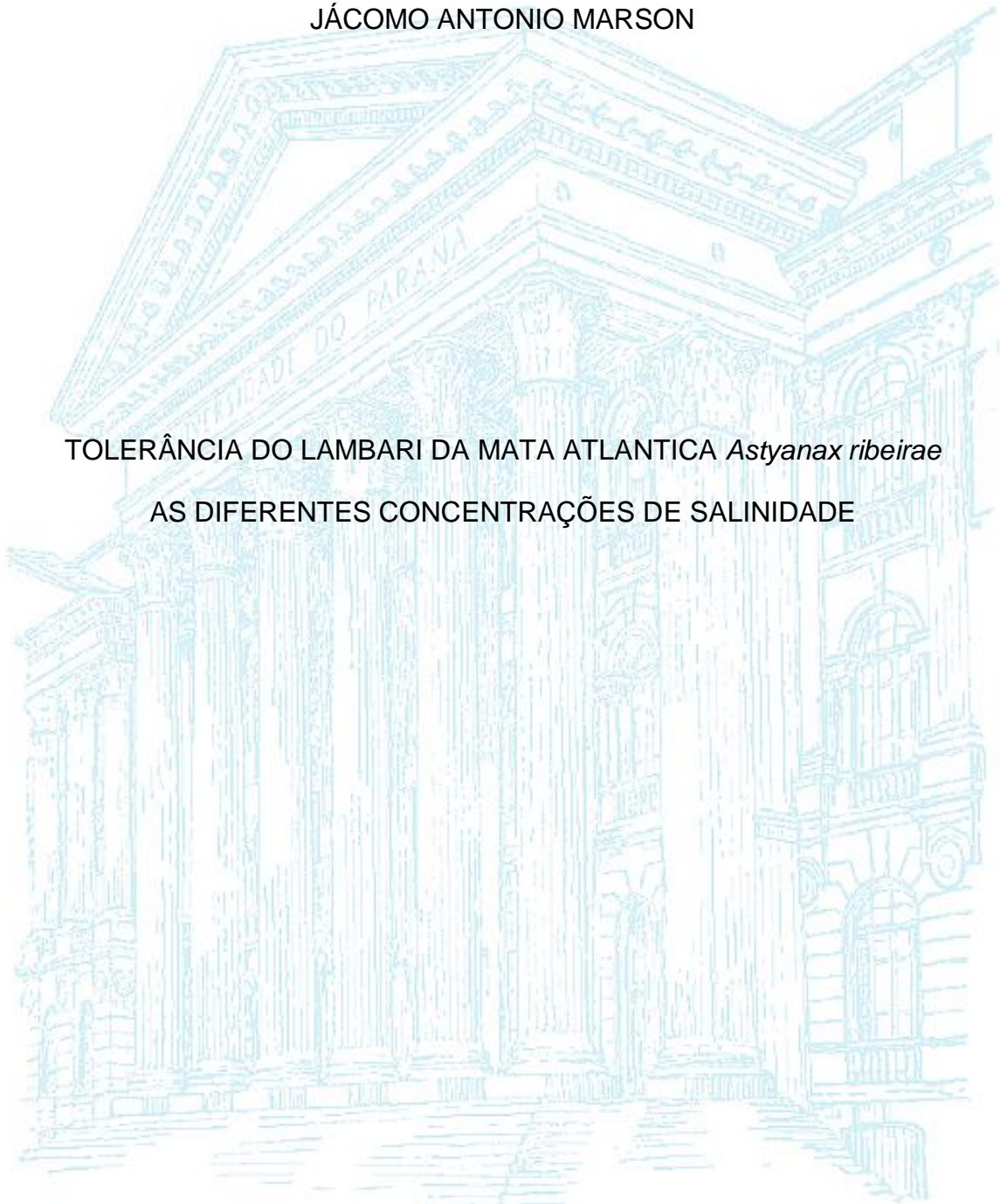


UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

JÁCOMO ANTONIO MARSON

TOLERÂNCIA DO LAMBARI DA MATA ATLÂNTICA *Astyanax ribeirae*  
AS DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE SALINIDADE



Pontal do Paraná  
Dezembro de 2018

JÁCOMO ANTONIO MARSON

TOLERÂNCIA DO LAMBARI DA MATA ATLANTICA *Astyanax ribeirae*  
AS DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE SALINIDADE

Monografia apresentada à comissão avaliadora dos Trabalhos de Conclusão de Curso Superior de Tecnologia em Aqüicultura, Setor de Ciências da Terra, Centro de Estudos do Mar, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial para obtenção de grau em Tecnologia em Aqüicultura.

Orientador: Prof. Dr. Ubiratã de Assis Teixeira da Silva

Pontal do Paraná  
Dezembro de 2018

## Termo de aprovação



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
SETOR DE CIÊNCIAS DA TERRA  
CENTRO DE ESTUDOS DO MAR  
Campus Pontal do Paraná

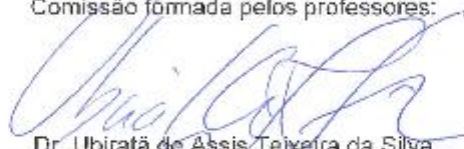


### TERMO DE APROVAÇÃO

**JACOMO ANTONIO MARSON**

#### *TOLERÂNCIA DO LAMBARI DA MATA ATLÂNTICA *Astyanax ribeirae* À DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE SALINIDADE*


Trabalho de Conclusão de Curso aprovado como requisito parcial para a obtenção do grau de Tecnólogo em Aquicultura, da Universidade Federal do Paraná, pela Comissão formada pelos professores:



Dr. Ubiratã de Assis Teixeira da Silva  
Orientador e Presidente



Dr. Leandro Angelo Pereira (UFPR)  
Membro Examinador



Dr. Henry Louis Spach (UFPR)  
Membro Examinador

Pontal do Paraná, 06/12/2018.

## Agradecimentos

Agradeço primeiramente a Deus pela vida, e pelas oportunidades que me deu; Aos meus pais Martins e Clélia, pelo incentivo quando ainda em vida para que eu fizesse a graduação,

À minha esposa Kátia Mara Marques Marson, que está sempre ao meu lado em todos os momentos, assim como nesse.

A meus filhos Alexandre, Marina, Marcelo, minhas netas Talita, Carolina e meus familiares, pelo incentivo e ajuda.

Agradeço aos meus colegas de turma Junior, Patrícia e Gerson, que jamais irei esquecer pela agradável convivência durante esses quatro anos.

Agradeço a todos que estiveram envolvidos em meu trabalho, desde as coletas até o término dos resultados, em especial ao Gabriel Chrisostomo, que ajudou imensamente na coleta dos lambaris e ao Marcelo (Técnico do Laboratório didático unidade Mirassol) que, com toda paciência, me auxiliou na preparação e manuseio dos químicos para possibilitar a análise dos experimentos, também ao Jorge, Daniele, Ilza e Alaercio da equipe do CAMAR.

Agradeço imensamente ao Prof. Dr. Ubiratã de Assis Teixeira da Silva, pela orientação, por sua paciência, pela confiança e dedicação que depositou em mais esse trabalho. Por toda infra-estrutura oferecida pelo CAMAR.

## RESUMO

A pesca esportiva é uma atividade importante para as comunidades costeiras do Paraná. Atualmente, a atividade baseia-se fortemente no extrativismo insustentável de *Macrobrachium acanthurus*, um lagostim de água salobra, diretamente da natureza, para ser usado como isca-viva. Em busca de uma alternativa, este trabalho avalia o potencial uso de *Astyanax ribeirae*, um pequeno caracídeo comum em rios de maré e áreas de baixa salinidade em baías do Paraná, que pode ser facilmente cultivado. Para iniciar o desenvolvimento de um protocolo para utilização do *A. ribeirae* como isca-viva na pesca esportiva em águas costeiras paranaenses, seria verificar se esta espécie permanece ativa na água por tempo suficiente para atrair peixes predadores. Foram testadas salinidades crescentes, a partir de zero até 30, com incrementos de 5 g de sal por litro de água de cultivo. A unidade experimental consistiu em frascos contendo 1,5 litros de água e apenas um indivíduo. Cada tratamento foi testado com 10 réplicas individuais. Os peixes foram colocados, a partir da salinidade zero, diretamente no frasco com a salinidade teste, sem aclimatação. O animal foi considerado morto quando não respondia a estímulos externos. O tempo decorrido do início do teste até a morte do animal foi cronometrada. O animal morto era retirado do frasco e seu sangue foi coletado com um tubo de micro-hematócrito, através de secção no pedúnculo caudal. Imediatamente após a retirada do peixe foi medido o pH e oxigênio dissolvido da água e posteriormente a concentração de amônia total (N-NH<sub>3</sub>) através espectrometria. Os resultados indicaram que nas salinidades de 30, 25 e 20, os animais sobreviveram por 00h44min. 01h08min. e 02h41min. média, respectivamente. Na salinidade de 15, os animais sobreviveram por 09h38min em média e abaixo disso, não foram verificadas mortes até o fim do experimento. Nas salinidades mais altas, foi verificada uma queda significativa no hematócrito em relação às demais salinidades testadas, associada com aumento da proteína plasmática e hemólise aparente. Os resultados demonstraram que o tempo em que esta espécie autóctone de lambaris permanece viva e ativa é suficiente para seu uso como isca-viva, mesmo em regiões em que, dependendo do regime de marés, podem atingir salinidades relativamente altas em baías.

Palavras – chave: Lambari; pesca esportiva; isca-viva; *astyanax*.

## ABSTRACT

Sport fishing is an important activity for the coastal communities of Paraná, Brazil. Presently, the activity relies heavily on the unsustainable extraction of *Macrobrachium acanthurus*, a brackish water crawfish, from nature, to be used as live-bait. In search for an alternative, the present study the potential for the use of *Astyanax ribeirae*, a small characid of wide occurrence in tidal rivers and low salinity areas in bays of Paraná, Brazil, as it can be easily reproduced in aquaculture facilities. The first step in the protocol development to use *A. ribeirae* as live bait would be to verify if this species remains active in the water long enough to attract predatory fish. Increasing salinities, from zero to 30, were tested with increments of 5 g of salt per liter of culture water. The experimental unit consisted of flasks containing 1.5 liters of water only one individual. Each treatment was tested with 10 individual replicates. The fish were placed, from the salinity zero, directly into the flask with the salinity test, without acclimatization. The animal was considered dead when it did not respond to external stimuli. The time elapsed from the start of the test until animal death was timed. The dead animal had its blood collected in a micro-hematocrit tube, through section of the caudal peduncle. The water culture was analyzed for pH and dissolved oxygen immediately after fish removal and a sample collected for further analysis of the total ammonia (N-NH<sub>3</sub>) concentration by spectrophotometer. The results indicated that in salinities of 30, 25 and 20, the animals survived respectively by 00h44min., 01h08min. and 02h41min. on average. At salinity of 15, the animals survived by 09h38min. on average and below that, no deaths were verified until the end of the experiment. In the higher salinities, it was observed a significant drop in hematocrit in relation to the other salinities tested, and that was associated with a proportional increase of the plasma protein and apparent hemolysis. The results demonstrated that this species remains alive and active long enough for its use as a live bait, even in regions where, depending on the tidal regime, high salinities can be observed, such as the bays of the State of Paraná.

Key-words: Lambari; sportfishing; bait; *astyanax*

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – CENTRO DE AQUICULTURA MARINHA E REPOVOAMENTO (UFPR) .....	16
FIGURA 2 - CAMAR ESTÁ SITUADO EM UM PONTO EQUÍDISTANTE ENTRE AS PRINCIPAIS BAÍAS PARANAENSES .....	16
FIGURA 3 - RIO PENEDO, (PONTA DO POÇO, PR, BRASIL. 25°25'25"S; 49°49'49" W).....	17
FIGURA 4 - ASTYANAX RIBEIRAE .....	18
FIGURA 5 - TANQUES DE MANUTENÇÃO DOS LAMBARIS ADULTOS CAPTURADOS.....	19
FIGURA 6 - ARRANJO EXPERIMENTAL CONTENDO 70 UNIDADES PARA TESTES DE TOLERÂNCIA DE SALINIDADE.....	20
FIGURA 7 - AMOSTRA DE LAMBARIS COLETADA ALEATORIAMENTE E TRANSFERIDA PARA CAIXAS DE 70.....	21
FIGURA 8 - COLETA DAS AMOSTRAS EM TUBOS CONTENDO 10 ML DE ÁGUA .....	22
FIGURA 9 - LEITURA DA ABSORBÂNCIA NO ESPECTROFOTÔMETRO MODELO VIL-200G GEHAKA .....	22
FIGURA 10 - RETA PADRÃO UTILIZADA PARA A ANÁLISE DAS AMOSTRAS DO EXPERIMENTO .....	23
FIGURA 11 - O SANGUE DOS ANIMAIS MORIBUNDOS FOI COLETADO EM MICROTÚBULOS DE VIDRO PARA ESTABELECIMENTO DO PERCENTUAL DO HEMATÓCRITO. APÓS COLETA DOS DADOS DE HEMATÓCRITO, O PLASMA ERA ANALISADO ATRAVÉS DE REFRAÔMETRO CLÍNICO PARA DETERMINAÇÃO DA PROTEÍNA PLASMÁTICA TOTAL .....	24
FIGURA 12 - DURANTE TODO O EXPERIMENTO, VARIÁVEIS AMBIENTAIS COMO OXIGÊNIO DISSOLVIDO E PH FORAM MONITORADAS .....	24
FIGURA 13 - NÚMERO DE PEIXES SOBREVIVENTES NOS TESTES DE TOLERÂNCIA DE A. RIBEIRAE EXPOSTOS A DIFERENTES SALINIDADES EM RELAÇÃO AO TEMPO DE EXPOSIÇÃO. A SALINIDADE DE 15 FOI REMOVIDA PORQUE A SOBREVIVÊNCIA MÉDIA FOI MAIOR QUE 9 HORAS, E ABAIXO DESTA, PORQUE NÃO FORAM REGISTRADAS MORTALIDADES.....	26

FIGURA 14 - TOLERÂNCIA DO LAMBARI, ASTIANAX RIBEIRAE A SALINIDADES ENTRE 15 E 30. ANOVA (P<0,05). TESTE A POSTERIOR DE DUNN. LETRAS DIFERENTES DENOTAM DIFERENÇAS SIGNIFICATIVAS. NÃO FORAM REGISTRADAS MORTALIDADES ENTRE AS SALINIDADES DE ZERO E 10 .....	27
FIGURA 15 - TESTE CRÔNICO DE TOLERÂNCIA A DIFERENTES SALINIDADES CONCENTRAÇÃO MÉDIA DE OXIGÊNIO DISSOLVIDO NA ÁGUA PARA CADA UMA DAS SALINIDADES TESTADAS. LETRAS IGUAIS DENOTAM DIFERENÇAS NÃO SIGNIFICATIVAS. ANOVA (P< 0,05). TESTE A POSTERIORI DE TUKEY-KRAMER .....	29
FIGURA 16 - OS TRATAMENTOS DE MENOR SALINIDADE APRESENTARAM PH INICIAL MAIS ÁCIDO QUE OS TRATAMENTOS DE SALINIDADE MAIS ALTA. A REDUÇÃO DO PH APÓS O TRATAMENTO TAMBÉM FOI PROPORCIONALMENTE MAIOR NESTES TRATAMENTOS .....	31
FIGURA 17 - CONCENTRAÇÃO MÉDIA DE AMÔNIA TOTAL MEDIDA NAS UNIDADES EXPERIMENTAIS. ANOVA (P< 0,05). TESTE A POSTERIORI DE TUKEY-KRAMER. LETRAS IGUAIS DENOTAM DIFERENÇAS NÃO SIGNIFICATIVAS. A PRODUÇÃO DE AMÔNIA FOI RELATIVAMENTE MAIOR NOS TRATAMENTOS DE MAIOR SALIN.....	32
FIGURA 18 - TAXA DE HEMATÓCRITO DO SANGUE COLETADO AO FIM DOS TESTES AGUDOS DE LAMBARI A. RIBEIRAE EXPOSTOS A DIFERENTES SALINIDADES. ANOVA (P<0,05). TESTE A POSTERIORI DE TUKEY-KRAMERT. LETRAS DIFERENTES DENOTAM DIFERENÇAS SIGNIFICATIVAS .....	34
FIGURA 19 - CONCENTRAÇÃO PLASMÁTICA TOTAL. ANOVA (P<0,05). TESTE A POSTERIORI DE TUKEY-KRAMER. LETRAS DIFERENTES DENOTAM DIFERENÇAS SIGNIFICATIVAS .....	36
FIGURA 20 - A. RIBEIRAE. HEMATOMAS PROVOCADOS PELA EXPOSIÇÃO ÀS SALINIDADES DE 25 E 30.....	38

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - CONCENTRAÇÕES DE OXIGÊNIO DISSOLVIDOS MEDIDOS NAS UNIDADES EXPERIMENTAIS ANTES DO INÍCIO DOS TESTES .....	28
--	----

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	12
<b>2 OBJETIVO</b> .....	15
2.1 OBJETIVOS GERAL .....	15
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	15
<b>3 LOCAL DO EXPERIMENTO</b> .....	16
<b>4 A PROCEDÊNCIA DA ESPÉCIE</b> .....	17
4.1 A ESPÉCIE.....	17
<b>5 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	19
5.1 TANQUES DE MANUTENÇÃO DOS PEIXES .....	19
5.2 UNIDADES EXPERIMENTAIS .....	19
5.3 TESTES DE SALINIDADE .....	20
5.4 ANÁLISE ESTATÍSTICAS .....	24
<b>6 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	26
6.1 TEMPO DE SOBREVIVÊNCIA.....	26
6.2 DEMANDA POR OXIGÊNIO .....	28
6.3 REDUÇÃO NO PH DA ÁGUA .....	30
6.4 INCREMENTO DE AMÔNIA TOTAL.....	31
6.5 EFEITOS HEMATOLÓGICOS.....	33
<b>7 CONCLUSÕES</b> .....	40
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	41
<b>ANEXO 1 –</b> .....	46
<b>ANEXO 2 –</b> .....	46

## 1 INTRODUÇÃO

A pesca esportiva no litoral paranaense é uma atividade que movimenta a economia local, beneficiando o comércio, pousadas, marinas, dentre outros. Apesar de muitas modalidades de pesca fazerem uso de iscas artificiais, muitas outras dependem da oferta de iscas vivas.

Em Pontal do Paraná, uma das espécies mais exploradas é o camarão de água doce, *Macrobrachium acanthurus*, retirado principalmente de pequenos riachos da região litorânea do Parana. Outra importante espécie explorada para utilização como isca é talassinídeo *Callichirus major*, um crustáceo decápode cavador vulgarmente conhecido como “corrupto”. O corrupto é uma excelente isca para peixes marinhos e vêm sendo capturado e utilizado por pescadores amadores ao longo das praias oceânicas do litoral brasileiro, desde a costa nordeste até a costa sul (Souza et al. 2003).

No entanto, a dependência do meio natural para a obtenção de iscas vivas é um importante item a pesar contra a sustentabilidade da pesca esportiva em médio e longo prazo. O esforço excessivo pode levar à sobre-exploração do recurso. Além disso, o risco de deslocamento de espécies usadas como isca-viva, e até mesmo seus patógenos, para além de suas barreiras biogeográficas atentam contra a sustentabilidade desta prática (Kilian et al., 2012)

Devido a esta forte pressão sobre as populações destas espécies, há preocupação com a sustentabilidade desta prática, sendo necessário buscar iscas alternativas para diminuir o estoque destas espécies.

Lambari é um termo abrangente que engloba diversas espécies de pequenos peixes de água doce da família Characidae (Barbieri et al., 1982). No Brasil, diversas espécies de lambari estão presentes desde o Nordeste brasileiro até a bacia da Prata (Orsi et al. 2004).

O lambari é predado por um grande número de peixes esportivos, o que o transforma em um candidato natural à isca-viva. Na prática da pesca esportiva continental, o lambari-de-rabo-amarelo (ou lambari-tambiú), *Astyanax altiparanae*<sup>1</sup>, um pequeno caracídeo neotropical dulcícola, comum na bacia do rio Paraná, já vem sendo utilizado com grande sucesso.

A espécie se destaca devido à facilidade para obtenção de alevinos, alta prolificidade e rusticidade, boa adaptação às variações ambientais e crescimento

precoce, podendo atingir o peso comercial (10-20 g) em aproximadamente três meses (Garutti 2003). Estas características favorecem a sua reprodução, cultivo e engorda em sistemas fechados.

O lambari até recentemente era considerado um invasor nos viveiros de piscicultura, no entanto, atualmente ele é visto como uma espécie de grande potencial tanto para criação em pequenas propriedades rurais como para criações mais intensivas em escala comercial. Esta mudança tem alavancado sua produção que hoje é estimada em aproximadamente 120 milhões de unidades/ano (Sussel 2012<sup>a</sup>).

A produção de lambaris atualmente é praticamente toda destinada ao mercado de isca viva para a pesca esportiva, em especial para a pesca de corvina e tucunaré (Sussel 2012<sup>b</sup>). No entanto a utilização de lambaris como isca viva é restrita a ambientes de água doce, não havendo até o momento trabalhos que considerem seu uso em ambientes estuarinos e de água salgada. A grande maioria dos lambaris é eminentemente dulcícola, portanto o seu uso como isca-viva em regiões litorâneas dependerá da sua capacidade de osmorregulação em situações de estresse salino (Vilela & Hayashi 2001). Como, apesar do avanço da sua utilização em aquicultura, a espécie apresenta comportamento eminentemente dulcícola, a sua aplicação para a pesca litorânea ainda não foi tentada comercialmente. Para analisar o potencial do uso do *A. altiparanae* como isca-viva também em regiões litorâneas. Como, apesar do avanço da sua utilização em aquicultura, a espécie apresenta comportamento eminentemente dulcícola, a sua aplicação para a pesca litorânea ainda não foi tentada comercialmente. Para analisar o potencial do uso do *A. altiparanae* como isca-viva também em regiões litorâneas.

Lino et al. (2015), testou a espécie *astyanax altiparanae*, em ambientes com salinidades crescentes, demonstrou que a espécie era capaz de tolerar águas com salinidades de até 30 UPS, nadando ativamente por mais de 30 minutos, em média, antes de apresentar algum sinal de letargia. Com estas características, o animal seria capaz de atrair predadores maiores por um tempo suficiente para se tornar uma excelente isca-viva, mesmo em ambientes com alta salinidade.

No entanto, apesar dos resultados promissores, cultivos comerciais desta espécie não podem ser estimulados porque a espécie é considerada alóctone nas bacias litorâneas, listada inclusive na categoria 2 da lista da portaria IAP nº 059, de 15 de abril de 2015.

Assim, mesmo com todas as características favoráveis para uso como isca-viva, o *A. altiparanae* não poderia ser liberado nos corpos de água da bacia litorânea. Outras espécies, naturalmente ocorrentes nos rios conectados às baías do litoral paranaense devem ser testadas.

Fortunadamente, outras espécies de lambaris de gêneros evolutivamente próximos, como o lambari da mata-atlântica, *Deuterodon Iguape*, ou até mesmo do mesmo gênero como o *A. ribeirae*, são encontrados em pequenos rios e riachos costeiros do Estado de São Paulo, na região de Iguape ou vale do Ribeira, ambientes muito semelhantes aos encontrados no litoral paranaense, com o qual mantém inclusive contatos hidrológicos.

Apesar de serem espécies relativamente bem estudadas, principalmente no que se refere à sua sistemática e ecologia, em ambiente natural, pesquisas relacionadas a cultivo em cativeiro permanecem inexistentes. Espécies como estas, por serem autóctones, poderiam ser utilizadas como isca-viva, no lugar do *A. altiparanae*, desde que apresentassem uma capacidade semelhante de tolerância às salinidades mais altas.

Por isso, a análise da tolerância do *A. ribeirae* é o primeiro passo para o desenvolvimento de um protocolo para utilização desta espécie como isca-viva na pesca esportiva em águas costeiras paranaenses. Neste contexto o presente estudo propõe analisar a tolerância do *Astyanax ribeirae* à exposição a diferentes salinidades, como subsídio para desenvolvimento de uma tecnologia de produção da espécie para utilização como isca viva em regiões litorâneas.

## 2 OBJETIVO

## 2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a tolerância do lambari *Astyanax ribeirae* à ambientes de crescente influência de salinidade marinha.

## 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- I. Analisar o tempo de sobrevivência lambaris da espécie *A. ribeirae* expostos às condições de salinidade e pH crescentes.
- II. Analisar os efeitos de concentrações crescentes de sal sobre alguns parâmetros hematológicos do lambari.
- III. Analisar os efeitos de concentrações crescentes de sal o consumo de oxigênio e produção de amônia.

## 3 LOCAL DO EXPERIMENTO

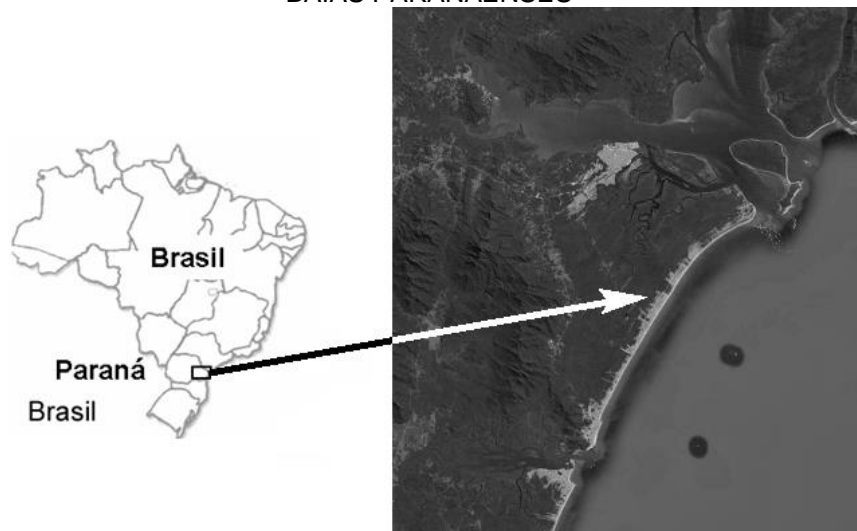
O experimento foi realizado no Centro de Aquicultura Marinha e Repovoamento da Universidade Federal do Paraná (CAMAR/UFPR), localizado em Pontal do Paraná, no balneário de Mirassol, litoral paranaense (FIGURAS 1 E 2).

FIGURA 1 – CENTRO DE AQUICULTURA MARINHA E REPOVOAMENTO (UFPR)



FONTE: O Autor (2018)

FIGURA 2 - CAMAR ESTÁ SITUADO EM UM PONTO EQUÍDISTANTE ENTRE AS PRINCIPAIS BAÍAS PARANAENSES



FONTE: Lino (2015)

#### 4 A PROCEDÊNCIA DA ESPÉCIE

Após coletas na região de Pontal do Paraná, exemplares de uma espécie de pequenos lambaris, morfologicamente distintos do *A. altiparanae*, foram encontrados no Rio Penedo, próximo ao local denominado Ponta do Poço (FIGURA 3).

As coletas foram realizadas durante os meses de Agosto e Setembro, utilizando vara de caniço, linha 0,10 mm, anzol para lambari 14.

FIGURA 3 – R. PENEDO, (PONTA DO POÇO, PR, BRASIL. 25°25'25''S; 49°49'49'' W)



FONTE: O Autor (2018)

#### 4.1 A ESPÉCIE

Uma amostra contendo trinta animais, todos da mesma espécie foi levada ao Museu de Historia Natural em Curitiba, onde a espécie foi positivamente identificada como sendo *Astyanax ribeirae*, nativo da região litorânea do Paraná, sul de São Paulo e Santa Catarina (Abilhoa V., 2016) (FIGURA 4).

*Reino: Animalia*

*Filo: Chordata*

*Classe: Actinopterygii*

*Infraclass: Teleostei*

*Superorder: Ostariophysi*

*Ordem: Characiformes*

*Família Characidae*

*Gênero: Astyanax*

*Espécie Astyanax ribeirae* (Eigenmann, 1911)

Nome Popular: Lambari

Distribuição: Bacia do rio Ribeira, em Iguape, SP.

Tamanho Adulto: 5-8 cm

FIGURA 4 – *Astyanax ribeirae*



FONTE: O Autor (2018)

## 5 MATERIAL E MÉTODOS

### 5.1 TANQUES DE MANUTENÇÃO DOS PEIXES

Um grupo de cento e sessenta animais adultos foi transportado para dois tanques cilíndrico-cônicos aquecidos (23°C) de 600 l de capacidade, dotados de um sistema de filtro biológico e recirculação (FIGURA 5). Machos e fêmeas foram separados e acondicionados em cada tanque.

FIGURA 5 - TANQUES DE MANUTENÇÃO DOS LAMBARIS ADULTOS CAPTURADOS



FONTE: O Autor (2018)

Os animais foram alimentados ração comercial P42, duas vezes ao dia até a saciedade.

### 5.2 UNIDADES EXPERIMENTAIS

A unidade experimental utilizada para o teste consistia de frascos plásticos transparentes de 2 litros de boca larga (Composição: Polipropileno (PP) e aditivos Atóxicos), preenchido com 1,5 l de água, sem aeração. Experimentos piloto demonstraram que o *A. ribeirae* tolera muito este ambiente, volume de água e a concentração de oxigênio nele contido por 24 horas. Para melhor observação do comportamento individual, cada frasco abrigou apenas um peixe. O experimento foi realizado sobre uma mesa em uma sala ampla e ventilado (FIGURA 6).

A temperatura ambiente variou entre 22-23 °C durante todo o experimento.

FIGURA 6 - ARRANJO EXPERIMENTAL CONTENDO 70 UNIDADES PARA TESTES DE TOLERÂNCIA DE SALINIDADE.



FONTE: O Autor (2018)

Foram testadas salinidades crescentes, entre zero a 30 UPS, com incrementos de 5 UPS em cada frasco. Cada tratamento foi realizado com 10 réplicas. As concentrações de sal das unidades experimentais foram obtidas através da mistura de água do abastecimento público de água potável com água marinha oceânica coletada a partir do sistema de bombeamento do CAMAR. Tanto a água doce quanto a água salgada apresentam características físico-químicas distintas entre si. A água salgada, no momento da mistura, apresentou cerca de 0,4 mg/L de amônia total, 7 mg/L de oxigênio dissolvido e um pH de 8,0, enquanto a água doce apresentou 0,4 mg/L de amônia total, 7 mg/L de oxigênio dissolvido e um pH de 8,0. Quando misturadas, estas características se refletiram proporcionalmente na qualidade da água de cada teste. Estas características proporcionais foram obtidas de forma premeditada, já que isso seria de se esperar em um ambiente natural.

### 5.3 TESTES DE SALINIDADE

Para cada experimento, uma amostra de animais foi retirada ao acaso, dos tanques estoque e deixada em descanso por 24 horas em uma caixa d'água com mesma salinidade, pH e temperatura (FIGURA 7). Doze horas antes dos testes, a água para as unidades experimentais foi ajustada para as salinidades a serem testadas e mantidas sob aeração forte.

FIGURA 7 - AMOSTRA DE LAMBARIS COLETADA ALEATORIAMENTE E TRANSFERIDA PARA CAIXAS DE 70 LITROS



FONTE: O Autor (2018)

A partir desta amostragem aleatória inicial, os peixes foram coletados da caixa de descanso, medidos, pesados e transferidos individualmente para as unidades experimentais, dando início ao experimento. Os peixes foram mergulhados diretamente na água e observados constantemente até que apresentassem os primeiros sinais de natação errática. Para reduzir a subjetividade, o momento exato da morte do peixe não foi utilizado como critério. Foi levado em consideração que um peixe deveria necessariamente se mover vigorosamente ou não teria uso como isca viva.

Para este experimento, como critério, foi considerado morto o animal que permanecesse em decúbito lateral no fundo do frasco por mais que 10 segundos, sem apresentar resposta a estímulos externos, mesmo que ainda movimentassem seus opérculos ou se agitem levemente.

O teste teve a duração de 72 horas, e foi monitorado constantemente nas primeiras seis horas. Nas 12 horas seguintes, a cada hora e depois, a cada seis horas até o fim do experimento.

Todos os experimentos foram coletados uma amostra, em tubos contendo 10 ml de água no início e final dos testes, esses tubos foram acondicionados em freezer para posterior verificação de alteração de índices de amônia d'água (FIGURA 8).

FIGURA 8 - COLETA DAS AMOSTRAS EM TUBOS CONTENDO 10 ML DE ÁGUA



FONTE: O Autor (2018)

Para esta verificação foi utilizado um espectrofotômetro (GEHAKA® Modelo VIS-200G), (FIGURA 9), foi construída uma reta padrão como referência para obtenção dos valores de amônia em cada amostra. Nas amostras foram adicionados os reagentes: R1 (solução de fenol), R2 (solução nitroprussiato), R3 (solução oxidante), guardadas em local escuro por 30 minutos, e feita a leitura da absorbância pelo espectrofotômetro, ajustado para 660 nm de comprimento de onda.

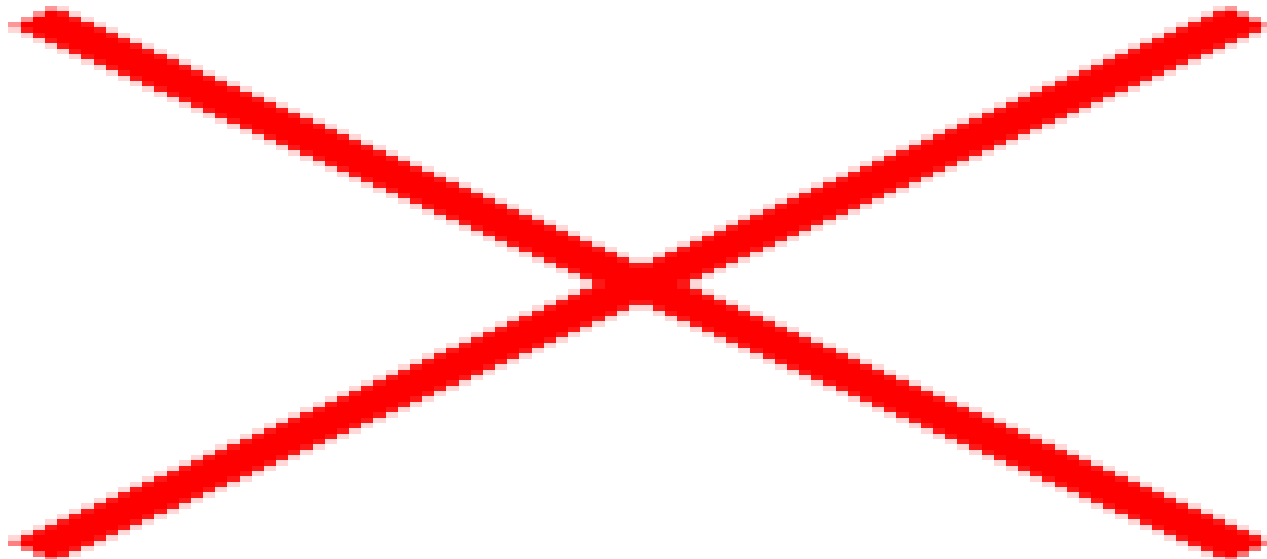
FIGURA 9 - LEITURA DA ABSORBÂNCIA NO ESPECTROFOTÔMETRO MODELO VIS-200G GEHAKA



FONTE: O Autor (2018)

Os dados de absorbância foram convertidos em mg/L de Nitrogênio (N-AT) para estabelecimento da concentração de amônia total através da reta-padrão (FIGURA 10).

FIGURA 10 - RETA PADRÃO UTILIZADA PARA A ANÁLISE DAS AMOSTRAS DO EXPERIMENTO



FONTE: O Autor (2018)

Ao fim de 72 horas, todos os animais sobreviventes foram coletados das unidades experimentais, insensibilizados por frio e sacrificados por secção medular.

O pedúnculo caudal dos animais sacrificados foi seccionado com um bisturi. O sangue a partir da artéria caudal foi coletado em túbulos de micro-hematócrito heparinizados para centrifugação por 15 minutos a 3.500 RPM. O volume total de sangue coletado e separado em elemento figurado e plasma, para estabelecimento do hematócrito em termos percentuais.

Após a leitura do hematócrito, os túbulos foram quebrados para coleta do plasma e determinação da proteína plasmática total (FIGURA 11).

FIGURA 11 - COLETA DO SANGUE DOS ANIMAIS PARA ANÁLISE DO PERCENTUAL DE HEMATÓCRITO E DA PROTEÍNA PLASMÁTICA TOTAL



FONTE: O Autor (2018)

A água era trocada em 100 % diariamente e as variáveis de pH, temperatura, oxigênio foram computadas no início e final do experimento (FIGURA 12).

FIGURA 12 - DURANTE TODO O EXPERIMENTO, VARIÁVEIS AMBIENTAIS COMO OXIGÊNIO DISSOLVIDO E PH FORAM MONITORADAS



FONTE: LINO (2015)

#### 5.4 ANÁLISE ESTATÍSTICAS

Os dados ao tempo de sobrevivência, hematócrito, concentrações de proteínas plasmáticas, e variações nos itens do hemograma, foram tabulados e testados para normalidade de sua distribuição através dos testes de Kolmogorov-Smirnoff e Shapiro-Wilk.

Para a comparação dos grupos de dados produzidos, quando apresentaram distribuição normal, foi utilizada a análise de variância de fator único (ONE-WAY ANOVA) com um nível de significância de 0,05. Dados apresentem não paramétricos foram comparados entre si através do teste de Kruskal-Wallis, com o mesmo nível de significância.

Foi analisada a correlação entre os dados hematológicos utilizando o teste de Pearson ou Spearman, dependendo da característica de suas distribuições. Todos os testes estatísticos foram realizados utilizando o software Statsoft Statistica10 ®. Para a comparação dos grupos de dados produzidos, quando apresentaram distribuição normal, foi utilizada a análise de variância de fator único (ONE-WAY ANOVA) com um nível de significância de 0,05. Dados apresentem não paramétricos foram comparados entre si através do teste de Kruskal-Wallis, com o mesmo nível de significância.

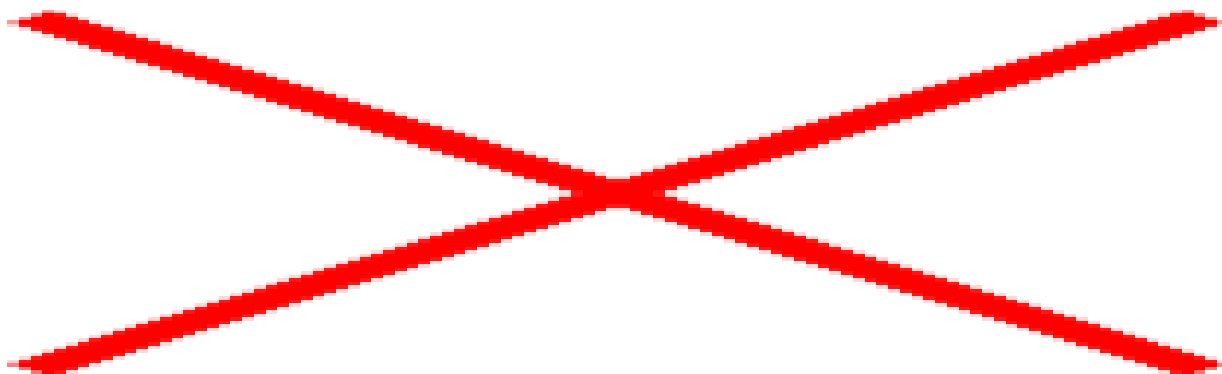
Foi analisada a correlação entre os dados hematológicos utilizando o teste de Pearson ou Spearman, dependendo da característica de suas distribuições. Todos os testes estatísticos foram realizados utilizando o software Statsoft Statistica10 ®.

## **6 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **6.1 TEMPO DE SOBREVIVÊNCIA**

O experimento foi realizado em 72 horas e testou sete diferentes concentrações de salinidade ao mesmo tempo. Porém, mesmo antes da análise estatística, foram observados dois resultantes distintos durante o experimento, enquanto que nas salinidades de 0, 5 e 10, não foram registradas mortalidade durante todo o experimento, animais expostos às salinidades de 20, 25 e 30 sobreviveram por um período menor que um dia (FIGURA 13). A salinidade de 15 foi removida porque a sobrevivência média foi maior que 9 horas, e abaixo desta porque não foram registradas mortalidades.

FIGURA 13 - NÚMERO DE PEIXES SOBREVIVENTES NOS TESTES DE TOLERÂNCIA EXPOSTOS A DIFERENTES SALINIDADES.

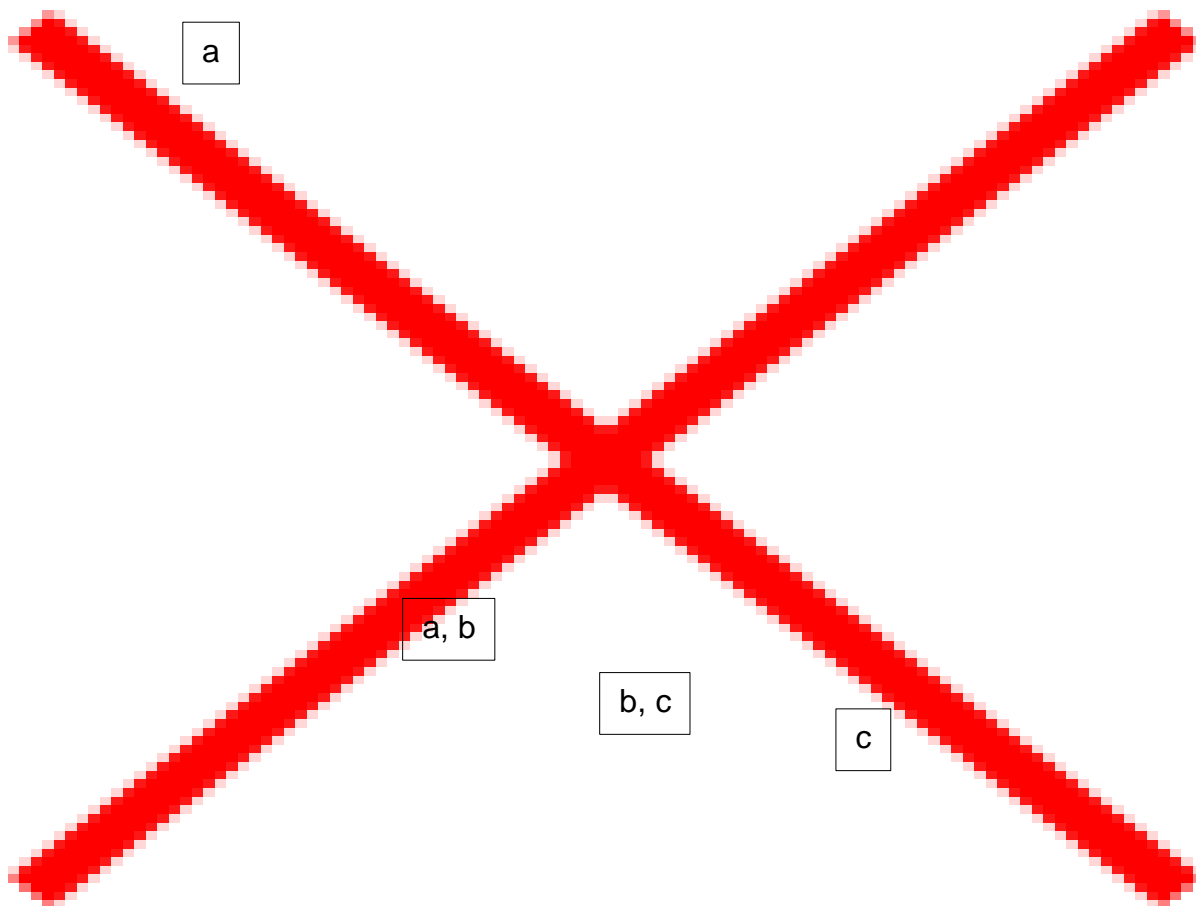


FONTE: O Autor (2018)

Em média, os lambaris sobreviveram por 09h38min, 02h41min, 01h08min. e 00h44min, em salinidades de 15, 20, 25 e 30, respectivamente. Na salinidade de 30, as mortalidades tiveram início após apenas 35 minutos do início do teste. O último peixe na salinidade de 20 morreu 03h16min horas após o início do teste, cerca de uma hora antes que o primeiro peixe na salinidade de 15 começasse a apresentar natação errática. O tempo em que os animais permaneceram vivos no interior de cada unidade experimental teve grande efeito sobre alguns dos resultados que serão discutidos.

Ocorreu uma grande variação nos dados de tolerância observados entre as repetições do tratamento da salinidade de quinze. Isso impediu a percepção de diferenças médias obtidas entre 15 e 20. Já os dados médios da salinidade de 15 foram significativamente maiores que a salinidade de 25 e 30 (FIGURA 14).

FIGURA 14 - TOLERÂNCIA DO LAMBARI, *Astyanax ribeirae* A SALINIDADES ENTRE 15 E 30. ANOVA ( $P < 0,05$ ). TESTE A POSTERIOR DE DUNN. LETRAS DIFERENTES DENOTAM DIFERENÇAS SIGNIFICATIVAS. NÃO FORAM REGISTRADAS MORTALIDADES ENTRE AS SALINIDADES DE ZERO E 10



FONTE: O Autor (2018)

Esta análise do tempo de tolerância demonstrou que os períodos de tempo em que os peixes sobreviveram foram inversamente proporcionais ao incremento da concentração de sal na água. Qualquer espécie de peixe deve ser capaz de regular a concentração iônica do seu sangue e tecidos internos com a água circundante e isso está ligado a ajustes na permeabilidade das membranas plasmáticas das brânquias, dos rins e intestinos (Baldisserotto, 2009).

Peixes da infraclasse teleostei, tanto de água doce quanto marinhos, por razões evolutivas em geral regulam seus íons de plasma de modo que a pressão osmótica interna de seus fluidos corporais seja equivalente a aproximadamente 10 g/l de salinidade, com a faixa de variação de cerca de 2 g/l (Brett, 1979; Boeuf & Payan, 2001; Tsuzuki et al., 2007; Nordlie, 2009; Lisboa et al., 2015).

Peixes que vivem na água doce reduzem as perdas de íons ao mesmo tempo em que eliminam água que tende a penetrar em seu corpo enquanto peixes que vivem em regiões de alta salinidade ingerem água ao mesmo tempo em que conservam seu balanço iônico (Riley et al., 2003). Apesar disso, a capacidade de osmorregular fora do ponto iso-osmótico varia com a espécie, estágio de desenvolvimento ou tempo exposição. Esta característica determina sua habilidade de invadir e habitar novos espaços (Fashina bombata & busari, 2003). Espécies que toleram ampla faixa de salinidade são conhecidas como eurialinas e espécies pequena capacidade de osmorregulação são chamadas de estenoalinas. Peixes estenoalinos de água doce, como *C. batrachus* (Sarma et al. 2013), *H. nobilis* (Garcia et al. 1999), *Heterobranchus longifilis* (Fashina-Bombata e Busari 2003) e *A. testudineus* (Dubey et al. 2015b) apresentam redução nas taxas de sobrevivência com o aumento da salinidade. A baixa sobrevivência de peixes estenoalinos de água doce em salinidade elevada pode ser devido a exigências crescentes de manutenção osmótica em salinidades mais altas (Kilambi, 1980). Se a salinidade ambiental muda repentinamente e excede os indivíduos limite tolerável, a morte advém devido a um desequilíbrio de osmorregulação (Pfeiler, 1981).

## 6.2 DEMANDA POR OXIGÊNIO

Doze horas antes do início do experimento, as caixas contendo a água que seria usada em cada tratamento, ficaram sob forte aeração e atingiram concentrações de oxigênio dissolvido próximos à saturação teórica previsível para cada salinidade (TABELA 1).

TABELA 1 - CONCENTRAÇÕES DE OXIGÊNIO DISSOLVIDOS MEDIDOS NAS UNIDADES EXPERIMENTAIS ANTES DO INÍCIO DOS TESTES

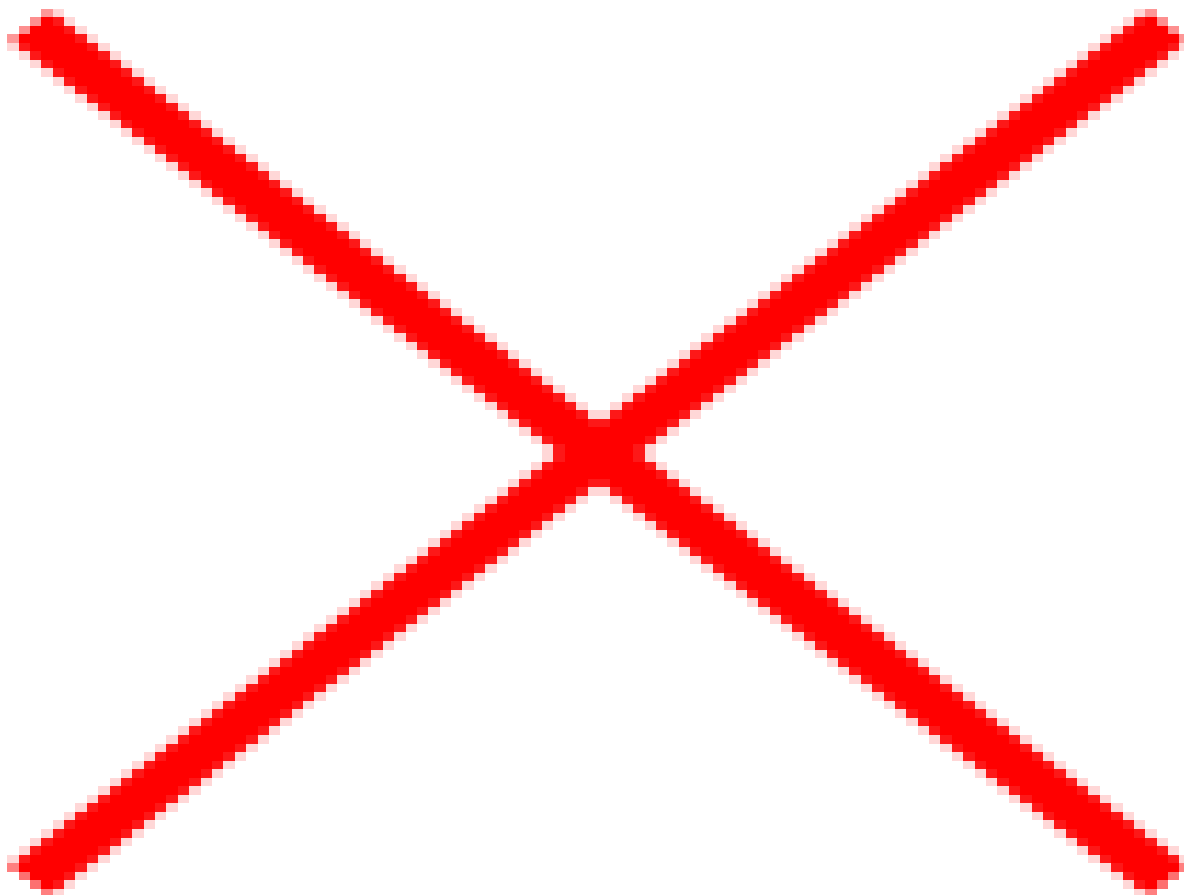
	Salinidade testada (g/l)						
	0	5	10	15	20	25	30
Concentração de oxigênio dissolvido inicial	8,15	8,05	7,9	7,73	7,61	7,41	7,25

FONTE: O Autor (2018)

Após a morte e retirada da unidade experimental, a concentração de oxigênio dissolvido era medida e comparada com a concentração inicial, para estimar o consumo bruto. Os resultados não refletem o consumo real, já que para isso, o

ingresso de oxigênio pela pressão atmosférica deveria ter sido controlado. Apesar disso, este erro experimental foi distribuído entre as unidades, permitindo a análise comparativa (FIGURA 15).

FIGURA 15 - TESTE CRÔNICO DE TOLERÂNCIA A DIFERENTES SALINIDADES CONCENTRAÇÃO MÉDIA DE OXIGÊNIO DISSOLVIDO NA ÁGUA PARA CADA UMA DAS SALINIDADES TESTADAS. LETRAS IGUAIS DENOTAM DIFERENÇAS NÃO SIGNIFICATIVAS. ANOVA ( $P < 0,05$ ). TESTE A POSTERIORI DE TUKEY-KRAMER



FONTE: O Autor (2018)

Os resultados demonstraram que nas salinidades entre zero e dez, em 24 horas, os peixes consumiram praticamente todo oxigênio dissolvido inicial. Na salinidade de 15, observa-se um consumo intermediário enquanto nas salinidades de 20 a 30, o consumo foi de apenas 0,8 mg/L, em média.

Seria plausível esperar que a exposição de um peixe dulcícola a concentrações de sal maiores do que aquelas para as quais está adaptado determinasse uma maior demanda por oxigênio, refletindo o esforço do transporte trans-epitelial de água e íons, em direção contrária ao gradiente.

De fato, Ern et al. (2014) afirmam que o maior consumo de oxigênio observado em situações desfavoráveis de osmolaridade é reflexo do custo energético da resposta ao estresse metabólico de compensação. A salinidade afeta a osmolalidade e, quando a salinidade diverge do ponto iso-osmótico, a vida aquática mantém a osmolaridade pelo consumo de energia (Todd e Dehnel, 1960).

No entanto, os resultados observados, se analisados diretamente, demonstram o contrário, em que a maior demanda por oxigênio foi observada nos tratamentos de menor salinidade, o que corroboraria o que observou Toepfer & Barton (1992).

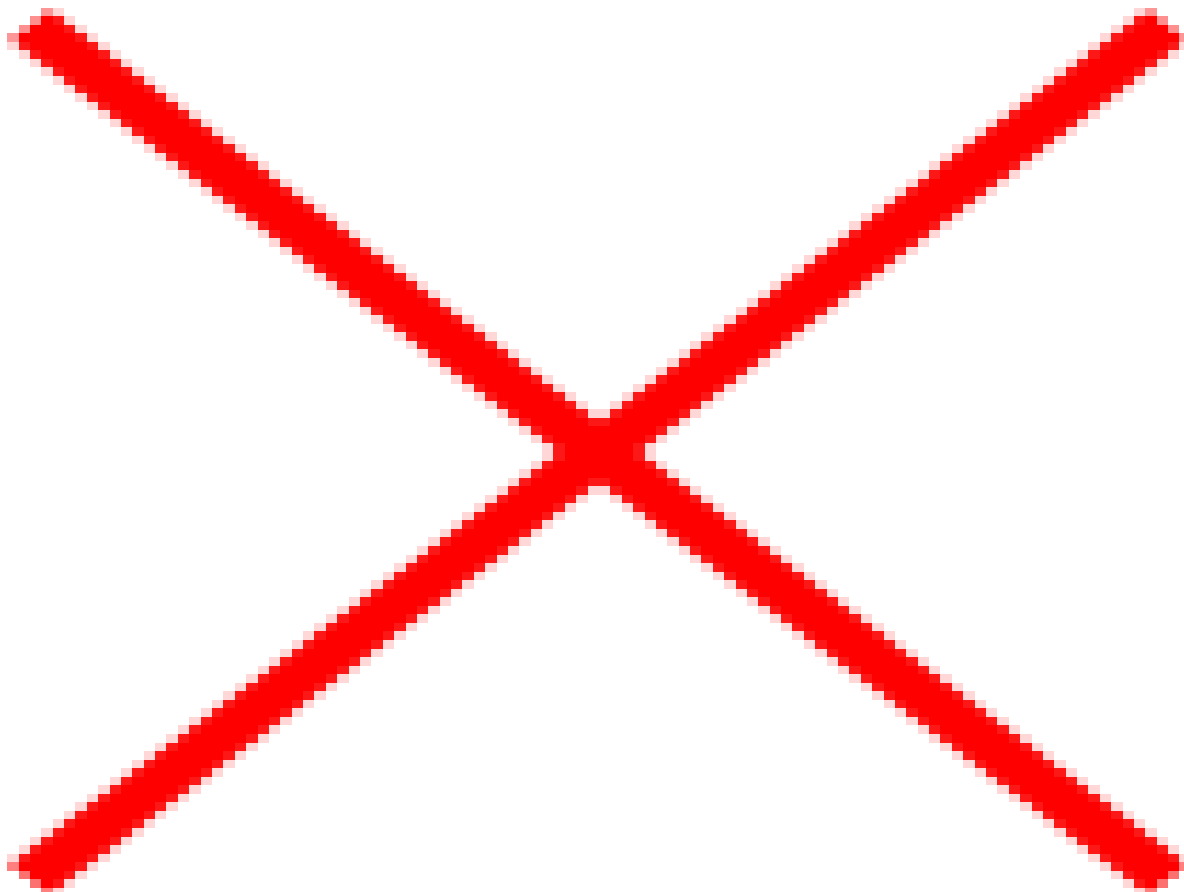
Segundo Todd e Dehnel (1960) a salinidade afeta a osmolaridade e quando diverge do ponto iso-osmótico o peixe mantém a osmolaridade através de um aumento no consumo de energia. Segundo Woo e Kelly (1995), em condições de água doce os peixes direcionam certa quantidade de energia para compensar o sal perdido por difusão passiva, enquanto a água salobra leve reduz o gasto energético e, conseqüentemente, promove o crescimento.

É geralmente aceito que o cultivo de peixes perto de seu ponto isosmótico tem um efeito de economia de energia (Gaumet et al. 1995; Boeuf e Payan 2001). Desta forma seria de se esperar uma redução no consumo de oxigênio em torno da salinidade de 10. Porém, estes resultados, não podem ser analisados diretamente porque foram demasiadamente influenciados pelo tempo em que os peixes ficaram na água antes de morrerem ou serem retirados ao fim do experimento.

### 6.3 REDUÇÃO NO PH DA ÁGUA

O potencial hidrogeniônico da água reservada para cada tratamento refletiu o teórico esperado para um gradiente de salinidade ajustado através da mistura de água doce e marinha. Imediatamente após a retirada do peixe da unidade experimental, o pH da água foi analisado novamente. A análise dos dados demonstrou que esta redução foi significativamente maior nos tratamentos de salinidade mais baixa (FIGURA 16).

FIGURA 16 - OS TRATAMENTOS DE MENOR SALINIDADE APRESENTARAM PH INICIAL MAIS ÁCIDO QUE OS TRATAMENTOS DE SALINIDADE MAIS ALTA. A REDUÇÃO DO PH APÓS O TRATAMENTO TAMBÉM FOI PROPORCIONALMENTE MAIOR NESTES TRATAMENTOS



FONTE: O Autor (2018)

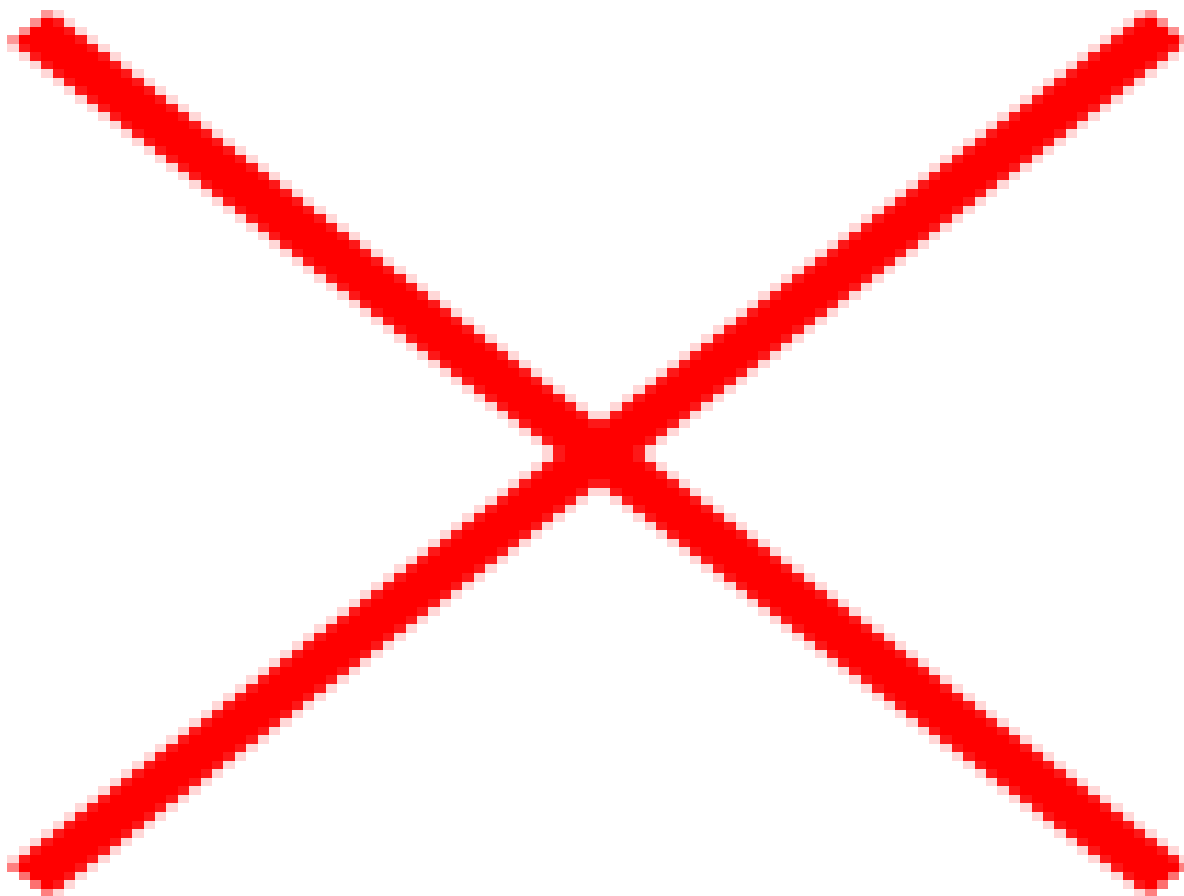
Os dados provavelmente refletem o processo de acidificação em decorrência do consumo do oxigênio e produção de CO<sub>2</sub>, e também da oxidação da amônia liberada na água. Aqui, mais uma vez, a variação é maior nos tratamentos de salinidade mais baixa em decorrência do período maior em que os peixes permaneceram vivos, bem como da maior capacidade tampão da água marinha.

#### 6.4 INCREMENTO DE AMÔNIA TOTAL

Os dados apontam para uma tendência na produção de amônia em salinidades crescentes atingindo seu ápice na concentração de 15 e reduzindo em direção às salinidades mais altas. Neste caso, apesar de que os dados obtidos nos tratamentos acima de quinze mostrarem uma tendência de queda, é importante contextualizar os resultados (FIGURA 17).

FIGURA 17 - CONCENTRAÇÃO MÉDIA DE AMÔNIA TOTAL MEDIDA NAS UNIDADES EXPERIMENTAIS. ANOVA ( $P < 0,05$ ). TESTE A POSTERIORI DE TUKEY-KRAMER. LETRAS IGUAIS

DENOTAM DIFERENÇAS NÃO SIGNIFICATIVAS. A PRODUÇÃO DE AMÔNIA FOI RELATIVAMENTE MAIOR NOS TRATAMENTOS DE MAIOR SALINIDADE



FONTE: O Autor (2018)

Diferentemente do que foi observado para as curvas de oxigênio consumido e pH, considerando o tempo em que os animais permaneceram vivos e produzindo amônia em suas unidades experimentais, a concentração de amônia foi proporcionalmente maior, quanto maior a salinidade.

Mesmo que o tempo em que os peixes permaneceram vivos nas unidades experimentais de salinidade mais alta tenha sido mais curto, foram produzidas quantidades de amônia estatisticamente semelhantes às unidades de baixa salinidade, onde os peixes permaneceram por 24, antes da troca d'água.

Desta forma, possível inferir que, se fosse possível para os peixes sobreviver nas unidades de maior salinidade pelo mesmo período que nas de menor salinidade, provavelmente a curva na produção de amônia seria proporcional à concentração de sal na água.

A rota principal para a produção de amônia em peixes é pela transaminação de diferentes aminoácidos (Forster e Goldstein, 1969). A amônia também é produzida

pela desaminação de adenilatos no músculo (Mommensen e Hochachka, 1988). Os aminoácidos gerados pela proteólise muscular de peixes em jejum são desaminados gerando a chamada amoniogênese muscular (Wood, 1993).

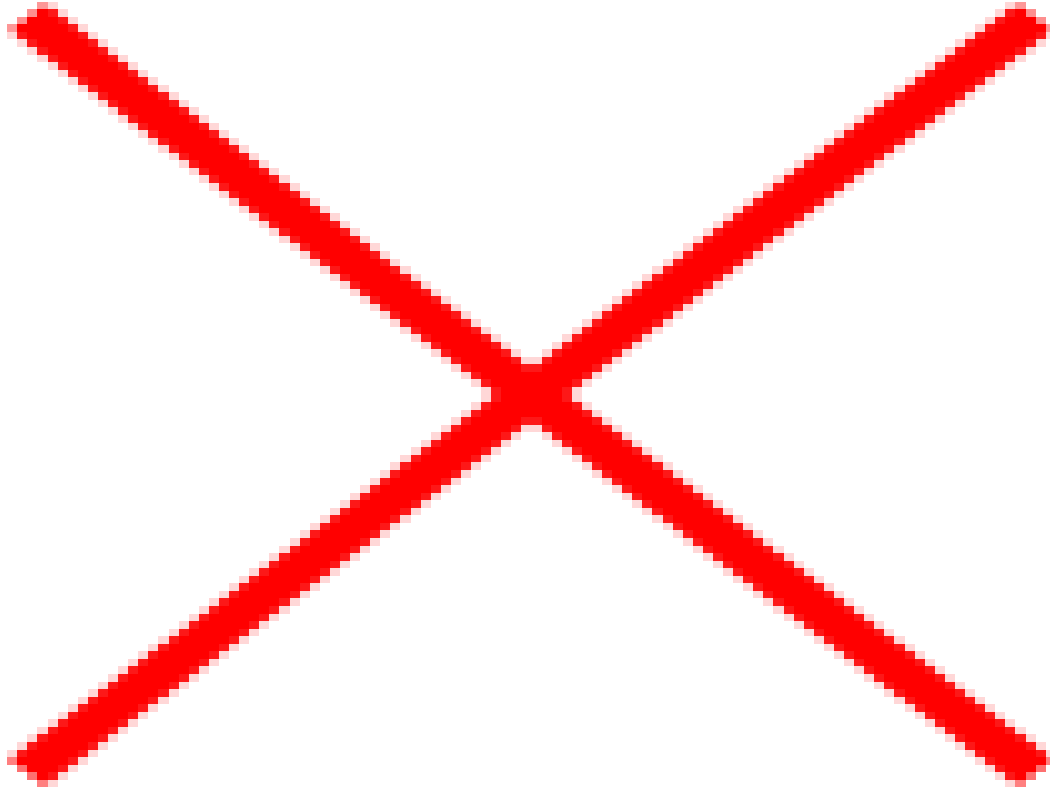
Altinok & Grizzle (2004) trabalhando com peixes filogeneticamente diversos em baixas salinidades perceberam que excreção de amônia-N tendeu a aumentar com o aumento da salinidade, tanto para o channel catfish quanto para o goldfish.

Lino (2015), em seu teste crônico (96h) também observou concentrações mais altas no tratamento de salinidade 15 que nos demais tratamentos.

## 6.5 EFEITOS HEMATOLÓGICOS

Os resultados dos dados do hematócrito demonstraram diferenças significativas entre os tratamentos. Não foram observadas diferenças significativas entre as salinidades de zero e vinte. Apesar disso, as taxas médias de hematócrito nos tratamentos das salinidades de 25 e 30 foram significativamente menores que as demais (FIGURA 18).

POSTERIORI DE TUKEY-KRAMERT. LETRAS DIFERENTES DENOTAM DIFERENÇAS SIGNIFICATIVAS



FONTE: O Autor (2018)

Estes resultados corroboram Lino (2015), que, trabalhando com *A. altiparanae*, observou que os dados para hematócrito foram inversamente proporcionais ao aumento da salinidade, e diretamente proporcionais aos dados de sobrevivência.

A princípio poderia se considerar que os resultados obtidos seriam contraintuitivos, se considerarmos que em maiores salinidades, existe a tendência de o peixe perder água, o que deveria ser refletido no sangue do animal, na forma de hemoconcentração.

De fato, Soltanian et al. (2016) trabalhando com o gobiídeo eurialino *Periophthalmus waltoni*, observou um aumento nas taxas de hematócrito e redução na proteína em resposta a um aumento de salinidade. O autor credita o aumento do hematócrito em função da perda de água por causa da diferença entre as concentrações de íons do ambiente interno e externo.

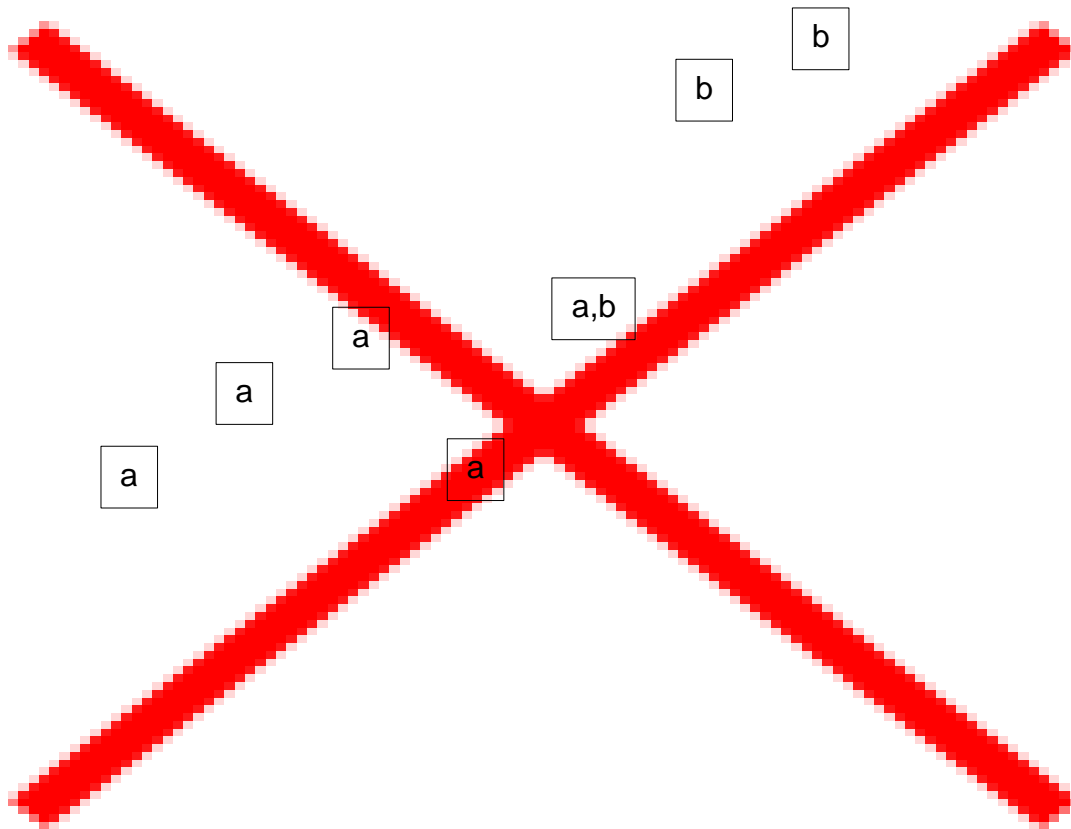
Leamaster et al. (1990) trabalhando com *Sarotherodon melanotheron* e algumas linhagens híbridas de tilápia também observou um aumento significativo nos dados de hematócrito entre outras variáveis hematológicas em peixes dulcícolas

aclimatados para águas salobras e salinas. Alkatrani et al. (2014) observou resultados semelhantes para *Tilapia zillii*.

No entanto, outros autores reportam resultados diametralmente antagônicos, observando redução das taxas de hematócrito quando peixes são colocados em águas com maiores concentrações de sal. Jensen et al. (2002), trabalhando com *Platichthys flesus* observou uma redução no hematócrito e no volume globular médio VGM e creditou este fenômeno ao encolhimento dos eritrócitos em resposta ao aumento da osmolaridade do plasma.

Na maioria das amostras, após o estabelecimento do hematócrito, foi possível extrair a fração plasmática do sangue e analisar através de um refratômetro clínico (INSTRUTHERM – MODELO RTP 12) para estimativa da concentração de proteína plasmática total. Os resultados foram analisados em relação ao tratamento ao qual o peixe foi exposto durante o teste.

O resultado demonstrou que a concentração plasmática variou significativamente entre os tratamentos. Os dados de concentração plasmática foram estatisticamente semelhantes para as salinidades de zero e 20. Foi observado um aumento progressivo a partir da salinidade de 25, em reflexo invertido dos resultados da taxa de hematócrito (FIGURA 19).



FONTE: O Autor (2018)

O aumento da osmolalidade plasmática em resposta a exposição à salinidade acima ou abaixo do seu ponto isosmótico é uma resposta comum nas espécies estenoalinas (De Boeck et al. 2000; Eckert et al. 2001; Luz et al. 2008).

Salaro et al (2015), trabalhando com o lambari-do-rabo-amarelo, *A. altiparanae*, observaram que concentrações entre 9, 12 e 15 g L<sup>-1</sup> de sal produziram um aumento no desequilíbrio osmótico, determinando taxas crescentes de mortalidade. Elarabany et al, 2017, trabalhando com *Oreochromus niloticus* observaram uma diminuição no hematócrito, no conteúdo de hemoglobina, e de hemácias nos grupos tratados com 8g e 12g/L de salinidade em contraste aos tratamentos com zero de salinidade.

Os peixes expostos a salinidade aumentada provavelmente enfrentarão um conflito entre os mecanismos de absorção de sal e a absorção de nutrientes no intestino (Dubey et al.(2016). Lutz (1972) afirmou que aumento da osmolalidade no músculo e no plasma é responsável pela mortalidade em alta salinidade devido a um súbito influxo de água salina alterando a função enzimática normal.

Em estudos com o esturjão-do-lago, *Acipenser fulvescens* e do esturjão siberiano, *Acipenser baeri*, foi demonstrado um aumento da osmolalidade plasmática com exposição a altas salinidades (Rodriguez et al., 2002, LeBreton & Beamish 1998).

Da mesma forma, Ziegeweid & Black (2010), trabalhando com juvenis de esturjão sugerem que a espécie eleva a osmolaridade do plasma para manter o fluxo de íons e sobreviver a ambientes hiperosmóticos, mas só é capaz de manter no máximo até 50% acima de seu ponto isosmótico.

De acordo com Peyghan et al. (2014), a pressão osmótica coloidal do sangue ocorre principalmente em função da concentração de albumina. Esta proteína regula o transporte de alguns componentes exógenos, como drogas e substâncias químicas endógenas. As reorganizações estruturais das proteínas em condição de aumento da salinidade podem ser responsáveis pelo aumento do nível protéico.

Venkatachari (1974), em um estudo com *Oreochromis mossambicus*, uma espécie eurialina, demonstrou que a concentração de aminoácidos livres aumentou com o aumento da salinidade e com isso, sua participação na regulação osmótica. Frick e Wright (2002) descrevem que aminoácidos não essenciais, como prolina e taurina respondem pela maior parte do aumento de aminoácidos livres no plasma do peixe em resposta às altas salinidades, e são encontrados em alta porcentagem no tecido do killifish de mangue, *Rivulus marmoratus*.

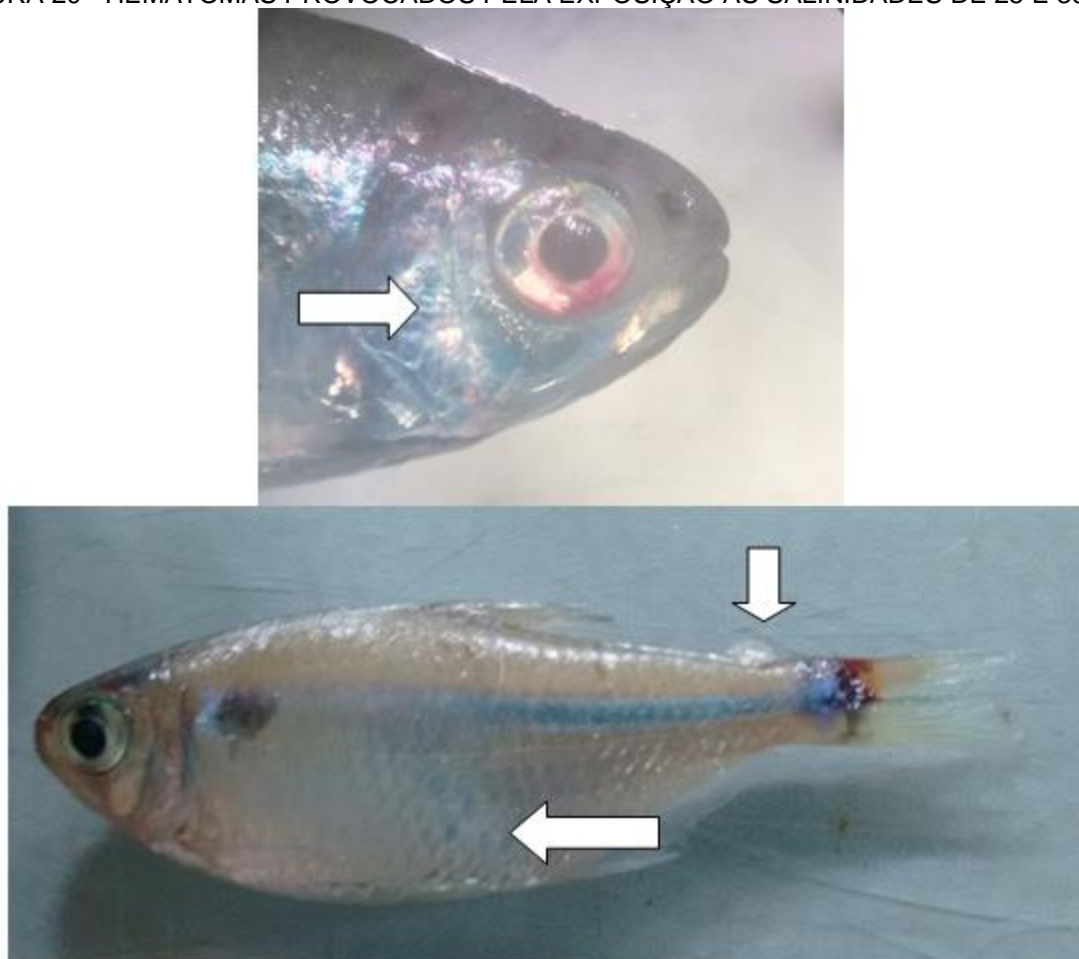
Por outro lado, Soltanian et al. (2016) trabalhando com o gobiídeo eurialino *Periophthalmus waltoni* observou o contrário, ou seja, um aumento nas taxas de hematócrito e redução na proteína em resposta a um aumento de salinidade. De acordo com Imanpoor et al (2012) esta condição é relacionada com a característica de cada espécie. Esta contradição também foi observada no caso do salmão chinook, *Oncorhynchus tshawytscha* e o esturjão *Acipenser oxyrinchus* (Altinok et al, 1998, Morgan & Iwama, 1991) apresentaram redução no hematócrito quando expostos a salinidades altas. O oposto com a truta arco-iris, *O. mykiss*. Morgan & Iwama (1991) atribuíram estes resultados à especificidades específicas.

Farghaly & Shabana (1973), trabalhando com *Tilapia zillii*, também observaram um aumento na concentração de proteína total quando expostos às salinidades altas. Na discussão do seu trabalho, os autores defendem que animais estenoalinos tendem a apresentar aumento nas quantidades de albuminas, enquanto animais eurialinos tendem a hipoproteinemia.

A salinidade teve um efeito de aumentar o hematócrito em espécies estenoalinas, como a tilápia, *Sarotherodon melanotheron* (Lea Master et al. 1990) e a carpa capim (Yildiz & Uzbilek 2001), mas não em espécies eurialinas, como o Bacalhau-do-atlântico, *Gadus morhua* (Mugil & Sayer 2004).

No entanto, durante o experimento, um resultado comumente observado no tratamento de salinidade 30 foi o aparecimento de petéquias hemorrágicas nas mucosas dos peixes exposto e o surgimento de hematomas em regiões pouco pigmentadas como nos coxins gordurosos do globo ocular (FIGURA 20).

FIGURA 20 - HEMATOMAS PROVOCADOS PELA EXPOSIÇÃO ÀS SALINIDADES DE 25 E 30



FONTE: O Autor (2018)

Durante a análise do hematócrito, taxas variáveis de hemólise, representadas pelo tingimento avermelhado do plasma, foram observadas em diversas amostras. O efeito da hemólise só ocorreu nos tratamentos de salinidade 25 e 30. Neste caso, é plausível supor que o aumento na concentração plasmática possa estar ocorrendo muito mais em função do derramamento do estroma celular devido ao rompimento dos eritrócitos.

Segundo Girling et al. (2003), a disfunção osmorregulatória induzida pela salinidade pode levar a fragilidade dos eritrócitos.

Ziegeweid & Black (2010), em seu trabalho com esturjão, também percebeu que, em situações de estresse metabólico extremo, no caso de seu trabalho, devido

à temperatura de 31°C, ocorreu hemólise das células com conseqüente tingimento do plasma e redução do hematócrito.

Os resultados sugerem que o *A. ribeirae* é capaz de osmorregular por longos períodos, mantendo a taxa de hematócrito e a concentração plasmática relativamente constante, desde que o ambiente se mantenha abaixo da salinidade de 10. Acima disso, sua capacidade de osmorregulação diminui até a ocorrência de descompensação fisiológica extrema, culminando inclusive com a hemólise.

## **7 CONCLUSÕES**

A espécie tolera muito bem salinidades de até 10 UPS por mais de 72 horas, com alterações hematológicas insignificantes.

A espécie tolera salinidades de 30 UPS por períodos superiores há 30 minutos, tempo suficientes para seu uso como isca viva.

A permanência da espécie em regiões com salinidades em torno de 15 se restringe a períodos inferiores há 24 horas.

O atual estudo demonstrou que o *Astyanax ribeirae* pode ser usado como modelo para um projeto de cultivo de lambari para uso como isca-viva, em substituição ao *A. altiparanae*.

No entanto, para que possa definitivamente ser usado como isca-viva, o desenvolvimento de um protocolo de reprodução e cultivo deve ser o próximo passo no futuro.

## REFERÊNCIAS

ALKATRAN, L.M.; YESSER, A.K.T .& A.H.Y.; ADUB A. 2014. Estimating some physiological parameters in the blood of *Tilapia zillii* fingerlings during adaptation to different salinities. Mesopot. J. Mar. Sci., 29(2): 115 -136

- ALTINOK I.; SARA, M.; CHAPMAN A.F. 1998. Ionic and osmotic regulation capabilities of juvenile Gulf of Mexico sturgeon, *Acipenser oxyrinchus desotoi* Comparative Biochemistry and Physiology Part A 120 609-616
- ALTINOK, I.; GRIZZLE, J.M. 2001. Effects of brackish water on growth, feed conversion and energy absorption efficiency by juveniles euryhaline and freshwater stenohaline fishes. *Journal of Fish Biology*, v. 59, n. 5, p. 1142-1152, 2001.
- ALTINOK, I.; GRIZZLE, J.M. 2013. Effects of low salinities on *Flavobacterium columnare* infection of euryhaline and freshwater stenohaline fish. *Journal of Fish Diseases*, v.24, p.361-367, 2001. DOI: 10.1046/j.1365-2761.2001.00306.x).
- ALWAN, S, H. R.; PEYGHAN. G, H.; KHADJEH,; A. ENAYATI. 2014. Effect of water salinity on total protein and electrophoretic pattern of serum proteins of grass carp, *Ctenopharyngodon idella*. *A Veterinary Research Forum* 5 (3) 225 – 229.
- BALDISSEROTTO, B. 2002. Fisiologia de peixes aplicada à piscicultura. Editora da UFSM, Santa Maria. 212p.
- BARBIERI, G. 1982. Época de Reprodução e Peso/Comprimento de Duas Espécies de *Astyanax* (Pisces, *Characidae*). *Pesq. Agropec. Bras. Brasília*, v.17: 7. p. 57-65.
- BOEUF, G.; PAYAN, P. 2001. How should salinity influence fish growth? *Comparative Biochemistry and Physiology, Part C*, 130: 411-423.
- BRETT, J.; GROVES, T. 1979. Physiological Energetics. *Fish physiology*; 8:279-352.
- DE BOECK, G.; NILSSON, G.E.; VLAEMINCK, A. & BLUST R. (1996) Central monoaminergic responses to salinity and temperature rises in common carp. *Journal of Experimental Biology*. V 199. 1605:1611.
- DUBEY, S.K.; TRIVEDI, K.; CHAND, B.K.; MANDAL B. & ROUT S.K. 2016. The effect of salinity on survival and growth of the freshwater stenohaline fish spotted snakehead *Channa punctata* (Bloch, 1793). *Zoology and Ecology*, VOL. 26, NO. 4, 282–291
- DUBEY, S.K.; TRIVEDI, K.; CHAND B.K.; MANDAL B. & ROUT, S.K. 2015b. Response of *Anabas testudineus* (Bloch, 1792) to Salinity for Assessing Their Culture Potentiality in Brackish Water Inundation Prone Areas of Indian Sundarban.” *Journal of the Inland Fisheries Society of India* 47:59–69.
- ECKERT, S.E.; YADAL T.; STEPHAND, M.; STESTON, H.; HIRANO, T. & GRAU, E.G. 2001. osmotic Control of osmo Regulation in the channel catfish *Ictalurus punctatus*. *Comp. Endocrinol.*; 65: 201-234.
- FARGHALY, A.M.; SHABANA, A.A.; M.B. 1973. Effect of temperature and salinity changes on the blood characteristics of *Tilapia zilli* G. In Egyptian littoral lakes. *Comp Biochem Physiol A*; 46(1): 183-193.

- FASHINA B.; BUSARI, H.A.A.N. 2003. Influence of salinity on the developmental stages of African catfish *Heterobranchus longifilis* (Valenciennes, 1840). *Aquaculture*, v.224, p.213-222,
- FAZIO, F.S. et al. 2013. Influence of different salinity on haematological and biochemical parameters of the widely cultured mullet, *Mugil cephalus*. *Marine and Freshwater Behaviour and Physiology*. 46:211-218.
- FORSTER R. P. & GOLDSTEIN, L. 1969. Formation of excretory products. In *Fish Physiology*, Vol. 1. Excretion, Ion Regulation and Metabolism (Edited by HOAR W. S. & RANDALL D. J.), Academic Press, New York, pp. 313-350..
- GABRIEL UU.; AKINROTIMI, O.A.; ESEIMOKUMO, F. 2011. Haematological responses of wild Nile tilapia *Oreochromis niloticus* after acclimation to captivity Jordans. *J Biol Sci* 4: 225-230.
- GARCIA L.M.B.; GARCIA A.F.S.; PINEDA E.A.; GAMMAD J.; CANTA, S.P.D.; SIMON, G.V.; HILOMEN-GARCIA, ; GONZAL, A.C. & SANTIAGO, C.B. 1999. "Survival and Growth of Bighead Carp Fry Exposed to Low salinities." *Aquaculture International* 7:241–250. doi:10.1023/A:1009277012959
- GARUTTI, V. 2003. *Piscicultura ecológica*. São Paulo: Editora UNESP. 332p.
- GAUMET, F.; BŒUF, G.; SEVERE, A.; LE ROUX.; MAYER-GOSTAN. 1995. Effects of salinity on the ionic balance and growth of juvenile turbot. *J. Fish Biol.* 47, 865–876.
- GIRLING, P.; PUPPER, J. & NOWAL, B. 2003. Effect of acute salinity and water quality change on juvenile green back flounder, *Rhombosolea taprina*. *Acta Ichthyologia Pistorica*, 22, 1–16
- IMANPOOR, M.R.; NAJAFI E.; KABIR, M. 2012. Effects of different salinity and temperatures on the growth, survival, hematocrit and blood biochemistry of Goldfish (*Carassius auratus*). *Aquac Res* 2012; 43(3): 332-338.
- JENSEN F.B. et al. 2002. Physiological impact of salinity increase at organism and red blood cell levels in the European flounder (*Platichthys flesus*) *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 274 159 – 174
- KILAMBI R.V. 1980. Food consumption, growth and survival of grass carp, *Cetnopharyngodon idella* at four salinities. *J. Fish Biol.*, London, v. 17, n. 6, p. 613-618,
- LEA MASTER, B.R.; BROCK J.A.; FUJIOKA R.S. & NAKAMURA R.M. 1990. Hematologic and blood chemistry values for *Sarotherodon melanotheron* and a red hybrid tilapia in freshwater and seawater. *Comp. Biochem. Physiol.* 97:525-529.
- KILIAN, J.V.; RONALD J.K.; SARAH W.; MICHAEL K.; REBECCA B.; JOHN S. 2012. *Biol Invasions* (14:1469–1481) DOI 10.1007/s10530-012-0173-5. (An assessment of a bait industry and angler behavior as a vector of invasive species)

- LEBRETON, G.T.O.; BEAMISH, F.W.H.1998. The influence of salinity on ionic concentrations and osmolarity of blood serum in lake sturgeon, *Acipenser fulvescens*. *Env Biol Fish* 52:477–482
- LISBOA, V.I.F.; BARCAROLLI, L.A.; SAMPAIO & BIANCHINI, A. 2015. Effect of salinity on survival, growth and biochemical parameters in juvenile Lebranch mullet *Mugil liza* (Perciformes: Mugilidae). *Neotropical Ichthyology*, 13(2): 447-452
- LUTZ, P.L. 1972. Ionic and body compartment responses to increasing salinity in the perch *Perca fluviatilis*. *Comparative Biochemistry and Physiology A* 42, 711–717.
- LUZ, R.K.; D. PEDRO, M.; GROWTH, J. 2008. Food intake regulation and metabolic adaptations in goldfish (*Carassius auratus*) exposed to different salinities. *Aquaculture*, v. 276, n. 1-4, p. 171-178,
- MORGAN, J.D. & IWAMA, G.K.. 1991. Effects of salinity on growth, metabolism, and ion regulation in juvenile rainbow and steelhead trout (*Oncorhynchus mykiss*) and fall Chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 48: 2083-2094.
- MUGIL S.H. & SAYER M.D. 2004. The effect of reduced temperature and salinity on blood physiology of juvenile Atlantic cod. *Journal of Fish Biology* 64, 1193.1205.
- FRICK, N.T. & WRIGHT, P.A. 2002. Nitrogen metabolism and excretion in the mangrove killifish *Rivulus marmoratus*. The influence of environmental salinity and external ammonia. *The Journal of Experimental Biology* 205, 79–89
- ELARABANY.; NAGLAA, B.; MOHAMMED, E.; GAMAL, A.; RAJAB. 2017. Effects of Salinity on Some Haematological and Biochemical Parameters in Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Agriculture, Forestry and Fisheries*; 6(6): 200-205
- NORDLIE, F.G. 2009. Environmental influences on regulation of blood plasma serum components in teleost fish: a review. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 19: 481-564.
- ORSI, M.L.; CARVALHO, E.D. & FORESTI, F. 2004. Biologia populacional de *Astyanax altiparanae* Garutti & Britski, 2000 (Teleostei, Characidae) do médio rio Paranapanema, Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 21 (2): 207-218
- PFEILER, E. 1981. Salinity tolerance of leptocephalous larvae and juveniles of the bonefish (*Albulidae* : *Albula*) from the Gulf of California. *J. E\* p. Mar. Biol. Ecol.*, Vol. 52, pp. 37-45.
- RAHIM, P. ; HOSAIN G. ; ENAYATI, A. 2014. Effect of water salinity on total protein and electrophoretic pattern of serum proteins of grass carp, *Ctenopharyngodon idella*. *Veterinary Research Forum*. 5 (3) 225 – 229
- RILEY, L.G.; HIRANO, E.; GRAU G. 2003. Effects of transfer from seawater to fresh water on the growth hormone/insulin-like growth factor-I axis in the tilapia, *Oreochromis mossambicus*. *Comparative Biochemistry and Physiology*, v. 136, n. 4, p. 647-655.

- RODRIGUEZ, A.; GALLARDO, M.A.; GISBERT, E.; SANTILARI, S. ; IBARZ, A.; SANCHEZ, J.; ORVAY, C. 2002. Osmoregulation in juvenile Siberian sturgeon (*Acipenser baerii*). *Fish Phys and Biochem* 26:345–354
- SALARO, A.; VASCONCELOS D. A.; TAVARES M.M.; BRAGA, L.G.T.; PONTES M. D. & ZUANON, J. A. 2015. Transport of *Astyanax altiparanae* Garutti and Britski, 2000 in saline. *waterActa Scientiarum. Biological Sciences Maringá*, v. 37, n. 2, p. 137-142
- SOLTANIAN, S.; VAZIRZADEH, A.; FALLAHI, R. 2016. Effects of sudden salinity waltoni (*Gobiidae: Perciformes*). *Iranian Journal of Ichthyology*; 3:31-42
- SOUZA, J. & BORZONE, C. 2003. A extração de corrupto, *Callichirus major* (Say) (Crustacea, Thalassinidea), para uso como isca em praias do litoral do Paraná: as populações exploradas. *Curitiba Dec.*; 2003 *Rev. Bras. Zool.* vol.20 no.4
- STIEGLITZ, J.D.; BENETTI, D.D.; SERAFY, J.E. 2012. Optimizing transport of live juvenile cobia (*Rachycentron canadum*): effects of salinity and shipping biomass. *Aquaculture*. 364-365:293-97.
- SUSSEL, F.R. 2012. Fontes e níveis de proteína na alimentação do lambari-do-rabo-amarelo: desempenho produtivo e análise econômica. Tese Doutorado, Universidade de São Paulo, Pirassununga. 92 p.
- TODD, M.E., & DEHNEL, P.A. 1960. Effect of temperature and salinity on heat tolerance in two grapsoid crabs, *Hemigrapsus nudus* and *Hemigrapsus oregonensis*. *Biol. Bull.*, 118, 150-172.
- TOEPFER, C. & BARTON, M. 1992. Influence of salinity on the rates of oxygen-consumption in 2 species of fresh-water fishes, *Phoxinus erythrogaster* (family Cyprinidae), and *Fundulus-catenatus* (family Fundulidae). *Hydrobiologia* 242, 149–154
- TSUZUKI M.Y. et al. 2001. Physiological responses during stress and subsequent recovery at different salinities in adult pejerrey *Odontesthes bonariensis*. *Aquaculture* 200, 349- 362.
- TSUZUKI, M.Y. et al. 2007. Survival, growth and digestive enzyme activity of juveniles of the fat snook (*Centropomus parallelus*) reared at different salinities. *Aquaculture*, 271: 319-325.
- LINO, U.L., 2015. Tolerância do lambari do rabo amarelo, *Astyanax altiparanae* a crescentes concentrações de salinidade. Monografia. Universidade Federal do Paraná. Pontal do Paraná. 45p.
- USHA, R. 2011. Effect of salinity changes on haematological parameters of the tiger shark *Pangasius hypophthalmus*. *Journal of Ecobiology*; 29:283.
- VENKATACHARI, S.A.T. 1974. Effect of salinity adaptation on nitrogen metabolism in the freshwater fish *Tilapia mossambica*. I. Tissue protein and amino acid levels. *Mar. Biol.* 24, 57–63.

VILELLA, C. & HAYASHI C. 2001. Desenvolvimento de juvenis de lambari *Astyanax altiparanae* (Linnaeus, 1758), sob diferentes densidades de estocagem em tanques-rede. Acta Scientiarum. Maringá, v. 23, n. 2, p. 491-496.

WOO, N.Y.S. & KELLY, S. P. 1995. Effects of salinity and nutritional status on growth and metabolism of *Sparus sarba* in a closed seawater system. Aquaculture, 135: 229-238.

WOOD, C.M. 1993. Ammonia and urea metabolism and excretion. In: Evans, D. (Ed.). The Physiology of Fishes. Boca Raton: CRC Press,. p. 379-425.

YILDIZ, H.Y.; UZBILEK, M.K. 2001. The evaluation of secondary stress response of grass carp (*Ctenopharyngodon idella*; Val. 1844) after exposing to the saline water. Fish Physiology and Biochemistry, v. 25, n. 4, p. 287-290.

ZIEGEWEID, J. & MARSHA BLACK R.C. 2010 Hematocrit and plasma osmolality values of young-of-year shortnose sturgeon following acute exposures to combinations of salinity and temperature Fish Physiol Biochem 36:963–968.

## ANEXO 1 –

Jacomo Antonio Marson <jacomarson@gmail.com>

### peixes litoral

Vinícius Abilhoa <vabilhoa@uol.com.br> 19 de maio de 2017 15:48

Para: jacomarson@gmail.com

Trata-se de *Astyanax ribeirae* (Characidae), mas alguns pesquisadores ainda utilizam o nome

*Hyphessobrycon*  
*luetkeni*.

Descrita originalmente para a bacia do rio Ribeira, entretanto existem registros no rio Iguaçu e no litoral do PR e SC.

É nativa.

Vinícius Abilhoa

[Museu de História Natural Capão da Imbuia](#) | Prefeitura de Curitiba

Rua Prof. Benedito Conceição, 407 | 82810-080 | Curitiba | PR | Brasil

[Programa de Pós-graduação em Zoologia](#) | UFPR

## ANEXO 2 –

### TESTE PILOTO DO COMPORTAMENTO DO ASTYANAZ RIBEIRAE NA SALINIDADE 30 UPS

Foi colocada uma amostra dentro do frasco plástico 1,8 LFT- de água em 30 UPS

09h10min - Bastante agitado, varias subidas e descida na flor d'água.

09h22min. - Permaneceu agitado nadando na flor d'água

09h27 min. - Agitado nadando entre o meio e fundo

09h32 min. - Começou a alternar nado calmo com agitado no fundo

09h40 min. - Parou de nadar ficando em posição normal

09h45min. - Nadando agitado, indo para o meio e fundo alternadamente

09h55 min. - Ficou em repouso no fundo com leve inclinação lateral, voltou a nadar mostrando sinal de cansaço.

10h00 min. - Ficou calmo no fundo, com inclinação lateral e longitudinal

10h10 min. - Voltou a nadar agitado por uns 30 seg., parou e ficou com inclinação lateral de 45°

10h15 min. - Ficou parada com inclinação lateral de 90°, movimrntando a boca e opérculo, a amostra foi retirada do copo e devolvida à água doce, sobrevivendo e colocado novamente no tanque do estoque.