

Efeito da frequência alimentar sobre o crescimento do lambari, *astyanax bimaculatus* (Characiformes, Characidae)

**Effect of food frequency on the growth of the lambari, *astyanax bimaculatus* (Characiformes,
Characidae)**

**Efecto de la frecuencia del alimento en el crecimiento del lambario, *astyanax bimaculatus*
(Characiformes, Characidae)**

Recebido: 12/01/2022 | Revisado: 20/01/2022 | Aceito: 06/07/2022 | Publicado: 14/07/2022

Ricardo Pinto dos Santos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5461-345X>
Universidade Estadual do Maranhão, Brasil
E-mail: ricardo13.rpds@gmail.com

Caroline Lopes França

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5931-3237>
Universidade Estadual do Maranhão, Brasil
E-mail: carolinelopesfranca@gmail.com

Wanderson Diego Reis Sousa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7308-2607>
Universidade Estadual do Maranhão, Brasil
E-mail: diego_sousa_20@hotmail.com

João Mandú da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0139-8885>
Universidade Estadual do Maranhão, Brasil
E-mail: joao_mandusilva@hotmail.com

Thiago Ferreira Pinheiro

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5803-798X>
Universidade Estadual do Maranhão, Brasil
E-mail: ts0212@hotmail.com

Erivania Gomes Teixeira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2931-2537>
Universidade Estadual do Maranhão, Brasil
E-mail: vaniagteixeira@gmail.com

Resumo

O lambari, *Astyanax bimaculatus*, é uma das espécies nativas com potencial zootécnico para a aquicultura, e se destaca com características desejáveis para o cultivo, logo, estudos referentes à quantidade ideal de alimento são necessários para melhorar o desempenho zootécnico da espécie. Sendo assim, objetivou-se avaliar e descrever a influência da frequência alimentar sobre o crescimento do *A. bimaculatus*. Matrizes de *A. bimaculatus* foram capturadas em uma piscicultura maranhense, hipofisadas em laboratório com hormônio sintético e em seguida casais foram estocados em sistema de desova semi-induzida. Após a eclosão as pós-larvas foram transferidas para um tanque berçário, para o treinamento alimentar com ração comercial durante 20 dias. Posteriormente os alevinos foram submetidos à biometria e transferidos para unidades experimentais com tratamentos pré-estabelecidos, com três diferentes frequências alimentares, sendo duas, três e quatro vezes ao dia, até a saciedade aparente, o monitoramento da água foi realizado semanalmente. Os resultados demonstraram que a alimentação natural juntamente com a ração comercial 45%PB influenciaram significativamente. Os parâmetros físico-químicos da água mantiveram-se dentro dos padrões aceitáveis para a espécie durante toda a pesquisa, e os índices zootécnicos apresentaram crescimento linear. Concluiu-se que o crescimento do *A. bimaculatus* é influenciado pela frequência alimentar. Considerando o ganho de peso, indica-se que os alevinos de *A. bimaculatus* podem atingir o melhor desempenho zootécnico quando alimentados quatro vezes ao dia. Ressaltando o favorecimento na conversão alimentar proveniente do aumento na frequência alimentar.

Palavras-chave: Reprodução; Nutrição; Piscicultura.

Abstract

The lambari, *Astyanax bimaculatus*, is one of the native species with zootechnical potential for aquaculture, and stands out with desirable characteristics for cultivation, therefore, studies regarding the ideal amount of food are necessary to improve the zootechnical performance of the species. Thus, the objective of this study was to evaluate and describe the influence of feeding frequency on the growth of *A. bimaculatus*. *A. bimaculatus* dams were captured in a maranhense

fish farm, hypophysed in the laboratory with synthetic hormone and then pairs were stocked in a semi-induced spawning system. After hatching, the post-larvae were transferred to a nursery tank for feeding training with commercial feed for 20 days. Afterwards, the fingerlings were submitted to biometry and transferred to experimental units with pre-established treatments, with three different feeding frequencies, two, three, and four times a day, until apparent satiation. The results showed that the natural diet together with the 45%PB commercial feed had a significant influence. The physical and chemical parameters of the water remained within acceptable standards for the species throughout the research, and the zootechnical indices showed linear growth. It was concluded that the growth of *A. bimaculatus* is influenced by feeding frequency. Considering the weight gain, it is indicated that the fingerlings of *A. bimaculatus* can reach the best zootechnical performance when fed four times a day. It is noteworthy the improvement in feed conversion resulting from the increase in feeding frequency.

Keywords: Reproduction; Nutrition; Fish farming.

Resumen

El lambari, *Astyanax bimaculatus*, es una de las especies nativas con potencial zootécnico para la acuicultura, y se destaca con características deseables para el cultivo, por lo tanto, son necesarios estudios sobre la cantidad ideal de alimento para mejorar el desempeño zootécnico de la especie. Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue evaluar y describir la influencia de la frecuencia de alimentación en el crecimiento de *A. bimaculatus*. Las presas de *A. bimaculatus* fueron capturadas en una piscifactoría maranhense, hipofisadas en el laboratorio con hormona sintética y luego las parejas fueron repobladas en un sistema de desove semiinducido. Después de la eclosión, las postlarvas se transfirieron a un tanque de cría para su adiestramiento con alimentos comerciales durante 20 días. Posteriormente, los alevines fueron sometidos a biometría y transferidos a unidades experimentales con tratamientos preestablecidos, con tres frecuencias diferentes de alimentación, siendo dos, tres y cuatro veces al día, hasta la saciedad aparente. Los resultados mostraron que la dieta natural junto con el pienso comercial de 45%PB tenían una influencia significativa. Los parámetros físico-químicos del agua se mantuvieron dentro de los estándares aceptables para la especie durante toda la investigación, y los índices zootécnicos mostraron un crecimiento lineal. Se concluyó que el crecimiento de *A. bimaculatus* está influenciado por la frecuencia de alimentación. Teniendo en cuenta el aumento de peso, se indica que los alevines de *A. bimaculatus* pueden alcanzar el mejor rendimiento zootécnico cuando se alimentan cuatro veces al día. Cabe destacar la mejora en la conversión alimenticia debido al aumento de la frecuencia de alimentación.

Palabras clave: Reproducción; Nutrición; Piscicultura.

1. Introdução

A piscicultura é uma atividade aquícola que possibilita trabalhar com várias espécies, entre elas, podemos citar o lambari, espécie de pequeno porte que serve como fonte de alimentação humana, assim como espécie forrageira, quando utilizada como alimento para espécies carnívoras (Garutti, 2003; Porto-Foresti, 2010). Dentre as muitas espécies de lambaris, podemos citar o *Astyanax bimaculatus*, pertencente à família Characidae, que detém o maior contingente de peixes de água doce do Brasil e a subfamília Tetragonopterinae, que possui o maior número de espécies (Britski, 1972), com cerca de 34 espécies catalogadas no Brasil. Essa espécie é pequena, atinge até 60 gramas de peso vivo (Porto-Foresti et al., 2010), possui características como fácil obtenção de alevinos, carne de boa qualidade e sabor, além de atingir seu tamanho comercial em três meses o que a torna bastante atraente para o cultivo (Carvalho et al., 2001).

O avanço na produção do lambari ganhou evidência nas últimas três décadas, como uma alternativa de geração de alimento e renda para pequenos piscicultores no Brasil. Para Valladão et al. (2016), o objetivo para início da produção foi atender a demanda do mercado de iscas vivas, a partir de então o mercado do lambari vem se mostrando ainda mais promissor, resultado da sua aceitação comercial para petisco e industrialização através de conservas, podendo ser opção às sardinhas enlatadas (Sussel, 2012).

No Maranhão, além de ser bem aceito para o consumo, o lambari faz parte da cultura através do festival da piaba que acontece anualmente em Pindaré-Mirim, evento com mais de onze anos reunindo pessoas para a pesca e apreciação do referido peixe. A versatilidade da espécie é uma excelente alternativa para a diversificação em produções de pequeno e médio porte, podendo ser cultivada em policultivos ou monocultivos.

O lambari é uma espécie de baixa exigência proteica, possui boa eficiência na utilização de proteína tanto de origem animal quanto vegetal (Zimba, 2016), porém Salaro et al. (2015) afirmaram que as informações sobre a influência da alimentação

dos reprodutores sobre seu desempenho reprodutivo ainda são incipientes. O avanço tecnológico na nutrição e na alimentação de peixes busca o desenvolvimento reprodutivo, o desempenho produtivo e a qualidade de ovócitos e sêmen com a intenção de uma maior produção de gametas, conseqüentemente, a garantia de maior desenvolvimento de larvas e alevinos de qualidade (Navarro et al., 2010).

Quanto aos aspectos reprodutivos, o período de reprodução normalmente inicia em setembro se estendendo até março, possui desova parcelada e fecundação externa, as fêmeas chegam à primeira maturação sexual com 69 mm de comprimento total aproximadamente. Os picos de desova da espécie são afetados diretamente pelas variações da temperatura da água e pelos índices pluviométricos (Nakatani et al., 2001).

A influência da dieta sobre os desempenhos zootécnico e reprodutivo vai além da escolha dos ingredientes. Algumas deficiências nutricionais nas fases de crescimento estão relacionadas aos métodos de alimentação (taxa e frequência alimentar), que varia para cada espécie (Izquierdo et al., 2001). Uma frequência alimentar adequada possibilita um desenvolvimento mais eficiente, com um crescimento em comprimento mais homogêneo dos peixes cultivados, além de reduzir os custos fixos com mão de obra (Hayashi et al., 2004).

Como todos os peixes, o lambari precisa de uma quantidade ideal de alimentações para um melhor desempenho zootécnico e atividade enzimática. Dessa forma, torna-se necessário à otimização da frequência alimentar a fim de melhorar o aproveitamento dos nutrientes contidos na dieta oferecida para o peixe (Tseitlin, 1980). Além disso, a frequência alimentar ideal torna o tamanho dos indivíduos mais homogêneo, e aumenta a oportunidade de consumo do alimento (Wang et al., 1998).

Diante do exposto, adotar estratégias que visem à otimização da produção e a redução de seus custos é essencial para os piscicultores. Dessa forma, o objetivo da pesquisa foi avaliar e determinar a frequência alimentar que permita o melhor desempenho zootécnico do lambari (*Astyanax bimaculatus*) na fase juvenil da produção.

2. Metodologia

Aquisição e formação do plantel de reprodutores

Os exemplares de lambari foram adquiridos em Alto Alegre do Pindaré, município maranhense localizado na microrregião do Pindaré, mesorregião do oeste maranhense. As matrizes foram capturadas em tanques de cultivo de piscicultura com a utilização de rede de arrasto, depois de capturadas foram embaladas em sacos plásticos com capacidade para 60 litros, contendo 1/3 de água e 2/3 de oxigênio, e todos os procedimentos realizados durante o experimento foram aprovados pela Comissão de Ética e Experimentação Animal da Universidade Estadual do Maranhão (CEEA - UEMA), protocolo nº 032/2019 aprovado em 07/11/2019.

Os exemplares foram levados para o Laboratório de Reprodução de Organismos Aquáticos – LARAQUA, localizado na Universidade Estadual do Maranhão distante a 304 quilômetros do local de captura. Para formação do plantel de reprodutores, os exemplares foram submetidos a biometria (peso e comprimento), sexados, com machos e fêmeas colocados, separadamente, em hapas de polietileno malha 1 cm, instalados em tanques de alvenaria de 8 m² com trocas de água parciais e parâmetros de qualidade de água dentro dos padrões adequados para a espécie. Os peixes foram alimentados com ração comercial (36% de proteína bruta), com 2% de peso vivo ao dia, dividida em dois tratamentos diários e fornecidas durante o período de iluminação.

Indução hormonal e desova

Foi instalado um sistema de iluminação artificial sobre os hapas das matrizes, simulando o período de maior incidência solar, estimulando assim, o desenvolvimento gonadal dos exemplares confinados. Após o período de 30 dias foi realizada a indução hormonal com Ovaprim® (GnRH_a de salmão e domperidona; Syndel, Canadá) hormônio sintético, combinado de um análogo do hormônio liberador de gonadotropina de salmão (sGnRH_a) e um inibidor neurotransmissor cerebral (dopamina) em

dosagens condizentes com o peso corpóreo dos espécimes.

Posterior à indução hormonal, machos e fêmeas foram colocados juntos em bacias de 20L com aeração constante de sopradores. No intuito de reduzir o estresse e a sucessiva mortalidade de reprodutores optou-se por não se utilizar a desova por extrusão, tendo em vista o tamanho e a sensibilidade do lambari, devido a isso, utilizou-se a desova semi-induzida, que consiste na desova e fertilização sem a interferência humana. Após a desova, as matrizes foram retiradas da bacia, permanecendo apenas os ovos em condições controladas até a completa eclosão.

Treinamento alimentar durante a larvicultura

Para garantir uma eficiente transição alimentar, as pós-larvas foram transferidas para um tanque abastecido com água rica em alimento natural, com nutrientes essenciais de alto valor biológico, favorável para o desenvolvimento e sobrevivência das espécies. Cinco dias após o povoamento das pós-larvas, foi iniciado o treinamento alimentar com ração comercial em pó durante 20 dias, quando passaram a receber a ração granulada de 0,8 -1 mm. Posteriormente, os alevinos foram transferidos em sacos plásticos para o sistema de recirculação em caixas d'água de polietileno de 310L, onde foram aclimatados, soltos e passaram a receber os diferentes tratamentos alimentares.

O sistema de recirculação utilizado era distribuído em duas fileiras, com seis caixas d'água cada, possuindo uma canaleta central que recebia as águas de todas as caixas e direcionava a uma caixa filtro que recebia e reabastecia as caixas do sistema com o auxílio de uma bomba submersa. Para auxiliar no processo de oxigenação, foi utilizado o próprio sistema de abastecimento, que incrementava o oxigênio através da incorporação por gravidade. Como controle da qualidade da água, semanalmente todos os resíduos acumulados no fundo da caixa, que não seguiam o fluxo da água gerado pelo sistema, eram retirados através da técnica de sinfonamento, utilizando uma mangueira trançada atóxica de 1 polegada, em seguida era feito o reabastecimento, dando atenção as variações posteriores dos parâmetros d'água, por não apresentar oscilações fora dos padrões aceitáveis de temperatura, não foi necessária a utilização de equipamentos para sua regulação.

Delineamento Experimental e Frequência Alimentar

Foram utilizados 240 alevinos de lambari (*A. bimaculatus*), com peso médio de 0,58g, em um delineamento em blocos casualizados, em um desenho experimental de 3 tratamentos e 4 repetições, num total de 12 parcelas experimentais. Os peixes foram alimentados até a saciedade aparente com a mesma dieta comercial utilizada no treinamento alimentar (ração de 0,8-1,0 mm) com três diferentes frequências alimentares (Tabela 1).

O monitoramento da qualidade da água, oxigênio, temperatura e pH, foi realizado 2 vezes por semana, utilizando um multiparâmetro - Akso ak 88, e semanalmente as concentrações de nitrito e amônia, com medidores colorimétricos, visando um melhor controle do sistema.

Tabela 1. Horários das frequências alimentares do lambari (*A. bimaculatus*) nos diferentes tratamentos.

Tratamentos	Frequências	Horários de alimentação
F2	2 x	8, 17
F3	3 x	8, 12:30, 17
F4	4 x	8, 11, 14, 17

Fonte: Autores.

Análises do desempenho zootécnico

A biometria foi realizada no início e no final do experimento com 50% dos indivíduos de cada tratamento. O

comprimento total foi medido com um paquímetro plástico simples ($\pm 1\text{mm}$) e o peso foi registrado com uma balança digital (Bioprecisa $\pm 0,01\text{g}$).

Para verificar a eficiência de produção de peixes foram determinadas as seguintes variáveis:

- Biomassa total = Peso médio x número de peixes
- Ganho de peso = Peso final – peso inicial
- Conversão alimentar = Consumo de ração/ganho de peso
- Taxa de crescimento específico = (peso final médio – peso inicial médio)/dias de produção x 100
- Taxa de sobrevivência = (número de peixes final / número de peixes inicial) x 100.
- O fator relativo de condição (K_n) foi testado com o padrão $K_n = 1,00$, por meio do teste t de Student, a 5% de probabilidade. Para calcular a relação peso-comprimento foi aplicada a equação $W_t = aL^b$, sendo que, W_t é o peso total em gramas e L o comprimento total (L_t) em cm. O a e b são constantes e foram estimadas pela regressão linear da equação transformada: $W = \log a + b \times \log L$. o nível de significância de r foi estimado e o valor testado através do teste t para verificar se $b = 3$ (OSCOZ et al., 2005;).

Análise estatística

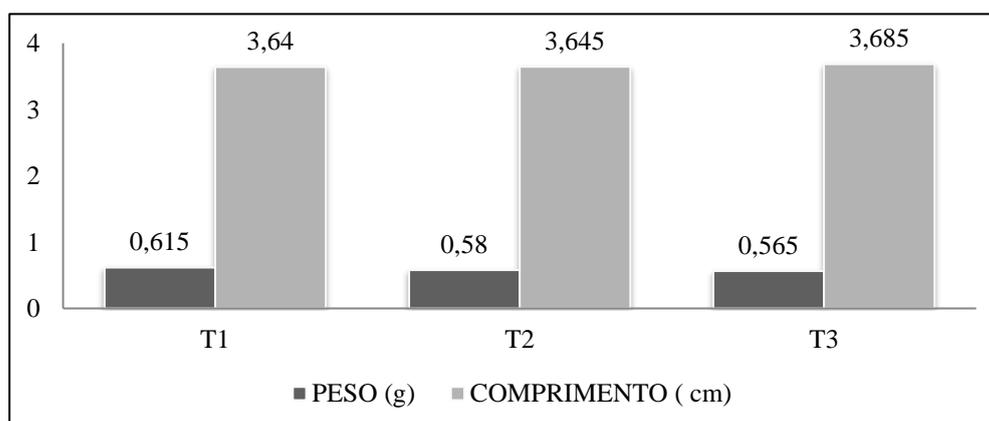
Os dados foram submetidos a uma análise de variância (ANOVA – fator único) e, quando verificadas diferenças significativas entre as médias ($P < 0,05$) foi aplicado o teste de Tukey a 5% de significância para a comparação das médias. Todas as análises estatísticas foram realizadas mediante uso do pacote estatístico BIOESTAT 5.3.

3. Resultados e Discussão

3.1 Importância da alimentação inicial para o crescimento e sobrevivência larval

A alimentação natural juntamente com a ração comercial 45% PB influenciaram de forma positiva o desenvolvimento dos alevinos, apresentando bons índices iniciais de peso e comprimento (Figura 1). Nos primeiros dias de vida destes organismos, a qualidade e a quantidade de alimentos adequados são de grande importância. Quando as larvas iniciam sua alimentação exógena, ingerem alimentos vivos como algas unicelulares, Rotifera, Copepoda e Cladocera, dentre outros organismos do plâncton (Landa, 1998).

Figura 1. Comparativo entre as médias iniciais de peso e comprimento nos diferentes tratamentos de cultivo do lambari (*A. bimaculatus*).



Fonte: Autores.

A fase inicial, tecnicamente conhecida como fase larval é um estágio importantíssimo para se determinar a porcentagem de sobrevivência das desovas dos peixes (Filipetto et al., 2005). Em alguns casos, dependendo da quantidade e da qualidade da alimentação, uma larva de peixe pode até dobrar de peso em um único dia, caso contrário, ele apresentará deficiências que podem ser prejudiciais, fato comprovado pelos altos índices de mortalidade durante as fases iniciais do cultivo (Zavala-Camin, 1996).

Na piscicultura a importância do plâncton é maior durante as fases de larvicultura e alevinagem, sendo sua importância independente do hábito alimentar da espécie na vida adulta. Segundo Galvão et al.(1997), o plâncton apresenta as enzimas necessárias para o crescimento e sobrevivência das larvas, e a movimentação natural dos organismos planctônicos favorece o comportamento predatório das larvas (Lavens; Sorgeloos, 1996; Portella et al., 2002).

Para Portella (1995), nessa fase a oferta de zooplâncton no meio aquático é de fundamental importância, pois eles passam a ser a principal fonte de substâncias necessárias ao desenvolvimento larval, como proteínas, aminoácidos livres, enzimas, ácidos graxos essenciais, dentre outros.

De acordo com Neto (1999), a quantidade e a conservação do zooplâncton disponível nos ambientes de criação, a densidade estocada, a qualidade da água de cultivo, o conhecimento das técnicas de incubação, a alevinagem e a escassez de reprodutores para o processo de reprodução artificial, são fatores predominantes para o sucesso na criação na maioria das espécies reofílicas brasileiras. Portanto, garantir o oferecimento da alimentação natural é de grande importância para o desenvolvimento e sobrevivência das pós-larvas e alevinos, sendo fundamental observar a quantidade e a qualidade. A alimentação exógena inicia de 2 a 5 dias após eclosão e, nessa fase, o bom aproveitamento do zooplâncton é essencial (Furuya, 2001; CEMIG/CETEC, 2000).

3.2 Qualidade da água

Os parâmetros físico-químicos de qualidade da água mantiveram-se do início ao fim do experimento, em níveis adequados aos estabelecidos para a espécie (Tabela 3). As médias dos parâmetros pH, oxigênio dissolvido, salinidade, nitrito e amônia foram estatisticamente iguais entre os tratamentos ($P>0,05$), somente a temperatura apresentou diferença estatística ($P<0,05$).

Tabela 3. Médias dos parâmetros físico-químicos da água nos diferentes tratamentos de cultivo do lambari (*A. bimaculatus*).

Parâmetros	Frequência Alimentar Diária		
	2 x	3 x	4x
pH	6,98 ±0,38 ^a	7,04 ±0,33 ^a	6,70±0,32 ^a
Temperatura (°C)	27,40±0,30 ^a	27,60±0,13 ^{ab}	27,80±0,21 ^b
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	4,95±0,21 ^a	5,20±0,32 ^a	5,17±0,27 ^a
Salinidade (mg/L)	0,15±0,02 ^a	0,16±0,02 ^a	0,16±0,01 ^a
Nitrito (mg/L)	0,0	0,0	0,0
Amônia (ml/L)	0,001±0,0007 ^a	0,001±0,0005 ^a	0,001±0,0005 ^a

Valores apresentados como média ±DP. Letras iguais indicam médias sem diferença significativa entre os tratamentos, pelo Teste de Tukey a 5% de significância. Fonte: Autores.

Os valores de pH encontrados mantiveram-se dentro da faixa de tolerância indicada para o cultivo da espécie, sem variações significativas entre os tratamentos. Segundo Baldisserotto e Gomes (2005), os resultados encontrados são favoráveis para a criação do lambari, uma vez que a faixa ideal do pH para o cultivo da espécie é entre 6,5 a 8,0, enquanto Oba et al. (2009), estabelece que na aquicultura para evitar estresse e mortalidade é necessário que os procedimentos desenvolvidos devem ser realizados com água dentro da faixa de tolerância, com valores de pH entre 6,0 e 9,0.

Dentre os principais agentes responsáveis pelas alterações de pH na água, destacam-se a fotossíntese, respiração,

adubação, calagem e poluição (Mercante et al., 2008). Sistemas de cultivo de recirculação de água requerem dependência constante de água de boa qualidade, devido à restrição dos animais cultivados, sendo necessário manter constantemente os parâmetros dentro dos níveis aceitáveis, evitando dessa forma problemas com a sanidade dos organismos. Segundo Sanches et al. (2015), o pH afeta a qualidade e viabilidade dos espermatozoides, embriões e larvas, limitando assim o sucesso da reprodução artificial ou mesmo a propagação natural das populações.

A temperatura exerce influência direta sobre o metabolismo e sucessivamente sobre o desempenho dos organismos presentes no ambiente aquático, e devido a isso, é considerada um dos principais parâmetros a se avaliar na piscicultura (O’Gorman et al., 2016). Durante o experimento não se observou variações indesejáveis de temperatura, os valores se mantiveram dentro da normalidade, entre 27 e 28 °C, que para Baldisserotto e Gomes (2005) viabiliza um bom desenvolvimento da espécie. Monitorar e garantir o controle da temperatura são imprescindíveis, principalmente de organismos nas fases iniciais de desenvolvimento, uma vez que são mais sensíveis as variações desse fator (Sulis-Costa et al., 2013).

O oxigênio dissolvido (OD) não apresentou grandes variações entre os tratamentos, apresentando resultados satisfatórios acima de 4 mg/L, que segundo a resolução CONAMA 357/05, o valor mínimo tolerável de oxigênio dissolvido (OD) para a preservação da vida aquática é de 5,0 mg/L, porém existe uma margem de tolerância que varia entre as espécies, sendo considerado um fator limitante a manutenção da vida aquática e dos processos de autodepuração. Para Baldisserotto e Gomes (2010), valores de oxigênio dentro dos padrões toleráveis, evita estresse por falta de oxigênio e garante resultados mais promissores no desempenho zootécnico das espécies, corroborando com Queiroz e Boeira (2016), que consideram o oxigênio dissolvido como um elemento essencial para a sobrevivência dos peixes, sendo um fator limitante na produtividade dos sistemas de cultivo.

A salinidade se manteve dentro dos valores esperados para ambientes dulcícolas, sem grandes variações. Para Luz (2010), ambientes com salinidade com até 6‰ não interfere no desenvolvimento e sobrevivência do lambari, espécie considerada de água doce. Quanto aos percentuais de amônia e nitrito durante o experimento, verificou-se que a quantidade dissolvida na água em todas as unidades experimentais, foi inferior a 0,004 mg/L para a amônia não ionizada (tóxica), estando dentro dos padrões de exigências (Martinez et al., 2006).

A amônia é dos principais causadores de mortalidade nos sistemas de cultivo, devido a sua letalidade quando encontrados valores superiores à sanidade dos organismos aquáticos (Affonso et al., 2009). Desse modo, concentrações inadequadas de amônia reduzem a sobrevivência e a taxa de crescimento dos peixes (Ferreira et al., 2013), além de influenciar em possíveis mudanças histológicas e fisiológicas dos peixes (Liew et al., 2013). Em sistemas de cultivo com pouca renovação de água e taxas elevadas de alimentação, podem influenciar no aumento das concentrações de nitrito, uma vez que é composto nitrogenado proveniente da decomposição da matéria orgânica, podendo assim, ultrapassar o valor tolerável (0,3 mg/L), e se tornar prejudicial ao desempenho dos peixes (Kubitza, 2007). Segundo Leira et al. (2017), a exposição direta a concentrações subletais de nitrito (0,3 a 0,5 mg/L) pode favorecer a redução no crescimento e a resistência dos peixes a doenças.

3.3 Desempenho produtivo

Os resultados apresentados no final do experimento referentes à avaliação dos parâmetros de crescimento estão apresentados na tabela 4. Foi registrada diferença significativa ($P < 0,05$) entre os tratamentos, para todos os parâmetros registrados, com exceção do comprimento médio final.

Tabela 4. Médias finais \pm desvio padrão dos índices zootécnicos de juvenis de *A. bimaculatus* alimentados até a saciedade aparente com três diferentes frequências alimentares.

Parâmetros	Frequência Alimentar Diária		
	2x	3x	4x
Peso médio inicial (g)	0,61 \pm 0,01 ^a	0,58 \pm 0,04 ^a	0,56 \pm 0,03 ^a
Peso médio final (g)	1,08 \pm 0,03 ^a	1,29 \pm 0,02 ^b	1,41 \pm 0,03 ^c
BT(g)	10,75 \pm 0,38 ^a	12,95 \pm 0,20 ^b	14,17 \pm 0,39 ^c
GP (g)	0,46 \pm 0,03 ^a	0,71 \pm 0,03 ^b	0,85 \pm 0,04 ^c
Comprimento médio inicial (cm)	3,64 \pm 0,07 ^a	3,64 \pm 0,07 ^a	3,68 \pm 0,05 ^a
Comprimento médio final (cm)	4,18 \pm 0,05 ^a	4,20 \pm 0,13 ^a	4,30 \pm 0,05 ^a
CA (g)	4,38 \pm 0,62 ^a	5,20 \pm 0,53 ^{ab}	6,01 \pm 0,30 ^b
TCE (%/dia)	0,70 \pm 0,03 ^a	1,10 \pm 0,05 ^b	1,31 \pm 0,06 ^c
TS (%)	90 \pm 4,08 ^a	87,50 \pm 2,88 ^a	76,25 \pm 4,78 ^b

BT= Biomassa Total; GP = Ganho de peso; CA= Conversão Alimentar; TCE = Taxa de crescimento específico; TS= Taxa de sobrevivência; letras diferentes indicam diferenças significativas entre os tratamentos ($P < 0,05$). Fonte: Autores.

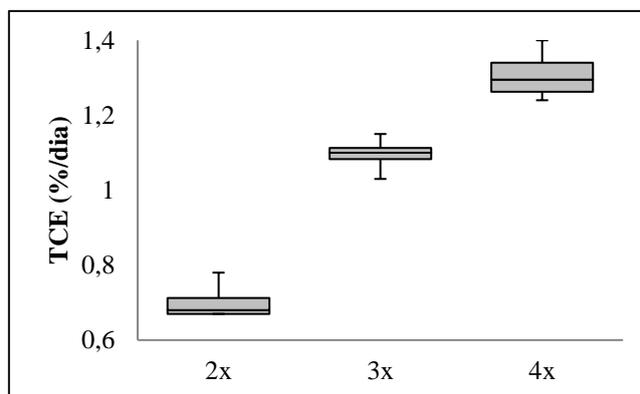
A biomassa total e o ganho de peso médio final foram diretamente proporcionais à quantidade de frequências alimentares oferecidas, os exemplares submetidos a quatro arraçoamentos diários apresentaram resultados superiores aos demais tratamentos. Fato semelhante aos resultados encontrados por Hayashi et al. (2004), ao avaliar a frequência de arraçoamento de alevinos de lambari-do-rabo-amarelo. Para Vasquez (2008), as maiores frequências alimentares favorecem o ganho de peso, pois possibilitam uma melhor distribuição dos nutrientes para o metabolismo do animal, além da restrição para consumir toda a ração de uma vez só e da capacidade do sistema digestório. Em contrapartida, Kubitzka (1997), afirma que frequências alimentares elevadas influenciam no aumento da ingestão, podendo aumentar a taxa de trânsito gastrointestinal, além de prejudicar o desempenho do animal.

O efeito da frequência alimentar sobre o desenvolvimento de juvenis já foi estudado em diferentes espécies, demonstrando na maioria dos casos que o ganho de peso é mais eficiente quando os juvenis são alimentados mais de uma vez ao dia. Carneiro e Mikos (2005), Ruohonen et al. (1998), Sousa (2007), Canton *et al.* (2007), descreveram a importância da necessidade no ajuste da frequência alimentar de acordo com as espécies, uma vez que esse ajuste garante ao sistema uma melhor conversão alimentar e ganho de peso, contribuindo também para o melhoramento da qualidade da água e diminuição do tempo de cultivo.

A conversão alimentar dos exemplares cultivados apresentou um aumento linear em relação aos tratamentos realizados, demonstrando uma piora no aproveitamento da ração oferecida conforme se aumentou o nível de arraçoamento, isso se confirma pela quantidade de ração não consumida no tratamento com quatro repetições. A melhor conversão alimentar apresentada foi a do tratamento com duas repetições, levando em consideração o consumo da ração oferecida e a quantidade de sobras final. O aproveitamento de forma eficaz do alimento garante uma baixa conversão alimentar, com uma redução da oferta de alimento e um aumento no ganho de peso, garantindo que os custos com a alimentação sejam menores (Andrade et al., 2005). Para Teixeira (2008), a conversão alimentar representa um dos principais parâmetros a ser avaliado no cultivo, devido a sua relação direta com o lucro da produção, tendo em vista que os gastos com alimentação representam cerca de 60% do total das despesas na criação de peixes.

A taxa de crescimento específico (TCE) seguiu a tendência apresentada pelos outros parâmetros, sendo proporcional a quantidade de frequências alimentares oferecidas (Figura 2). Para a piscicultura a TCE representa um importante índice da avaliação produtiva, porém quando acompanhado de uma eficiência alimentar baixa pode estar relacionado ao desperdício de ração, o que pode representar uma consequência de um manejo alimentar inadequado.

Figura 2. Taxa de crescimento específico (TCE) de alevinos a juvenis de lambari (*A. bimaculatus*) alimentados até a saciedade aparente com três diferentes frequências alimentares.

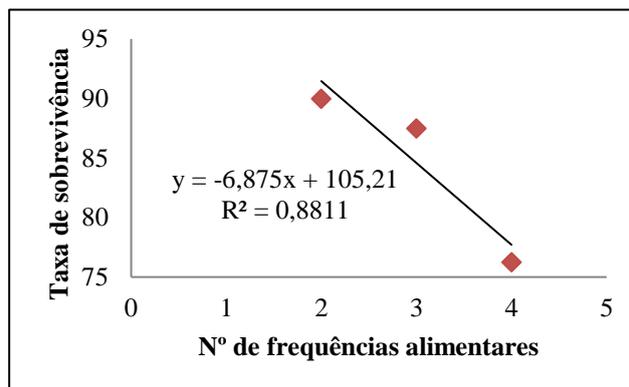


Fonte: Autores.

Segundo Kim et al. (2007), deve-se evitar o oferecimento em excesso de alimento, uma vez que esse excesso acarreta aumento nos custos de produção e mudanças na qualidade da água do cultivo. Fato que se observou nos tratamentos com quatro frequências alimentares, com sobras de ração no fundo das caixas a mais que os outros tratamentos, os exemplares cultivados demonstravam menor interesse nas alimentações e consumo mais lento do alimento oferecido, o que resulta numa maior perda de nutrientes da alimentação oferecida. Porém ainda assim, o tratamento com quatro repetições apresentou a melhor taxa de crescimento específico. Obter índices produtivos efetivos é essencial para o sucesso de um empreendimento aquícola. Taxas elevadas de sobrevivência, eficiência alimentar e taxa de crescimento específico podem garantir o sucesso da atividade, assim como potencializar os lucros da piscicultura (Azzayadi et al., 2000, Scorvo Filho et al., 2004).

A taxa de sobrevivência apresentada entre os tratamentos demonstrou diferenças estatísticas ($P < 0,05$), apresentando redução linear em função do aumento da frequência alimentar (Figura 3). Corroborando com Hayashi et al. (2004), que ao avaliar a taxa de sobrevivência de lambaris-do-rabo-amarelo alimentados com diferentes frequências alimentares, observaram a mesma redução linear em razão do aumento da frequência alimentar, levando os autores a atribuírem a diferença na sobrevivência entre os tratamentos a disputa por alimentos, deixando os menos nutridos suscetíveis a morte. Porém, na presente pesquisa o maior número de mortes ocorreu nas primeiras semanas seguinte ao povoamento dos exemplares no sistema de recirculação, desse modo, atribuiu-se os casos de mortalidade ao período de adaptação dos peixes e ao estresse causado pelo manejo nas análises biométricas iniciais, tendo em vista a estabilização dos parâmetros de qualidade da água dentro dos padrões aceitáveis pela espécie durante todo o cultivo.

Figura 3. Taxa de sobrevivência de alevinos a juvenis de lambari (*A. bimaculatus*) submetidos a tratamentos com três diferentes frequências alimentares.

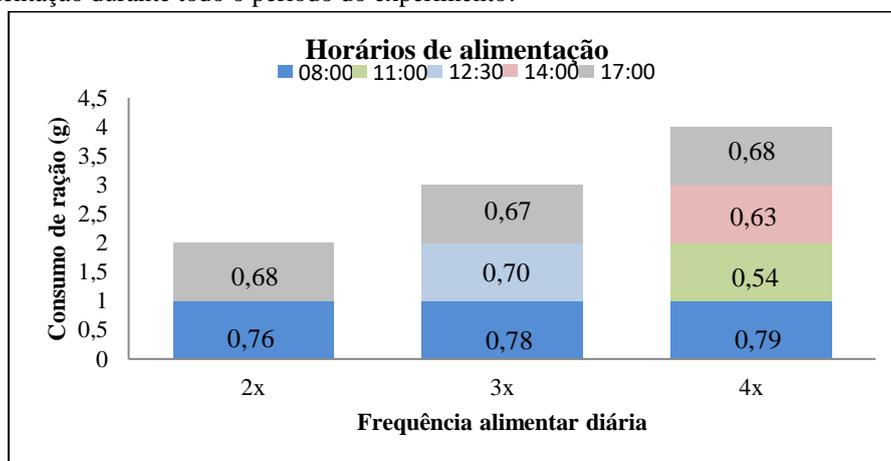


Fonte: Autores.

3.4 Consumo diário de ração

Observou-se que durante os tratamentos houve diferença entre os consumos diários de ração (Figura 4). O manejo alimentar diário é de grande importância para o ajuste adequado da quantidade e do tempo de alimentação, evitando desperdício de alimento e favorecendo o consumo equilibrado em cada refeição, melhorando desse modo a eficiência alimentar dos peixes.

Figura 4. Consumo médio diário de ração de lambari (*A. bimaculatus*) para cada frequência alimentar nos horários pré-estabelecidos de alimentação durante todo o período do experimento.



Fonte: Autores.

Para Wang et al. (1998), a oferta de alimentos com maiores frequências pode favorecer o aumento no consumo, reduzir a disputa e o comportamento agressivo e aumentar a padronização em tamanho da população. Em contrapartida, altas taxas de alimentação podem influenciar negativamente na digestibilidade, pois quando os alimentos são ingeridos em excesso, a velocidade de passagem do alimento pelo intestino aumenta, consequentemente reduzindo a digestibilidade dos ingredientes, assim como a absorção (Mihelakakis et al. 2002). Além de acarretar mudanças negativas nos parâmetros da água (Santos et al., 2013), reduzir o desempenho zootécnico e influenciar a disseminação de doenças e mortalidade (Meurer et al., 2005; Meurer et al., 2007; Salaro et al., 2008).

Em ambiente natural a duração da disponibilidade de alimento, a quantidade ingerida, a frequência alimentar, o tempo de retorno de apetite e a temperatura da água, possuem forte influência sobre o crescimento dos peixes (Kestemont & Baras,

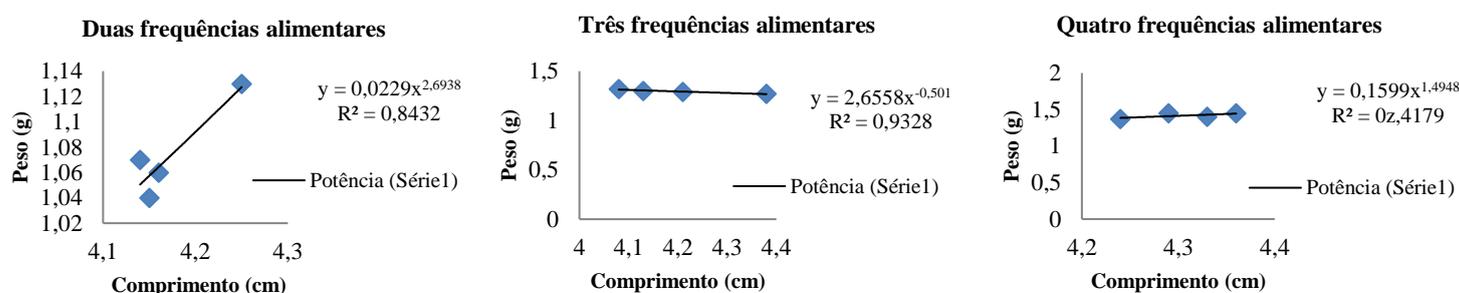
2001). Como um dos fatores determinantes no custo e saída dos animais do sistema de produção, além da frequência alimentar, temos a quantidade correta de alimento diário oferecido (Bureau et al., 2006).

Através do estado de desenvolvimento dos animais podemos avaliar se a frequência e a quantidade de alimento ofertada estão adequadas, sabendo que os peixes mais jovens apresentam uma atividade metabólica mais acelerada e requerem um tempo menor entre as refeições, se comparado com os animais adultos (Carneiro & Mikos, 2005).

3.5 Relação peso-comprimento

A estatística descritiva das características biométricas avaliadas nos diferentes tratamentos contribui com dados importantes para a análise do desenvolvimento dos organismos cultivados. Nesse sentido, a relação peso-comprimento demonstrou um crescimento alométrico negativo ($b < 3$) em todos os tratamentos com as diferentes frequências alimentares (Figura 5), indicando que o crescimento em peso é relativamente menor que o comprimento total.

Figura 5. Relação peso-comprimento de lambaris (*A. bimaculatus*) submetidos a três diferentes frequências alimentares.



Fonte: Autores.

Segundo Benedito-Cecílio e Agostinho (1997), características estruturais dos indivíduos da população podem ser descritas pela estreita relação entre peso e comprimento, fornecendo informações importantes acerca da população de determinada espécie. No entanto, os parâmetros peso e comprimento são influenciados por alguns fatores, como exemplos, a disponibilidade de alimentos, período reprodutivo e fatores abióticos, que podem influenciar os valores estimados de peso e comprimento, causando variações nos valores do coeficiente de regressão (b) (Oscosz et al., 2005; Lemos et al., 2006).

Para Vazzoler (1996) na maioria dos teleósteos os incrementos em comprimento são mais elevados nos jovens, que remanejam a energia para o desenvolvimento das estruturas somáticas e crescimento linear. Quando atingem a idade adulta, acontece uma alternância da utilização da energia, sendo a maioria dessa utilizada para o armazenamento de reservas e desenvolvimento das estruturas reprodutivas, o que favorece um aumento mais significativo em peso.

4. Considerações Finais

Nas condições experimentais em que este trabalho foi conduzido, concluiu-se que o crescimento do *Astyanax bimaculatus* é influenciado pela frequência alimentar. Considerando o melhor ganho de peso, podemos indicar que os alevinos de *A. bimaculatus* podem atingir o melhor desempenho zootécnico quando alimentados quatro vezes ao dia. No entanto, vale ressaltar que o aumento na frequência alimentar favoreceu uma conversão alimentar mais elevada, assim como uma maior demanda de mão de obra, salientando a necessidade de uma avaliação de toda atividade produtiva.

Referências

- Affonso, E., Barros F. P., Brasil E. M., Tavares-Dias M., & Ono E. A. (2009). Indicadores fisiológicos de estresse em peixes expostos ao peróxido de hidrogênio (H₂O₂). *Embrapa-Manejo e sanidade de peixes em cultivo*, 346-360.
- Andrade, V.X.L., Moreira, R.G., & Schreiner M. et al. (2005). Efecto de la dieta lipídica en la composición de los ácidos grasos almacenados en los tejidos del pintado, *Pseudoplatystoma corruscans* (Siluriformes: Pimelodidae) criado en jaulas flotantes. *Seminário Internacional de Aquicultura*, 5, 156-157,
- Azzayadi, M. et al. (2000). The influence of nocturnal vs. diurnal feeding under winter conditions on growth and feed conversion of European sea bass (*Dicentrarchus labrax*, L.). *Aquaculture*, 182, 329-338.
- Baldisserotto, B., & Gomes, L. C. (2005). *Espécies nativas para piscicultura no Brasil*. Santa Maria, Brasil: Editora UFSM.
- Benedito-Cecílio, E., & Agostinho, A. A. (1997). Estrutura das populações de peixes do reservatório de segredo. In: *Reservatório de Segredo: bases ecológicas para o manejo* (eds.). (p. 387). Maringá: Eduem.
- Britski, M.A. (1972). Peixes de água doce do Estado de São Paulo: sistemática. In: *Comissão Interestadual da Bacia Paraná-Uruguai. Poluição e Piscicultura*, (pp. 84-86). São Paulo: CIBPU.
- Bureau, D.P., Hua, K., & Cho, C.Y. (2006). Efect of feeding level on growth and nutrient deposition in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss walbaum*) growing from 150 to 600g. *Aquaculture Research*, 37 (11), 1090-1098. doi:10.1111/j.1365-2109.2006.01532.x
- Canton, R., Weingartner, M., & Fracalossi, D. M. et al. (2007). Influência da frequência alimentar no desempenho de juvenis de jundiá. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 36(4), 749-753. doi.org/10.1590/S1516-35982007000400001
- Carneiro, P.C.F., & Mikos, J.D. F. (2005). Frequência alimentar e crescimento de alevinos de jundiá, *Rhamdia quelen*. *Ciência Rural*, 35(1), 187-191. doi:10.34117/bjdv7n3-821
- Carvalho, R. L. et al. (2001). Avaliação da criação de lambari (*Astyanax bimaculatus*) em tanques rede. In: *Reunião anual da sociedade brasileira de zootecnia*, (p. 38), Piracicaba-SP.
- Companhia Energética De Minas Gerais - CEMIG/CETEC. (2000). *Guia lustrado de peixes da bacia do rio Grande*. Belo Horizonte, 144 p.
- Ferreira F.W. Cunha R.B. & Baldisserotto B. (2013) The survival and growth of juvenile silver catfish, *Rhamdia quelen*, exposed to different NH₃ and hardness levels. *J World Aquacult Soc*, 44(2), 293-299. doi.org/10.1590/S0103-84782011000200028
- Filipetto, J. E. S. Radünz Neto, J. & Silva, J. H. S. (2005). Substituição de fígado bovino por glúten de milho, glúten de trigo e farelo de soja em rações para pós-larvas de piavas (*Leporinus obtusidens*) *Cienc. Rural*. 35(1), 192-197. doi.org/10.1590/S0103-84782005000100031
- Furuya, W. M. (2001) Espécies nativas: fundamentos da moderna aqüicultura. *Ed ULBRA*. (pp. 83-90). Canoas-RS.
- Galvão, M. S. M., Yamanaka, N., Fenerich-Verani, N., & Pimentel, C. M. M. (1997) Estudos preliminares sobre enzimas digestivas proteolíticas da tainha (*Mugil platanus*) Günther 1880 (Osteichthyes, Mugilidae) durante as fases larval e juvenil. *Boletim do Instituto de Pesca*, 24, 101- 110.
- Garutti, V. (2003). Piscicultura ecológica. *Editora UNESP*. (p. 330). São Paulo-Brasil.
- Hayashi, C., Meurer, F. Boscolo, W. R., Lacerda, C. H. F., & Kavata, L. C. B. (2004). Frequência de arraçoamento para alevinos de lambari do rabo-amarelo *Astyanax bimaculatus*. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 33(1), 21-26. doi.org/10.1590/S1516-35982004000100004
- Izquierdo, M. S., Fernandez-Palacios, H., & Tacon, A. G. J. (2001). Effect of broodstock nutrition on reproductive performance of fish. *Aquaculture*, 197(1-4), 25-42.
- Kestemont, P., & Baras, E. (2001). Environmental factors and feed intake: mechanisms and interactions. *Food intake in fish*, 131-156. doi:10.1002/9780470999516.ch6
- Kim, K.D et al. (2007). Effects of feeding rate on growth and body composition of juvenile flounder, *Paralichthys olivaceus*. *Journal of the World Aquaculture Society*, 38: 169-173. doi.org/10.1111/j.1749-7345.2006.00086.x
- Kubitza, F. (2007). A versatilidade do sal na piscicultura. *Panorama da Aquicultura*, 17(103). 14-23.
- Kubitza, F. (1997) Nutrição e alimentação de peixes. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 74p.
- Landa, G.G. (1998). *Composição do zooplâncton em quatro represas no campus da Universidade Federal de Lavras: um subsídio à piscicultura*. (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal de Lavras. <http://repositorio.ufla.br/jspui/handle/1/35894>
- Lavens, P., & Sorgeloos, P. (1996). *Manual on the production and use of livefood for aquaculture*. FAO.
- Leira, M.H., & Cunha L.T, & Braz, M.S, & Melo C.C.V, & Botelho H.Á, & Reghim L.S. (2017). Qualidade da água e seu uso em pisciculturas. *Pubvet*, 11(1), 11-17. dx.doi.org/10.22256/pubvet.v11n1.11-17
- Lemos, J. R. G. De, Tavares-Dias, M., Marcon, J. L., Lemos, P.E. M., Affonso, E. G., & Zaiden, S. F. (2006). Relação peso-comprimento e fator de condição em espécies de peixes ornamentais do Rio Negro, Estado do Amazonas (Brasil). In: *Congresso Iberoamericano Virtual de Aquicultura*, (pp. 721-725).
- Liew, H. J., & Sinha, A. K., & Nawata, C. M., & Blust, R., & Wood, C. M., & De Boeck, G. (2013). Differential responses in ammonia excretion, sodium fluxes and gill permeability explain different sensitivities to acute high environmental ammonia in three freshwater teleosts. *Aquatic toxicology (Amsterdam, Netherlands)*, 126, 63-76. doi.org/10.1016/j.aquatox.2012.10.012

- Luz, R. K., Santos, J. C. E. (2010). Effect of salt addition and feeding frequency on the cascudo preto *Rhinelepis aspera* (Pisces: Loricariidae) larviculture. *Journal of Applied Ichthyology*, 26(3), 453-455. [dx.doi.org/10.1111/j.1439-0426.2009.01371.x](https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.2009.01371.x)
- Martinez, C.B.R., & Azevedo, F., & Winkaler, E.U. (2006). Toxicidade e efeitos da amônia em peixes neotropicais. In: Cyrino, J.E.P., Urbinati, E.C. *Tópicos especiais em biologia aquática e aquíicultura*. (pp. 81-95). Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática.
- Mercante, C. T. J, Esteves, K.E, Pereira, J.S., & Osti J.S. (2008). Limnologia na aquíicultura: estudo de caso em pesqueiros.
- Meurer, F., Hayashi, C., Boscolo, W.R., Kavata, L.B., & Lacerda, C.H.F. (2005). Nível de Arraçoamento para Alevinos de Lambari-do-Rabo-Amarelo (*Astyanax bimaculatus*). *Revista Brasileira de Zootecnia*, 34(6), 1835 – 1840. doi.org/10.1590/S1516-35982005000600006
- Meurer, F., Silva, M.S., Colpini, L.M.S., Freccia, A., & Mauerwerk, L. (2007). Nível de arraçoamento de pós-larvas de tilápia do nilo em baixa temperatura. *Revista Científica de Produção Animal*, 9(1), 76-83.
- Mihelakakis, A. Tsolkas, C. & Yoshimatsu, T. (2002). Optimization of feeding rate for hatchery-produced juvenile gilthead sea bream *Sparus aurata*. *Journal of the World Aquaculture Society*, 33, 169-175. doi.org/10.1111/j.1749-7345.2002.tb00491.x
- Nakatani K, Agostinho A.A., Baumgartner G, Bialezki A, Sanches Pv, Makrakis, Mc, & Pavanelli, CS. (2001). Ovos e larvas de peixes de água doce: desenvolvimento e manual de identificação. *Maringá: Eduem*, 378.
- Navarro, R. D et al. (2010). Nutrição e alimentação de reprodutores de peixes. *Revista Augustus*. 15(30).108-118. <https://silo.tips/download/nutricao-e-alimentacao-de-reprodutores-de-peixes>
- Neto, J. R. (1999). Alimento natural versus ração balanceada na larvicultura de peixes. In: *Reunião da SBZ*, (p. 36).
- Oba, E.T., Mariano W.S., & Santos L.R.B., (2009). Estresse em peixes cultivados: agravantes e atenuantes para o manejo rentável. In: *Tavares-Dias M. (Ed.). Manejo e Sanidade de peixes em cultivo - EMBRAPA* (pp. 226-247). Amapá-Macapá.
- O'gorman, E.J., Ólafsson Ó.P., Demars B.O., Friberg N., Guðbergsson G., Hannesdóttir E.R., Jackson M.C., Johansson L.S., Mclaughlin Ó.B, Ólafsson J.S, Woodward G, & Gíslason G.M. (2016). Temperature effects on fish production across a natural thermal gradient. *Glob Chang Biol*, 22(9), 3206-3220. doi.org/10.1111/gcb.13233.
- Osczo, J., Campos, F., & Escala, M. C. (2005). Weigth-lengh relationships of some fish species of the Iberian Peninsula. *Journal of Applied Ichthyology*, 21, 73-74. doi.org/10.1111/j.1439-0426.2004.00587.x
- Portella, M.C. (1995). *Efeito da utilização de dietas vivas e artificiais enriquecidas com fontes de ácidos graxos essenciais, na sobrevivência, desenvolvimento e composição corporal de larvas e alevinos de curimatá Prochilodus scrofa (Pisces, Prochilodontidae)*. (Tese de doutorado não publicada). Universidade Federal de São Carlos.
- Portella, M. C., Tasser, M. B., Jomori, R. K., & Carneiro, D. J. (2002). Substituição do Alimento Vivo na Larvicultura. In: *Simpósio Brasileiro de Aquíicultura*, (p.12), Goiânia –GO.
- Porto-Foresti, F., Castilho-Almeida, R.B., Senhorini, J.A., & Foresti, F. (2010). *Biologia e criação do lambari-do-rabo-amarelo (Astyanax altiparanae)*. In: *Baldissotto, B. e Gomes, L.C. (org.) Espécies nativas para piscicultura no Brasil*. Santa Maria. Editora UFSM.
- Queiroz, J.F, & Boeira R.C. (2016). Boas práticas de manejo para manter concentrações adequadas de oxigênio dissolvido em viveiros de piscicultura. *Embrapa Meio Ambiente*, 54. <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/172486/1/2017CT03.pdf>.
- Salaro, A. L. et al. (2015). Avanços na produção e nutrição de lambaris. In: *Tavares-Dias, M., Mariano, W. S. (org.) Aquíicultura no Brasil: novas perspectivas* (491-502). São Carlos. Editora Pedro & João.
- Salaro, A.L., Luz, R.K., Sakabe, R., Kasai, R.Y.D., & Lambertucci, D.M. (2008). Níveis de arraçoamento para juvenis de trairão (Hoplias lacerdae). *Revista Brasileira de Zootecnia*, 37(6): 967-970. doi.org/10.1590/S1516-35982008000600002
- Sanches, E. A., Neumann, G., De Toledo, C. P. R., & Bombardelli, R. A. (2015). Effects of water pH on gamete activation, embryonic development, and larval normality in *Prochilodus lineatus*. *Semina: Ciências Agrárias*, 36(4), 2871-2880. [doi:10.5433/1679-0359.2015v36n4p2871](https://doi.org/10.5433/1679-0359.2015v36n4p2871)
- Santos, J. ., Azevedo, D. ., Melo, F. ., Alves, I. T. ., & Silva, G. . (2013). Influência das densidades de estocagem na qualidade da água e no desempenho produtivo de alevinos de tilápia (*Oreochromis niloticus*) cultivados em tanques-rede. *Enciclopédia Biosfera*, 9(16). <https://conhecer.org.br/ojs/index.php/biosfera/article/view/333>
- Scorvo Filho, J. D, Martins, M.I.E.G., & Frascá-Scorvo, C.M.D. (2004). Instrumentos para análise da competitividade na piscicultura In: *Tópicos especiais em Piscicultura de Água Doce Tropical Intensiva* (pp. 517-533). São Paulo: TecArt.
- Sousa, R.M.R. (2007). *Qualidade da água e desempenho produtivo da Tilápia do Nilo alimentada em diferentes frequências e períodos por meio de dispensador automático*. (Dissertação de Mestrado). Universidade Estadual Paulista, Botucatu. <http://hdl.handle.net/11449/99850>
- Sulis-Costa R, Jimenez Je, Weingartner M, & Nuñez Apo. (2013). Efeito da temperatura da água na fase inicial de vida e na proporção sexual do jundiá. *Bol Inst Pesca*, 39(4), 379-388. https://www.pesca.agricultura.sp.gov.br/39_4_379-388.pdf
- Sussel, F. R. (2012). *Fontes e níveis de proteína na alimentação do lambari-do-rabo-amarelo: desempenho produtivo e análise econômica*. (Tese de Doutorado) Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga. [doi:10.11606/T.74.2012.tde-18032013-133242](https://doi.org/10.11606/T.74.2012.tde-18032013-133242).
- Teixeira, E. A. et al. (2008). Composição corporal e exigências nutricionais de aminoácidos para alevinos de tilápia (*Oreochromis* sp.). *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, 9(2) 239-246.

- Tseitlin, V. B. (1980). Duration of Gastric Digestion in Fishes. *Marine Ecology Progress Series*, 2(4), 277–280. <http://www.jstor.org/stable/24813209>
- Valladão, G. M. R., Gallani, S. U., & Pilarski, F. (2018). South American fish for continental aquaculture. *Reviews in Aquaculture*, 351-369. <https://doi.org/10.1007/s10499-021-00674-w>
- Vasquez, L.A. (2008). *Níveis de arraçoamento e frequência alimentar no desempenho produtivo do Acará-Bandeira (Pterophyllum scalare)*. (Dissertação de Mestrado). Universidade Estadual Paulista, Centro de Aqüicultura – Jaboticabal. <http://hdl.handle.net/11449/86705>
- Vazzoler, A. E. A. M. (1996). Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática. *Maringá: Eduem*, 169.
- Wang, N., Hayward, R. S., & Noltie, D. B. (1998). Effect of feeding frequency on food consumption, growth, size variation, and feeding pattern of age-0 hybrid sunfish. *Aquaculture*, 165(3), 261-267. [doi.org/10.1016/S0044-8486\(98\)00266-X](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(98)00266-X)
- Zavala-Camin, L. A. (1996). Introdução aos estudos sobre alimentação natural em peixes. *Maringá: Eduem*, 129.
- Zimba, R. D. (2016). *Desempenho produtivo e reprodutivo de lambaris-de-rabo-amarelo (Astyanaxaltiparanae) alimentados com dietas contendo diferentes níveis de grãos secos de destilarias com solúveis (DDGS)*. (Dissertação de Mestrado). Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga. [doi:10.11606/D.74.2016.tde-16092016-092632](https://doi.org/10.11606/D.74.2016.tde-16092016-092632)