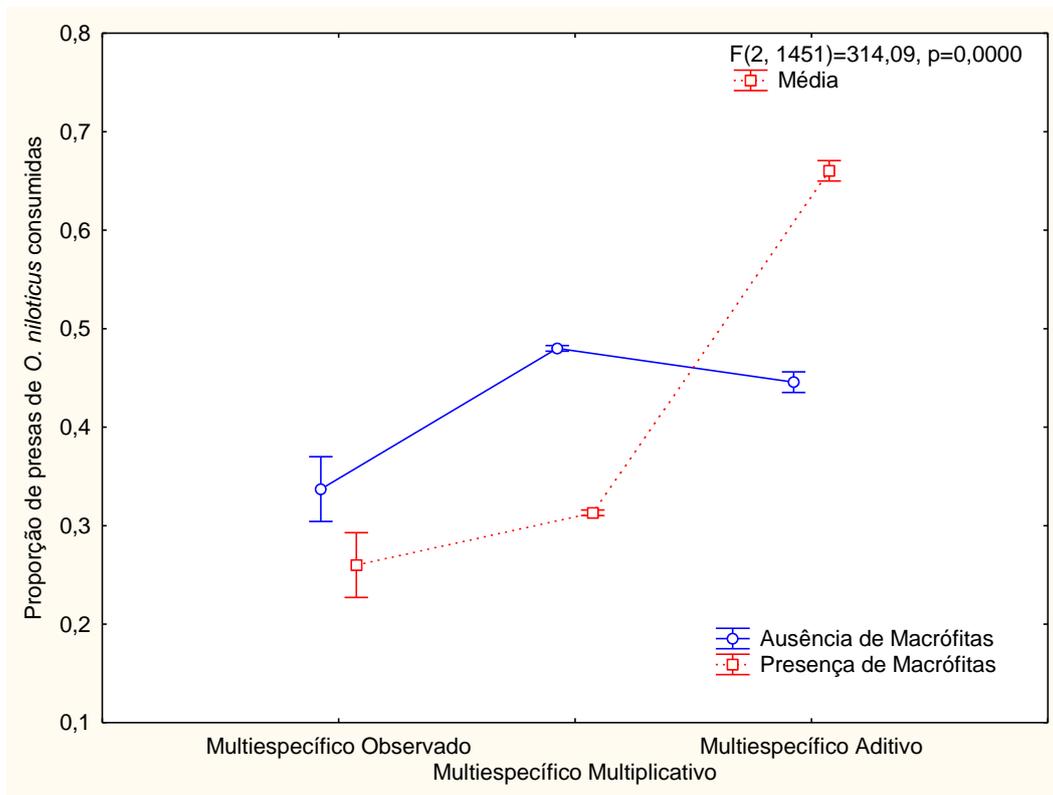


Figura 2: Proporção de presas consumidas de *O. niloticus* em ambientes com presença e ausência de macrófitas para efeito multiespecífico observado e efeito multiespecífico aditivos e multiplicativo.

6 DISCUSSÃO

O resultado encontrado no presente estudo mostrou que os predadores *C. kelberi* na presença de macrófitas artificiais foi significativo para a sobrevivência de presas de *O. niloticus*, o que mostra que esses predador pode influenciar o sucesso de estabelecimento da presa *O. niloticus* no habitat. O sucesso de estabelecimento de *O. niloticus* é resultado, por exemplo, de fatores abióticos e da capacidade de predação de *C. kelberi* e *H. aff. malabaricus*, esses predadores consumiram proporções semelhantes de juvenis de *O. niloticus* nos tratamentos monoespecíficos mostrando que eles podem impor a mesma resistência ao estabelecimento de *O. niloticos*. A presença de macrófita no ambiente serve como abrigo para os juvenis de *O. niloticus* (AGOSTINHO et al., 2007), contudo esse abrigo possibilita uma maior aglomeração das presas, mas os predadores se mostraram menos vorazes nesses ambientes, apesar de o ambiente complexo não ser uma restrição para o desempenho alimenta de *C. kelberi* e *H. aff. malabaricus* (PELICICE et al, 2009; MONTENEGRO et al., 2013).

O predador nativo *H. aff. malabaricus* e o predador não nativa *C. kelberi* consumiram as mesmas proporções de presas de *O. niloticus*, isso indica que ambas as espécies predadoras podem contribuir para uma redução do sucesso de estabelecimento dos juvenis de *O. niloticus* no ambientes, pois interações bióticas podem levar à resistência bióticos (LEVINE; ADLER; YELENIK, 2004) causada em iguais proporções pelos predadores. Resultados contrários aos encontrados nesse estudo foram apresentados por CARVALHO (2016) que mostrou que o predador não nativa *C. kelberi* consumiu proporções significativamente maiores de juvenis de *O. niloticus* do que o predador nativo *H. aff. malabaricus*, isso sugere que a resistência biótica pode reduzir a abundância de alguns invasores, mas não pode eliminá-los totalmente (LEVINE; ADLER; YELENIK, 2004). No presente trabalho, as interações existente entre os predadores, principalmente as negativas, podem afetar diretamente a sobrevivência de *O. niloticus* de forma a possibilitar uma facilitação no seu estabelecimento.

Em ambientes com presença de macrófitas artificiais houve diferença significativa na sobrevivência de *O. niloticus*, o consumo foi menor quando comparado ao ambiente sem macrófitas. A proporção de presas consumidas pelo *tratamentos*

multiespecíficos foi semelhante aos tratamentos monoespecíficos, isso ocorreu, pois a vegetação serviu como abrigo para as presas de *O. niloticus*, uma vez que macrófitas são utilizadas como abrigo devido a sua capacidade de fornecer oxigênio dissolvido e local de alimentação (AGOSTINHO et al., 2007). PELICICE (2008) relata que a densidade e a diversidade de peixes, no Reservatório de Rosana, Brasil, foram fortemente influenciadas pelo volume de biomassa vegetal submersa e pela sua complexidade, esses habitats estruturados proporcionam refúgio para vários invertebrados e pequenos peixes atraindo predadores, o que aumenta ainda mais a diversidade dentro de macrófitas (THOMAZ; CUNHA, 2010). Analisando os tratamentos monoespecíficos, o predador *C. kelberi* consumiu proporções menores de presas de *O. niloticus*, em ambientes com macrófitas isso pode ser explicado pelo seu comportamento territorialista que foi observado durante o experimento e ou ainda pela capacidade da presa em se manter abrigada na macrófita (THOMAZ; CUNHA, 2010) dificultando sua acuidade visual. KOVALENKO (2010) relata que o sucesso de predação de *C. kelberi* está relacionado com a densidade da vegetação e que predadores podem usar vários métodos para a captura de presas em macrófitas podendo até mesmo mudar o seu modo de forrageamento dependendo da densidade de macrófitas.

Os efeitos observados e esperados de múltiplos predadores mostraram-se significativo para o consumo médio de *O. niloticus*, bem como a interação com as macrófitas, indicando que o consumo dessas presas no ambiente pode ser afetado pela interação predadores e macrófita. Em ambiente com ausência de macrófitas o consumo esperado multiplicativo e aditivo foi significativamente maior que consumo observado multiespecífico, isso mostra que nesse ambiente a interação dessas espécies não apresenta impacto emergente de múltiplos predadores, não impondo resistência a interação desses predadores com as presas *O. niloticus*. Resultados semelhantes foram discutidos por LIMA (1992) e MATSUDA et al (1996) relatando que a adição de mais de um predador no ambiente aumenta a probabilidade das presas de desenvolverem estratégias comportamentais antipredação e conseqüentemente poderá haver um aumento na sobrevivência das presas.

Em ambientes com macrófitas também não foi identificado impacto emergente de múltiplos predadores, pois o consumo médio de presas de *O. niloticus* esperado multiespecífico multiplicativo foi semelhante ao consumo médio de presas de *O. niloticus* multiespecífico observado. Isso indica que as presas estão menos susceptíveis

a predação, esse resultado pode ser explicado por ocorrência de possíveis interações negativas entre predadores, (VANCE-CHALCRAFT; SOLUK, 2005) principalmente por causa da limitação de recursos alimentares e o risco de predação intraguilda (SOLUK, 1993). Comportamentos negativos como agressividade, competição e comportamentos agonísticos foram identificados nos experimentos piloto, chegando até a morte de predadores em tratamentos multiespecíficos. É também possível que as presas desenvolvam estratégias de defesas a ambas as espécies de predadores, principalmente quando um predador é menos eficaz na presença de outro predador (VANCE-CHALCRAFT; SOLUK, 2005). Essas estratégias pode afetar o comportamento das presas de *O. niloticus*, pois a maioria das presas reduziu a sua atividade natatória e permaneceu no fundo dos tanques formando cardumes ou entre as macrófitas na presença dos dois predadores, mas sempre distantes dos predadores, como foi identificado em experimento piloto.

Como consequência de não haver impacto emergente de múltiplos predadores podemos assumir que os juvenis de *O. niloticus* tanto em ambientes com ausência como em ambientes com presença de macrófitas conseguiram sobreviver na presença desses dois predadores, um nativo e um não nativos, de modo a formarem, possivelmente, uma população de presas com uma menor taxa de mortalidade e, conseqüentemente sustenta as taxas de crescimento populacional mais elevadas do que seria previsto por efeitos de predadores independentes (VANCE-CHALCRAFT; SOLUK, 2005).

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os juvenis de *O. niloticus* na presença dos dois predadores, nativo e não nativo, apresentou maior sobrevivência em ambientes com macrófitas artificiais. Essas estruturas complexas contribuem fortemente para o seu estabelecimento em ambientes invadidos. Estes resultados têm importância, pois pode ajudar estudos futuros de introdução de *O. niloticus*, principalmente em peixamento de reservatórios, contudo é essencial avaliar as interações comportamentais entre predadores, de modo a obter dados de consumo de presas mais precisos.

8 REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

AGOSTINHO, A. A. et al. Influence of the macrophyte *Eichhornia azurea* on fish assemblage of the Upper Paraná River floodplain (Brazil). **Aquatic Ecology**, v. 41, n. 4, p. 611–619, 2007.

ATTAYDE, J. L.; BRASIL, J.; MENESCAL, R. A. Impacts of introducing Nile tilapia on the fisheries of a tropical reservoir in North-eastern Brazil. **Fisheries Management and Ecology**, v. 18, n. 6, p. 437–443, 2011.

CANONICO, G. C. et al. The effects of introduced tilapias on native biodiversity. **Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems**, v. 15, n. 5, p. 463–483, 2005.

CARVALHO, T. L. Avaliação de risco de impactos ecológicos de piscívoros não nativos através de experimentos de resposta funcional, 2016. 32 f. **Dissertação**. Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Rio Grande do Norte, 2016.

CORGOSINHO, P. H. C.; PINTO-COELHO, R. M. Zooplankton biomass, abundance and allometric patterns along an eutrophic gradient at Furnas Reservoir (Minas Gerais , Brazil). **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 182, p. 213–224, 2006.

DERIVERA, C. E. et al. Biotic Resistance To Invasion: Native Predator Limits Abundance and Distribution of an Introduced Crab. **Ecology**, v. 86, n. 12, p. 3364–3376, 2005.

DODSON, S. I., T. A. CROWL, B. L. PECKARSKY, L. B. KATS, A. P. COVICH, AND J. M. CULP. 1994. Non- visual communication in freshwater benthos: an overview. *Journal of the North American Ben- thological Society* 13:268–282.

EKLOV, P.; VAN KOOTEN, T. Facilitation Among Piscivorous Predators : **Ecology**, v. 82, n. 9, p. 2486–2494, 2001.

EL-SAYED, A.-F., 2006. Tilapia culture in saltwater: environmental requirements, nutrition- al implications and economic potentials. In: Cruz Suarez, L.E., RiqueMarie, D., Tapia Salazar, M., Nieto Lopez, M.G., Villarreal Cavazos, D.A., Puello Cruz, A.C., Garcia Ortega, A. (Eds.), *Avances en Nutricion Acuicola VIII*, VIII **Simposium Internacional de Nutricion Acuicola**, pp. 95–106

GOMIERO, L. M.; BRAGA, F. M. S. Feeding of introduced species of *Cichla* (Perciformes, Cichlidae) in Volta Grande reservoir, River Grande (MG/SP). **Brazilian journal of biology = Revista brasleira de biologia**, v. 64, n. 4, p. 787–795, 2004.

GRIFFEN, B. D.; BYERS, J. E. Intraguild predation reduces redundancy of predator species in multiple predator assemblage. **Journal of Animal Ecology**, v. 75, n. 4, p. 959–966, 2006.

GROSHOLZ, E. D. Recent biological invasion may hasten invasional meltdown by accelerating historical introductions. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 102, n. 4, p. 1088–1091, 2005.

JENSEN, G. C.; MCDONALD, P. S.; ARMSTRONG, D. A. Biotic resistance to green crab, *Carcinus maenas*, in California bays. **Marine Biology**, v. 151, n. 6, p. 2231–2243, 2007.

JEPPESEN, E. et al. Top-down control in freshwater lakes: the role of nutrient state, submerged macrophytes and water depth. **Hydrobiologia**, v. 342, n. 343, p. 151–164, 1997.

KOVALENKO, K. E. et al. Recognition of non-native peacock bass, *Cichla kelberi* by native prey: Testing the naïveté hypothesis. **Biological Invasions**, v. 12, n. 9, p. 3071–3080, 2010a.

KOVALENKO, K. E. et al. Direct and indirect effects of an introduced piscivore, *Cichla kelberi* and their modification by aquatic plants. **Hydrobiologia**, v. 638, p. 245–253, 2010b.

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.

LAMPROPOULOS, P. D.; PERDIKIS, D. C.; FANTINO, A. A. Are multiple predator effects directed by prey availability? **Basic and Applied Ecology**, v. 14, n. 7, p. 605–613, 2013.

LATINI, A. O.; PETRERE, M. Reduction of a native fish fauna by alien species: An example from Brazilian freshwater tropical lakes. **Fisheries Management and Ecology**, v. 11, n. 2, p. 71–79, 2004.

LEVINE, J. M.; ADLER, P. B.; YELENIK, S. G. A meta-analysis of biotic resistance to exotic plant invasions. **Ecology Letters**, v. 7, n. 10, p. 975–989, 2004.

LIMA, S. L. **Life in a multipredator environment - some considerations for anti-predatory vigilance** *Annales Zoologici Fennici*, 1992.

LOSEY, J. E.; DENNO, R. F. Positive predator-predator interactions: Enhanced predation rates and synergistic suppression of aphid populations. **Ecology**, v. 79, n. 6, p. 2143–2152, 1998.

LOWE-MCCONNELL, R. H. (2000) The roles of tilapias in ecosystems. In: Beveridge, M. C. M. & McAndrew, B. J. (eds). *Tilapias: Biology and Exploitation*. Kluwer Academic Publishers. Printed in Great Britain. 129-162.

LUZ-AGOSTINHO, K. D. G. et al. Influence of flood pulses on diet composition and trophic relationships among piscivorous fish in the upper Paraná River floodplain.

Hydrobiologia, v. 607, n. 1, p. 187–198, 2008.

MATSUDA, H.; HORI, M.; ABRAMS, P. A. Effects of predator-specific defence on biodiversity and community complexity in two-trophic-level communities. **Evolutionary Ecology**, v. 10, n. January 2016, p. 13–28, 1996.

MONTENEGRO, A. K. A. et al. Piscivory by *Hoplias aff. malabaricus* (Bloch, 1974): a question of prey availability? **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 25, n. 1, p. 68–78, 2013.

NELSON, J. S. 1994. *Fishes of the world*. New York, John Wiley & Sons Inc., 600p.

NOVAES, J. L. C.; CARAMASCHI, É. P.; WINEMILLER, K. O. Feeding of *Cichla monoculus* Spix, 1829 (Teleostei: Cichlidae) during and after reservoir formation in the Tocantins River, Central Brazil. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 16, n. 1, p. 41–49, 2004.

NOVAES, J. L. C.; CARVALHO, E. D. **Population structure and stock assessment of *Hoplias malabaricus* (Characiformes: Erythrinidae) caught by artisanal fishermen in river-reservoir transition area in Brazil** *Revista de Biologia Tropical*, , 2011.

PELICICE, F. M.; AGOSTINHO, A. A. Fish fauna destruction after the introduction of a non-native predator (*Cichla kelberi*) in a Neotropical reservoir. **Biological Invasions**, v. 11, n. 8, p. 1789–1801, 2009.

PELICICE, F. M.; THOMAZ, S. M.; AGOSTINHO, A. A. Simple relationships to predict attributes of fish assemblages in patches of submerged macrophytes. **Neotropical Ichthyology**, v. 6, n. 4, p. 543–550, 2008.

PETRY, A. C. et al. Effects of temperature on prey consumption and growth in mass of juvenile trahira *Hoplias aff. malabaricus* (Bloch, 1794). **Journal of Fish Biology**, v. 70, n. 6, p. 1855–1864, 2007.

RAHEL, F. J. Biogeographic barriers, connectivity and homogenization of freshwater faunas: it's a small world after all. **Freshwater Biology**, v. 52, n. 4, p. 696–710, 2007.

REIS, R.; KULLANDER, S.; FERRARIS, C.J. Check List of the Freshwater Fishes of South and Central America. n. March, p. 729, 2003.

ROSENHEIM, J. A.; WILHOIT, L. R.; ARMER, C. A. Influence of intraguild predation among generalist insect predators on the suppression of an herbivore population. **Oecologia**, v. 96, n. 3, p. 439–449, 1993.

SCHMITZ, O. J. Effects of predator functional diversity on grassland ecosystem function. **Ecology**, v. 90, n. 9, p. 2339–2345, 2009.

SIH, A.; ENGLUND, G.; WOOSTER, D. Emergent impacts of multiple predators on prey. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 13, n. 9, p. 350–355, 1998a.

- SIH, A.; ENGLUND, G.; WOOSTER, D. Emergent impacts of multiple predators on prey. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 13, n. 9, p. 350–355, set. 1998b.
- SILVA, J. S. et al. Traditional Ecological Knowledge About Dietary and Reproductive Characteristics of *Tupinambis merianae* and *Hoplias malabaricus* in Semiarid Northeastern Brazil. **Human Ecology**, v. 42, n. 6, p. 901–911, 2014.
- SIMBERLOFF, D. Invasional meltdown 6 years later: important phenomenon, unfortunate metaphor, or both? **Ecology Letters**, v. 9, n. 8, p. 912–919, 2006.
- SOLUK, D. A.; ECOLOGY, S.; JAN, N. MULTIPLE PREDATOR EFFECTS : PREDICTING COMBINED FUNCTIONAL RESPONSE OF STREAM FISH AND INVERTEBRATE PREDATORS '. v. 74, n. 1, p. 219–225, 1993.
- SON, T. C.; THIEL, M. Multiple predator effects in an intertidal food web. **Journal of Animal Ecology**, v. 75, n. 1, p. 25–32, 2006.
- STRAUB, C. S.; FINKE, D. L.; SNYDER, W. E. Are the conservation of natural enemy biodiversity and biological control compatible goals? **Biological Control**, v. 45, n. 2, p. 225–237, 2008.
- THOMAZ, S. M.; CUNHA, E. R. DA. The role of macrophytes in habitat structuring in aquatic ecosystems: methods of measurement, causes and consequences on animal assemblages' composition and biodiversity. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 22, n. 02, p. 218–236, 2010.
- TILMAN, D. THE ECOLOGICAL CONSEQUENCES OF CHANGES IN BIODIVERSITY : Perspectives. **Ecology**, v. 80, n. 5, p. 1455–1474, 1999.
- TREWAVAS, E. Generic Groupings of Tilapini Used in Aquaculture. **Aquaculture**, v. 27, p. 79–81, 1982.
- VANCE-CHALCRAFT, H. D.; SOLUK, D. A. Multiple predator effects result in risk reduction for prey across multiple prey densities. **Oecologia**, v. 144, n. 3, p. 472–480, 2005.
- WARFE, D. M.; BARMUTA, L. A. Habitat structural complexity mediates the foraging success of multiple predator species. **Oecologia**, v. 141, n. 1, p. 171–178, 2004.
- WELCOMME, R.L. 1988. International introductions of inland aquatic species. FAO Fisheries Technical Paper 294, FAO, Rome, Italy. 318 p.
- WERLING, B. P. et al. Multi – predator Effects Produced by Functionally Distinct Species Vary with Prey Density Multi – predator effects produced by functionally distinct. v. 12, n. 30, p. 1–7, 2012.
- WERNER, E. E.; PEACOR, S. D. a Review of Trait-Mediated Indirect Interactions in Ecological Communities. **Ecology**, v. 84, n. 5, p. 1083–1100, 2003.

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

ZARET, M. T., 1980: Life history and growth relationships of *Cichla ocellaris*, a predatory South American cichlid. **Biotropica** 12, 144– 157.

ZENGEYA, T.; BOOTH, A.; CHIMIMBA, C. Broad Niche Overlap between Invasive Nile Tilapia *Oreochromis niloticus* and Indigenous Congenerics in Southern Africa: Should We be Concerned? **Entropy**, v. 17, n. 7, p. 4959–4973, 2015.