

Universidade Federal de São Carlos
Centro de Ciências Biológicas e da Saúde
Programa de Pós Graduação em Ecologia e Recursos Naturais

Ricardo Augusto Custodio da Silva

Seletividade alimentar e produção secundária de alevinos de peixes neotropicais alimentados com *Dendrocephalus brasiliensis* (Pesta, 1921) e outras espécies zooplanctônicas.

São Carlos

2011

Universidade Federal de São Carlos
Centro de Ciências Biológicas e da Saúde
Programa de Pós Graduação em Ecologia e Recursos Naturais

Ricardo Augusto Custodio da Silva

Seletividade alimentar e produção secundária de alevinos de peixes neotropicais alimentados com *Dendrocephalus brasiliensis* (Pesta, 1921) e outras espécies zooplanctônicas.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ecologia e Recursos Naturais.

Orientação: Prof^a. Dr^a. Maria da Graça Gama Melão

São Carlos

2011

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da
Biblioteca Comunitária da UFSCar**

S586sa

Silva, Ricardo Augusto Custodio da.
Seletividade alimentar e produção secundária de alevinos de peixes neotropicais alimentados com *Dendrocephalus brasiliensis* (Pesta, 1921) e outras espécies zooplancônicas / Ricardo Augusto Custodio da Silva. -- São Carlos : UFSCar, 2011.
121 f.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2011.

1. Peixe. 2. Peixe - alimentação. 3. Peixe - crescimento. 4. Seletividade alimentar. 5. Produção secundária (Biologia). I. Título.

CDD: 597 (20ª)

Ricardo Augusto Custodio da Silva

Seletividade alimentar e produção secundária de alevinos de espécies neotropicais alimentados com *Dendrocephalus brasiliensis* (Pesta, 1921) e outras espécies zooplanctônicas

Dissertação apresentada à Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ecologia e Recursos Naturais.

Aprovada em 01 de julho de 2011

BANCA EXAMINADORA

Presidente Maria da Graça G. Melão
Profa. Dra. Maria da Graça Gama Melão
(Orientadora)

1º Examinador Odete Rocha
Profa. Dra. Odete Rocha
PPGERN/UFSCar

2º Examinador Renata Fracácio
Profa. Dra. Renata Fracácio
UNESP/Sorocaba-SP

*Dedico este trabalho à minha mãe, Maria de Fátima
Moreira de Melo Silva, ao meu pai, Valdir Custodio
da Silva, à minha irmã, Thais Mirela da Silva e ao
meu avô, Aparecido Custodio da Silva, em memória.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente aos meus pais, Fátima e Valdir, a quem eu devo tudo o que sou. Serei eternamente grato pelo amor incondicional, a compreensão, o apoio e a luta destes meus heróis.

À minha irmã Thais, por sempre estar ao meu lado me apoiando, assim como a tantos outros familiares que sempre estiverem na torcida por mim.

À minha orientadora Prof.^a Dr.^a Maria da Graça Gama Melão, por ter me acolhido e depositado sua confiança em mim. Pelos ensinamentos, paciência, dedicação, amizade e por ter proporcionado todas as condições para realização deste trabalho.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de estudo (Processo nº 555781/2009-7).

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo financiamento do Projeto Temático Processo nº 2008/02078-9, no qual se insere esta pesquisa.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais (PPG-ERN).

Ao Departamento de Hidrobiologia (DHb) pela infraestrutura oferecida para a realização do trabalho.

Ao Dr. Marcelo Grombone de Vasconcellos e ao Técnico Alcídio Culósio Filho, pelas sugestões, auxílio em campo, conselhos e estimada amizade.

Às alunas de Iniciação Científica Daniela Correia de Melo e Alana Rocha que foram parceiras na realização deste estudo.

Aos meus amigos e amigas do Laboratório de Plâncton, Jaqueline, Gisele, Yeda, Mathias e Rodrigo, sem os quais certamente este trabalho teria sido mais oneroso e menos prazeroso, especialmente a Alana e Daniela que muito me ajudaram.

Aos professores Drs. Odete Rocha, Alaíde Aparecida Fonseca Gessner e Marcelo Grombone de Vaconcellos pelas correções, sugestões e estímulo no exame de qualificação.

Aos meus grandes amigos, Willian, Rafael, Piuí, Daniel, Tanajura, Nathan, Marcos, Nelson, Gordo, Vô, Diego, Gustavo, Reginaldo, João, Skeeter, André, Denis, Guto e a tantos outros por fazerem parte fundamental de minha vida e serem meus grandes companheiros durante tantos anos.

A todos que de alguma forma colaboraram para a realização deste trabalho, meus sinceros agradecimentos.

RESUMO

A larvicultura é hoje o principal entrave da aquicultura. O alimento vivo, em especial zooplânctônico, é essencial nas fases jovens de peixes. No entanto, há dificuldades em se obter biomassa suficiente. O Anostraca *Dendrocephalus brasiliensis*, conhecido como branconeta, tem grande potencial de utilização na aquicultura nacional. No presente estudo, foram realizados estudos de seletividade alimentar e produção secundária com alevinos de matrinxã, *Brycon cephalus*, e pintado-da-amazônia, um híbrido entre *Pseudoplatystoma corruscans* e *Leiarius marmoratus*, utilizando-se *D. brasiliensis* e outras espécies zooplânctônicas como alimento. Os resultados de seletividade alimentar foram avaliados utilizando-se o índice de seletividade de Ivlev e o coeficiente alimentar de Paloheimo. Para as duas espécies, os índices apontaram preferência dos alevinos por *D. brasiliensis* frente ao zooplâncton. Os ensaios de produção secundária com matrinxã resultaram em melhor rendimento com ração e *Artemia*, sem diferença significativa com branconeta. Para o pintado-da-amazônia, a maior produção foi obtida com branconeta. Podemos dizer que a seletividade para *D. brasiliensis* é positiva, aceita por ambas as espécies, sem rejeição. Os resultados nos permitem afirmar que o uso de *D. brasiliensis* é apropriado no cultivo de ambas as espécies.

Palavras-chave: larvicultura; matrinxã; pintado-da-amazônia; alimento vivo; branconeta; *Artemia*; microcrustáceos; rotíferos; taxa de alimentação; taxa de crescimento.

ABSTRACT

The hatchery is now the main obstacle of aquaculture. The live food, especially zooplankton, is essential in early life stages of fish. However, there are difficulties in obtaining enough biomass. The Anostraca *Dendrocephalus brasiliensis*, known as branconeta, has great potential of use in national aquaculture. In this study, it was performed experiments of food selectivity and secondary production with fingerlings of matrinxã (*Brycon cephalus*) and pintado-da-amazônia, a hybrid between *Pseudoplatystoma corruscans* and *Leiarius marmoratus*, using *D. brasiliensis* and other species of zooplankton as food. Food selectivity results were evaluated using the Ivlev selectivity index and the coefficient of food Paloheimo. For both species, the indexes of the juveniles indicated a preference by *D. brasiliensis* in comparison to zooplankton. Secondary production values were better when matrinxã was fed with *Artemia* plus artificial food; there was no significant difference to fish fed with branconeta. For pintado-da-amazônia, the highest production was obtained from branconeta treatment. So, the selectivity for *D. brasiliensis* is positive, once it was accepted by both species, without rejection. The results allow us to assert that the use of *D. brasiliensis* is suitable for the cultivation of both species.

Keywords: hatchery; matrinxã; pintado-da-amazônia, live food; branconeta; *Artemia*; microcrustaceans; rotifers, feeding rate, growth rate.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: (a) Aspecto geral de uma fêmea do anostráceo <i>Dendrocephalus brasiliensis</i> (modificado de BRUSCA & BRUSCA, 2003). (b) Macho (superior) e fêmea de <i>D. brasiliensis</i>	36
Figura 2: <i>Brycon cephalus</i>	37
Figura 3: Pintado-da-Amazônia, cruzamento entre pintado e jundiá.....	37
Figura 4: Pintado, <i>Pseudoplatystoma corruscans</i>	38
Figura 5: Jundiá-da-Amazônia, <i>Leiarius marmoratus</i>	39
Figura 6: Vista externa (acima) e interna (abaixo) da Estação de Aquicultura do DHb/UFSCar.....	43
Figura 7; (a) Cubas utilizadas nos ensaios de taxa de consumo e seletividade alimentar. (b) alevinos de pintado-da-amazônia em recipiente experimental durante ensaio de seletividade alimentar entre <i>D. brasiliensis</i> e zooplâncton natural.....	46
Figura 8: Desenho experimental do teste de seletividade alimentar entre <i>D. brasiliensis</i> e zooplâncton natural.	49

Figura 9: Disposição dos microcosmos em um dos tanques para os ensaios de produção secundária.	53
Figura 10: Comprimento tomado dos alevinos (<i>standard length</i>).	54
Figura 11: Frequências relativas (%) dos principais grupos de zooplâncton no experimento de seletividade alimentar com alevinos de <i>B. cephalus</i>	60
Figura 12: Frequências relativas (%) dos principais grupos de zooplâncton no experimento de seletividade alimentar com alevinos de <i>pintado-da-amazônia</i>	60
Figura 13: Representação dos valores do Índice de Ivlev para o teste de seletividade com zooplâncton natural, utilizando-se alevinos de <i>B. cephalus</i> . *réplicas sem <i>D. brasiliensis</i>	62
Figura 14: Representação dos valores do Coeficiente de Paloheimo para o teste de seletividade com zooplâncton natural, utilizando-se alevinos de <i>B. cephalus</i> . *réplicas sem <i>D. brasiliensis</i>	63

Figura 15: Representação dos valores do Índice de Ivlev para o teste de seletividade com zooplâncton natural, utilizando-se alevinos de <i>pintado-da-amazônia</i> . *réplicas sem <i>D. brasiliensis</i>	65
Figura 16: Representação dos valores do Coeficiente de Paloheimo para o teste de seletividade com zooplâncton natural, utilizando-se alevinos de <i>pintado-da-amazônia</i> . *réplicas sem <i>D. brasiliensis</i>	65
Figura 17: Representação dos valores do Índice de Ivlev e Coeficiente de Paloheimo para o teste de seletividade com as combinações 1 e 2, utilizando-se alevinos de <i>B. cephalus</i>	67
Figura 18: Representação dos valores do Índice de Ivlev e Coeficiente de Paloheimo para o teste de seletividade com as combinações 1 e 2, utilizando-se alevinos de <i>pintado-da-amazônia</i>	68
Figura 19: Curva de crescimento de alevinos de <i>B. cephalus</i> ao longo do período experimental nos ensaios de produção secundária.	70
Figura 20: Curva de crescimento de alevinos de <i>pintado-da-amazônia</i> ao longo do período do experimento de produção secundária.	71
Figura 21: Regressão linear entre comprimento e peso seco feita com 25 alevinos de <i>B. cephalus</i>	72

Figura 22: Regressão linear entre comprimento e peso seco feita com 19 alevinos de <i>pintado-da-amazônia</i>	73
Figura 23: Curva do peso seco estimado de alevinos de <i>B. cephalus</i> ao longo do período do experimento de produção secundária.....	74
Figura 24: Curva do peso seco estimado de alevinos de <i>pintado-da-amazônia</i> ao longo do período do experimento de produção secundária.....	74
Figura 25: Ganho em peso seco estimado relativo ao peso seco inicial em termos de porcentagem ao final do do experimento de produção secundária com alevinos de <i>B. cephalus</i>	75
Figura 26: Ganho em peso seco estimado relativo ao peso seco inicial em termos de porcentagem ao final do do experimento de produção secundária com alevinos de <i>pintado-da-amazônia</i>	75
Figura 27: Taxa de crescimento específico diário para cada tratamento utilizado no experimento de produção secundária para as espécies <i>B. cephalus</i> e <i>pintado-da-amazônia</i>	76
Figura 28: Comparação entre as médias dos tratamentos pelo teste t em <i>B. cephalus</i> . 1: ração, 2: <i>D. brasiliensis</i> , 3: <i>Artemia</i> e 4: zooplâncton. Os números representam valores de (p) e “ns” = não significativo.	79

Figura 29: Comparação entre as médias dos tratamentos pelo teste t em pintado-da-amazônia. **1**: ração, **2**: *D. brasiliensis*, **3**: *Artemia* e **4**: zooplâncton. Os números representam valores de (p) e “ns” = não significativo.....80

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Espécies e gêneros mais abundantes identificados na comunidade zooplanctônica utilizada no ensaia de seletividade alimentar com <i>B. cephalus</i>	58
Tabela 2 - Espécies e gêneros mais abundantes identificados na comunidade zooplanctônica utilizada no ensaia de seletividade alimentar com o <i>pintado da Amazônia</i>	59
Tabela 3 - Índice de seletividade de Ivlev e coeficiente alimentar de Paloheimo para o teste de seletividade com zooplâncton natural, utilizando alevinos <i>B. cephalus</i>	62
Tabela 4 - Índice de seletividade de Ivlev e coeficiente alimentar de Paloheimo para o teste de seletividade com zooplâncton natural, utilizando alevinos de <i>pintado da Amazônia</i>	64
Tabela 5 - Índice de seletividade de Ivlev e coeficiente alimentar de Paloheimo para o teste de seletividade de <i>D. brasiliensis</i> combinados com <i>Artemia</i> ou zooplâncton cultivado em piscicultura, utilizando alevinos de <i>B. cephalus</i>	66

Tabela 6 - Índice de seletividade de *Ivlev* e coeficiente alimentar de *Paloheimo* para o teste de seletividade de *D. brasiliensis* combinados com *Artemia* ou zooplâncton cultivado em piscicultura, utilizando alevinos de *pintado da Amazônia*.67

Tabela 7 – Médias e desvios padrão das variáveis físicas e químicas dos experimento com *B. cephalus* e *pintado da Amazônia*. As médias estatisticamente maiores estão grifadas em negrito.69

Tabela 8 – Resultados do experimento de produção secundária, crescimento e sobrevivência utilizando *B. cephalus*.77

Tabela 9 - Resultados do experimento de produção secundária, crescimento e sobrevivência utilizando *pintado da Amazônia*.78

LISTA DE ANEXOS

- Anexo A:** Tabelas com as quantidades predadas no experimento de seletividade alimentar entre *D. brasiliensis* e zooplâncton natural com alevino de *B. cephalus*..... 112
- Anexo B:** Tabelas com as quantidades predadas no experimento de seletividade alimentar entre *D. brasiliensis* e zooplâncton natural com alevinos de *pintado-da-amazônia*. 114
- Anexo C:** Tabelas com as medidas tomadas das variáveis físicas e químicas da água durante o experimento de produção secundária com alevinos de *B. cephalus*. 115
- Anexo D:** Tabelas com as medidas tomadas das variáveis físicas e químicas da água durante o experimento de produção secundária com alevinos de *pintado-da-amazônia*..... 117
- Anexo E:** Tabela com os comprimentos tomados a cada dois dias dos alevinos de *B. cephalus* utilizados no experimento de produção secundária.....118
- Anexo F:** Tabela com os comprimentos tomados a cada dois dias dos alevinos de *pintado-da-amazônia* utilizados no experimento de produção secundária. 120

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	18
1.1 Introdução ao problema	18
1.2 Brycon cephalus (matrinxã).....	23
1.3 Pintado-da-Amazônia	24
1.4 Alimento vivo	26
2. OBJETIVOS.....	31
3. HIPÓTESES.....	33
4. MATERIAIS E MÉTODOS	34
4.1. Caracterização geral das espécies estudadas	34
4.1.1. Dendrocephalus brasiliensis	34
4.1.2. Brycon cephalus (matrinxã).....	36
4.1.3. Pintado-da-Amazônia	37
4.2. Cultivo dos organismos	40
4.2.1. Microalgas	40
4.2.2. Zooplâncton	41
4.2.3. Dendrocephalus brasiliensis	42
4.2.4. Alevinos de B. cephalus e Pintado-da-Amazônia	42
4.3. Manutenção e cultivo de organismos na estação de aquicultura ...	43
4.3.1. Microalgas, zooplâncton, D. brasiliensis e A. salina	44

4.4. Determinação da taxa de alimentação	45
4.5. Testes de seletividade alimentar	48
4.5.1. Cladocera e Copepoda	50
4.5.2. Rotifera	50
4.6. Produção secundária, crescimento e sobrevivência.....	52
5. RESULTADOS.....	57
5.1 Taxa de alimentação.....	57
5.2 Seletividade alimentar	57
5.3 Produção secundária, crescimento e sobrevivência.....	68
5.3.1. Variáveis físicas e químicas nos meios experimentais.....	68
5.3.2. Crescimento dos alevinos	69
5.3.3. Produção secundária	71
5.3.4. Teste de resistência.....	81
6. DISCUSSÃO	82
7. CONCLUSÕES	97
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	98

1. INTRODUÇÃO

1.1 Introdução ao problema

A aquicultura como atividade produtora de alimentos tem se ampliado significativamente em todo o mundo, frente à necessidade de aumentar a produção protéica para suprir a demanda da crescente população mundial (CRISPIM *et al.*, 1999). Assim, o aumento da demanda por peixes, crustáceos e outros organismos aquáticos vêm promovendo interesses e investimentos para o desenvolvimento dessa atividade, a qual cresce a uma taxa mais elevada do que qualquer outro setor da atividade primária (IGARASHI *et al.*, 1999).

A aquicultura continental atual tem um enorme potencial para atender as necessidades protéicas humanas, atenuando também as pressões que a atividade pesqueira exerce sobre populações de pescado, cujos estoques não são suficientes para atender as demandas atuais. A produção extrativista de pescado já atingiu seu potencial máximo em muitas áreas (FAO, 2010). As populações deveriam ser utilizadas racionalmente para preservação da biodiversidade através de programas de produção e de reconstituição faunística.

No Brasil, devido à simplificação de ecossistemas marginais às grandes bacias hidrográficas, construção de barragens e aumento de efluxos poluentes, muitas espécies de peixes com grande potencial para a aquicultura estão atualmente em risco de extinção (LINS *et al.*, 1997).

Embora as técnicas de reprodução induzida de peixes tropicais utilizadas tanto na piscicultura como na conservação de espécies ameaçadas

apresentem bons resultados (SATO *et al.*, 2003), o mesmo não acontece na larvicultura, fase em que ainda ocorrem as maiores perdas durante o processo produtivo (LANDINES-PARRA, 2003). O sucesso da aqüicultura como bioindústria, especialmente na produção de peixes, depende da produção contínua e estável de larvas e alevinos (ATENCIO-GARCÍA *et al.*, 2003).

Neste sentido, a necessidade de desenvolver tecnologias que viabilizem a produção de espécies nativas em regime intensivo são desafios a serem vencidos pelos aquicultores e pesquisadores ligados ao setor. Desse modo, para que aqüicultura possa atender à demanda crescente de pescado, todos os setores produtivos ligados a ela devem estar em sincronia. No entanto, um desses setores, a larvicultura e produção de juvenis, ainda apresenta deficiências tecnológicas que dificultam o aumento da produção pelo suprimento inconstante e muitas vezes insuficiente de pós-larvas e juvenis de várias espécies (ZANIBONI FILHO *et al.*, 2006; GANDRA, 2010). Um das principais deficiências nesse setor é a falta de conhecimentos sobre a biologia alimentar de muitas espécies de interesse econômico, o que ocasiona altas taxas de mortalidade das fases iniciais de vida dos peixes, frequentemente porque a alimentação não supre as necessidades nutricionais das larvas, ocasionando baixos índices de produtividade (LANDINES-PARRA, 2003, PORTELLA & DRABROWSKI, 2008).

Apesar das inúmeras características favoráveis ao cultivo atribuídas às espécies nativas, a produção em grande escala ainda depara com problemas relacionados ao alto índice de canibalismo, principalmente em espécies carnívoras, à dificuldade de alimentação e aos elevados custos para

manutenção dessas espécies (LUZ *et al.*, 2001). Um dos aspectos fundamentais a ser considerado no momento de estudar uma espécie com potencial aquícola se relaciona à suas exigências nutricionais e à definição do melhor manejo alimentar para o seu crescimento. Com esse conhecimento, o organismo poderá receber o alimento adequado, natural ou artificial, possibilitando a obtenção de resultados produtivos satisfatórios em cada fase do desenvolvimento (ZAVALA-CAMIN, 1996; PEZZATO, 1997).

Os peixes carnívoros, em condições de cultivo, não aceitam de maneira voluntária rações balanceadas. Este entrave costuma inviabilizar a criação desses peixes em regime intensivo, uma vez que são necessários grandes esforços no sentido de condicionar tais espécies em função de alimentos secos industrializados (LOPES *et al.*, 1996; MOURA *et al.*, 2000), sem que se abra mão, no entanto, de algum alimento vivo, principalmente nos primeiros dias após a abertura bucal.

Embora tenham ocorrido avanços no desenvolvimento de dietas inertes para larvicultura, ainda a maior parte dela está baseada na utilização de alimento vivo como estratégia de alimentação (CONCEIÇÃO *et al.*, 2010), especialmente das espécies altriciais que apresentam pouca reserva vitelínica e um trato gastrointestinal indiferenciado (PORTELLA *et al.*, 2002). O fornecimento de presas vivas na primeira alimentação exógena das pós-larvas é fundamental visto que, graças a seus movimentos na coluna da água e à liberação de substâncias químicas como aminoácidos livres, estimulam, nas pós-larvas, um padrão alimentar de aprendizagem, mediado por um sistema

quimiorreceptor muito bem desenvolvido que lhes permite identificar a localização dos organismos vivos (CESTAROLLI, 2005; TESSER & PORTELLA, 2006). As presas vivas, por serem móveis, estão constantemente disponíveis para as pós-larvas, enquanto que as dietas inertes tendem a agregar-se na superfície da água ou se precipitam no fundo, estando disponíveis para as pós-larvas por pouco tempo (CONCEIÇÃO *et al.*, 2010). Além disso, segundo esses autores, as presas têm um exoesqueleto fino e alto conteúdo de água na sua composição bioquímica (>80%) e, embora possam ter menor concentração em nutrientes do que as dietas inertes, são mais palatáveis do que estas últimas que são duras e secas. No entanto, estudos mostram vantagens da alimentação conjunta ou co-alimentação, que consiste na combinação de duas fontes de alimentação (viva e inerte), podendo-se tirar proveito da alta atratividade das presas vivas e da alta densidade em nutrientes de dietas formuladas que, em proporções adequadas, podem contribuir para melhor desenvolvimento da larvicultura (TESSER *et al.*, 2005).

Os estudos sobre o manejo alimentar justificam-se pelo fato de que o componente mais relevante nos custos de produção da piscicultura é a alimentação, responsável por 24,85% a 36,40% do custo total de produção (SCORVO FILHO *et al.*, 1998).

O zooplâncton representa uma importante fonte alimentar para organismos cultivados, tanto os marinhos quanto os de águas continentais. No entanto, seu cultivo em ambientes controlados se torna oneroso. Além disso, a coleta de plâncton silvestre é sazonal, sujeita a modificações qualitativas e quantitativas. Nesse sentido, o anostráceo dulcícola da espécie nativa

Dendrocephalus brasiliensis, popularmente conhecido como branconeta, tem grande potencial para utilização como alimento vivo em aquicultura.

Dendrocephalus brasiliensis tem ocorrência natural no neotrópico, da Argentina ao Estado do Piauí, no Brasil (CÉSAR, 1989). No entanto, só são encontradas em lagoas temporárias, isentas de peixes e de larvas de insetos, tais como Odonata, as quais são seus principais predadores. Contribui para a difícil observação deste organismo endêmico da região neotropical, a curta duração de seu ciclo de vida (cerca de 90 dias) e a não convivência de diferentes gerações em um mesmo habitat, já que o recrutamento de uma nova geração depende da sazonalidade extrema, que culmina com a seca total do corpo d'água. Essa condição ambiental que parece ter moldado, durante o processo evolutivo, a história de vida deste organismo, do qual pouco se conhece em relação à totalidade de seus aspectos biológicos e ecológicos. No Brasil, Adolpho Lutz fez o primeiro registro de ocorrência de *Dendrocephalus* no município de Macaíba (RN), em 1929, denominando a espécie encontrada de *Dendrocephalus ornatus*. No entanto, em 1941, Linder verificou que a espécie descrita por Lutz era, na verdade, sinonímia de *D. brasiliensis* registrada por Pesta em 1921 para a Bahia e Piauí (LINDER *apud* BELK e BRTEK, 1995).

Além de estudos que se relacionem ao domínio de técnicas de cultivo e de produção de cistos de qualidade, com altas taxas de eclosão e alto valor nutricional, são também necessários estudos que demonstrem a potencialidade de utilização desta espécie como fonte alimentar primária para as principais espécies atualmente cultivadas em pisciculturas e carcinoculturas brasileiras,

bem como para espécies nativas em risco de extinção ou com potencial de cultivo, mas ainda sub-exploradas.

1.2 *Brycon cephalus* (matrinxã)

O gênero *Brycon* possui grande quantidade de espécies importantes do ponto de vista comercial (HOWES, 1982), dentre as quais se destaca a espécie *Brycon cephalus*, popularmente conhecida como matrinxã. O matrinxã é um peixe neotropical de água doce, originário das bacias Amazônica e Tocantins-Araguaia, cujas características de crescimento, adaptação ao cativeiro e qualidade da carne, o tornam um potencial candidato para o uso em piscicultura (JUNQUEIRA & COLARES, 1994, SCORVO-FILHO *et al.*, 1998). Além disso, apresenta boa tolerância a altas densidades de estocagem (BRANDÃO *et al.*, 2005; ARBELÁEZ-ROJAS & MORAES, 2009).

As primeiras informações sobre o comportamento do matrinxã na natureza indicam que a espécie possui amplo espectro alimentar (GOULDING, 1979). De acordo com o autor, a espécie é classificada como onívora e alimenta-se de frutos, sementes e insetos.

Atualmente, o maior obstáculo à produção de *B. cephalus* é a baixa oferta de alevinos. Além de características reprodutivas próprias, tais como desova apenas nos meses de outubro a fevereiro, o matrinxã apresenta acentuado comportamento de canibalismo durante as primeiras 48 horas de vida, além de dificuldades na alimentação inicial, especialmente na primeira semana de vida (SENHORINI *et al.*, 1998; ZANIBONI-FILHO *et al.*, 2006). Segundo Liao *et al.* (2001), o canibalismo está associado a períodos de

escassez de alimento, sendo comum em larvas e juvenis. O comportamento agressivo desta espécie foi também observado por Graef (1993) até a fase juvenil. Esses fatores diminuem consideravelmente a sobrevivência das pós-larvas, aumentando o seu preço de comercialização, o que inviabiliza, muitas vezes, a produção dessa espécie em larga escala (SMITH & REAY, 1991; GANDRA, 2010).

Considerando que as pós-larvas de matrinxã são altriciais, o fornecimento e disponibilidade de alimento vivo são fundamentais na alimentação inicial (PORTELLA *et al.*, 2002).

1.3 Pintado-da-Amazônia

A hibridação tem sido utilizada em inúmeras espécies de peixes cultivadas a fim de se produzir animais estéreis e que possuam melhor desempenho que as espécies parentais (vigor híbrido), como o aumento da taxa de crescimento, melhor qualidade da carne, resistência a doenças e capacidade de tolerar variações ambientais, além do aperfeiçoamento de diversas outras características a fim de produzir peixes mais proveitosos para o cultivo (BARTLEY *et al.*, 2001). Um exemplo desta prática é o híbrido entre pintado (*Pseudoplatystoma corruscans*) e o jundiá-da-Amazônia (*Leiarius marmoratus*), conhecido como pintado-da-Amazônia.

O pintado ocorre em todas as grandes bacias do continente, figurando entre os principais predadores da bacia Amazônica, do São Francisco e do Prata (PETRERE, 1995). De hábito alimentar carnívoro, principalmente piscívoro, possui carne de alta qualidade, de coloração clara e de textura firme,

com ausência de espinhos intramusculares, possibilitando ser oferecido ao consumidor em filés, inteiro ou eviscerado (TAVARES, 1997). Peixe reofílico de grande porte, que realiza migrações reprodutivas de novembro a janeiro, no período de chuvas, quando a água atinge seu ápice térmico (SATO *et al* 1988). Tais características fazem com que o pintado sofra elevada pressão pesqueira, o que levou à raridade da espécie, principalmente em trechos do baixo São Francisco, o que remete à necessidade de novas técnicas de produção e manutenção da espécie em cativeiro (SATO *et al, op. cit.*).

O jundiá-da-amazônia é um peixe que habita as bacias hidrográficas sulamericanas, principalmente do Amazonas e do Orinoco.

Quanto aos hábitos alimentares, a espécie pode ser considerada onívora e oportunista, mas alguns estudos têm relatado a adaptação ao confinamento e ao consumo de dietas secas, com resultados preliminares de um bom crescimento nos primeiros estágios de vida, quando submetidos a processos de adaptação à dieta úmida (CRUZ-CASALLAS *et al.*, 2008).

Sendo *P. corruscans* de grande interesse comercial, segundo os produtores, os principais resultados almejados neste cruzamento são: a diminuição do tamanho da cabeça desta espécie em relação ao comprimento total, o que proporcionaria maior produção de carne por indivíduo; aumento da robustez da espécie quanto às condições de cultivo e diminuição da demanda protéica no cultivo da espécie, diminuindo os custos com produção.

Somado aos fatos expostos, segundo Castagnolli (1992), a única maneira de se estabelecer apropriadamente um cultivo de qualquer espécie é garantir sua reprodução em cativeiro, em grande escala e com baixo custo.

A forma de se atingir este objetivo é investigar a biologia reprodutiva da espécie, além de tentar diminuir despesas pela utilização de estratégias alimentares mais econômicas, como a diminuição da quantidade de ração utilizada, o que também ajudaria a diminuir a poluição pelos efluentes resultantes.

Desta forma, tornam-se de extrema importância pesquisas que possam, a curto e médio prazo, contribuir para o desenvolvimento de tecnologias adequadas para a maior eficiência na manutenção das larvas, otimizando a produção de sistemas de cultivo intensivos desses peixes.

1.4 Alimento vivo

A produção de larvas e alevinos de peixes em larga escala tem como problema central o fator alimentar. Na larvicultura, há o uso de diferentes tipos de alimentação, tais como na forma encapsulada, biomassa, ração balanceada, líquida e organismos vivos, (YFLAAR, 2003).

As larvas da maioria das espécies de peixes não aceitam dietas artificiais, e as que o fazem não apresentam índices de desenvolvimento satisfatórios. A maioria das larvas depende da disponibilidade de organismos vivos para se desenvolverem adequadamente (HUNG, 1989). Isto se dá pelo fato do alimento natural contribuir com nutrientes essenciais para o crescimento e sobrevivência. Desta forma, a disponibilidade de alimento com alto valor biológico, característica da maioria dos organismos planctônicos, é de grande importância para assegurar êxito durante a fase inicial da vida dos peixes (FURUYA *et al.*, 1999).

Ao final da reabsorção do saco vitelínico, as larvas de peixes devem estar aptas a procurar e assimilar os alimentos (CHAKRABARTI *et al.*, 2006). Embora nas primeiras alimentações o trato digestório da maioria das espécies de peixes ainda não seja completamente funcional, o mesmo já contém enzimas relacionadas ao metabolismo (digestão, absorção e assimilação) de nutrientes tais como proteínas e lipídios. No entanto, a atividade enzimática é relativamente baixa em comparação com peixes adultos (KOLKOVSKI, 2001). Alguns autores afirmam que essa baixa atividade enzimática pode ser compensada através de alimentos vivos consumidos pelas larvas (DABROWSKI, 1984; KOLKOVSKI, 2001), tais como espécies zooplancônicas, as quais auxiliariam a digestão dos jovens peixes “doando” suas próprias enzimas digestivas ao sofrerem autólise. Em alguns casos, ocorre zimogênese, processo pelo qual o animal ingerido induz ao aumento da produção de tripsina nos peixes (KOLKOVSKI, 2001). Outros autores, no entanto, contestam essas hipóteses (SEGNER *et al.*, 1993; KUROKAWA *et al.*, 1998; CAHU & ZAMBONINI-INFANTE, 1995; 2001; ZAMBONINI-INFANTE & CAHU, 2001). Para esses autores, as enzimas provenientes do alimento vivo não interferem no processo digestório das larvas de peixes de forma significativa, tendo pequena contribuição à atividade enzimática em algumas espécies de peixes (CAHU & ZAMBONINO-INFANTE, 2001).

Carneiro *et al.* (2003) afirmam que a alimentação das larvas de peixes com organismos vivos durante curto tempo, antes de oferecer dietas formuladas, melhora a habilidade das larvas a digerirem as dietas formuladas. Além disso, a combinação de alimento vivo e formulado melhora o crescimento

e sobrevivência de larvas de jundiá (*Rhamdia quelen*) quando comparada ao emprego separado dessas dietas.

Dentre os vários grupos de organismos aquáticos (algas, protozoários, cladóceros, rotíferos, larvas de insetos e anostráceos), náuplios do Anostraca *Artemia salina* têm sido largamente utilizados como o primeiro alimento exógeno na larvicultura de peixes de água salgada e de água doce, em virtude de apresentarem boas respostas de crescimento e sobrevivência, boa aceitação pelas pós-larvas e fácil criação em condições laboratoriais. Apesar destes atributos favoráveis, a *A. salina* apresenta um custo elevado na aquisição dos cistos, o que aumenta o custo de produção das pós-larvas (JOMORI, 1999; CALLAN *et al.*, 2003). Além disso, por ser uma espécie salina, sua sobrevivência em água doce é curta, podendo provocar problemas de qualidade da água durante a larvicultura, o que onera ainda mais a atividade. Ainda, segundo Yflaar (2003), outro problema importante no cultivo de *A. salina* reside no fato de que existem diversas cepas com características intrínsecas como menores rendimento de eclosão, eficiência de eclosão, taxa de eclosão e valor nutritivo. Além do mais, fatores como poluição e sobrepesca têm ocasionado quedas na produção, especialmente nos EUA, que sustentam grande número de indústrias especializadas na coleta de cistos, principalmente na Baía de San Francisco, Califórnia e no biótopo continental de Great Salt Lake, Utah. Assim, não há forma de cultivo ou captura de plâncton que realmente satisfaça as necessidades da aqüicultura mundial, que tem nessa espécie comercializada, principalmente pelos EUA, seu principal pilar.

Uma alternativa ao uso de *A. salina* na larvicultura pode estar relacionada ao cultivo do *Dendrocephalus brasiliensis*. Segundo Lopes (2007), o cultivo em massa de *D. brasiliensis*, popularmente conhecida como branconeta, poderia aumentar a produtividade de inúmeras espécies de alevinos de peixes, principalmente carnívoros, já que possui valores protéicos similares, ou mesmo superiores, a outros organismos utilizados na larvicultura atual e, ainda, boa palatabilidade e manejo prático, pois, segundo Yflaar (2003), pode ser utilizado como alimento vivo ou congelado.

D. brasiliensis poderia ser utilizada com vantagem sobre a *A. salina* na produção de biomassa, uma vez que podem atingir cerca de 25mm de comprimento, enquanto que as espécies de *Artemia* chegam a 11mm (Lopes, 1998). Além disso, trata-se de um organismo dulcícola de fácil cultivo em tanques de piscicultura e imensa atratividade para larvas, juvenis e adultos de peixes (Lopes et al, 1998).

Visando avaliar a potencialidade de *D. brasiliensis* para a produção de biomassa de peixes tropicais, é importante avaliar a preferência alimentar de diversas espécies de peixes quando este e outros tipos de alimento lhes são oferecidos. Segundo Roche & Rocha (2005), diversos são os fatores que interferem na dieta alimentar dos peixes e na existência ou não da seletividade alimentar, tais como o tamanho e a disponibilidade das presas, a facilidade de captura, a qualidade nutricional e a rentabilidade energética, bem como a ontogenia do peixe. Desta forma, a determinação das taxas de seletividade alimentar e de ingestão de zooplâncton em sistemas experimentais é de extrema importância, visto que a disponibilidade das diferentes espécies de

zooplâncton, assim como a homogeneidade da composição oferecida e a densidade destas presas podem ser controladas, permitindo eliminar possíveis limitações de análises estomacais. Além disso, a ampliação do conhecimento sobre os hábitos alimentares de espécies nativas pode contribuir para a gestão e a recuperação dos ecossistemas naturais.

Para que se avalie a eficiência do uso *D. brasiliensis* na alimentação de larvas e alevinos de peixes, comparativamente a outras espécies zooplanctônicas ou a alimento seco, é importante que sejam determinadas taxas de crescimento e produção secundária individuais em experimentos controlados. A produção secundária representa a taxa de armazenamento energético dos organismos e o seu conhecimento, além de fornecer subsídios para o desenvolvimento técnico da aquicultura, contribui para o entendimento da organização das comunidades naturais em termos de fluxo de matéria e energia, onde unidades ecológicas são analisadas como sistemas bioenergéticos.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivos gerais

O presente trabalho objetivou avaliar experimentalmente o uso de *Dendrocephalus brasiliensis* na larvicultura de peixes neotropicais, a partir de estudos das taxas de alimentação, seletividade alimentar, taxas de crescimento e produção secundária de alevinos alimentados com zooplâncton, na presença e na ausência de branconeta.

2.2. Objetivos específicos

- a) Cultivar algas clorofíceas, microcrustáceos (*D. brasiliensis*, *Artemia salina* e cladóceros) e rotíferos sob condições controladas;
- b) Avaliar as taxas de predação e a seletividade alimentar de alevinos de matrinxã e de pintado-da-Amazônia sobre o recurso alimentar zooplanctônico, incluindo *D. brasiliensis*, em experimentos em condições laboratoriais controladas;
- c) Avaliar o efeito da utilização de *D. brasiliensis* como alimento nas taxas de crescimento e produção secundária de alevinos de matrinxã e de pintado-da-Amazônia, comparativamente ao uso de *A. salina*, zooplâncton (cladóceros e rotíferos) e ração seca, em tanques de aquicultura;

d) Comparar a sobrevivência de alevinos alimentados com *D. brasiliensis* comparativamente aos alimentados com *A. salina*, zooplâncton e ração seca, quando submetidos à jejum.

3. HIPÓTESES

As hipóteses que nortearam o presente estudo foram:

- i. Alevinos de matrinxã e de pintado-da-Amazônia possuem preferência alimentar por *D. brasiliensis* em virtude de seu tamanho e fácil visualização.
- ii. Alevinos de matrinxã e de pintado-da-Amazônia apresentam maiores taxas de crescimento e produção secundária quando alimentados com *D. brasiliensis*.
- iii. Alevinos alimentados com *D. brasiliensis* acumulam mais biomassa e são mais saudáveis podendo, portanto, sobreviver por mais tempo quando a alimentação é suspensa.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

Os ensaios e cultivo de organismos foram realizados no laboratório de Bioensaios do DHb da UFSCar, exceto o experimento de produção secundária, o qual foi realizado na Estação de Aquicultura do Departamento de Hidrobiologia (DHb) da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar).

4.1. Caracterização geral das espécies estudadas

4.1.1. *Dendrocephalus brasiliensis*

O anostráceo dulcícola da espécie nativa *Dendrocephalus brasiliensis*, popularmente conhecido como branconeta, está apresentado na Figura 1.

O gênero *Dendrocephalus* (Daday, 1998) é formado por 11 espécies com distribuição nas Américas tropical e subtropical. A espécie *Dendrocephalus brasiliensis* Pesta, 1921 (Crustacea, Anostraca) tem ocorrência natural no neotrópico, com distribuição registrada da Argentina ao Estado do Piauí, no Brasil (CÉSAR, 1989, YFLAAR, 2003). Prém não se tem registro de ocorrência da espécie em ambientes naturais do Estado de São Paulo, pois só são encontradas em águas temporárias, na ausência de peixes e larvas de insetos, tais como Odonata, as quais são seus principais predadores. Contribui para a difícil observação deste organismo endêmico da região neotropical, a curta duração de seu ciclo de vida (cerca de 90 dias) e a não convivência de diferentes gerações em um mesmo habitat, já que o recrutamento de uma nova geração depende da sazonalidade extrema, que

culmina com a seca total do corpo d'água. Essa condição ambiental parece ter moldado, durante o processo evolutivo, a história de vida deste organismo, do qual pouco se conhece em relação à totalidade de seus aspectos biológicos e ecológicos.

D. brasiliensis poderia ser utilizada com vantagem sobre a *A. salina* na produção de biomassa, uma vez que podem atingir cerca de 25 mm de comprimento, enquanto que as espécies de *Artemia* chegam a 11 mm (Lopes, 1998). Além disso, trata-se de um organismo dulcícola de fácil cultivo em tanques de piscicultura e imensa atratividade para larvas, juvenis e adultos de peixes (Lopes et al, 1998).



(a)



(b)

Figura 1. **(a)** Aspecto geral de uma fêmea do anostráceo *Dendrocephalus brasiliensis* (modificado de BRUSCA & BRUSCA, 2003). **(b)** Macho (superior) e fêmea de *D. brasiliensis*.

4.1.2. *Brycon cephalus* (matrinxã)

A espécie de peixe *Brycon cephalus* (Günther, 1869), popularmente conhecido como matrinxã (Figura 2), pertence à família Characidae (SALLUM *et al*), sendo originário da Bacia Amazônica (MACEDO-VIEGAS *et al*).

Apresenta carne nobre e crescimento considerável em condições de cultivo, entre 700 a 1000g.



Figura 2 – *Brycon cephalus*.

(http://files.psiculturaliberdade.webnode.com.br/200000074-1b7281c6c7/matrinx_a_grande.png).

4.1.3. Pintado-da-Amazônia

O pintado-da-Amazônia (Figura 3), um peixe híbrido das espécies de *Pseudoplatystoma corruscans* (pintado) e *Leiarius marmoratus* (jundiá-da-Amazônia).



Figura 3. Pintado-da-Amazônia, cruzamento entre pintado e jundiá.

(http://www.grupoaguasclaras.com.br/wp-content/uploads/pintado_amazonia_g.jpg&imgrefurl).

O pintado (Figura 4), *Pseudoplatystoma corruscans* (Agassiz, 1829), pertencente à ordem dos Siluriformes, família Pimelodidae, ocorre em todas as grandes bacias do continente, figurando entre os principais predadores da bacia Amazônica, do São Francisco e do Prata (PETRERE, 1995).



Figura 4 – Pintado, *Pseudoplatystoma corruscans*.

(Desenho: <http://mundopesca.files.wordpress.com/2010/05/pintadofigura.jpg>)

(Foto: <http://www.terrastock.com.br/images/full/B6944.jpg&imgrefurl>)

Segundo Gonçalves e Carneiro (2003), o *Pseudoplatystoma corruscans* possui hábito preferencialmente piscívoro, sendo sua alimentação em cativeiro uma prática não dominada, visto que há falta de conhecimento sobre suas exigências nutricionais e digestibilidade alimentar.

O jundiá-da-amazônia (Figura 5), *Leiarius marmoratus*, também pertencente à família Pimelodidae. É um peixe que habita as bacias

hidrográficas americanas, do sudeste do México à Argentina, principalmente a do Amazonas e do Orinoco. Atinge um comprimento total de 100 cm e pesa aproximadamente 12 kg. Habita o fundo de corpos de água doce, em águas com pH entre 5,8 a 7,2 e temperatura média de 24 a 26°C (RAMIREZ-GIL & AJIACO-MARTINEZ, 1997).



Figura 5 – Jundiá-da-Amazônia, *Leiarus marmoratus*.

(Acima: http://silurus.acnatsci.org/ACSI/images/Genera_Pimelodidae/Leiarus_marmoratus.jpg)

(Abaixo: http://www.grupoaguasclaras.com.br/wp-content/uploads/jundia_amazonas.jpg&imgrefurl)

Segundo Silfvergri, (1996), a espécie *Rhamdia sebae* possui diversas denominações tais como *Silurus quadrimaculatus*, *Pimelodus quelen*,

Pimelodus sebae, *Rhambia quelen*, *Pimelodus wuchereri*, *Pimelodotus wilsoni*, entre outros. Os adultos são onívoros, generalistas, com dieta preferencial composta por crustáceos, peixes, insetos, restos de vegetação, e detritos orgânicos (GOMES, 2000).

Com o cruzamento das duas espécies, se objetiva a redução do tamanho da cabeça; aumento da robustez quanto às condições de cultivo e diminuição da demanda protéica no cultivo.

4.2. Cultivo dos organismos

4.2.1. Microalgas

As algas fornecidas como fonte alimentar do zooplâncton e das branconetas da espécie *Pseudokirchneriella subcapitata* foram cultivadas em meio de cultura L.C Oligo (AFNOR, 1980), o qual foi autoclavado por 20 minutos, a 121°C, em Erlenmeyer de 2000 mL de capacidade contendo 1000 mL de meio. Após a inoculação, que partiu de uma concentração estimada em torno de 1×10^4 células/mL, a cultura permaneceu sob iluminação (com fotoperíodo de 12/12 horas) de 4000lux, aeração constante e temperatura controlada em 20°C \pm 2 (APHA, 1995). Após um período de aproximadamente 20 dias, as algas em meio de cultura foram transferidas para um aquário de 30 L, contendo 20 L de água reconstituída, sob mesmas condições.

4.2.2. Zooplâncton

Os exemplares de zooplâncton para cultivo em laboratório foram provenientes da Represa do Lobo (Broa) Itirapina, SP. Os organismos foram mantidos em aquários com capacidade de 16 L contendo 10 L de água do local de coleta a $23^{\circ}\text{C} \pm 2$, em fotoperíodo de 12 horas (claro/escuro), conforme metodologia descrita em ABNT (2005a). A água de cultivo, inicialmente água do local de coleta, foi substituída gradualmente por água reconstituída, composta por água destilada com valores de dureza ajustados para a faixa requerida de 40 a 48 mg L^{-1} de CaCO_3 , de pH para a faixa de 7,2 e 7,6 e de condutividade elétrica próximo a $160 \mu\text{S cm}^{-1}$, de acordo com a Norma ABNT (*Op. cit.*). A troca da água de manutenção foi semanal e a alimentação dos organismos feita três vezes por semana.

A comunidade de zooplâncton foi alimentada com células da clorófitia *Pseudokirchneriella subcapitata* em concentrações de aproximadamente 10^5 células por indivíduo. Como alimento complementar foram fornecidos cerca de 0,02 mL de alimento composto por organismo. O alimento composto foi preparado misturando partes iguais das seguintes soluções: 1 – 5g de ração para peixe em 1000 mL de água processada, sob aeração, de forma que a ração ficasse em suspensão. A solução era mantida nestas condições por uma semana, com reposição da água perdida por evaporação. Ao final deste período a solução era decantada por 2 horas e então filtrada em rede de zooplâncton; 2 – 5 g de fermento biológico em 1000 mL de água processada deixados em agitação até completa dissolução.

4.2.3. *Dendrocephalus brasiliensis*

O cultivo de *D. brasiliensis* em laboratório foi realizado com inóculos contendo cistos misturados ao sedimento de culturas anteriormente estabelecidas em Paulo Afonso – MG, Brasil.

Primeiramente, os cistos foram secos ao sol e, em seguida, colocados em recipientes com 200 L de água desclorada. Estes foram mantidos ao ar livre e cobertos com tela para evitar a entrada de predadores. Após eclosão, as larvas foram alimentadas com a alga *Pseudokirchneriella subcapitata* em concentrações de aproximadamente 10^5 células por indivíduo. Como alimento complementar foram fornecidos cerca de 0,02 mL de alimento composto por organismo.

Após cerca de 30 dias do início do cultivo, as branconetas restantes eram coletadas e transferidas para outro recipiente e aquele até então utilizado era esvaziado para secagem dos cistos ao sol. Após a secagem o recipiente era novamente preenchido para eclosão de nova população.

4.2.4. Alevinos de *B. cephalus* e Pintado-da-Amazônia

Os alevinos de matrinxã e do Pintado da Amazônia utilizados neste trabalho foram cedidos pela Piscicultura Águas Claras, Mococa – SP, Brasil. Os alevinos de *B. cephalus* tinham idade aproximada de 30 dias e comprimento entre 3,5 a 5,0 cm, já os alevinos de pintado-da-amazônia tinham idade aproximada de 50 dias, medindo de 8,4 a 9,5 cm. Os peixes foram mantidos em tanques de 1.000 L de volume, contendo aproximadamente 300 L de água

desclorada, localizados no laboratório de bioensaios do DHB – UFSCar, sob aeração e iluminação, com fotoperíodo de 12 horas (claro/escuro) a $23^{\circ}\text{C} \pm 1$.

4.3. Manutenção e cultivo de organismos na estação de aquicultura

A Estação de Aquicultura do DHB/UFSCar é composta por seis tanques retangulares de 10.000 L, quatro tanques circulares de 1.500 L e dois tanques circulares de 2.000 L (Figura 6). Os tanques são interligados entre si e ligados a quatro bombas de 1000 W de potência.





Figura 6 – Vista externa (acima) e interna (abaixo) da Estação de Aquicultura do DHb/UFSCar.

4.3.1. Microalgas, zooplâncton, *D. brasiliensis* e *A. salina*

Antes de inocular os organismos, todos os tanques foram adubados com fertilizante NPK (10/10/10) com concentração de $0,04 \text{ gL}^{-1}$ para que se estabelecesse uma comunidade planctônica inicial, principalmente fitoplanctônica. O inóculo algal utilizado foi de *Pseudokirchneriella subcapitata* cultivada em laboratório.

O zooplâncton e *D. brasiliensis* foram coletados na Piscicultura Talarico, Tabatinga – SP. O zooplâncton foi coletado com rede de plâncton de $68 \mu\text{m}$ de abertura e as branconetas com rede de arrasto comum.

As branconetas foram distribuídas em todos os tanques retangulares a fim de se manter uma população estoque. Parte delas foi colocada em dois tanques circulares para uso em experimentos.

Em um dos tanques circulares de 2000 L foram colocados os inóculos de zooplâncton vindos da piscicultura para se obter uma população concentrada. No outro tanque circular de 2000 L foi feito o cultivo de *Artemia salina*. Para tal, a água foi salinizada à concentração de 30 gL^{-1} de sal.

O sistema era aberto, mantendo a água circulando por todos os tanques, exceto nos dois tanques circulares de 2000 L (*Artemia* e zooplâncton).

A alimentação dos organismos foi baseada na comunidade planctônica estabelecida (fitoplâncton e bacterioplâncton) com adição de alimento composto.

4.4. Determinação da taxa de alimentação

Para determinar a taxa de alimentação dos alevinos, os recipientes experimentais utilizados foram cubas com volume de 6 L, preenchidas com 3,5 L de água do tanque de manutenção dos alevinos, revestidas externamente com cartolina preta para bloquear a entrada de luz lateral, como mostra a Figura 7. A bateria de testes aconteceu sob fonte de luz fluorescente de 40 watts, visando um ambiente com condições ótimas de iluminação e contraste, que favoreçam a predação do zooplâncton pelos alevinos (HISHAW, 1985).



(a)



(b)

Figura 7 – (a) Cubas utilizadas nos ensaios de taxa de consumo e seletividade alimentar. (b) alevinos de pintado-da-amazônia em recipiente experimental durante ensaio de seletividade alimentar entre *D. brasiliensis* e zooplâncton natural (Autoria das fotos: Daniela Correia de Melo. Fonte: Melo, 2011).

Os alevinos foram mantidos por cerca de oito horas sem alimentação antes do início dos experimentos, tempo em que pelo menos a parte anterior do tubo digestivo estaria vazia (MARQUES, 1992). Na última hora deste tempo, os organismos foram colocados nas cubas de ensaio para aclimação às condições do experimento, como a intensidade luminosa, espaço e temperatura.

Estes mesmos recipientes e procedimentos foram usados nos demais experimentos realizados em laboratório, nas mesmas condições.

Os quatro alimentos utilizados foram: ração extrusada para peixes carnívoros, com 40% de proteína e 350 mg kg⁻¹ de vitamina C, com diâmetro de 2-4 mm (Pirá 40 Guabi™); *D. brasiliensis*; *A. salina* e zooplâncton cultivado em piscicultura, sendo cerca de 85% *Moina micrura*.

O experimento foi realizado em tréplica para cada tipo de alimento, com um alevino por cuba. O alimento foi ministrado *ad libitum*, sendo a quantidade disponível verificada a cada 30 minutos, sempre mantendo uma quantidade igual para cada réplica e com duração total de duas horas. Apenas o zooplâncton cultivado (*M. micrura*) foi adicionado uma quantidade fixa do início ao fim, devido à inviabilidade de contagem e verificação no decorrer do experimento. Os cladóceros foram contados em cerca de 200 indivíduos, e uma amostra igualmente contada foi separada e fixada com formol 4% para posterior conferência. Ao final do experimento, o meio dos frascos experimentais onde o alimento era zooplâncton também foi fixado para contagem dos indivíduos restantes, para se obter a taxa de alimentação. Para os demais tratamentos os itens restantes foram contados a olho nu.

O cálculo da taxa de alimentação foi feito pela fórmula:

$$D_i - D_f$$

Onde:

D_i = densidade inicial fornecida

D_f = densidade final não consumida

4.5. Testes de seletividade alimentar

A fim de avaliar a aceitação de *D. brasiliensis* como item alimentar para o matrinxã e o pintado, comparativamente a outras espécies zooplanctônicas, foram determinadas as taxas de consumo e seletividade alimentar de alevinos dessa espécie sobre o recurso alimentar zooplanctônico, em experimento conduzido em condições controladas de laboratório.

A comunidade zooplanctônica utilizada neste teste foi coletada no dia do experimento na Represa do Lobo – Broa, Itirapina – SP, Brasil. O intuito deste procedimento foi de se utilizar uma comunidade representativa de um ambiente natural. A coleta foi realizada utilizando-se uma rede de plâncton de abertura de 68 μm e posterior filtragem, feita em campo, em rede de 100 μm , visando separar e concentrar as espécies maiores e os indivíduos maiores.

Foram utilizadas três diferentes densidades experimentais (um, dois e quatro alevinos) e dois controles (sem alevinos), um inicial e um final. Todos os experimentos foram conduzidos em triplicata. Com exceção do controle inicial, cada ensaio teve uma tréplica com *D. brasiliensis* e outra sem, totalizando 27 ensaios, como pode ser observado na Figura 8.

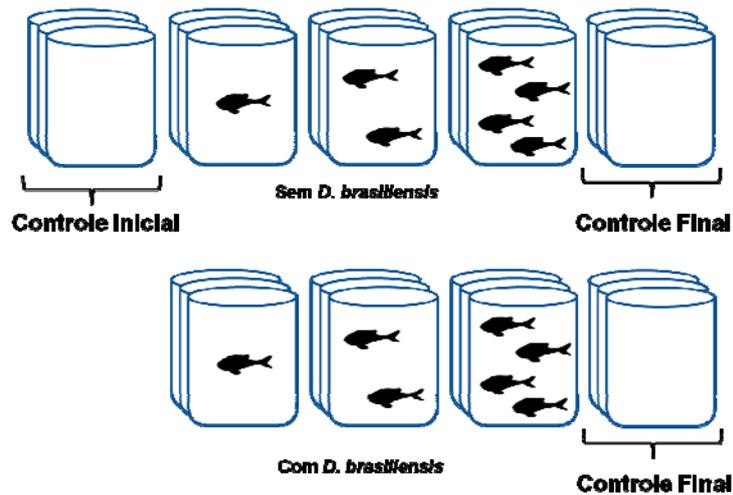


Figura 8 – Desenho experimental do teste de seletividade alimentar entre *D. brasiliensis* e zooplâncton natural.

Antes do início do experimento, foi preparado um homogeneizado da comunidade zooplanctônica junto de água coletada do local, totalizando 15 L. Deste foram retiradas 30 subamostras de 500 mL para serem utilizadas nos bioensaios. A cada subamostra retirada, mexia-se cuidadosamente a mistura visando manter a homogeneidade. Das 30 subamostras, três foram retiradas para posterior análise qualitativa da comunidade. As 27 restantes foram distribuídas entre os ensaios.

O volume, as condições experimentais e o tempo de jejum dos alevinos foram os mesmos supracitados para o experimento de Taxa de Consumo.

No início da bateria de testes, foram adicionadas a todas as cubas as subamostras de zooplâncton e, apenas nos ensaios com branconetas, foram adicionados 10 indivíduos em cada. O meio dos frascos experimentais do controle inicial foram filtrados em rede de 100 μ m e fixados em formol 4%, para quantificação inicial da comunidade zooplanctônica.

A duração do experimento foi de duas horas. Decorrido este tempo, os meios das três repetições de todos os ensaios foram filtrados e fixados em formol 4% assim como o controle inicial, para posterior contagem.

4.5.1. Cladocera e Copepoda

Com o uso da pipeta de Hensen-Stempel foram coletadas subamostras de 2 mL de cada amostra. Tal procedimento foi realizado em triplicata. A contagem dessas subamostras foi realizada em placas de acrílico quadriculadas, com o auxílio de microscópio estereoscópico (Leica).

Os cladóceros foram identificados com o auxílio do Manual de identificação de cladóceros límnicos do Brasil (Elmoor-Loureiro, 1997). Os copépodos foram identificados com auxílio do Atlas de copépodos planctônicos (Silva & Robertson & Reid & Hardy, 1989) e do trabalho de Silva (2003).

4.5.2. Rotifera

Foram coletados 2 mL de amostra fixada com formol a 4% . Essa alíquota foi depositada em uma lâmina de Sedgwick-Rafter e observada ao microscópio óptico (Leica). Os rotíferos foram identificados com o auxílio do manual de identificação Rotatoria (KOSTE, 1978).

Após o término da identificação e contagem, foram estimados os seguintes valores:

Dci = densidade inicial da comunidade zooplanctônica, estimada pela contagem do controle inicial;

Dcf = densidade final da comunidade zooplanctônica predada apenas por invertebrados, estimada pela contagem do controle final;

Df (1, 2 ou 4 alevinos) = densidades finais da comunidade zooplanctônica após predação por invertebrados e pela espécie de peixe em questão, para cada número de alevinos.

O cálculo desta Segunda Taxa de Predação (número de organismos zooplanctônicos, por peixe) foi feito segundo a fórmula abaixo:

$$\text{Taxa de Predação} = (Dci - Df) - (Dci - Dcf).$$

Para os cálculos das taxas de predação foram utilizados os seguintes pesos médios: Copepoda 12,12µg, Rotifera 0,03 µg, *D. brasiliensis* 17 mg e Cladocera 2,5085 µg (GONZÁLEZ *et al*, 2008; MELÃO, 1997).

A seletividade alimentar foi calculada segundo os índices de seletividade de Ivlev (1961) e Paloheimo (1974).

Para avaliar a aceitação de *D. brasiliensis* como item alimentar para matrinxã e pintado-da-amazônia, comparativamente a outras espécies utilizadas como alimento vivo de peixes, foi realizado outro ensaio de seletividade alimentar, conduzido em condições controladas de laboratório, de alevinos dessas espécies sobre duas combinações de itens alimentares: *D. brasiliensis* e *A. salina* (**Combinação 1**) e *D. brasiliensis* e zooplâncton (*M. micrura*) cultivado em piscicultura (**Combinação 2**).

O volume e as condições experimentais são as mesmas do experimento de Taxa de predação.

As quantidades fornecidas de cada item alimentar foram baseadas naquelas obtidas no experimento de Taxa de predação. O experimento teve duração de duas horas.

Ao final do experimento, o meio dos frascos experimentais onde o alimento era zooplâncton também foi fixado para contagem dos indivíduos restantes, para se obter a taxa de alimentação. Para os outros tratamentos os itens restantes foram contados a olho nu.

4.6. Produção secundária, crescimento e sobrevivência

A fim de averiguar o ganho em comprimento e peso seco dos alevinos de matrinxã e pintado da Amazônia alimentados com branconeta em comparação a outras fontes de alimento, bem como a sobrevivência dos mesmos, foi realizado ensaio de produção secundária na Estação de Piscicultura, nos tanques circulares.

Os quatro tratamentos utilizados foram: ração extrusada para peixes, com 40% de proteína e 350 mg kg⁻¹ de vitamina C, com diâmetro de 2-4 mm (Pirá 40 Guabi™); *D. brasiliensis*; *A. salina* e zooplâncton cultivado na piscicultura (85% *M. micrura*).

Para realização deste ensaio, foram produzidas estruturas com arestas de PVC em forma de paralelepípedo, com base quadrada de 30 cm de lado e altura de 40 cm. Estas “gaiolas” têm fundo maciço e as faces recobertas com

tela, com abertura de 300 μm . As gaiolas ficaram submersas nos tanques, simulando um microcosmo, no qual a quantidade e qualidade do alimento (tratamento) podem ser controladas, como poder ser visto na Figura 9.

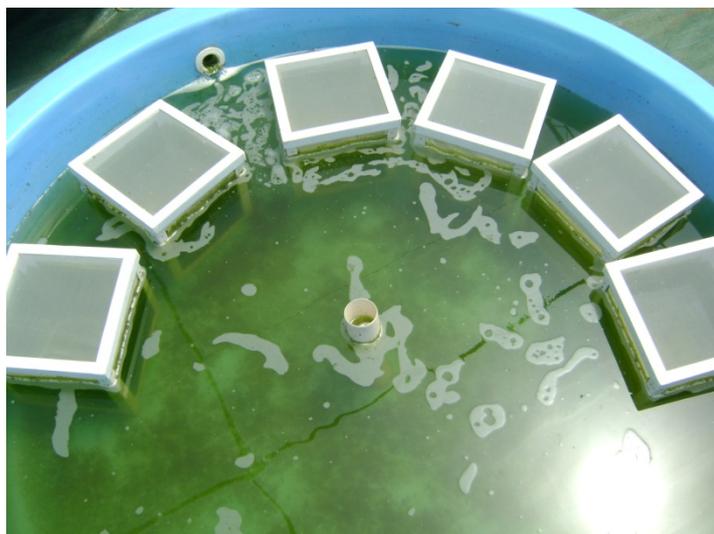


Figura 9 – Disposição dos microcosmos em um dos tanques para os ensaios de produção secundária.

O experimento foi realizado em tréplica e mais uma tréplica de controle para cada tratamento totalizando seis réplicas por tipo de alimento – nas réplicas controles os alevinos receberam a mesma quantidade de alimento em cada tratamento, porém só foram medidos no início e no término do experimento. A duração foi de 30 dias para *B. cephalus* e de 20 dias para o pintado-da-amazônia. A duração do experimento foi reduzida para o pintado-da-amazônia para assegurar a disponibilidade de grandes quantidades de alimento ministradas ao longo do ensaio, pois os alevinos eram maiores que os de matrinxã e possivelmente consumiriam quantidade maiores que aqueles. Essa decisão foi facilitada pelos resultados obtidos do experimento com

matrinxã, que já havia sido realizado, nos quais foram observadas diferenças significativas dentro de 20 dias.

Foi colocado um alevino em cada gaiola, os comprimentos foram medidos a cada dois dias. A medida foi tomada desde a extremidade anterior até o fim da coluna vertebral, conhecida como comprimento *standard*, como é mostrado na Figura 10. A alimentação foi *ad libitum*. O sistema permaneceu aberto para ciclagem de nutrientes e aeração.

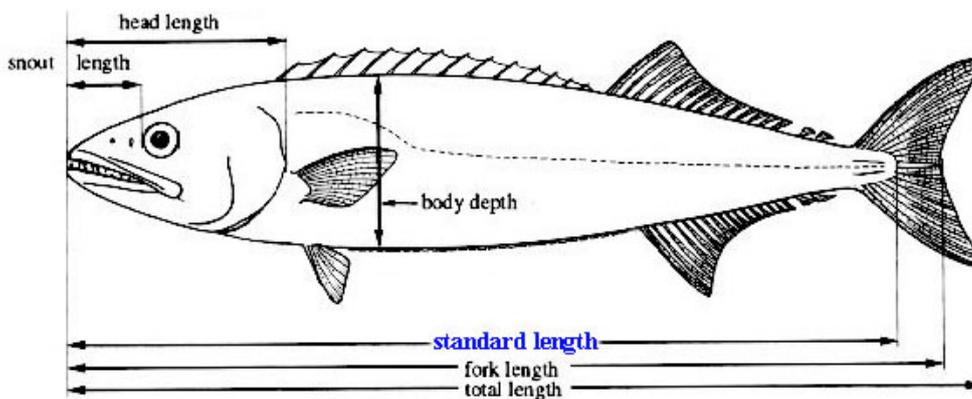


Figura 10: Comprimento tomado dos alevinos (*standard length*).

(http://www.fishbase.org/glossary/images/G_Fig13a6181_SL.jpg)

As variáveis físicas e químicas: pH, temperatura, condutividade, saturação de oxigênio, oxigênio dissolvido e salinidade da água foram medidas também a cada dois dias com um multissensor YSI 6600. As variáveis medidas foram submetidas a uma análise de variância para avaliar se existiu diferença significativa entre os tanques. Em caso de diferença significativa, um teste t a *posteriori* foi feito para comparação das médias.

Paralelamente, foi realizada a medida de comprimento de 25 indivíduos de matrinxã e 19 indivíduos de pintado-da-amazônia, de mesma idade e faixa de comprimento que aqueles utilizados nesse experimento. Estes foram secos em estufa a 60°C por 48 horas para a determinação do peso seco. Com isto, obteve-se uma regressão linear para se estimar os pesos daqueles usados no experimento de produção secundária.

Para análise dos resultados foram utilizados os valores de produção secundária (PS), calculados segundo a fórmula:

$$PS = [(PE_F - PE_0) PE_0^{-1}] * 100$$

Onde:

PE_F = peso estimado final;

PE₀ = peso estimado inicial.

Foi também calculada a taxa de crescimento específico diário (TCE) segundo Legendre e Kerdchuen (1995), como na fórmula:

$$TCE = 100 (\ln P_m \text{ final} - \ln P_m \text{ inicial}) (t)^{-1}$$

Onde:

ln = logaritmo neperiano;

P_m = peso médio;

t = tempo em dias.

Os valores de PS de cada tratamento foram submetidos a uma Análise de Variância, ANOVA (ZAR, 1999), ao nível 0,05 de significância e teste t a *posteriori*. Da mesma forma, os comprimentos iniciais dos alevinos de cada tratamento foram submetidos à ANOVA ($\alpha = 0,05$), para certificar de que não existiam diferenças significativas entre os mesmos.

Os resultados foram ainda submetidos a uma análise de variância fatorial (ZAR, 1999), na qual os valores de produção secundária, também linearizados, foram divididos em dois períodos: inicial e final, cada um compreendendo metade do tempo total do experimento para cada *espécie*. Este teste visou investigar se existe diferença entre os tratamentos, os tempos e se existe interação entre tratamento e tempo. Os tratamentos estatísticos foram realizados com auxílio do software BioEstat 5.0.

5. RESULTADOS

5.1 Taxa de alimentação

A taxa de alimentação média de *B. cephalus* para cada um dos alimentos foi: ração 0; *D. brasiliensis* 7 ind. h⁻¹; *A. salina* 9,5 ind. h⁻¹ e zooplâncton 93,66 ind. h⁻¹. Para o *pintado da Amazônia* as taxas foram: ração 2,83 grãos. h⁻¹; *D. brasiliensis* 8,5 ind. h⁻¹; *A. salina* 11,16 ind. h⁻¹ e zooplâncton 94,33 ind. h⁻¹.

Dentre o zooplâncton cultivado em piscicultura, a dominância foi do cladócero *Moina micrura* (85,66%). Em menor abundância foram identificados alguns rotíferos do gênero *Lecane* (9,65%) assim como náuplios e copepoditos de Cyclopoida (4,69%).

5.2 Seletividade alimentar

A Tabela 1 mostra as espécies e/ou gêneros identificados de Copepoda, Cladocera e Rotifera nos experimentos de taxa de alimentação e seletividade com *B. cephalus*, os mesmos resultados para o *pintado-da-amazônia* estão apresentados na Tabela 2. As Figuras 11 e 12 mostram as frequências relativas dos principais grupos no experimento com *B. cephalus* e *pintado-da-Amazônia*, respectivamente.

Tabela 1- Espécies e gêneros mais abundantes identificados na comunidade zooplanctônica utilizada no ensaio de seletividade alimentar com *B. cephalus*.

	Espécies/Gêneros	f	fr(%)
Copepoda		9933	72.96
Cyclopoida	<i>Macrocyclops albidius</i>	1231	9.04
	<i>Mesocyclops longisetus</i>		
	<i>longisetus</i>	2330	17.11
Calanoida	<i>Thermocyclops minutus</i>	6372	46.80
Cladocera		269	1.98
	<i>Ceriodaphnia</i>	90	0.66
	<i>Bosmina</i>	179	1.31
Rotifera		3413	25.07
	<i>Filinia pejleri</i>	2841	20.87
	<i>Keratella americana</i>	557	4.09
	<i>Brachionus sp.</i>	15	0.11
Total		13615	100.00

f: frequência absoluta de cada espécie/gênero; **fr(%)**: frequência relativa em porcentagem de cada espécie/ gênero sobre o total. Os valores em negrito representam o subtotal para cada táxon.

Tabela 2 - Espécies e gêneros mais abundantes identificados na comunidade zooplanctônica utilizada no ensaio de seletividade alimentar com o *pintado-da-amazônia*.

	Espécies/Gêneros	f	fr (%)
Copepoda		2071	18.80
Cyclopoida	<i>Macrocyclops albidius</i>	261	2.37
	<i>Mesocyclops longisetus</i>		
	<i>longisetus</i>	333	3.02
Calanoida	<i>Thermocyclops minutus</i>	1477	13.41
Cladocera		5017	45.54
	<i>Bosmina</i>	2256	20.48
	<i>Ceriodaphnia</i>	2249	20.41
	<i>Daphnia</i>	460	4.18
	<i>Chydoridae</i>	52	0.47
Rotifera		3929	35.66
	<i>Kellicotia longispina</i>	3461	31.42
	<i>Keratella cochlearis</i>	422	3.83
	<i>Outras ssp.</i>	46	0.42
Total		11017	100.00

f: frequência absoluta de cada espécie/gênero; **fr(%)**: frequência relativa em porcentagem de cada espécie/ gênero sobre o total. Os valores em negrito representam o subtotal para cada táxon.

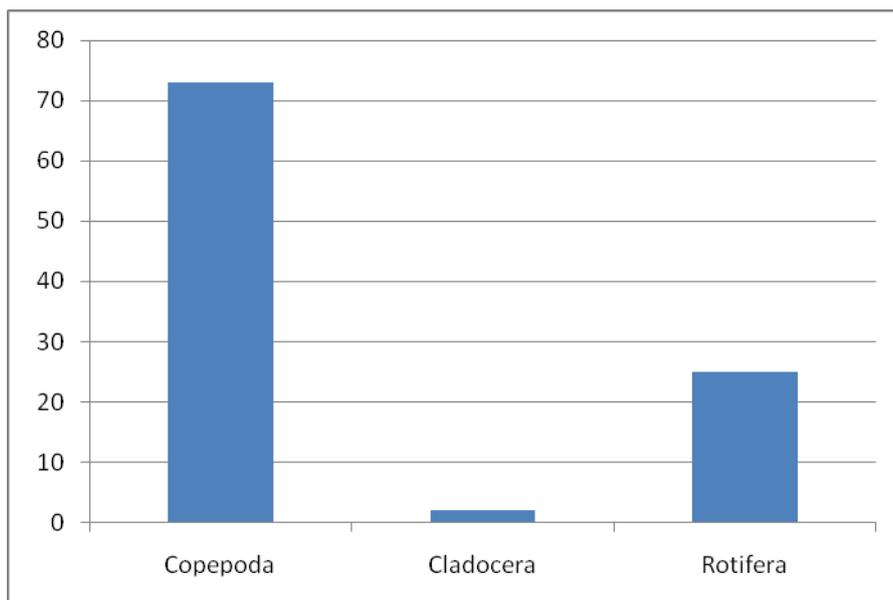


Figura 11: Frequências relativas (%) dos principais grupos de zooplâncton no experimento de seletividade alimentar com alevinos de *B. cephalus*.

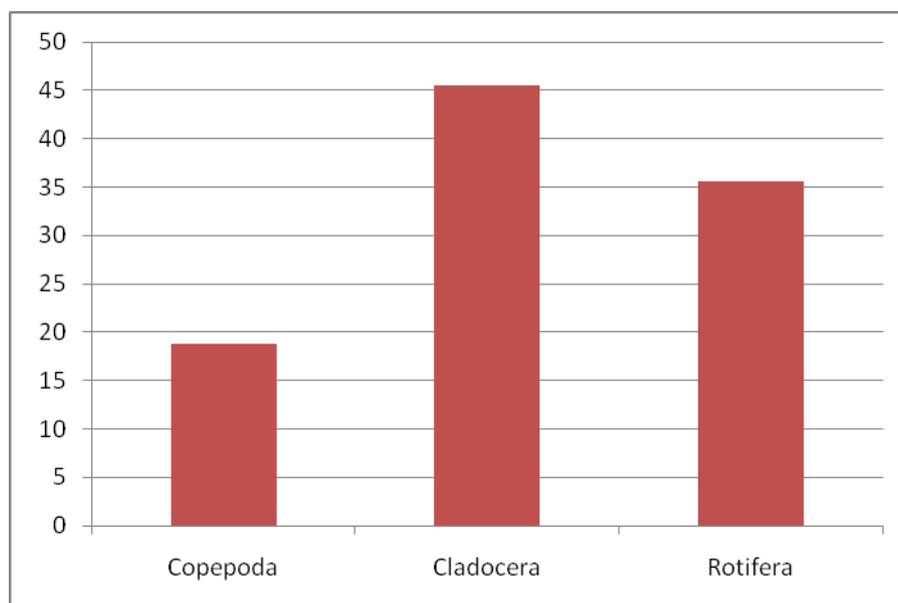


Figura 12: Frequências relativas (%) dos principais grupos de zooplâncton no experimento de seletividade alimentar com alevinos de *pintado-da-amazônia*.

Em todas as amostras contadas, inclusive naquelas separadas para identificação das espécies, a proporção de náuplios e copepoditos era muito superior a de adultos (em média 88,76%), o que dificultou a identificação, pois a mesma só é possível com indivíduos adultos.

A quantidade de cladóceros observada no experimento com *B. cephalus* foi muito pequena, cerca de 1,98% dos indivíduos contados, comparada a média de rotíferos (25,07%) e de copépodos (72,96%). Por este motivo, os cladóceros não foram incluídos no cálculo dos índices de seletividade de Ivlev e do coeficiente alimentar de Paloheimo.

Os resultados da aplicação do índice de seletividade de Ivlev e do coeficiente alimentar de Paloheimo com *B. cephalus* estão expostos na Tabela 3 e nas Figuras 13 e 14. Estes mesmos valores calculados para o *pintado-da-amazônia* estão na tabela 4 e podem ser visualizados nas Figuras 15 e 16.

Tabela 3 - Índice de seletividade de Ivlev e coeficiente alimentar de Paloheimo para o teste de seletividade alimentar com zooplâncton natural, utilizando-se alevinos *B. cephalus*.

	Índice de Ivlev			Coeficiente de Paloheimo		
	1p.	2p.	4p.	1p.	2p.	4p.
Com branconeta						
Táxon	1p.	2p.	4p.	1p.	2p.	4p.
Copepoda	-0,408	-0,290	-0,916	0,202	0,288	0,024
Rotifera	-0,662	-1,000	-1,000	0,098	0,000	0,000
<i>D. brasiliensis</i>	0,188	0,152	0,276	0,701	0,712	0,976
Sem branconeta						
Copepoda	-1,000	0,386	0,386	0,000	0,940	1,000
Rotifera	0,999	-0,747	-1,000	1,000	0,060	0,000

p.: quantidade de alevinos por réplica.

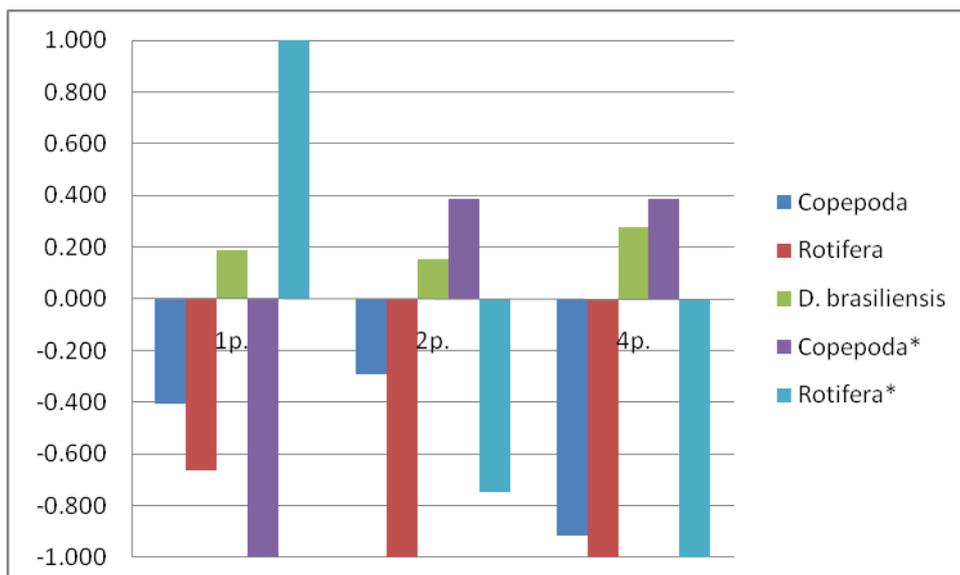


Figura 13: Representação dos valores do Índice de Ivlev para o teste de seletividade com zooplâncton natural, utilizando-se alevinos de *B. cephalus*.

*réplicas sem *D. brasiliensis*.

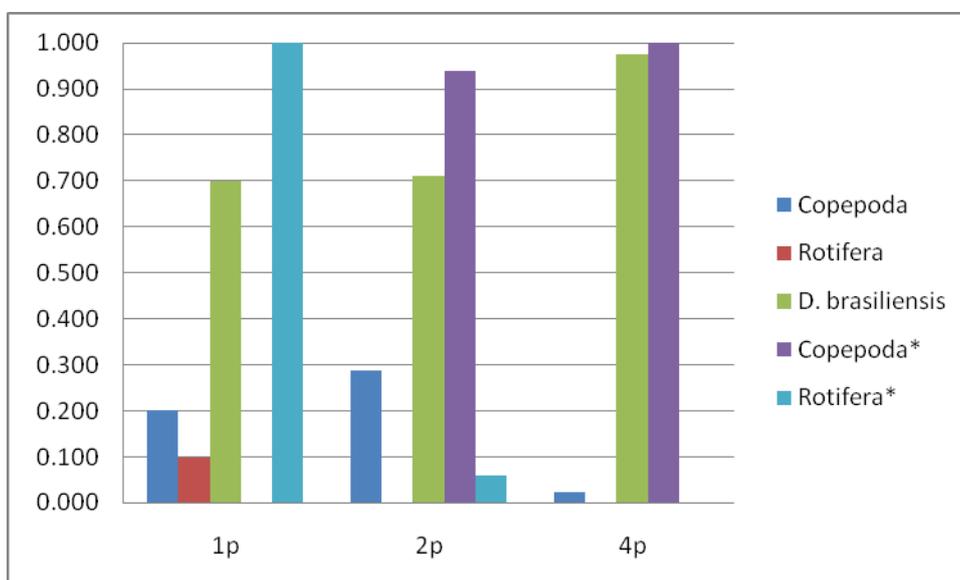


Figura 14: Representação dos valores do Coeficiente de Paloheimo para o teste de seletividade com zooplâncton natural, utilizando-se alevinos de *B. cephalus*.

*réplicas sem *D. brasiliensis*.

Tabela 4 - Índice de seletividade de *Ivlev* e coeficiente alimentar de *Paloheimo* para o teste de seletividade com zooplâncton natural, utilizando-se alevinos de *pintado-da-amazônia*.

	Índice de <i>Ivlev</i>			Coeficiente de <i>Paloheimo</i>		
	1p.	2p.	4p.	1p.	2p.	4p.
Com branconeta						
Táxon	1p.	2p.	4p.	1p.	2p.	4p.
Copepoda	-0,366	0,015	-0,861	0,157	0,443	0,058
Cladocera	-0,801	-0,607	-1,000	0,038	0,105	0,000
Rotifera	0,104	-1,000	-1,000	0,417	0,000	0,000
<i>D. brasiliensis</i>	0,067	0,026	0,094	0,388	0,452	0,942
Sem branconeta						
Copepoda	-1,000	0,658	0,791	0,000	0,410	1,000
Cladocera	0,881	0,749	-1,000	0,379	0,590	0,000
Rotifera	0,926	-1,000	-1,000	0,621	0,000	0,000

p.: quantidade de alevinos por réplica.

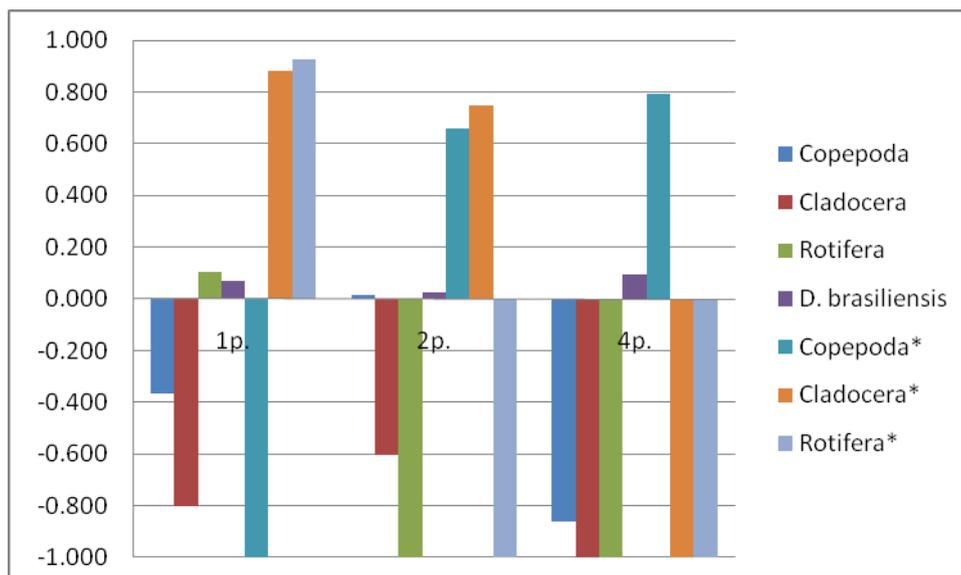


Figura 15: Representação dos valores do Índice de Ivlev para o teste de seletividade com zooplâncton natural, utilizando-se alevinos de *pintado-da-amazônia*. *réplicas sem *D. brasiliensis*.

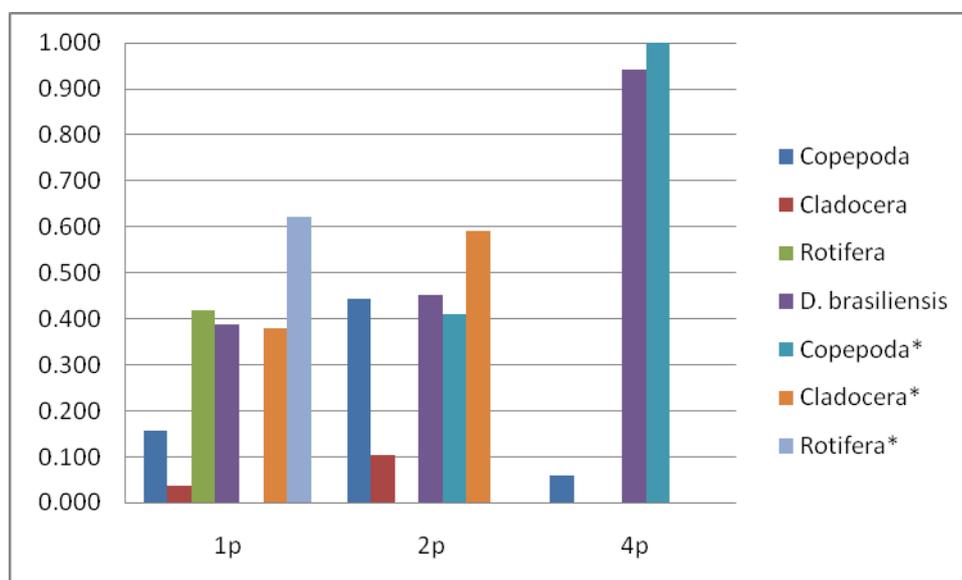


Figura 16: Representação dos valores do Coeficiente de Paloheim para o teste de seletividade com zooplâncton natural, utilizando-se alevinos de *pintado-da-amazônia*. *réplicas sem *D. brasiliensis*.

Os resultados do Índice de seletividade de Ivlev e do coeficiente alimentar de Paloheimo calculados para os experimentos de seletividade alimentar com as combinações **1** (branconeta + artêmia) e **2** (branconeta + zooplâncton), estão apresentados na Tabela 5 e na Figura 17 para *B. cephalus* e na Tabela 6 e Figura 18 para o *pintado-da-amazônia*.

Tabela 5 - Índice de seletividade de Ivlev e coeficiente alimentar de Paloheimo para o teste de seletividade de *D. brasiliensis* combinados com *A. salina* ou zooplâncton cultivados em tanques de piscicultura, utilizando alevinos de *B. cephalus*.

	Combinação 1		Combinação 2	
	branconeta	artêmia	branconeta	zooplâncton
Ivlev	-0,045	0,075	0	0,021
Paloheimo	0,440	0,560	0,489	0,511

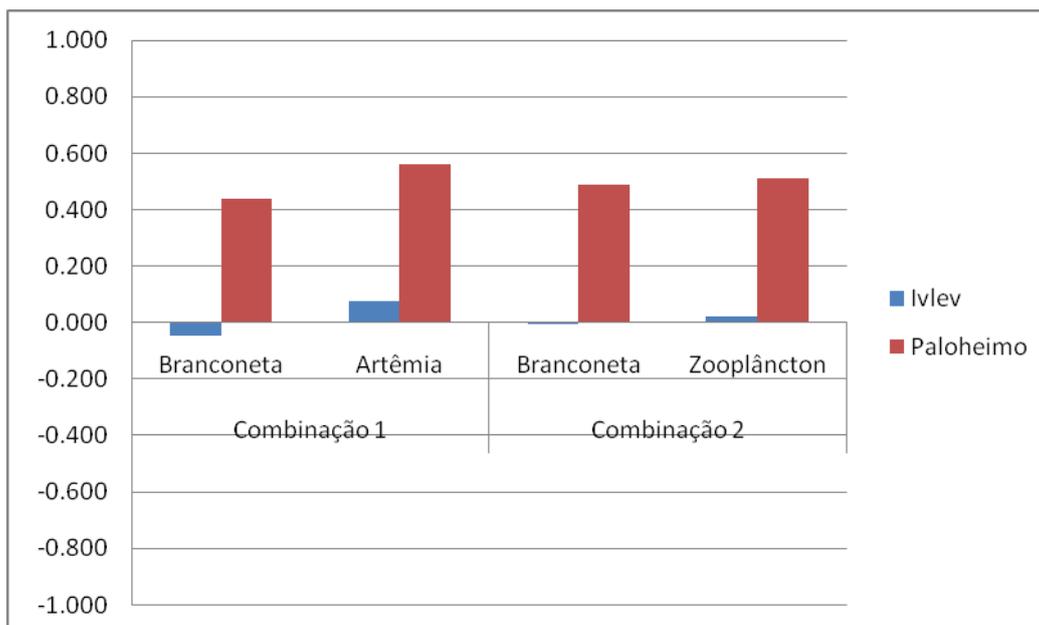


Figura 17: Representação dos valores do Índice de Ivlev e Coeficiente de Paloheimo para o teste de seletividade com as combinações 1 e 2, utilizando-se alevinos de *B. cephalus*.

Tabela 6 - Índice de seletividade de Ivlev e coeficiente alimentar de Paloheimo para o teste de seletividade de *D. brasiliensis* combinados com *A. salina* ou zooplâncton cultivados em tanques de piscicultura, utilizando-se alevinos de pintado-da-amazônia.

	Combinção 1		Combinção 2	
	branconeta	artêmia	branconeta	zooplâncton
Ivlev	0,027	-0,048	-0,002	0,459
Paloheimo	0,508	0,492	0,701	0,299

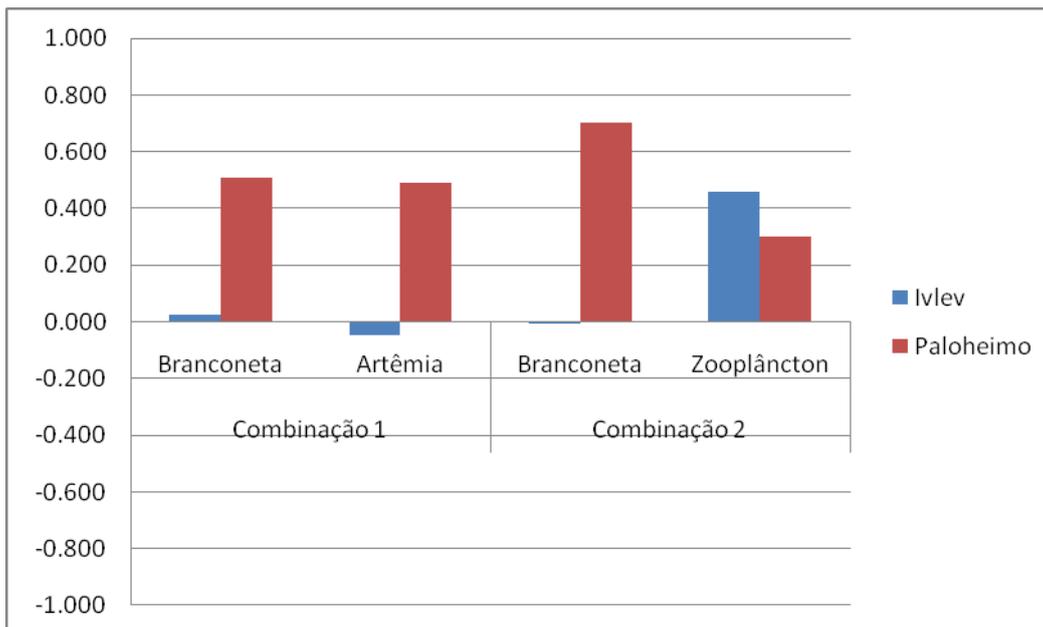


Figura 18: Representação dos valores do Índice de Ivlev e Coeficiente de Paloheimo para o teste de seletividade com as combinações 1 e 2, utilizando-se alevinos de *pintado-da-amazônia*.

5.3 Produção secundária, crescimento e sobrevivência

5.3.1. Variáveis físicas e químicas nos meios experimentais

Dentre as variáveis físicas e químicas medidas nos meios experimentais, não ocorreu diferença estatística significativa entre os tanques utilizados durante os experimentos com as duas espécies de peixes testadas (ANOVA com 0,05 de significância), exceto para a variável condutividade durante o experimento com *pintado-da-amazônia* (com $p(\text{valor}) = 0,02$). Porém, excetuando-se as variáveis saturação de O_2 e concentração de O_2 dissolvido,

todas as demais apresentaram diferenças significativas entre as médias dos experimentos com as diferentes espécies (teste t) como mostra a tabela 7.

Tabela 7 – Médias e desvios padrão das variáveis físicas e químicas dos meios experimentais dos ensaios realizados com *B. cephalus* e pintado-da-amazônia.

As médias estatisticamente maiores estão grifadas em negrito.

Parâmetros físicos e químicos					
	Temperatura (°C)	pH	Condutividade ($\mu\text{S.cm}^{-1}$)	% Saturação OD	DO (mg.L^{-1})
<i>B. cephalus</i>	29,63 ± 2,63	6,77 ± 0,87	536,44 ± 68,18	95,27 ± 9,4	7,65 ± 1,23
Pintado	34,31 ± 1,32	8,59 ± 0,46	288,10 ± 28,08	100,00	8,39 ± 1,01

5.3.2. Crescimento dos alevinos

Os resultados obtidos referentes ao crescimento dos alevinos nos diferentes tratamentos alimentares ao longo dos 30 e 20 dias de experimento estão representados nas Figuras 19 e 20, para *B. cephalus* e para o pintado-da-amazônia, respectivamente. Cada curva corresponde a um tratamento e os pontos representam a média das réplicas e seus respectivos desvios-padrão. Durante o período de alimentação contínua, apenas um alevino de *B. cephalus* alimentado com *A. salina* morreu. Dentre os alevinos de pintado-da-amazônia,

morreram dois indivíduos alimentados com *A. salina* e dois alimentados com zooplâncton.

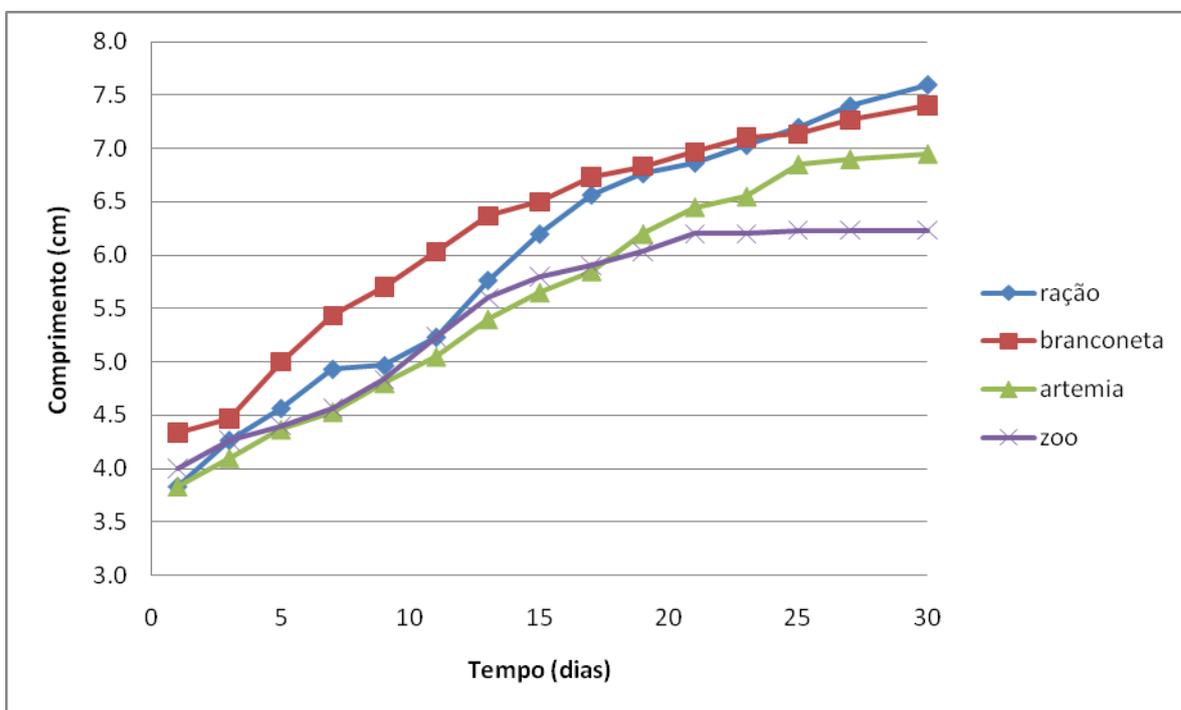


Figura 19 – Curva de crescimento de alevinos de *B. cephalus* ao longo do período experimental nos ensaios de produção secundária.

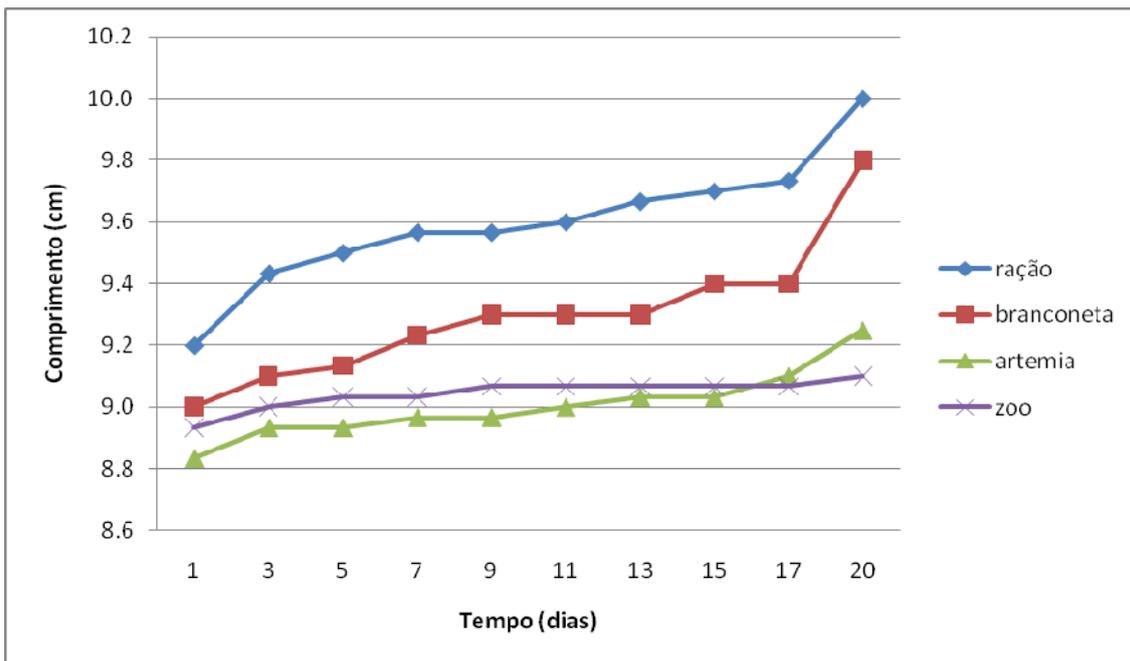


Figura 20 - Curva de crescimento de alevinos de pintado-da-amazônia ao longo do período do experimento de produção secundária.

5.3.3. Produção secundária

Para os cálculos dos valores de produção secundária obtidos nos experimentos, foi necessário estimar os pesos dos indivíduos experimentais a partir de seu comprimento. Para isso, foram estabelecidas relações matemáticas entre esses dois parâmetros. A Figura 21 ilustra a relação obtida entre comprimento e peso seco para o matrinxã. Depois de calculada a regressão linear para essa relação em *B. cephalus*, obteve-se o coeficiente linear $a = -0,42243$ e o coeficiente angular $b = 0,136035$. Para o pintado obteve-se o coeficiente linear $a' = -8,78091$ e o coeficiente angular $b' = 1.115321$. A relação para esta última espécie está ilustrada na Figura 22. Com estes

coeficientes foi possível estimar valores de peso seco (y) para um determinado comprimento (x), segundo a fórmula $y = a + bx$. Através dessa fórmula, foi estimado o peso inicial e final dos alevinos testados. Os valores de pesos secos obtidos referentes aos diferentes tratamentos alimentares ao longo dos 30 e 20 dias de experimento estão representados nas Figuras 23 e 24, para *B. cephalus* e para o pintado-da-amazônia, respectivamente. Nas Figuras 25 e 26 estão representados os ganhos de peso seco em porcentagem referentes a cada tratamento, para *B. cephalus* e pintado-da-amazônia, respectivamente. Na Tabela 8, estão resumidos os valores utilizados para o cálculo da produção secundária dos diferentes tratamentos experimentais para *B. cephalus*, os mesmos resultados para o pintado-da-amazônia estão apresentados na Tabela 9. A Figura 27 exibe uma comparação entre a TCE média de cada tratamento para as duas espécies.

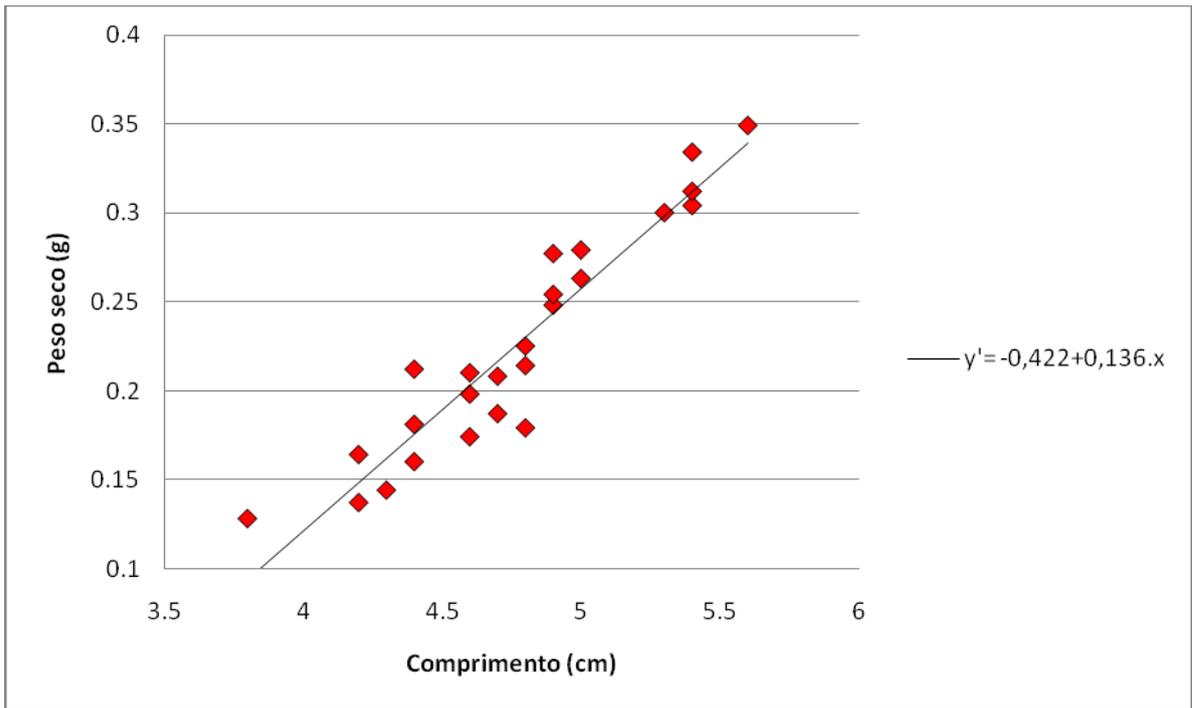


Figura 21: Regressão linear entre comprimento e peso seco feita com 25 alevinos de *B. cephalus*.

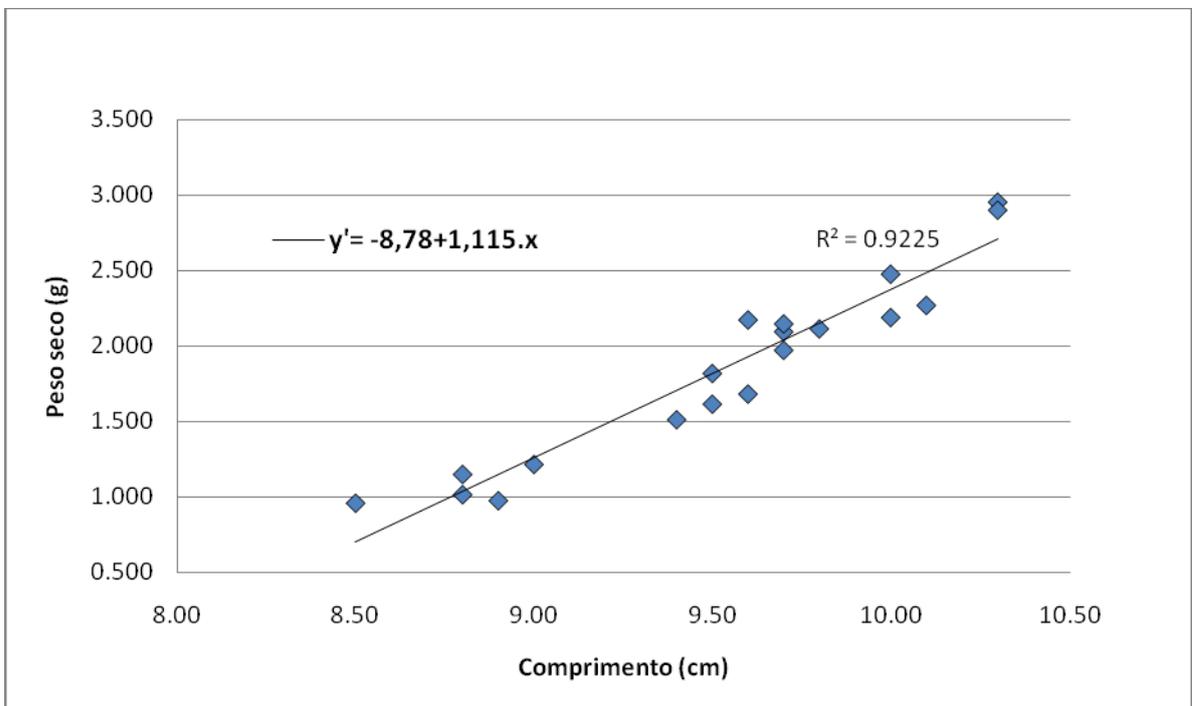


Figura 22: Regressão linear entre comprimento e peso seco feita com 19 alevinos de *pintado-da-amazônia*.

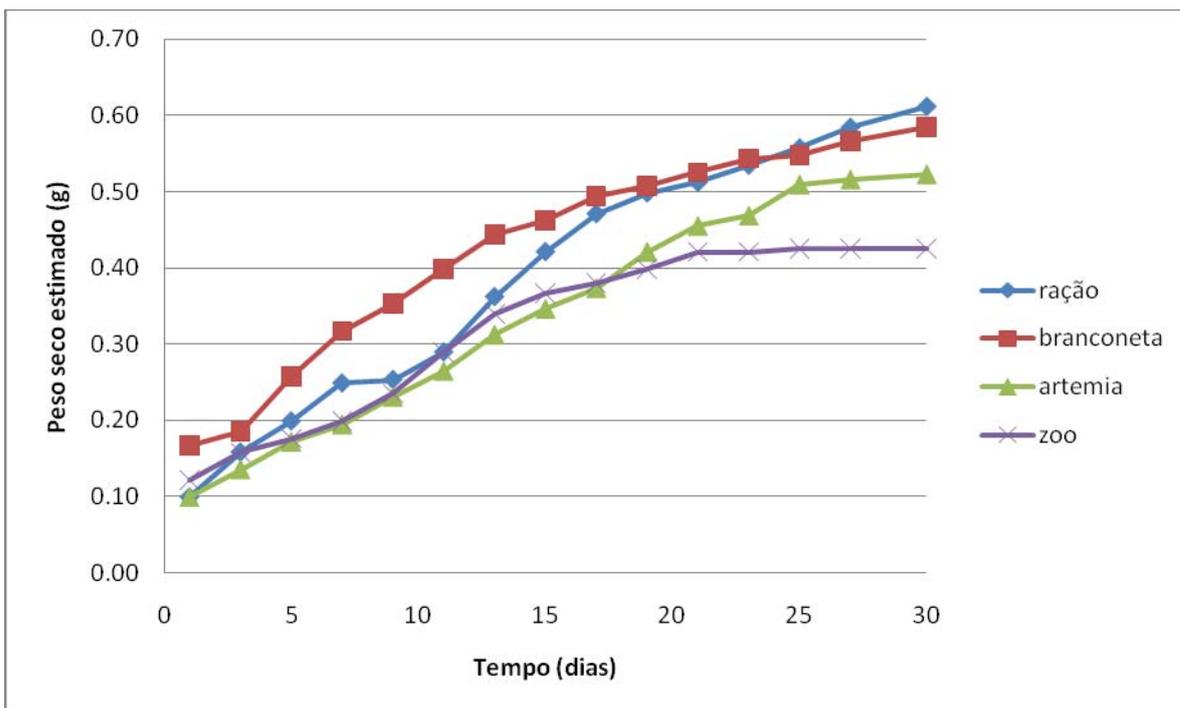


Figura 23: Curva do peso seco estimado de alevinos de *B. cephalus* ao longo do período do experimento de produção secundária.

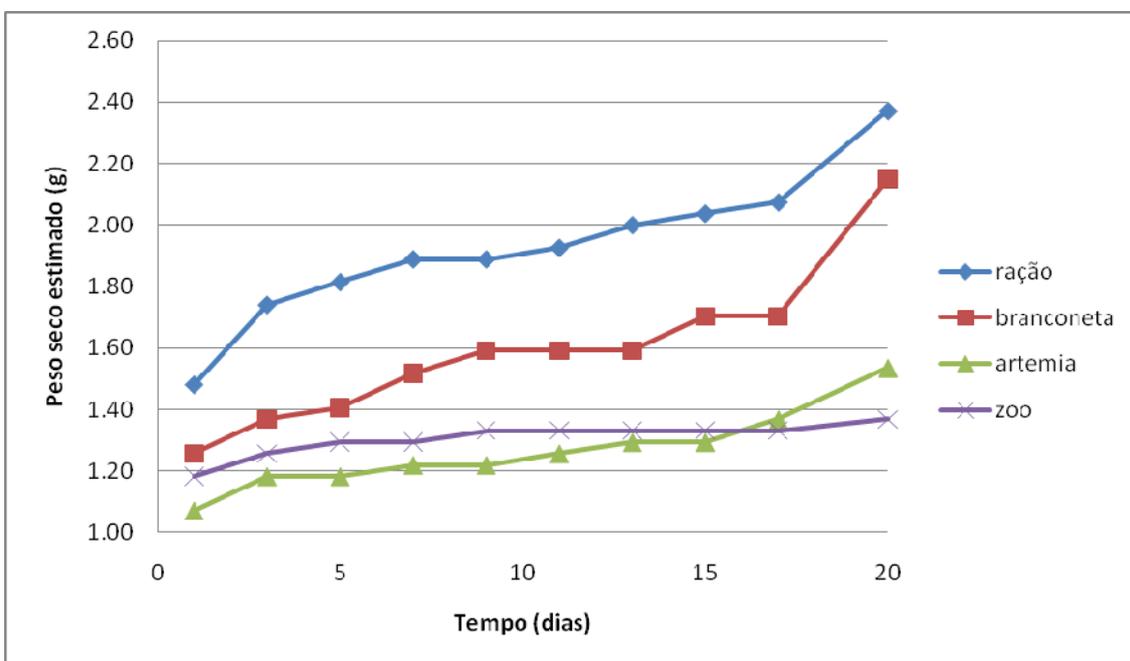


Figura 24: Curva do peso seco estimado de alevinos de *pintado-da-amazônia* ao longo do período do experimento de produção secundária.

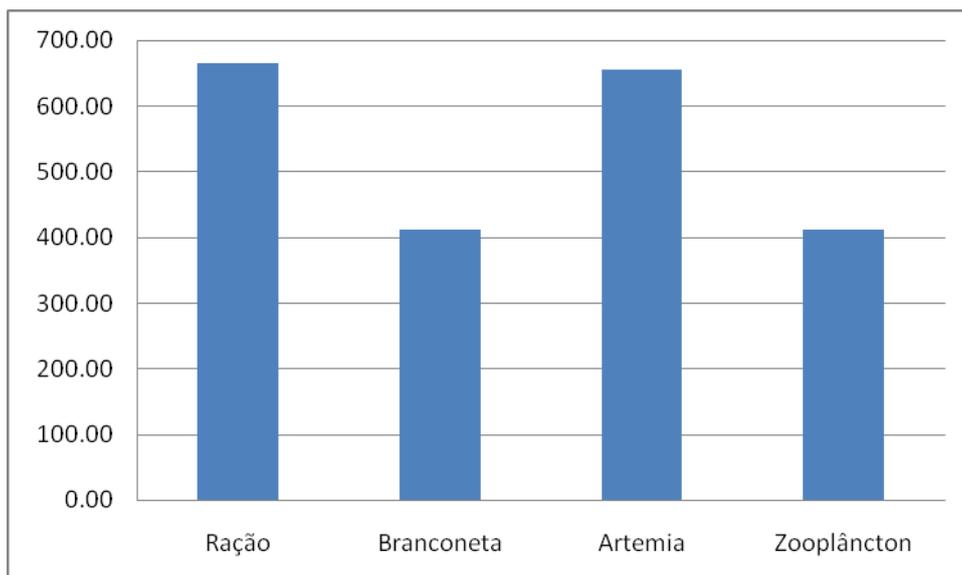


Figura 25: Ganho em peso seco estimado relativo ao peso seco inicial em termos de porcentagem ao final do do experimento de produção secundária com alevinos de *B. cephalus*.

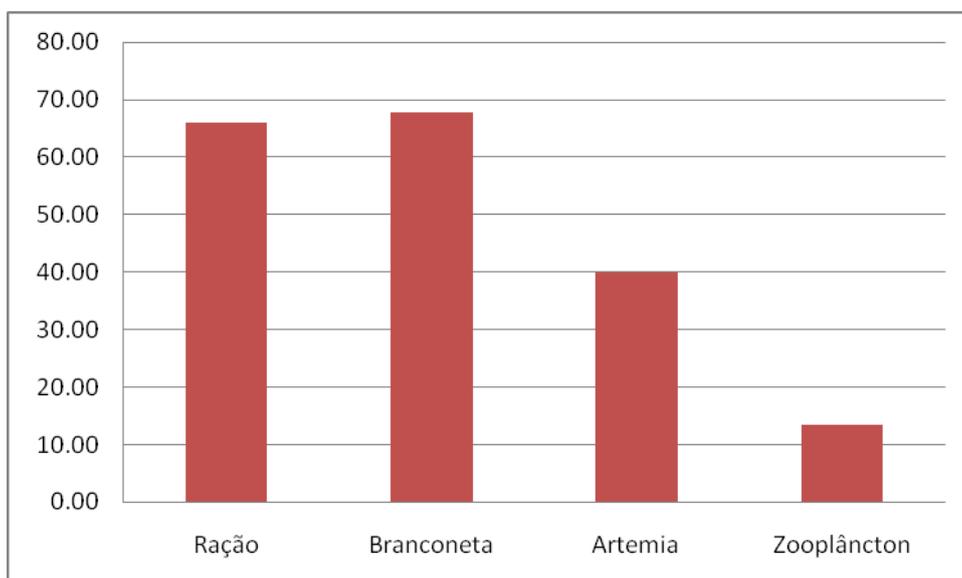


Figura 26: Ganho em peso seco estimado relativo ao peso seco inicial em termos de porcentagem ao final do do experimento de produção secundária com alevinos de *pintado-da-amazônia*.

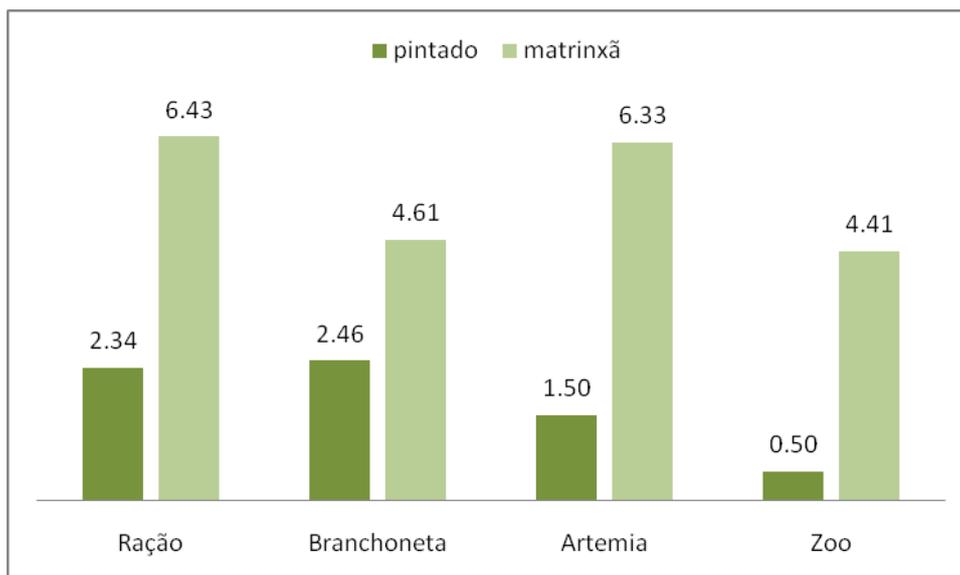


Figura 27: Taxa de crescimento específico diário para cada tratamento utilizado no experimento de produção secundária para as espécies *B. cephalus* e pintado-da-amazônia.

Tabela 8 – Medidas e valores estimados para cada alevino (réplica) do experimento de produção secundária com *B. cephalus*: **L₀**: comprimento inicial; **L_F**: comprimento final; **PE₀**: peso estimado inicial; **PE_F**: peso estimado final; **PS**: produção secundária $\{[(PE_F-PE_0)/PE_0]*100\}$; **TCEmédio**: taxa de crescimento específico diário.

Tratamento	L ₀	L _F	PE ₀	PE _F	PS(%)	ln(PS)	TCEmédio (%)
Ração 1	3,5	7,5	0,05	0,60	1013,45	6,92	
Ração 2	4,0	7,6	0,12	0,61	402,37	6,00	
Ração 3	4,0	7,7	0,12	0,63	413,55	6,02	
Ração 4	4,2	9,8	0,15	0,91	511,56	6,24	6,43
Ração 5	4,3	10,0	0,16	0,94	477,11	6,17	
Ração 6	3,5	9,5	0,05	0,87	1520,18	7,33	
Branconeta 7	3,5	7,2	0,05	0,56	937,44	6,84	
Branconeta 8	5,0	7,5	0,26	0,60	131,95	4,88	
Branconeta 9	4,5	7,5	0,19	0,60	215,10	5,37	
Branconeta 10	4,7	8,2	0,22	0,69	219,48	5,39	4,61
Branconeta 11	4,0	8,0	0,12	0,67	447,08	6,10	
Branconeta 12	3,9	8,0	0,11	0,67	515,92	6,25	
Artêmia 13	4,0	6,7	0,12	0,49	301,78	5,71	
Artêmia 14	4,0	+					
Artêmia 15	3,5	7,2	0,05	0,56	937,44	6,84	
Artêmia 16	4,4	9,0	0,18	0,80	355,30	5,87	6,33
Artêmia 17	3,5	8,2	0,05	0,69	1190,81	7,08	
Artêmia 18	3,7	8,3	0,08	0,71	773,51	6,65	
Zoo 19	3,8	6,5	0,09	0,46	388,66	5,96	
Zoo 20	4,2	6,0	0,15	0,39	164,43	5,10	
Zoo 21	4,0	6,2	0,12	0,42	245,90	5,50	
Zoo 22	4,0	7,6	0,12	0,61	402,37	6,00	4,41
Zoo 23	4,2	7,5	0,15	0,60	301,46	5,71	
Zoo 24	4,5	7,6	0,19	0,61	222,27	5,40	

+: morto antes do final do experimento.

Tabela 9 - Medidas e valores estimados para cada alevino (réplica) do experimento de produção secundária com pintado da Amazônia: **L₀**: comprimento inicial; **L_F**: comprimento final; **PE₀**: peso estimado inicial; **PE_F**: peso estimado final; **PS**: produção secundária $\{[(PE_F-PE_0)/PE_0]*100\}$; **TCE médio**: taxa de crescimento específico diário.

Tratamento	L ₀	L _F	PE ₀	PE _F	PS(%)	ln(PS)	TCE médio (%)
Ração 1	8,70	9,70	0,92	2,04	120,92	4,80	
Ração 2	9,50	10,00	1,81	2,37	30,73	3,43	
Ração 3	9,40	10,30	1,70	2,71	58,94	4,08	
Ração 4	8,90	9,80	1,15	2,15	87,63	4,47	2,34
Ração 5	9,50	10,30	1,81	2,71	49,17	3,90	
Ração 6	9,30	10,00	1,59	2,37	49,05	3,89	
Branconeta 7	9,30	10,10	1,59	2,48	56,06	4,03	
Branconeta 8	9,00	9,60	1,26	1,93	53,24	3,97	
Branconeta 9	8,70	9,70	0,92	2,04	120,92	4,80	
Branconeta 10	8,80	9,50	1,03	1,81	75,51	4,32	2,46
Branconeta 11	9,20	9,70	1,48	2,04	37,68	3,63	
Branconeta 12	9,30	10,20	1,59	2,60	63,07	4,14	
Artêmia 13	8,80	+					
Artêmia 14	9,20	9,50	1,48	1,81	22,61	3,12	
Artêmia 15	8,50	9,00	0,70	1,26	79,74	4,38	
Artêmia 16	9,20	9,60	1,48	1,93	30,14	3,41	1,50
Artêmia 17	9,40	+					
Artêmia 18	8,60	8,80	0,81	1,03	27,51	3,31	
Zoo 19	8,70	8,90	0,92	1,15	24,18	3,19	
Zoo 20	9,20	+					
Zoo 21	8,90	+					
Zoo 22	8,80	8,90	1,03	1,15	10,79	2,38	0,50
Zoo 23	9,40	9,40	1,70	1,70	0,00	0,00	
Zoo 24	8,40	8,50	0,59	0,70	18,97	2,94	

+: morto antes do final do experimento.

Os valores de produção secundária (PS) foram logaritizados para igualar as variâncias de cada tratamento (amostras homocedásticas), premissa para a realização da análise de variância.

A ANOVA entre os quatro tipos de alimento utilizados, para ambas as espécies resultou em diferença significativa entre os tratamentos. Para comparação entre as médias foi realizado o teste t *a posteriori*. Para *B. cephalus* obtivemos um p(valor) = 0,04 e para o *pintado-da-amazônia* p(valor) = 0,004. Os resultados do teste t podem ser observados nas Figuras 28 e 29, respectivamente.

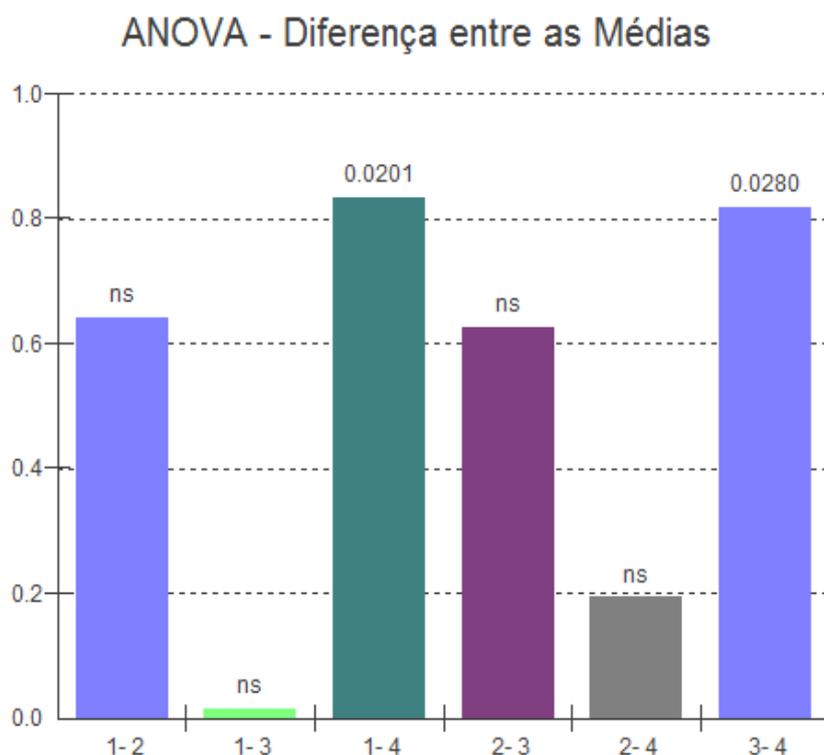


Figura 28 – Comparação entre as médias dos tratamentos pelo teste t em *B. cephalus*. 1: ração, 2: *D. brasiliensis*, 3: *Artemia* e 4: zooplâncton. Os números representam valores de (p) e “ns” = não significativo.

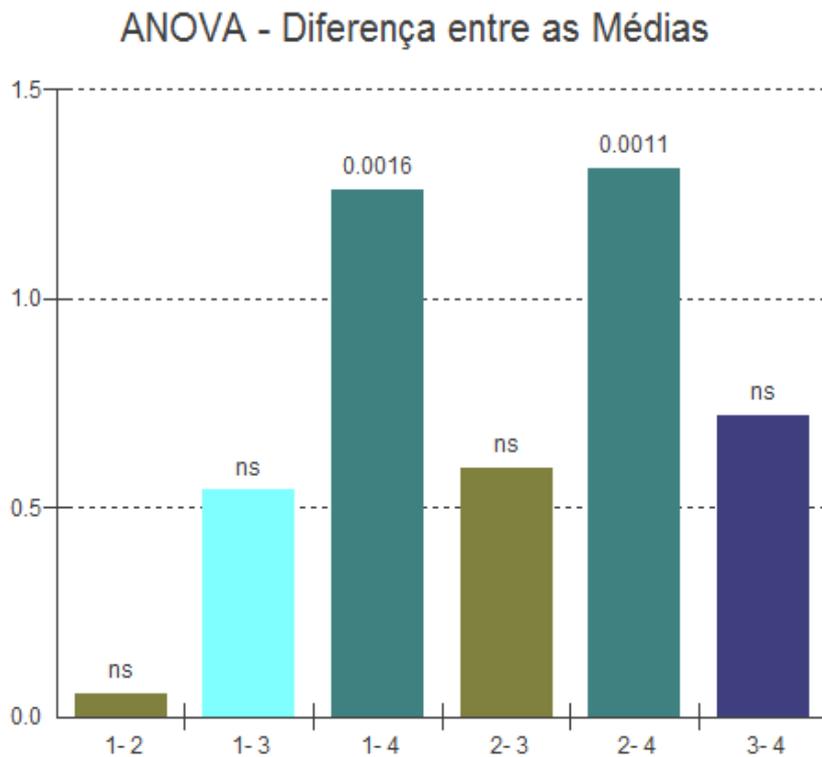


Figura 29 – Comparação entre as médias dos tratamentos pelo teste t em pintado-da-amazônia. 1: ração, 2: *D. brasiliensis*, 3: *Artemia* e 4: zooplâncton. Os números representam valores de (p) e “ns” = não significativo.

Na figura 28 podemos observar que a maior produção média foi dos alevinos de matrinxã alimentados com ração. Seguida pelas médias com *Artemia*, *D. brasiliensis* e por último zooplâncton. Entre as duas primeiras, não se observou diferença significativa, porém, ambas foram significativamente maiores que a média apresentada pelo tratamento zooplâncton. A média de PS dos alevinos alimentados com *D. brasiliensis* não diferiu significativamente de nenhum outro tratamento.

A ANOVA fatorial aplicada sobre os valores de PS, divididos em dois períodos, visando avaliar a existência de diferenças entre a metade inicial e final do experimento resultou em diferenças significativas tanto para *B. cephalus* como para o *pintado-da-Amazônia*. Neste tipo de análise, obtemos três valores de p: tratamentos, tempos e interação (entre tratamentos e tempo).

Para *B. cephalus*, os valores obtidos foram: $p(\text{tratamentos}) = 0,0493$, $p(\text{tempo}) < 0,0001$ e $p(\text{interação}) = 0,74$. Estes valores significam que existe diferença significativa entre os tratamentos, diferença extremamente significativa entre os tempos, sendo o período inicial aquele com maior PS média, e que não existe interação entre tempo e tratamento.

Os valores obtidos para o *pintado da Amazônia* foram: $p(\text{tratamentos}) = 0,0001$, $p(\text{tempo}) = 0,0006$ e $p(\text{interação}) = 0,0002$. Estes valores significam que existe diferença extremamente significativa entre os tratamentos e entre os tempos, sendo o período inicial aquele com maior PS média, e que existe forte interação entre tempo e tratamento.

5.3.4. Teste de resistência

No teste de resistência, morreram dois alevinos de *B. cephalus* alimentados com ração e dois alimentados com *A. salina*, após dois dias sem alimentação. Para o *pintado-da-amazônia*, apenas um alevino alimentado com ração morreu após o mesmo período em jejum. Nenhum alevino alimentado com *D. brasiliensis* morreu até o quarto dia sem alimentação.

6. DISCUSSÃO

No teste de taxa de consumo, os itens alimentares maiores foram consumidos em menor número do que os menores, o que era de certa forma esperado, uma vez que uma presa grande pode conter energia equivalente a várias pequenas.

A ração não foi consumida por *Brycon cephalus* neste ensaio, mesmo esta comprovadamente sendo aceita pelos peixes no período de aclimação que precedeu o experimento. Nesse período de aclimação, observou-se que os peixes consumiam a ração no momento em que a mesma era jogada na água. Porções excedentes, não consumidas na hora, ficavam na água sem serem consumidas, mesmo depois de transcorrido tempo suficiente para que os peixes já aceitassem ração novamente. Após esse tempo, novas porções jogadas eram consumidas em detrimento daquela porção restante da última alimentação.

Isso nos leva à hipótese de que os peixes não se alimentaram da ração durante o experimento devido ao estresse causado pelo manejo para a preparação do ensaio e às mudanças de ambiente durante o experimento. Embora os peixes tenham sido mantidos por algumas horas nos recipientes e condições experimentais, sem alimentação, para aclimação, o comportamento alimentar dos peixes durante o experimento parece ter sido consequência do estresse. A resposta ao estresse é essencial e necessária para a sobrevivência do animal, permitindo uma resposta fisiológica ou comportamental adequada à superação de uma adversidade. No entanto, em

determinadas condições ou situações, esta resposta pode perder o valor adaptativo e se tornar não funcional (ERIKSEN, 2005), como no caso acima descrito. Mesmo nos outros tratamentos experimentais, esse comportamento de estresse também foi observado, porém em menor escala. Nesse caso, os alevinos passaram a consumir o alimento é vivo passado pouco tempo, diferentemente do que ocorreu com a ração. A movimentação do alimento vivo exerce função atrativa ao peixe. Montgomery & MacDonald (1987) demonstraram que, em *Pagothenia borchgrevinki* (Boulenger, 1992), a porção anterior da linha lateral é utilizada na detecção do nado de presas, inclusive de espécies de crustáceos, itens básicos do hábito alimentar da espécie.

Os resultados de taxa de consumo no experimento de seletividade alimentar mostram a mesma tendência observada no experimento de taxa de consumo individualizado. O alimento maior, no caso *D. brasiliensis*, é consumido a uma taxa menor, tanto para *B. cephalus* quanto para o *pintado-da-amazônia*.

Neste ensaio, a disponibilidade de zooplâncton como alimento foi expressivamente superior às concentrações encontradas em ambientes naturais (GAVILAN-DIÁZ, 2000). A quantidade de branconetas disponibilizadas foi maior do que o número de branconetas consumidas no experimento de taxa de consumo. Portanto, podemos presumir que a disponibilidade de alimento não tenha agido como limitante na seletividade pelos alevinos testados. Além da disponibilidade de alimento, outros fatores estão relacionados à seletividade alimentar em peixes, como: a saciação antecipada do peixe, a impalatabilidade do alimento ou dificuldade de captura da presa.

Marques et al (1992) determinaram a taxa de evacuação gástrica em *P. corruscans*. Esta variável está intimamente ligada ao tempo de saciação do peixe, que apresenta retorno do apetite após cerca de 80% do alimento ter sido digerido. O tempo de evacuação gástrica, sob mesma temperatura do presente trabalho, obtido pelos autores foi de 14,6 horas, utilizando espécimes de *P. corruscans* com comprimento médio de 40,5 cm, aproximadamente quatro vezes maior que o comprimento médio dos alevinos testados de pintado-da-amazônia e oito vezes maior que o comprimento médio dos indivíduos testados de *B. cephalus*. Em alguns trabalhos foram realizados ensaios em diferentes condições de temperatura, onde foram determinados o tempo de retorno do apetite e o tempo de saciação para alevinos de pacu (DIAS-KOBERSTEIN, 2004) em diferentes horários de alimentação ao longo do dia: manhã, meio dia e tarde (FRASCA-SCORVO, 2007). Nos dois casos, as condições obtidas neste estudo contemplam aquelas tidas como ideais para o cultivo de peixes, tanto o tempo de jejum precedente aos ensaios, 8 horas, como o horário de alimentação, das 15 às 17 horas, e para a temperatura na qual ocorreram todos os experimentos de taxa de alimentação e de seletividade alimentar, acima de 23°C. Com base nestes dados, podemos supor que a quantidade de alimento ingerida, por qualquer uma das espécies testadas, tenha sido suficiente para saciar o alevino e que o retorno do apetite não ocorreu durante o ensaio.

Durante os ensaios em laboratório, foi possível constatar que após cerca de 30 minutos, alguns alevinos, de ambas as espécies, já haviam consumido as primeiras branconetas. A rápida aceitação de *D. brasiliensis* pelos alevinos

durantes os ensaios juntamente com os resultados já obtidos em trabalhos anteriores (LOPES, 1998), bem como o consumo da mesma durante 20 a 30 dias nos experimentos de produção secundária, nos permitem concluir que a branconeta possui boa palatabilidade.

O menor consumo de *D. brasiliensis* pode ainda estar associado a uma decisão econômica do peixe (KREBS & DAVIES, 1996), principalmente no caso de *B. cephalus*. Essa decisão é baseada em dois fatores principais: custo do forrageio, perseguição, captura e tomada do alimento (perda ou gasto de energia); e no potencial benefício daquele alimento (ganho de energia). Considerando o comprimento médio das branconetas fornecidas no experimento (2 cm) e do alevinos de matrinxã testados (4,8 cm) trata-se de uma presa grande, com cerca de 41% do comprimento do predador. Uma presa relativamente grande como essa pode significar maior dificuldade de captura e por conseqüência uma pior relação custo-benefício. Em contrapartida, o consumo de uma presa maior pode equivaler, em termos energéticos a várias presas menores, o que levaria a uma saciação antecipada e menor consumo em número de indivíduos.

A saciação antecipada e o tamanho das branconetas em relação aos alevinos, somados, possivelmente explicam a menor tomada de indivíduos de *D. brasiliensis* durante o experimento.

Os valores observados para as variáveis físicas e químicas do meio experimental (temperatura, pH, condutividade, porcentagem de saturação de oxigênio e concentração de oxigênio dissolvido, durante o período dos ensaios de seletividade alimentar, não apresentaram variações significativas e se

mantiveram dentro dos níveis considerados adequados para o desenvolvimento dos peixes (CASTAGNOLLI & CYRINO, 1986). Isso garantiu condições ambientais homogêneas durante todo o experimento, o que foi importante para que não houvesse interferência de outros fatores que não fossem aqueles a serem testados no delineamento experimental.

Em uma comunidade zooplanctônica de água doce é comum a presença dos táxons Copepoda, Cladocera e Rotifera (GILBERT & WILLIAMSON, 1983). Os três grupos estavam presentes nas amostras utilizadas nos bioensaios, principalmente os Copepoda, podendo então ser considerada representativa de uma comunidade natural.

No experimento com zooplâncton natural, fica evidente a preferência dos alevinos das duas espécies de peixes por *D. brasiliensis*. Porém, em algumas réplicas obtivemos taxas de consumo muito baixas do zooplâncton. Estes valores podem estar associados a uma taxa de predação intra-zooplanctônica superestimada, na fórmula expressa por $D_{ci} - D_{cf}$. Dentre as espécies identificadas nas amostras, apenas aquelas de Cyclopoida são consideradas predadoras, e geralmente de espécies menores de cladóceros. A isso adicionamos o fato de que os Cyclopoida foram menos freqüentes que os Calanoida.

O consumo de rotíferos foi extremamente baixo, mesmo sendo abundantes nas comunidades amostradas. Organismos pertencentes a este grupo são importantes como fonte alimentar das fases iniciais de vida de várias espécies de peixes, apresentando bons resultados no cultivo de larvas de *Pagrus auratus* (PAYNE *et al.*, 2001). Contudo, em vista dos resultados aqui

expostos, os rotíferos não atuaram como item prioritário na alimentação do matrinxã e do pintado-da-amazônia, em seus atuais estágios de crescimento, pois foram altamente preteridos pelos peixes, inclusive na ausência de *D. brasiliensis*. Possivelmente eles tenham uma importância maior na alimentação de larvas e pós-larvas com menor tamanho, mas não em alevinos um pouco maiores como aqueles utilizados no presente estudo.

Os cladóceros (apenas para o pintado-da-amazônia) e os copépodos apresentaram melhores resultados do que os rotíferos, sendo os copépodos, em média, os preferidos dentre o zooplâncton, tanto por *B. cephalus*, quanto pelo pintado-da-amazônia. Ainda assim, os resultados indicam menor consumo desses organismos por parte dos alevinos. Além disso, alguns autores destacam os problemas com a produção de zooplâncton em laboratório e em larga escala para utilização como alimento vivo para as pisciculturas comerciais (SIPAÚBA-TAVARES, 2004; PAYNE *et al.*, 2001).

Quanto ao diferente número de indivíduos experimentais, observamos que: os rotíferos foram “preferidos” nos ensaios com um alevino por cuba; os cladóceros e copépodos o foram na densidade de dois alevinos por cuba e *D. brasiliensis* teve maior preferência na estocagem com quatro alevinos por recipiente experimental. Ao analisarmos estes dados, é possível notar a seguinte tendência: quanto maior a densidade de alevinos, maior é a preferência por itens alimentares maiores, logo, em situações de competição mais acirrada, a preferência por alimentos maiores fica evidente, provavelmente pelo maior custo / benefício dessas presas.

O efeito da densidade de estocagem, fluxo da água e aeração no crescimento do matrinxã foi investigado por Melo e Pereira (1998), tendo os autores demonstrado que a melhor densidade de estocagem inicial foi de $0,50\text{kg.m}^{-3}$. No presente trabalho, nos ensaios com *B. cephalus*, as densidades foram de 0,25; 0,50 e 1 kg.m^{-3} para um, dois e quatro alevinos por cuba respectivamente. Para o pintado as densidades foram: 2; 4 e 8 kg.m^{-3} .

Honzaryk (1999) realizou um experimento de crescimento do matrinxã, em relação a diferentes densidades de estocagem ($1, 3$ e 5 peixes.m^{-2}) e concluíram que, os dados obtidos para as duas primeiras densidades utilizadas, possibilitam cultivar a espécie intensivamente. No entanto, quando for utilizada densidade acima de 3 peixes m^{-2} , torna-se imperativo o uso de aeradores suplementares, para serem mantidos os parâmetros ideais de cultivo, quanto à qualidade de água. Carvalho *et al.* (1997) testaram três densidades de estocagem ($50, 100$ e 150 peixes.m^{-3}) na criação de *B. cephalus*, em gaiolas, no período de inverno e concluíram que, entre as densidades estudadas, a de 150 peixes.m^{-3} foi a mais vantajosa pelo fato de proporcionar maior biomassa.

Cruz-Casallas *et al.*(2010) testaram três diferentes densidades de estocagem no cultivo de *Leiarius marmoratus* ($0,5; 1$ e 2 peixes.m^{-2}) durante cinco meses, com espécimes de $20,4\text{ g}$ de peso médio. Os resultados de crescimento e ganho em peso entre as menores densidades não diferiram estatisticamente, e foram melhores que a densidade de 2 peixes.m^{-2} . Ainda com relação a esta última densidade, os autores associaram-na a variações

nas condições de cultivo, como pH e nitritos, que poderiam prejudicar o cultivo da espécie

Temos então alguns exemplos apontando uma diminuição da eficácia do cultivo nos extremos, tanto em estocagens muito altas, como em menores estocagens, porém associadas a variações de temperatura, sendo estocagens menores vantajosas em maiores temperaturas e o inverso em temperaturas mais amenas. Desta forma podemos dizer que para o matrinxã, apenas a densidade com quatro alevinos por cuba (1 kg.m^{-3}) está acima do ideal. Comparando as estocagens do pintado-da-amazônia com aquelas de *L. marmoratus* (sendo $2,04 \text{ kg.m}^{-3}$ a ideal), temos que as densidades com dois e quatro alevinos estão acima do que foi considerado ideal, o que pode ter gerado grande pressão competitiva entre os alevinos testados.

Nos testes de seletividade alimentar utilizando combinações com *D. brasiliensis*, na combinação 1, a pequena preferência por *Artemia* em *B. cephalus*, pode estar relacionada a um movimento furtivo menos eficaz nesses organismos do que nas branconetas, como foi possível observar no manuseio diário destes organismos quando realizada a captura de ambas as espécies nos tanques para posterior alimentação dos alevinos. Na réplica em que o alevino predou mais branconetas, a quantidade de artêmias restantes foi maior que na situação inversa, sendo este mais um indício de que o peixe se sacia mais rapidamente alimentando-se do Anostraca dulcícola. A proporção fornecida de ambos os itens talvez não tenha sido adequada e, num próximo experimento deve ser repensada. Basear-se na quantidade predada no experimento de taxa de consumo, onde os itens foram disponibilizados

separadamente pode não ser uma distribuição adequada. O maior número de artêmias pode influenciar na facilidade de captura devido à maior probabilidade de encontro com o peixe.

Neste mesmo ensaio, na combinação **2**, os resultados entre *D. brasiliensis* e zooplâncton cultivado em piscicultura diferem daqueles já apresentados no experimento utilizando-se como alimento zooplâncton natural. Essa discrepância pode estar associada a não utilização de diferentes densidades de alevinos, pois naquele experimento o maior número de alevinos em uma mesma cuba estimulou a procura dos peixes por itens maiores (branconeta). A homogeneidade de espécies disponíveis para o peixe, sendo o zooplâncton cultivado em piscicultura majoritariamente composto pelo cladóceros *M. micrura*, pode ter facilitado o processo de reconhecimento e captura pelo alevino. Contudo, os resultados observados no teste de seletividade da combinação **2** não sugerem existência de rejeição de *D. brasiliensis* para esta classe de tamanho dos alevinos testados.

Os resultados obtidos quanto à produção secundária e a taxa de crescimento específico diário diferiram significativamente entre *B. cephalus* e o pintado-da-amazônia. Para a primeira, a maior produção e crescimento se deram pela alimentação com ração e *Artemia*. O pintado-da-amazônia, por sua vez, teve maior produção secundária e taxa de crescimento diário quando alimentado com *D. brasiliensis* e ração. A congruência de resultados entre as espécies existe apenas em relação ao zooplâncton, pior produção secundária e taxa de crescimento observados. Todavia, quando observamos as Figuras 28 e 29, mesmo nos casos em que a diferença não seja estatisticamente

significativa, elas são maiores entre os tratamentos de melhor e pior rendimento no experimento com o pintado-da-amazônia, ou seja, a diferença na produção secundária do pintado-da-amazônia causada pela alimentação com *D. brasiliensis* é maior do que a diferença que a ração causa na produção secundária de *B. cephalus*.

Considerando que *D. brasiliensis* apresenta níveis protéicos maiores que *Artemia* (LOPES, 2007) o melhor desempenho da alimentação por ração e artêmias nos sugerem que a necessidade protéica de matrinxã seja baixa, como observado por Vieira *et al.*(2005). Segundo este autor, os encargos metabólicos com alimentos de alto teor protéico tornam dietas desta natureza menos lucrativas para o animal. Associado a isso, temos o fato de parte das artêmias fornecidas serem náuplios, pois esta espécie reproduz-se continuamente, diferente da branconeta que apresenta gerações discretas. Os náuplios de *Artemia* apresentam qualidade nutricional diferente de juvenis e adultos, o que para *B. cephalus* pode ter resultado em melhor aproveitamento energético (NACEAUR, 2010).

A taxa de crescimento específico diário (TCE) calculada resultou a mesma tendência que os valores de produção secundária. Para *B. cephalus* a maior taxa foi àquela apresentada por alevinos arraçoados e para o pintado-da-amazônia a maior taxa foi daqueles indivíduos alimentados com *D. brasiliensis*. Mesmo apresentando bom rendimento de produção secundária alimentado com ração, a utilização do alimento vivo *D. brasiliensis* no cultivo de *B. cephalus* pode contribuir com o melhor manejo da espécie. LEONARDO (2007) estudou o efeito da diminuição do canibalismo em matrinxã com o uso de

triodotironina (T3), e demonstrou que mesmo o emprego de hormônios não surtiu efeito nos altos níveis de canibalismo dessa espécie. Os resultados obtidos no presente estudo com alevinos de matrinxã abrem caminho para a utilização de *D. brasiliensis* também na larvicultura da espécie, visando o combate ao canibalismo e conseqüente aumento da sobrevivência e produção do matrinxã. Os resultados aqui obtidos para o pintado-da-amazônia estão em concordância com outros estudos presentes na literatura. Takata (2007) utilizou juvenis e náuplios de *Artemia franciscana* na criação de larvas e juvenis de *P. corruscans*, demonstrando altos índices de sobrevivência, ganho em peso e comprimento. Comparados a fontes de alimento inerte, os resultados com *A. franciscana* foram os melhores durante as fases iniciais de vida do peixe, até 20 dias pós a eclosão (dpe), exceto pela taxa de sobrevivência. Em período subseqüente, 20 a 34 dpe, os resultados advindos da alimentação com *A. franciscana* passaram a ser inferiores a outros tratamentos, principalmente em relação à TCE. Os resultados obtidos no presente estudo demonstram a mesma tendência de baixo rendimento diário para *Artemia* para o pintado-da-amazônia, sendo os resultados com este item alimentar inferiores aos resultados demonstrados com a alimentação a base de branconeta. Takata (2007) ainda fez comparativos semanais das variáveis estudadas, e encontrou uma queda drástica da TCE entre uma semana (20 a 27 dpe) e a semana seguinte (28 a 34 dpe). A queda da TCE foi de aproximadamente 50% entre uma semana e outra, para todos os tratamentos utilizados por esse autor, que foram: náuplios, juvenis e biomassa congelada de *Artemia*, coração moído de boi, larva forrageira (matrinxã) e um combinado de ração e coração moído de

boi (destinado a treinamento alimentar). Apenas o tratamento com larvas forrageiras não apresentou tal queda, e foi a melhor taxa no final da segunda semana (28 a 34 dpe), com $8\% \text{ dia}^{-1}$. Se compararmos a idade e os comprimentos dos alevinos de *P. corruscans* (38 dpe e ~5cm) utilizados por Takata e os alevinos de pintado-da-amazônia (75 dpe e ~9,5 cm) utilizados no presente estudo, as TCEs encontradas por aquele autor podem ser tidas como baixas comparadas àquelas aqui exibidas, considerando a taxa de queda nas TCEs apresentadas pelo mesmo autor, principalmente a TCE obtida com a alimentação baseada em *D. brasiliensis* para o pintado-da-amazônia, que foi de 2,46% em alevinos com o dobro de comprimento.

Santos (2007) realizou trabalho também com alevinos de *P. corruscans*, utilizando branconeta viva, biomassa congelada de branconeta, larvas de tambaqui (*Colossoma macropomum*) e filé de tilápia (*Oreochromis niloticus*). Para todas as variáveis avaliadas pelo autor, os melhores resultados foram propiciados pela alimentação com branconeta viva, sendo significativamente maior que os demais tratamentos. A biomassa congelada de branconeta resultou valores inferiores àqueles com branconeta viva, o que vem reafirmar a hipótese da melhor qualidade do alimento vivo. Contudo, os resultados do uso de biomassa congelada de branconeta apresentados pelo autor foram estatisticamente iguais àqueles resultantes da utilização de larvas de tambaqui e significativamente melhores do que àqueles propiciados pela alimentação com filés de tilápia. Da mesma forma, os resultados obtidos com alimentação baseada em *D. brasiliensis* vivos para o pintado-da-amazônia no presente

trabalho foram positivos e vêm a somar os indícios das vantagens deste item como alimento vivo para peixes.

A análise da curva de crescimento diário das espécies testadas, nas Figuras 19 e 20, sugerem dois momentos distintos: um de crescimento mais acentuado no início e outro mais estável ao final. A partir desta observação foi feita a análise de variância de múltiplos fatores para avaliar a existência de diferença entre a metade inicial e final do experimento. Com este teste é possível avaliar se múltiplos fatores agindo simultaneamente têm efeito na magnitude de uma dada variável. No nosso caso, pretendemos avaliar dois fatores, o tratamento alimentar e o tempo, primeira quinzena e segunda quinzena experimental.

Os resultados demonstram, tanto para o matrinxã quanto para o pintado-da-amazônia, que a produção secundária é maior nos períodos iniciais.

Para *B. cephalus*, a maior produção durante o período inicial foi mais significativa, podendo ser mais um indício de que a utilização de alimento vivo tenha grande influência no bom rendimento produtivo desta espécie. O mesmo se observa para o pintado-da-amazônia. Para esta espécie foi detectada interação entre o fator tempo e os diferentes tratamentos, ou seja, diferentes tratamentos mostram respostas distintas em cada período. Esta informação levanta a possibilidade de se investigar o uso dos diferentes itens alimentares testados para diferentes períodos do crescimento do pintado-da-amazônia. Estes resultados ainda corroboram o que se observou em Takata (2007). Pequenos intervalos de tempo, semanais como naquele estudo ou quinzenais como neste, são suficientes para resultarem em diferentes respostas

produtivas pelos peixes, o que torna ainda mais importante e evidencia a necessidade pela busca de um melhor manejo alimentar em cada fase do cultivo.

Outro fator importante a ser considerado é o custo do emprego dos diferentes alimentos. O mesmo autor já citado realizou uma estimativa dos custos do cultivo dos alevinos de *P. corruscans* para cada item alimentar testado. Como já mencionado, os melhores resultados obtidos por este autor foram com alevinos alimentados com larvas forrageiras de matrinxã, entretanto o custo para a produção destas larvas, estimado por esse autor, é muito elevado, R\$ 2,47 por alevino alimentado com larvas forrageiras. O custo calculado para um alevino alimentado com juvenis de *A. franciscana* foi de R\$ 1,22. Os custos com o cultivo dos itens alimentares utilizados no presente estudo não foram calculados, porém segundo Grombone-Vasconcellos (2011) que sugere um protocolo de cultivo de *D. brasiliensis* no estado de São Paulo, a produção da espécie em larga escala pode ser realizada sem demasiado ônus conforme as condições climáticas do estado, com infraestrutura básica de uma piscicultura convencional. Como base, podemos tomar o custo do cultivo de *Artemia* do trabalho de Takata (2007). A produção de branconeta pode ser feita em mesmo ambiente e requer condições de cultivo semelhantes, salvo a necessidade de salinização da água, necessária no cultivo de *Artemia* e que aumenta consideravelmente o custo da produção. Somado aos melhores resultados obtidos aqui pelo uso de *D. brasiliensis*, é possível que o valor para produção por alevino alimentado com branconeta seja menor, inclusive que o

custo de cultivo com alimentados inertes, os quais são mais comumente utilizados.

Por fim, o teste de resistência aponta a branconeta como alimento potencialmente preventivo a ocasiões de falta de alimento. Mesmo que o período de jejum tenha sido curto, para as duas espécies o item alimentar branconeta foi o único no qual não ocorreu óbito de indivíduos, inclusive durante o experimento, período em que apenas alevinos alimentados com *Artemia* ou zooplâncton morreram. Estes resultados servem de alicerce para investigações mais precisas acerca da qualidade nutricional de *D. brasiliensis* e de sua possível contribuição com a resistência contra falta de alimento ou mesmo outras condições adversas, como doenças ou qualidade da água alterada.

7. CONCLUSÕES

O presente trabalho de dissertação de mestrado vem enriquecer e contribuir com conhecimentos acerca do Anostraca dulcícola *D. brasiliensis* e sua aplicação na Aqüicultura. A partir dos resultados obtidos e aqui discutidos, podemos elencar as seguintes conclusões:

- a. *D. brasiliensis* é aceita pelas espécies de peixes estudadas, sendo, na maioria dos ensaios, preferida a outras fontes e em nenhuma circunstância rejeitada.
- b. A utilização de *D. brasiliensis* como alimento vivo para *B. cephalus* fornece bons resultados de produção e poderia ser usada como alimento único ou combinado com ração de menor custo.
- c. A produção secundária de alevinos de pintado-da-amazônia alimentados com *D. brasiliensis* foi a maior dentre os tratamentos, podendo a branconeta ser utilizada como fonte única de alimento para a espécie.
- d. A hibridação entre *P. corruscans* e *L. marmoratus* parece atender as expectativas dos produtores quanto a demanda protéica.
- e. *D. brasiliensis* como alimento vivo parece fornecer subsídios nutricionais que garantem maior resistência frente a curtos períodos de jejum ou de estresse ambiental.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) (2005). Ecotoxicologia Aquática – Toxicidade crônica- Método de ensaio com *Ceriodaphnia ssp* (Cladocera, Crustacea) NBR13373.

APHA (American Public Health Association; American Water Work Association; Water Control Federation) (1995). Standard methods for the examination of water.

ATENCIO-GARCÍA, V.; ZANIBONI-FILHO, E.; PARDO-CARRASCO, S. & ARIAS-CASTELLANOS, A. 2003. Influência da primeira alimentação na larvicultura e alevinagem do yamú *Brycon siebenthalae* (Characidae). Acta Scientiarum. Animal Sciences, 25(1):61-72.

BARTLEY, D. M.; RANA, K.; IMMINK, A. J. The use of inter-specific hybrids in aquaculture and fisheries. Reviews in Fish Biology and Fisheries, v.10, p. 325-337, 2001.

BASILE-MARTINS, M.A. Criação de organismos para alimentação de peixe. Anais III Simpósio Brasileiro de Aquicultura, p. 97-100, 1984.

BELK, D.; BRTEK, J.. Checklist of the Anostraca. Hydrobiologia, v.298, p. 315-353, 1995.

CARVALHO, R. A. P. L.; FERRAZ DE LIMA, J. A. F.; SILVA, A. L. N. Efeito da densidade estocagem no desempenho do matrinhã, *Brycon cephalus* (Günther, 1869), cultivado em tanques-rede no período de inverno. B. Inst. Pesca, São Paulo, 24 (n. especial). p. 177-185. 1997.

CASTAGNOLLI, N. Criação de peixes de água doce. Jaboticabal: FUNEP. 1992. 189p.

CASTAGNOLLI, N.; CYRINO, J.E.P. *Piscicultura nos Trópicos*. São Paulo: Ed. Manole, 1986.

CÉSAR, I. I. Geographica distribution of the anostracans (Crustacea) in Argentina (South America). Stud. Neotrop. Fauna Envir., Tübingen: Swets & Zeitlinger Publishers, 1989, v. 24, p. 183-188.

CRISPIM, M. C.; CAVALHEIRO, J. M. O. & PEREIRA, J. A. 1999. A influência do zooplâncton no crescimento de peixes em viveiros de aquacultura. ANAIS DO XI CONBEP E DO I CONLAEP. vol. 1. Recife, 17 a 21 de outubro de 1999. p. 78-87.

CRUZ-CASALLAS N.E., DÍAZ-OLARTE J. J., MARCIALES-CARO L. J., PABÓN-PEÑA F. J., MEDINA-ROBLES V. M., CRUZ-CASALLAS P. E.

Acondicionamiento a dieta seca de larvas de yaque (*Leiarius marmoratus*) obtenidas por reproducción artificial. En: Memorias del IV congreso colombiano de acuicultura, Carmen de Viboral, Antioquia. Rev Colomb Cienc Pecu 2008; 21:482.

CRUZ-CASALLAS, N. E., MARCIALES-CARO, L. J., DIAZ-OLARTE, J. J. *et al.* Productive performance of yaque (*Leiarius marmoratus*) under different stocking densities in ground ponds. *Rev Colom Cienc Pecu*, July/Sept. 2010, vol.23, no.3, p.325-335. ISSN 0120-0690.

DABROWSKI, K. & GLOGOWSKI, J.1977. Studies on the role of exogenous proteolytic enzymes in digestion processes in fish. *Hydrobiologia*, v.54, p.129-134.

DIAS-KOBERSTEIN, T. C. R.; CARNEIRO, D. J.; URBINATI, E. C. Comportamento alimentar de alevinos de pacu (*Piaractus mesopotamicus*, Holmberg, 1887) por meio das observações do tempo de retorno do apetite e do tempo de saciação dos peixes em duas temperaturas de cultivo. *Acta Scientiarum. Animal Sciences Maringá*, v. 26, n. 3, p. 339-344, 2004.

ELMOOR-LOUREIRO, L. M. A. Manual de identificação de cladóceros límnicos do Brasil.. Brasília: Universa, p. 156 , 1997.

ERIKSEN, H.R.; MURISON, R.; PENSGAARD, A.M.; URSIN, H. Cognitive activation theory of stress (CATS): From fish brains to the olympics. *Psychoneuroendocrinology*, v. 30, p. 933-938, 2005.

FRASCA-SCORVO, C. M.; CARNEIRO, D. J.; MALHEIROS, E. B. Efeito do manejo alimentar no desempenho do matrinxã *Brycon amazonicus* em tanques de cultivo. *Acta Amazonica* Vol. 37(4) 2007: 621 – 628.

FURUYA, V.R.B.; HAYASHI, C.; FURUYA, W.M.; SOARES, C.M.; GALDIOLI, E.M. Influência de plâncton, dieta artificial e sua combinação sobre o crescimento e sobrevivência de larvas de curimatá (*Prochilodus lineatus*). *Acta Scientiarum* 21(3):699-703, 1999.

GAVILAN-DIÁS, Limnologia comparativa de três lagoas neotropicais da bacia do Magdalena médio Santandereano (Comlômbia), com ênfase no estudo da diversidade da comunidade zooplânctônica e sua relação com a dinâmica hidrológica do sistema regional. São Carlos, 2000. 174 p(tese).

GILBERT, J. J.; WILLIAMSON C. E. Sexual Dimorphism in Zooplankton (Copepoda, Cladocera, and Rotifera). *Annual Review of Ecology and Systematic*. Vol. 14, (1983), pp. 1-33.

GONZÁLEZ, E.J.; MATSUMURA-TUNDISI, T.; TUNDISI, J.G. Size and dry weight of main zooplankton species in Bariri reservoir (SP, Brazil).Braz. J. Biol., v. 68, n. 1, fev. 2008.

GOULDING, M. Ecologia da pesca do Rio Madeira. Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, CNPq. Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia, INPA. Manaus, AM. 172 p. 1979.

GRAEF, E. W. Considerações sobre a prática da piscicultura no Amazonas. In: Bases Científicas para Estratégias de Preservação e Desenvolvimento da Amazonia. Ferreira, E.J.G.; Santos, G.M. Dos; Leão, E.L.M. E Oliveira, L.A. (ed) vol. 2. INPA. Manaus, AM. p. 345-360. 1993.

GROMBONE-VASCONCELLOS, M. 2011. Características populacionais, desenvolvimento e produção da “branchoneta” (*Dendrocephalus brasiliensis* Pesta 1921), sob as condições climáticas da região sudeste do país. (Revista Brasileira de Zootecias, no prelo)

HERBERT, P.D.N.1978 The population biology of *Daphnia* (Crustacea: Daphnidae). Biology Review, v.53, p.387-426.

HONCZARYK, A. 2000. Efeitos da densidade de estocagem sobre performance do Matrinxã, *Brycon cephalus* Günther, 1869 (Teleostei, Characidae).

Anais do VIII Simpósio Brasileiro de Aqüicultura/III Encontro Brasileiro de Patologia de Organismos Aquáticos. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, p.165 – 175.

HOWES, G. Review of genus *Brycon* (Teleostei, Characoidei). Bull. Brt. Mus. Nat. Hist.(Zool.), v. 43 (1), p. 1- 47, 1982.

HUNG, M. Ensayo de cultivo de una cepa de rotífero *Brachionus plicatilis* aislada en Venezuela. *Revista Latino-amer. Aquicult.*, 40:83-112, 1989.

IGARASHI, M. A.; ARAGÃO, L. P. & CARVALHO, M. C. DE. 1999. Aspectos para o desenvolvimento da aqüicultura. ANAIS DO XI CONBEP E DO I CONLAEP. vol. 1. Recife, 17 a 21 de outubro de 1999. p. 127-136.

JUNQUEIRA, J. & COLARES, J. Anais do I Seminário sobre criação de espécies do gênero *Brycon*, Pirassununga: CEPTA. 1994.

JOMORI, R. K. Desenvolvimento, sobrevivência e aspectos econômicos da produção de alevinos de pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Holemborg, 1887), diretamente em viveiros ou com diferentes períodos de cultivo

inicial de larvas em laboratório. 2001. 69 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2001.

KREBS, J.R., DAVIES, N.B. Introdução à Ecologia Comportamental. Atheneu Editora, 1996.

KOSTE, W. Rotatoria: Die Rädertiere Mitteleuropas. Berlin: Gebrüder Borntraeger, p. 236, 1978.

LANDINES-PARRA, M.A. Efeito da triiodotironina (T3) no desenvolvimento embrionário e no desenvolvimento de larvas de pintado (*Pseudoplatystoma coruscans*), piracanjuba (*Brycon orbignyanus*) e dourado (*Salminus maxillosus*). 2003. Dissertação (Mestrado)- Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

LAVENS, P. & SORGELOOS, P., 2000, *The history, present status and prospects of the availability of Artemia cysts for aquaculture*. Aquaculture 181: 397-403.

LEGENDRE, M. E KERDCHUEN, N. 1995 Larval rearing of an African Catfish *Heterobranchus longifilis* (Teleostei, Claridae): effect of dietary lipids on

growth survival and fatty acid composition of fry. *Aquat. Living Resources*, 8: 355-363.

LIAO, C.I.; SU, H.M.; CHANG, E.Y. 2001 Techniques in finfish larviculture in Taiwan. *Aquaculture*, Amsterdam, 200: 1-31.

LINS, L.V.; A.B.M. MACHADO; C.M.R. COSTA & G. HERMANN 1997. Roteiro metodológico para elaboração de listas de espécies ameaçadas de extinção: contendo a lista oficial de fauna ameaçada de Minas Gerais. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas, 55p.

LOPES, J. P. ; DA SILVA, A. L. N.; DOS SANTOS, A. J. G & TENÓRIO, R. A. 1998, *Branchoneta, uma notável contribuição à larvicultura e alevinagem de peixes carnívoros de água doce*. Panorama da aqüicultura nov/dez 1998: 31-34.

LOPES, M. C.; FREIRE, R. A. B.; VICENSOTTO, J. R. M.; SENHORINI, J. A. 1996. Alimentação de larvas de surubim pintado, *Pseudoplatystoma coruscans* (Agassiz, 1829), em laboratório, na primeira semana de vida. Boletim Técnico CEPTA, Pirassununga, v. 9, p. 11-29.

LUZ, R. K.; SALARO, A. L.; SOUTO, E. F.; REIS, A. & SAKABE, R. 2001.
Desenvolvimento de Alevinos de Trairão Alimentados com Dietas
Artificiais em Tanques de Cultivo. Rev. Bras. Zootec. v.30 n.4

MARQUES, E. E.; AGOSTINHO, A. A.; SAMPAIO, A. A.; AGOSTINHO, C. S.
Alimentação, evacuação gástrica e cronologia da digestão de jovem de
pintado *Pseudoplatystoma corruscans* (Siluriformes, Pimelodidae) e
suas relações com a temperatura ambiente. Revista Unimar, Maringá
(Suplemento): 207-221, outubro, 1992.

MELÃO, M.G.G. A comunidade planctônica (fitoplâncton e zooplâncton) e
produtividade secundária do zooplâncton de um reservatório oligotrófico.
São Carlos, 1997. 152 p (tese).

MELO, D. C. Produção secundária e seletividade alimentar de larvas e alevinos
de peixes neotropicais alimentados com *Dendrocephalus brasiliensis* e com
outras espécies de zooplâncton de água doce. São Carlos, 2011. 69p (relatório
FAPESP processo 2009/17341-0).

MONTGOMERY, J. C.; MACDONALD, J.A. Sensory Tuning of Lateral Line Receptors in Antarctic Fish to the Movements of Planktonic Prey. Science
Volume:235 ,Issue:4785 ,Pages: 195 – 196, 1987.

MOURA, M. A. M.; KUBITZA, F.; CYRINO, J. E. P.2000. Feed training of peacock bass (*Cichla* sp.). Revista Brasileira de Biologia, Rio de Janeiro, v. 60, n. 4, p. 645-654, 2000.

NACEUR, H.B., JENHANI, A.B.R., ROMDHANE, M.S. Variability of *Artemia salina* Cysts from Sabkhet El Adhibet (Southeast Tunisia) with Special Regard to their Use in Aquaculture. Inland Water Biology, 2010, Vol. 3, No. 1, pp. 70–78. © Pleiades Publishing, Ltd., 2010.

PETRERE, M. A pesca de água doce no Brasil. Ciência Hoje, 19(110): 28-33. 1995.

- PORTELLA, M. C.; TASSER, M. B.; JOMORI, R. K.; CARNEIRO, D. J. Substituição do alimento vivo na larvicultura. In: Simpósio Brasileiro De Aqüicultura, 12., 2002, Goiânia, GO. Anais... Goiânia: ABRAQ, 2002.
- RAMÍREZ-GIL H, AJIACO-MARTÍNEZ R. Aspectos preliminares de la biología pesquera del Yaque, *Leiarius marmoratus* (Gill, 1870) (Pisces: Siluriformes: Pimelodidae) en la parte alta del río Meta (Orinoquia Colombiana). Boletín científico INPA 1997; 5:75-87.
- ROCHE, K. F. (ORG.); ROCHA, O. (Org.). Ecologia trófica de peixes com ênfase na planctivoria em ambientes lênticos de água doce no Brasil.. 1. ed. São Carlos: Rima Editora, 2005. v. 500. 136 p.
- SANTIAGO, A. P.; HOLANDA, F. C. A. F.; SOUZA, J. DE A. & SILVA, L. A. C. da. 1999. Análise de investimento em aqüicultura: um estudo de caso. ANAIS DO XI CONBEP E DO I CONLAEP. vol. 1. Recife, 17 a 21 de outubro de 1999. p. 30-39.
- SANTOS, C. R. Diferentes itens alimentares na alevinagem do surubim *Pseudoplatystoma corruscans* (Spix & Agassiz, 1829). Recife: UFRPE, 2007. 77p (Dissertação).
- SATO, Y.; CARDOSO E. L.; SALLUM; W. B. Reprodução induzida do surubim (*Pseudoplatystoma corruscans*), da bacia do São Francisco. In: Encontro

Anual de Aqüicultura, 6, 1988, Belo Horizonte. Resumos... Belo Horizonte: Associação Mineira de Aqüicultura – AMA. 20p. 1988.

SATO, Y. CARDOSO, E. L., SALLUM, W. B., GODINHO, H. P. Indução experimental da desova do surubim *Pseudoplatystoma corruscans*. In: Miranda, M. O. T. Surubim. Belo Horizonte: IBAMA. P. 69-79 (Coleção Meio Ambiente, Série Estudos Pesca, 19). 1997.

SATO, Y.; N. FENERICH-VERANI; A. P. O. NUÑER; H.P. GODINHO & J. R. VERANI. Padrões reprodutivos de peixes da bacia do São Francisco, p.229-274. In: H.P. Godinho & A.L. Godinho (Orgs.). Águas, peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais. Belo Horizonte, PUC Minas, 468p. 2003.

SCORVO-FILHO, J.; MARTINS, N. & AYROSA, L. Piscicultura em São Paulo: custos e retornos de diferentes sistemas de produção na safra de 1996/1997. Informações Econômicas. v. 28, p. 41-60, 1998.

SILVA, E. N. S.; ROBERTSON, B. A.; REID, J. L.; HARDY, E. R. Atlas de copépodos planctônicos, Calanoida e Cyclopoida (Crustacea) da Amazônia brasileira. I. Represa de Curuá-Uma, Pará. Revista brasileira e Zoologia 6(4) p. 725 – 758, 1989.

SILVA, W. M. MATSUMURA-TUNDISI, T. Diversidade dos Cyclopoida (Copepoda, Crustacea) de água doce do Estado de São Paulo: Taxonomia, Ecologia e Genética. São Carlos, 2003. 170 p(tese).

SIPAÚBA-TAVARES, L.H. Utilização do plâncton na alimentação de larvas e alevinos de peixes. São Carlos: UFSCar, 1988. 191p (Tese).

SIPAÚBA-TAVARES, L. H. Cultivo em massa de plâncton de água doce utilizado na alimentação de larvas de peixes: custo/benefício e dificuldades de manutenção. In: Congresso Da Sociedade Brasileira De Aqüicultura E Biologia Aquática 1.,2004, Vitória. Anais. São Paulo: Tec Art Editora Ltda, 2004. 464 p. p.8.

TAKATA, R. Produção de juvenis de *Artemia franciscana* e análise da utilização de dietas vivas e inertes na larvicultura intensiva do pintado *Pseudoplatystoma coruscans*. Jaboticabal: UNESP, 2007. 130p (Dissertação)

TAVARES, M. P. O surubim. In: Miranda, M. O. T. (Org.). **Surubim**, Belo Horizonte: IBAMA, (Coleção Meio Ambiente. Séries Estudos Pesca, 19).1997. p. 9-25.

VIEIRA, V.P., INOUE, L.A.K. Moraes, G. Metabolic responses of matrinxã (Brycon cephalus) to dietary protein level. *Comparative Biochemistry and Pishiology. Part A* 140, pp 337-348, 2005.

ZAMBONINO INFANTE, J.L.; CAHU, C.L.2001.Ontogeny of the gastrointestinal tract of marine fish larvae.*Comp. Biochem. Physiol.*, Vancouver, v. 130, p. 477-478.

ANEXOS

Anexo A: Tabelas com as quantidades predadas no experimento de seletividade alimentar entre *D. brasiliensis* e zooplâncton natural com alevinos de *B. cephalus*.

Com Branconeta	Copepoda	Por Peixe	Rotifera	Por Peixe
Dci	11166.50		5300.00	
Dcf	8433.00		2333.00	
Dci-Dcf	2733.50		2967.00	
Df1	5966.50		1766.50	
Df2	7233.00		3016.50	
Df4	7466.50		2516.50	
Dci-Df1	5200.00		3533.50	
Dci-Df2	3933.50		2283.50	
Dci-Df4	3700.00		2783.50	
Cx1p	2466.50	2466.50	566.50	566.50
Cx2p	1200.00	600.00	-683.50	-341.75
Cx4p	966.50	241.63	-183.50	-45.88

Dci: densidade controle inicial; **Dcf:** densidade controle final; **Df(1,2,4):** densidade final das diferentes densidades. **Cx(1p, 2p, 4p):** consumo para cada densidade de alevinos.

Sem Branconeta	Copepoda	Por Peixe	Rotifera	Por Peixe
Dci	11166.50		5300.00	
Dcf	7116.50		2500.00	
Dci-Dcf	4050.00		2800.00	
Df1	9866.50		2230.00	
Df2	7483.00		2283.00	
Df4	6950.00		3500.00	
Dci-Df1	1300.00		3070.00	
Dci-Df2	3683.50		3017.00	
Dci-Df4	4216.50		1800.00	
Cx1p	-2750.00	-2750.00	270.00	270.00
Cx2p	-366.50	-183.25	217.00	108.50
Cx4p	166.50	41.63	-1000.00	-250.00

<i>D. brasiliensis</i>	
Dci1	10.00
Dci2	20.00
Dci3	40.00
Df1	2.33
Df2	1.33
Df4	5.00
Cx1p	7.67
Cx2p	9.34
Cx4p	8.75

Anexo B: Tabelas com as quantidades predadas no experimento de seletividade alimentar entre *D. brasiliensis* e zooplâncton natural com alevinos de *pintado-da-amazônia*.

Com Branconeta	Copepoda	Por Peixe	Cladocera	Por peixe	Rotifera	Por Peixe
Dci	1995		5165		4100	
Dcf	1783.50		4731.00		3804.00	
Dci-Dcf	211.50		434.00		296.00	
Df1	1513.50		4564.30		2332.33	
Df2	563.50		3980.85		3856.08	
Df4	1672.88		4981.05		3850.25	
Dci-Df1	481.50		600.70		1767.67	
Dci-Df2	1431.50		1184.15		243.92	
Dci-Df4	322.13		183.95		249.75	
Cx1p	270.00		166.70		1471.67	
Cx2p	2440.00	1220.00	1500.30	750.15	-104.17	-52.08
Cx4p	442.50	110.63	-1000.20	-250.05	-185.00	-46.25

Dci: densidade controle inicial; **Dcf:** densidade controle final; **Df(1,2,4):** densidade final das diferentes densidades. **Cx(1p, 2p, 4p):** consumo para cada densidade de alevinos.

Sem Branconeta	Copepoda	Por Peixe	Cladocera	Por peixe	Rotifera	Por Peixe
Dci	1995		5165		4100	
Dcf	1715.00		4048.00		3723.00	
Dci-Dcf	280.00		1117.00		377.00	
Df1	1995.00		3131.15		2528.00	
Df2	1498.75		3242.28		3857.17	
Df4	1357.50		5576.08		4401.33	
Dci-Df1	0.00		2033.85		1572.00	
Dci-Df2	496.25		1922.72		242.83	
Dci-Df4	637.50		-411.08		-301.33	
Cx1p	-280.00		916.85		1195.00	
Cx2p	216.25	108.13	805.72	402.86	-134.17	-67.08
Cx4p	357.50	89.38	-1528.08	-382.02	-678.33	-169.58

D. brasiliensis	
Dci1	10.00
Dci2	20.00
Dci3	40.00
Df1	2.33
Df2	1.33
Df4	5.00
Cx1p	3.33
Cx2p	6.25
Cx4p	8.96

Anexo C: Tabelas com as medidas tomadas das variáveis físicas e químicas da água durante o experimento de produção secundária com alevinos de *B. cephalus*.

Ração (R1)						
Temp	pH	Cond	Sal	DO %	DO mg/L	
29.84	7.63	457.00	0.20	100.00	8.17	
28.63	7.37	442.00	0.21	100.00	7.73	
34.64	8.00	492.00	0.19	100.00	9.47	
27.86	7.58	447.00	0.20	100.00	9.28	
27.52	7.71	580.00	0.27	100.00	8.01	
28.32	6.14	556.00	0.25	100.00	7.95	
32.95	6.29	634.00	0.26	93.30	6.68	
31.31	6.36	561.00	0.24	96.90	7.16	
28.34	5.99	546.00	0.25	95.00	7.38	
27.47	6.14	520.00	0.24	86.70	6.88	
Média	29.69	6.92	523.50	0.23	97.19	7.87
Desv Pad	2.49	0.80	63.50	0.03	4.44	0.93

Zooplâncton (R3)						
Temp	pH	Cond	Sal	DO %	DO mg/L	
29.82	8.00	670.00	0.29	100.00	8.00	
28.56	7.40	442.00	0.20	100.00	7.83	
33.88	7.94	485.00	0.19	100.00	9.32	
28.16	7.50	448.00	0.20	100.00	9.28	
27.38	6.62	580.00	0.27	100.00	8.02	
28.30	6.06	556.00	0.25	100.00	7.90	
33.18	5.85	635.00	0.26	93.40	6.68	
31.27	6.07	562.00	0.24	91.40	6.75	
28.28	5.70	546.00	0.25	94.70	7.38	
27.65	5.84	567.00	0.26	96.30	7.58	
Média	29.65	6.70	549.10	0.24	97.58	7.87
Desv Pad	2.34	0.92	74.01	0.03	3.35	0.89

Branconeta e Artêmia (R5)						
Temp	pH	Cond	Sal	DO %	DO mg/L	
29.36	7.90	452.00	0.20	100.00	9.49	
28.60	7.45	442.00	0.20	100.00	7.96	
34.00	7.97	600.32	0.60	33.40	2.35	
28.15	7.32	449.00	0.20	94.00	7.38	
27.37	6.63	581.00	0.27	100.70	7.95	
28.31	6.11	556.00	0.25	100.00	8.02	
32.98	5.86	634.00	0.26	94.20	6.85	
31.23	6.10	561.00	0.24	97.50	7.20	
28.19	5.71	545.00	0.25	94.70	7.38	
27.28	5.86	547.00	0.25	95.80	7.58	
Média	29.55	6.69	536.73	0.27	91.03	7.22
Desv Pad	2.37	0.89	67.04	0.12	20.42	1.85

Anexo D: Tabelas com as medidas tomadas das variáveis físicas e químicas da água durante o experimento de produção secundária com alevinos de *pintado-da-amazônia*.

Ração e Branconeta (R1)						
Temperatura	pH	Condutividade	Salinidade	DO %	DO mg/L	
35.80	8.81	301.00	0.19	100.00	9.22	
32.72	6.79	225.00	0.09	100.00	6.95	
35.37	8.91	280.00	0.11	100.00	8.29	
32.50	8.73	297.00	0.12	100.00	7.80	
32.23	8.36	264.61	0.15	100.00	7.08	
35.49	8.14	300.71	0.16	100.00	9.07	
34.70	8.88	240.48	0.12	100.00	7.89	
Média	34.12	8.37	272.69	0.13	100.00	8.04
Desv. Pad.	1.57	0.76	30.57	0.03	0.00	0.88

Artêmia e Zoo (R3)						
Temperatura	pH	Condutividade	Salinidade	DO %	DO mg/L	
34.90	8.98	308.00	0.19	100.00	10.92	
35.68	8.51	320.00	0.12	100.00	7.50	
35.35	8.89	283.00	0.11	100.00	8.67	
32.40	8.88	297.00	0.12	100.00	8.40	
34.63	8.69	297.03	0.11	100.00	9.23	
34.18	8.90	299.06	0.18	100.00	8.74	
34.46	8.76	320.57	0.12	100.00	7.72	
Média	34.51	8.80	303.52	0.13	100.00	8.74
Desv. Pad.	1.07	0.16	13.59	0.03	0.00	1.13

Anexo E: Tabela com os comprimentos tomados a cada dois dias dos alevinos de *B. cephalus* utilizados no experimento de produção secundária.

Tratamento	22/nov	24/nov	26/nov	28/nov	30/nov	02/dez	04/dez
Ração 1	3.5	4.0	4.3	4.5	4.6	4.8	5.5
Ração 2	4.0	4.3	4.6	5.0	5.3	5.5	5.9
Ração 3	4.0	4.5	4.8	5.3	5.0	5.4	5.9
Ração 4	4.2						
Ração 5	4.3						
Ração 6	3.5						
Branconeta 7	3.5	3.6	4.4	4.9	5.0	5.5	5.9
Branconeta 8	5.0	5.2	5.5	5.8	6.1	6.5	6.7
Branconeta 9	4.5	4.6	5.1	5.6	6.0	6.1	6.5
Branconeta 10	4.7						
Branconeta 11	4.0						
Branconeta 12	3.9						
Artêmia 13	4.0	4.3	4.5	4.6	4.8	5.0	5.4
Artêmia 14	4.0	4.3	4.6	4.6	+	+	+
Artêmia 15	3.5	3.7	4.0	4.4	4.8	5.1	5.4
Artêmia 16	4.4						
Artêmia 17	3.5						
Artêmia 18	3.7						
Zoo 19	3.8	4.2	4.3	4.5	4.8	5.2	5.7
Zoo 20	4.2	4.4	4.5	4.6	4.9	5.3	5.7
Zoo 21	4.0	4.2	4.4	4.6	4.8	5.2	5.4
Zoo 22	4.0						
Zoo 23	4.2						
Zoo 24	4.5						

Trat.	06/dez	08/dez	10/dez	12/dez	14/dez	16/dez	18/dez	20/dez	22/dez
R1	6.0	6.5	6.6	6.8	6.9	7.0	7.3	7.5	+
R2	6.6	6.9	7.1	7.1	7.2	7.4	7.5	7.6	
R3	6.0	6.3	6.6	6.7	7.0	7.2	7.5	7.7	
R4								9.8	+
R5								10.0	
R6								9.5	
B1	6.0	6.3	6.4	6.6	6.8	6.9	7.1	7.2	
B2	7.0	7.1	7.1	7.2	7.2	7.2	7.4	7.5	
B3	6.5	6.8	7.0	7.1	7.3	7.3	7.4	7.5	
B4								8.2	
B5								8.0	
B6								8.0	
A1	5.6	5.8	6.0	6.2	6.4	6.6	6.7	6.7	
A2	+	+	+	+	+	+		+	+
A3	5.7	5.9	6.4	6.7	6.7	7.1	7.2	7.2	+
A4								9.0	+
A5								8.2	+
A6								8.3	
Z1	6.2	6.2	6.4	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	
Z2	5.7	5.7	5.8	5.9	5.9	6.0	6.0	6.0	
Z3	5.5	5.8	5.9	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	
Z4								7.6	
Z5								7.5	
Z6								7.6	

Anexo F: Tabela com os comprimentos tomados a cada dois dias dos alevinos de pintado-da-amazônia utilizados no experimento de produção secundária.

Tratamento	31/mar	02/abr	04/abr	06/abr	08/abr
Ração 1	8.70	9.10	9.20	9.30	9.30
Ração 2	9.50	9.60	9.60	9.70	9.70
Ração 3	9.40	9.60	9.70	9.70	9.70
Ração 4	8.90				
Ração 5	9.50				
Ração 6	9.30				
Branconeta 7	9.30	9.50	9.60	9.70	9.70
Branconeta 8	9.00	9.00	9.00	9.10	9.20
Branconeta 9	8.70	8.80	8.80	8.90	9.00
Branconeta 10	8.80				
Branconeta 11	9.20				
Branconeta 12	9.30				
Artêmia 13	8.80	8.80	8.80	8.90	8.90
Artêmia 14	9.20	9.30	9.30	9.30	9.30
Artêmia 15	8.50	8.70	8.70	8.70	8.70
Artêmia 16	9.20				
Artêmia 17	9.40				
Artêmia 18	8.60				
Zoo 19	8.70	8.80	8.90	8.90	8.90
Zoo 20	9.20	9.20	9.20	9.20	9.20
Zoo 21	8.90	9.00	9.00	9.00	9.10
Zoo 22	8.80				
Zoo 23	9.40				
Zoo 24	8.40				

Trat.	10/abr	12/abr	14/abr	16/abr	19/abr	21/abr
R1	9.40	9.40	9.40	9.50	9.70	
R2	9.70	9.80	9.80	9.80	10.00	+
R3	9.70	9.80	9.90	9.90	10.30	
R4					9.80	
R5					10.30	
R6					10.00	
B1	9.70	9.70	9.80	9.80	10.10	
B2	9.20	9.20	9.30	9.30	9.60	
B3	9.00	9.00	9.10	9.10	9.70	
B4					9.50	
B5					9.70	
B6					10.20	
A1	8.90	8.90	8.90	+	+	
A2	9.30	9.30	9.30	9.30	9.50	
A3	8.80	8.90	8.90	8.90	9.00	
A4					9.60	
A5					+	
A6					8.80	
Z1	8.90	8.90	8.90	8.90	8.90	
Z2	9.20	9.20	9.20	9.20	+	
Z3	9.10	9.10	9.10	9.10	+	
Z4					8.80	
Z5					9.40	
Z6					8.50	