

## ALIMENTAÇÃO DE PÓS-LARVAS DE TELEÓSTEOS E SUA IMPORTÂNCIA NA PRODUÇÃO EM CATIVEIRO

*(Feeding of teleost larvae and their importance in captive production)*

Renata Vieira do NASCIMENTO<sup>1\*</sup>; Jessica Uchôa PINHEIRO<sup>2</sup>;  
Carminda Sandra Brito SALMITO-VANDERLEY<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratório de Biotecnologia da Reprodução de Peixes (LBRP) da Universidade Estadual do Ceará (UECE). Av. Dr. Silas Munguba, 1700. Campus do Itaperi, Fortaleza/CE. CEP: 60.740-000;

<sup>2</sup>Faculdade de Veterinária (UECE). \*E-mail: [renatavieiraa@hotmail.com](mailto:renatavieiraa@hotmail.com)

### RESUMO

A alimentação de pós-larvas de peixes é um dos momentos mais difíceis da produção em cativeiro, pois os animais iniciam uma alimentação exógena e apresentam um sistema digestório pouco desenvolvido. Com isso, é sugerida a oferta de alimento vivo (plâncton), uma vez que são fonte de nutrientes essenciais e também porque é comprovado o aumento das taxas de sobrevivência e crescimento para algumas espécies de pós-larvas de peixes. Os plânctons mais ofertados são os náuplios de *Artemia nauplii*, copepod e rotíferos. Objetivou-se descrever os entraves que envolvem a nutrição de larvas de peixes, desde o momento em que o animal abre a boca, e os tipos de alimentos ideais para o seu melhor crescimento e sobrevivência.

**Palavras-chave:** Peixe, alimento vivo, zooplâncton.

### ABSTRACT

Feeding fish post-larvae is one of the most difficult moments of production in captivity, as animals start an exogenous diet and have a poorly developed digestive system. Thus, the supply of live food (plankton) is suggested, since they are a source of essential nutrients and also because it has been proven to increase survival and growth rates for some species of fish post-larvae. The most frequently offered plankton are the *Artemia nauplii*, copepod and rotifers. The objective was to describe the obstacles that involve the nutrition of fish larvae, from the moment the animal opens its mouth, and the ideal types of feed for its best growth and survival.

**Key words:** Fish, live food, zooplankton.

### INTRODUÇÃO

O consumo de pescado tem crescido nas últimas décadas, principalmente devido ao aumento populacional e a busca dos consumidores por alimentos mais saudáveis (ANUÁRIO PEIXE BR, 2019). O pescado é uma fonte de proteínas de alto valor biológico, ácidos graxos insaturados, vitaminas e possui um baixo teor de colesterol, sendo uma opção muito saudável (ANUÁRIO PEIXE BR, 2019). Por esse e outros motivos, têm-se o interesse de otimizar a reprodução, o crescimento e a engorda de diferentes espécies de teleósteos em cativeiro, tendo como propósito estabelecer a piscicultura dessas espécies.

A piscicultura divide-se em três fases: larvicultura, recria e engorda. Das fases citadas, a larvicultura é a mais crítica, uma vez que nesse momento já tem ocorrido o consumo do saco vitelínico e as pós-larvas necessitam de alimentação exógena. Nesse momento, dependendo da espécie, as pós-larvas podem apresentar um sistema digestivo mais desenvolvido (precociais) ou não (altriciais) (PORTELLA *et al.*, 2012). Após o consumo do vitelo, alguns estudos recomendam que seja ofertado alimento vivo (plâncton) para as pós-larvas.

Com isso, os plânctons vêm sendo ofertados nas pisciculturas, pois são muito bem aceitos pelas pós-larvas, por serem uma fonte de nutrientes essenciais e, também, porque alguns estudos comprovam que as pós-larvas aproveitam enzimas provenientes dos plânctons para digerir alimentos (ROTTA, 2003). No entanto, para a escolha do plâncton a ser ofertado devem ser levados em consideração alguns fatores, como tamanho da boca da pós-larva, tamanho do plâncton, quantidade a ser ofertada, composição, entre outros.

Os estudos dos ácidos graxos têm destaque no que se refere à nutrição de peixes (ADAMS, 1998), principalmente os insaturados. Os ácidos graxos insaturados podem ser classificados como ômega-3 ou ômega-6 (LEHNINGER *et al.*, 1995). Eles são fundamentais, uma vez que são os precursores dos ácidos eicosapentanóico (EPA), docosahexanóico (DHA) e araquidônico (ARA), que, por sua vez, são fundamentais para a síntese da membrana plasmática e demais estruturas que irão compor a pós-larva, participam de atividades metabólicas, crescimento e sobrevivência (KAINZ *et al.*, 2004; PARRISH, 2009).

Os plânctons são organismos de fundamental importância na alimentação de pós-larvas, pois são uma excelente fonte de ácidos graxos, proteína, vitaminas e minerais (ADAMS, 1998) e já é comprovado que eles são responsáveis por altas taxas de sobrevivência e crescimento (SILVA, 2008; PEREIRA *et al.*, 2016). As opções de plâncton para as pós-larvas são os náuplios de artêmia, copépodes e rotíferos (DAS *et al.*, 2012). Esses possuem diferentes composições bioquímicas e elas podem variar ainda mais, dependendo do seu tipo de enriquecimento (SORGELOOS *et al.*, 2001).

Diante disso, essa revisão de literatura tem como objetivo descrever os entraves que envolvem a nutrição de pós-larvas de peixes, desde o momento em que o animal abre a boca, e os tipos de alimentos ideais para o seu melhor crescimento e sobrevivência.

## DESENVOLVIMENTO

### Características gerais das pós-larvas de teleósteos

Durante o desenvolvimento até pouco depois da eclosão, os embriões e larvas de peixes se alimentam do vitelo que está contido nos ovócitos (HIRAMATSU *et al.*, 2002). Próximo ao fim do consumo do vitelo, as larvas de peixes deixam de se alimentar de forma endógena e iniciam alimentação exógena, sendo assim classificadas como precociais ou altriciais, dependendo do grau de desenvolvimento do sistema digestório. As larvas precociais são aquelas que possuem estômago funcional antes da transição do alimento endógeno para o exógeno, sendo esse grupo representado pelas tilápias (*Oreochromis niloticus*), bagre-decanal (*Ictalurus punctatus*), truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*), carpa comum (*Cyprinus carpio*), entre outras espécies (ROTTA, 2003). Por outro lado, as larvas altriciais consomem o vitelo e necessitam uma alimentação exógena, porém apresentam um sistema digestório simples, constituído por um tubo retilíneo e histologicamente indiferenciado. Este grupo é composto pelo pacu (*Piaractus mesopotamicus*), tambaqui (*Colossoma macropomum*), curimatá (*Prochilodus lineatus*), entre outros (ROTTA, 2003).

O início da alimentação exógena das pós-larvas é um momento crítico, uma vez que ocorrem altos índices de mortalidade. Isso se dá devido principalmente ao tamanho da boca das pós-larvas, tipo, tamanho, quantidade, qualidade e momento da introdução de alimento

exógeno. Outros fatores cruciais que devem ser levados em consideração são a baixa mobilidade das pós-larvas, o que diminui sua eficiência de capturar presas, e os sistemas sensoriais ainda poucos desenvolvidos. Para sanar essa problemática, é sugerida a elevação do número de presas por pós-larva, para que seja possível a detecção do alimento de forma mais eficiente (ROTTA, 2003).

Até a formação do estômago, a digestão das larvas (altriciais) ocorre no intestino (pH alcalino). No organismo das pós-larvas existe uma enzima semelhante à tripsina com função proteolítica, no entanto, até a formação das glândulas gástricas, não há atividade de nenhuma enzima semelhante à pepsina (CAHU e INFANTE, 1995). Acredita-se que os bons resultados em estudos utilizando alimentação viva está relacionado à presença de enzimas presentes na própria presa (proteolíticas), que colaborariam com o processo digestivo, enquanto as pós-larvas desenvolvem seu próprio sistema. Em contrapartida, alguns estudos relatam que as enzimas digestivas que podem estar presentes em alimentos vivos não é significativa (PORTELLA *et al.*, 2012). Contudo, são relevantes estudos sobre os possíveis efeitos de enzimas presentes em alimentos vivos na larvicultura das espécies (GALVÃO *et al.*, 1997).

Durante a busca por alimento, as pós-larvas de teleósteos procuram normalmente partículas em movimentação na coluna d'água. Devido a isso, e também ao fator nutricional, é importante que o fornecimento de alimento seco seja no momento certo e de forma gradativa, para que as pós-larvas se adaptem mais rapidamente (ROTTA, 2003). No que se refere à oferta de alimentação viva, o produto da autólise das presas pode estimular a produção de tripsinogênio e também ativar zimogênios no pâncreas das pós-larvas, assim como incrementar a produção de bombesina no trato digestório. A bombesina é um tetradecapsídeo produzido nos enterócitos dos peixes, que possui ação estimulante sobre os músculos do estômago e sobre o peristaltismo, sua ação causa um aumento na eficácia do processo digestivo (VOLKOFF *et al.*, 2005).

Apesar da falta de comprovação, no que se refere à presença de enzimas que ajudam no processo de digestão, é verificado que para pós-larvas altriciais a oferta inicial de alimento vivo é o mais adequado. Por outro lado, as pós-larvas precociais são menos dependentes de alimentos vivos e podem iniciar mais rapidamente o consumo de uma ração formulada (PORTELLA *et al.*, 2012). De todo modo, vale ressaltar que a oferta inicial de alimento vivo, em especial zooplâncton, é interessante para diversas espécies de peixes, pois esses possuem uma excelente composição - aminoácidos, ácidos graxos, vitaminas e minerais – e auxiliam no melhor desenvolvimento das pós-larvas.

### **Importância dos ácidos graxos na alimentação de pós-larvas de teleósteos**

Os lipídios são fundamentais para a saúde, crescimento e sobrevivência de espécies de peixes (ADAMS, 1998). São moléculas distintas (gorduras e óleos, fosfolipídios, esteroides e carotenoides) que diferem em suas estruturas e em suas funções. Os lipídios são compostos essenciais das membranas celulares, têm função de transporte de vitaminas lipossolúveis e são fontes de ácidos graxos essenciais. São divididos em polares, compostos principalmente por fosfolipídios, e apolares, onde os triacilgliceróis, principal constituinte de óleos e gorduras, representam a classe mais expressiva (LEHNINGER *et al.*, 1995).

A exigência nutricional nos peixes está definida como a capacidade de sintetizar ou não diferentes grupos de moléculas. No caso, os ácidos graxos linoléico (AL) e o linolênico

(ALN), pertencentes à família ômega-6 e ômega-3 respectivamente, não são biossintetizados ou produzidos e, devido a isso, precisam ser ofertados na dieta diária de peixes (OLSEN, 1999). Esses ácidos graxos são fundamentais, uma vez que são os precursores dos ácidos EPA, DHA e ARA.

Durante o desenvolvimento embrionário, o lipídio do vitelo é a principal fonte de energia do embrião, sendo responsável pela síntese da membrana plasmática e demais estruturas que irão compor a pós-larva (KAINZ *et al.*, 2004; PARRISH, 2009). Além disso, também melhoram a imunidade e resistência, uma vez que são precursores de eicosanoides, que atuam na resposta imune, em processos inflamatórios e de estresse (PARRISH *et al.*, 2009). Também são indispensáveis para o aumento da sobrevivência durante o período larval e juvenil (AZARM *et al.*, 2013). Ainda vale ressaltar que a redução de ácidos graxos no início da alimentação exógena mostra que eles são necessários para fornecer a alta demanda de energia no estágio inicial da pós-larva, de natação livre, logo após a eclosão (GIMÉNEZ *et al.*, 2008).

Quando se trata de larvas, os efeitos dos ácidos graxos poliinsaturados de cadeia longa podem variar e não necessariamente estão relacionados ao seu desempenho. Koven *et al.* (2001) relataram um aumento da sobrevivência e resistência de pós-larvas que foram alimentadas com dietas ricas em ARA e que passaram por um estresse de transferência de tanque de cultivo. Também foi identificado que larvas alimentadas com zooplâncton (artêmia) enriquecidas com DHA apresentavam uma grande diminuição de deformidade no opérculo (GAPASIN e DURAY, 2001).

Tanto a quantidade absoluta de cada ácido graxo, quanto sua relativa proporção são importantes na nutrição das pós-larvas de peixes. Estudos mostram que os alimentos vivos ofertados para pós-larvas necessitam de 4% de EPA em relação ao total de ácido graxo, podendo ser esperado desnutrição com níveis de EPA inferiores a 3% (BRETT e MÜLLER-NAVARRA, 1997; BELL e SARGENT, 2003). Além disso, é descrito que a sobrevivência, o crescimento adequado e a suscetibilidade ao estresse de pós-larvas, de espécies marinhas e dulcícolas, estão relacionados com a presença de EPA e DHA nas partículas de alimentos (BRETT e MÜLLER-NAVARRA, 1997; BELL e SARGENT, 2003).

### **Oferta de alimento na larvicultura**

A larvicultura é um dos grandes gargalos enfrentados durante o cultivo de pós-larvas, principalmente, por conta da alimentação, que é considerada um dos fatores mais importantes para o desempenho, sobrevivência e crescimento das pós-larvas. Desta forma, a oferta de alimentos deficiente é uma das principais causas de mortalidade nas fases iniciais de vida, contudo, esse problema pode ser minimizado, quando o alimento apropriado é fornecido (PORTELLA *et al.*, 2012).

Dentro dessa perspectiva, para pós-larvas altriciais, alguns estudos relatam que é praticamente inviável ofertar alimento comercial como primeira fonte exógena (PORTELLA *et al.*, 2012; PEREIRA *et al.*, 2016). Com isso, recomenda-se que para esse tipo de pós-larvas é interessante iniciar o cultivo com oferta de alimento vivo, seguido pelo processo de desmame e, por fim, a substituição por completa para alimentação comercial (PEREIRA *et al.*, 2016).

A introdução de organismos vivos é de extrema importância para iniciar a alimentação de pós-larvas, uma vez que são fonte de lipídios, proteínas, vitaminas e minerais e sabe-se que altas taxas de sobrevivência e crescimento podem ser alcançadas quando esses organismos são ofertados (ROCHA *et al.*, 2017). Acredita-se que os zooplânctons selvagens são as melhores opções para as pós-larvas, como por exemplo náuplios de artêmia, copépodes e rotíferos (DAS *et al.*, 2012; ROCHA *et al.*, 2017).

A utilização de alimento vivo apresenta diversas vantagens, dentre elas: menor poluição da água, distribuição homogênea do alimento no volume de água e as características nutricionais do alimento permanecem as mesmas durante horas (LAVENS e SORGELOOS, 1996). Contudo, o valor nutricional do alimento vivo irá variar em função do seu tamanho, do alimento fornecido, da digestibilidade e da composição química das diferentes espécies que podem ser selecionadas (COUTTEAU e SORGELOOS, 1997).

### **Artêmia (*Artemia sp.*)**

A artêmia, conhecida também como camarão de água salgada, pertence à classe dos Brachiopodas, subordem Anostrada e família Artemiidae. Já foram identificadas mais de 50 cepas de artêmias pelo mundo, sendo este um pequeno crustáceo filtrador amplamente encontrado em ambientes aquáticos de alta salinidade (DAS *et al.*, 2012; SORGELOOS *et al.*, 2001). A artêmia é utilizada como uma opção de alimento vivo na dieta de peixes ornamentais, marinhos e dulcícolas devido à sua facilidade de uso, quando comparado a outros zooplânctons, e por apresentar um bom valor nutricional (LAVENS e SORGELOOS, 1996; LAVENS e SORGELOOS, 1998).

De todos os organismos vivos, a artêmia é o mais amplamente aplicado na piscicultura, pois sua utilização pode ser feita de acordo com a demanda, uma vez que é possível armazenar os cistos de artêmias por longos períodos (DAS *et al.*, 2012). Esses cistos consistem na forma dormente dos embriões, que estão encapsulados por uma carapaça constituída por três camadas, e que quando submetidos a condições adequadas de salinidade, temperatura, luminosidade e aeração, os embriões saem do seu envoltório e eclodem em náuplios (LIM *et al.*, 2002).

A *Artemia sp.* em todas as fases de vida (náuplio, juvenis e sub-adulto) podem ser utilizadas como alimento de organismos aquáticos, já sendo amplamente difundida em larviculturas comerciais (DAS *et al.*, 2012). Após a eclosão, as artêmias devem ser utilizadas o mais cedo possível, pois nesse momento apresentam um maior valor nutritivo. Porém, quando as pós-larvas cultivadas são capazes de ingerir presas maiores, recomenda-se o bioencapsulamento. Este método é realizado para aumentar o valor nutricional das artêmias, baseando-se na incorporação lipofílica, como vitaminas e ácidos graxos essenciais (LAVENS e SORGELOOS, 1996; COUTTEAU e SORGELOOS, 1997; SORGELOOS *et al.*, 2001).

É possível observar alguns estudos que descrevem a oferta de *Artêmia sp.* para diferentes larvas de peixes. Para pós-larva de surubim do Iguaçu (*Steindachneridion sp.*), foi observado um significativo ganho de biomassa e crescimento (RAMOS, 2011). Para Pacu (*Piractus mesopotamicus*), a oferta de artêmia proporcionou resultados significativos de desempenho produtivo e sobrevivência das pós-larvas, quando comparado a tratamentos com apenas alimentos inertes (LUI *et al.*, 2015).

Para truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*) destacou-se um crescimento significativo, nos tratamentos alimentados por 8 dias com náuplios de artêmia enriquecidos com ácidos graxos poliinsaturados + vitamina C quando comparado ao tratamento com artêmia não enriquecida (AKBARY *et al.*, 2011). Esse mesmo tratamento foi ofertado para metanauplios de artêmia e apresentaram resultados satisfatórios de sobrevivência, crescimento e resistência ao estresse de pós-larva de *Sander lucioperca* (KESTEMONT *et al.*, 2007). Contudo, existem alguns relatos de que a ofertada de artêmia enriquecida não apresenta efeito significativo para pós-larvas de algumas espécies de peixes, demonstrando a necessidade de se desenvolver mais estudos dentro dessa vertente (VERRETH *et al.*, 1994; KOLKOVSKI *et al.*, 2000).

Foi possível observar para bacalhau-de-umrray (*Maccullochella peellii*), que pós-larvas alimentadas com artêmias enriquecidas apresentavam maior quantidade de DHA, quando comparada a pós-larvas alimentadas com artêmias não enriquecidas. Isso demonstra que a conversão de ALN em DHA foi devido a sua inserção na dieta da pós-larva com artêmia enriquecida, ficando evidente a deficiência de ALN na artêmia não enriquecida (FRANCIS *et al.*, 2019). É importante destacar que o DHA desempenha um papel fundamental na facilitação do desenvolvimento e funcionamento adequados dos sistemas neurais e visuais (PAULSON *et al.*, 2014).

A artêmia é um alimento inicial padrão, pois geralmente resulta em bom desempenho larval, no entanto é caro e pode não estar disponível quando necessário. Portanto, por razões práticas e financeiras, esforços têm sido direcionados na busca de alternativas ao uso de artêmia (AGADJIHOUEDE *et al.*, 2012). Outro problema associado ao cultivo de artêmia está relacionado com o desenvolvimento de populações de bactérias patogênicas, que provocam sua mortalidade (RITAR *et al.*, 2004). Dessa forma, para resolver esse problema, pode ser utilizadas determinadas espécies de microalgas, probióticos ou imunostimulantes a fim de protegê-las (MARQUES *et al.*, 2006).

## Rotíferos

Os rotíferos pertencem ao gênero *Brachionus*, à família Brachionidae e são um importante grupo de organismo vivo. Estes servem como uma introdução alimentar para estágios larvais iniciais de muitas espécies de peixes e de camarões marinhos e dulcícolas (PEJLER, 1977). Esses animais podem ser selecionados de acordo com o seu tamanho, que varia em 50 e 200 microns (PEJLER, 1977), sendo menores do que os náuplios de artêmia e uma boa opção para alimentar pós-larvas de peixes, especialmente ornamentais. A espécie de rotífero mais utilizada no mundo para alimentação de pós-larvas de peixes é a *Brachionus plicatilis*, uma vez que é pequena, lenta e possui um bom valor nutricional. Além deste, o *B. rotundiformis* também já foi considerado como um bom alimento vivo para pós-larvas de organismos aquáticos (MARUYAMA *et al.*, 1997).

A qualidade nutricional dos rotíferos é fundamental para o crescimento ótimo e sobrevivência das pós-larvas de peixes, no entanto os seus nutrientes variam de acordo com o alimento ofertado. Com o intuito de melhorar sua qualidade nutricional, visando maior sobrevivência e crescimento das pós-larvas de peixes, pode ser ofertado como alimento para esse zooplâncton diferentes algas, levedura de panificação e dietas artificiais (DAS *et al.*, 2012). Já foi descrito na literatura que os rotíferos são bons alimentos devido a sua

digestibilidade e capacidade de transferência dos nutrientes para as pós-larvas, principalmente quando bioencapsulados com EPA e DHA (MERCHIE *et al.*, 1996).

A oferta de rotífero para *Prochilodus scrofa*, durante 4 dias, demonstrou taxa de sobrevivência de 80% (PORTELLA *et al.*, 2000). Além disso, pós-larvas de *Seriola quinqueradiata* foram significativamente maiores e tiveram alta taxa de sobrevivência quando alimentadas com rotíferos enriquecidos com DHA, em comparação aos tratamentos enriquecidos com DHA+EPA ou DHA+AA (COPEMAN *et al.*, 2002) Em outro estudo, foi detectado um atraso de 10 dias na reação a estímulos visuais de larvas de dourado quando alimentadas com rotíferos deficientes de DHA, sugerindo um atraso no desenvolvimento do cérebro e visão (BENÍTEZ *et al.*, 2007).

### Copépodes

Os copépodes são zooplânctons comuns de água doce e salobra, os adultos variam de 0,5 a 5,0 mm de comprimento e, são alimentos naturais para larvas e juvenis de muitos peixes e crustáceos (DAS *et al.*, 2012). Algumas espécies de copépodes são muito pequenas, uma necessidade de pós-larvas de peixes, e podem apresentar um alto nível de ácidos graxos insaturados e outros nutrientes essenciais, sendo assim considerados uma boa alternativa para a introdução alimentar de pós-larvas de peixes (EVJEMO *et al.*, 2003).

Grande parte da dieta das pós-larvas dos peixes, em habitat natural, é composta por copépodes (PICCINETTI *et al.*, 2014), que normalmente apresentam nutriente adequado para elas (EVJEMO *et al.*, 2003), mas que pode variar de acordo com o alimento ingerido pelo zooplâncton (NANTON e CASTELL, 1999). Estudos mostram que os copépodes são naturalmente fontes de ácidos graxos poliinsaturados, como DHA, EPA e ARA (PICCINETTI *et al.*, 2014). Além disso, também fontes de astaxantinas, vitaminas C e E e outros antioxidantes (VAN DER MEEREN *et al.*, 2008), que podem proteger as cadeias de ácidos graxos poliinsaturados contra a peroxidação, sendo considerados benéficos para a saúde das pós-larvas de peixe (MCKINNON *et al.*, 2003).

Dos zooplânctons citados, o copépode se destaca no que se refere ter um perfil nutricional que melhor atende o desenvolvimento de pós-larvas de peixes e altos níveis de enzimas digestivas (HAMRE *et al.*, 2008; CONCEIÇÃO *et al.*, 2010). Portanto, são considerados nutricionalmente superiores aos rotíferos e à artêmia, porém o cultivo desse zooplâncton em larga escala ainda passa por grandes dificuldades (ALAJMI e ZENG, 2014).

Os copépodes são a melhor opção de alimento para pós-larvas de *Gadus morhua*, uma vez que proporcionou bons resultados de sobrevivência, crescimento e desenvolvimentos das pós-larvas (ROCHA *et al.*, 2017). Toledo *et al.* (1999) descreveram que na larvicultura de *Epinephelus coioides* houve maior crescimento e sobrevivência, quando foi ofertado em altas densidades de copépodes para as pós-larvas. Costa *et al.* (2015) relataram o efeito positivo da inclusão de copépodes na alimentação de larvas de *Eugerres brasiliensis*, pois foi observada menor mortalidade de larvas submetidas ao estresse de exposição ao ar.

Para alimentação de robalo (*Centropomus parallelus*), foi verificada que a adição do copépode na dieta foi importante nos primeiros 27 dias da pós-larva, porém após esse período sua oferta não influenciou no crescimento e na sobrevivência dos animais, mas foi observado um aumento no perfil de ácidos graxos, especialmente o DHA (VANACOR-BARROSO *et al.*, 2017). Também vale ressaltar que a inclusão do copépode na dieta de pós-larvas de

*Centropomus undecimalis*, juntamente com rotíferos, aumentou o crescimento e a resistência ao estresse térmico (COSTA *et al.*, 2015).

## CONCLUSÕES

Estudos evidenciam a importância da alimentação inicial de pós-larvas de peixes, uma vez que a oferta do alimento ideal otimiza o crescimento e o desenvolvimento de alguns sistemas desses animais. Isso reforça a importância de estudos com intuito de definir qual zooplâncton deve ser fornecido inicialmente para determinadas espécies e a quantidade ideal a ser ofertada. Além disso, nota-se que a fonte de alimentação dos zooplânctons são importantes para as pós-larvas de peixes, pois más-formações ocorrem quando a assimilação de determinados nutrientes são deficientes. Portanto, necessita-se de mais pesquisas que determinem o alimento vivo ideal, para diferentes espécies de larvas de teleósteos, assim como a incorporação de nutrientes nos zooplânctons, visando a otimização do crescimento, do desenvolvimento de sistemas e da sobrevivência das pós-larvas.

## REFERÊNCIAS

- ADAMS, M.S. Ecological role of lipids in the health and success of fish populations. In: ARTS, M.T.; WAINMAN, B.C. Lipids in freshwater ecosystems. 1<sup>a</sup> ed., New York : Springer-Verlag, p.132-160, 1998.
- AGADJIHOUEDE, H.; CHIKOU, A.; BONOU, C.A.; LALÈYÈ, P.A. Survival and growth of *Clarias gariepinus* and *Heterobranchus longifilis* larvae fed with freshwater zooplankton. Journal of Agricultural Science and Technology, v.2, n.2B, p.192-197, 2012.
- AKBARY, P.; HOSSEINI, S.A.; IMANPOOR, M.R. Enrichment of *Artemia nauplii* with essential fatty acids and vitamin C: effect on rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) larvae performance. Iranian Journal of Fisheries Sciences, v.10, n.4, p.557-569, 2011.
- ALAJMI, F.; ZENG, C. The effects of stocking density on key biological parameters influencing culture productivity of the calanoid copepod, *Parvocalanus crassirostris*. Aquaculture, v.434, p.201-207, 2014.
- AZARM, H.M.; KENARI, A.A.; HEDAYATI, M. Effect of dietary phospholipid sources and levels on growth performance, enzymes activity, cholecystokinin and lipoprotein fractions of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fry. Aquaculture Research, v.44, n.4, p.634-644, 2013.
- BELL, J.G.; SARGENT, J.R. Arachidonic acid in aquaculture feeds: current status and future opportunities. Aquaculture, v.218, n.1-4, p.491-499, 2003.
- BENÍTEZ, T.; IZQUIERDO, M.; MASUDA, R.; HERNÁNDEZ-CRUZ, C.; VALENCIA, A.; FERNÁNDEZ-PALACIOS, H. Dietary n-3 HUFA deficiency induces a reduced visual response in gilthead seabream *Sparus aurata* larvae. Aquaculture, v.264, n.1-4, p.408-417, 2007.



BRETT, M.; MÜLLER-NAVARRA, D. The role of highly unsaturated fatty acids in aquatic foodweb processes. *Freshwater Biology*, v.38, n.3, p.483-499, 1997.

CAHU, C.L.; INFANTE, J.L.Z. Effect of molecular form of dietary nitrogen supply in sea bass larvae: response of pancreatic enzymes and intestinal peptidase. *Fish Physiology Biochemistry*, v.14, n.3, p.209–214, 1995.

CONCEIÇÃO, L.E.; YÚFERA, M.; MAKRIDIS, P.; MORAIS, S.; DINIS, M.T. Live feeds for early stages of fish rearing. *Aquaculture research*, v.41, n.5, p.613-640, 2010.

COPEMAN, L.A.; PARRISH, C.C.; BROWN, J.A.; HAREL, M. Effects of docosahexaenoic, eicosapentaenoic, and arachidonic acids on the early growth, survival, lipid composition and pigmentation of yellowtail flounder (*Limanda ferruginea*): a live food enrichment experiment. *Aquaculture*, v.210, n.1-4, p.285-304, 2002.

COSTA, W.M; CARVALHO, C.V.D.A.; PASSINI, G.; TELES, A.; CERQUEIRA, V.R. First feeding of *Eugerres brasiliensis* (Carapeva) larvae with *Acartia tonsa* (Copepod) nauplii increases survival and resistance to acute stress. *Boletim de Indústria Animal*, v.72, n.4, p.277-283, 2015.

COUTTEAU, P.; SORGELOOS, P. Manipulation of dietary lipids, fatty acids and vitamins in zooplankton cultures. *Freshwater Biology*, v.38, n.3, p.501-512, 1997.

DAS, P.; MANDAL, S.C.; BHAGABATI, S.K.; AKHTAR, M.S.; SINGH, S.K. Important live food organisms and their role in aquaculture. *Frontiers in Aquaculture*, v.5, n.4, p.69-86, 2012.

EVJEMO, J.O.; REITAN, K.I.; OLSEN, Y. Copepods as live food organisms in the larval rearing of halibut larvae (*Hippoglossus hippoglossus* L.) with special emphasis on the nutritional value. *Aquaculture*, v.227, n.1-4, p.191-210, 2003.

FRANCIS, D.S.; CLEVELAND, B.J.; JONES, P.L.; TURCHINI, G.M.; CONLAN, J.A. Effects of PUFA-enriched Artemia on the early growth and fatty acid composition of Murray cod larvae. *Aquaculture*, v.513, p.734362, 2019.

GALVÃO, M.S.N.; YAMANAKA, N.; FENERICH-VERANI, N.; PIMENTEL, C.M.M. Estudos preliminares sobre enzimas digestivas proteolíticas da tainha *Mugil platanus* Günther, 1880 (Osteichthyes, Mugilidae) durante as fases larval e juvenile. *Boletim do Instituto de Pesca*, v.24, p.101-110, 1997.

GAPASIN, R.S.J.; DURAY M.N. Effects of DHA-enriched live food on growth, survival and incidence of opercular deformities in Milkfish (*Chanos chanos*). *Aquaculture*, v.193, n.1-2, p.49–63, 2001.

GIMÉNEZ, G.; ESTÉVEZ, A.; HENDERSON, R.J.; BELL, J.G. Changes in lipid content, fatty acid composition and lipid class composition of eggs and developing larvae (0–40 days old) of cultured common dentex (*Dentex dentex* Linnaeus 1758). *Aquaculture nutrition*, v.14, n.4, p.300-308, 2008.

HAMRE, K.; SRIVASTAVA, A.; RØNNESTAD, I.; MANGOR-JENSEN, A.; STOSS, J. Several micronutrients in the rotifer *Brachionus* sp. may not fulfil the nutritional requirements of marine fish larvae. *Aquaculture Nutrition*, v.14, n.1, p.51-60, 2008.

HIRAMATSU, N.; HIRAMATSU, K.; HIRANO, K.; HARA, A. Vitellogenin-derived yolk proteins in a hybrid sturgeon, bester (*Huso huso* x *Acipenser ruthenus*): identification, characterization and course of proteolysis during embryogenesis. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology*, v.131, n.2, p.429-441, 2002.

KAINZ, M.; ARTS, M.T.; MAZUMDER, A. Essential fatty acids in the planktonic food web and their ecological role for higher trophic levels. *Limnology and Oceanography*, v.49, n.5, p.1784-1793, 2004.

KESTEMONT, P.; XUELIANG, X.; HAMZA, N.; MABOUDOU, J.; IMOROU TOKO, I. Effect of weaning age and diet on pikeperch larviculture. *Aquaculture*, v.264, n.1-4, p.197-204, 2007.

KOLKOVSKI, S.; CZESNY, S.; YACKEY, C.; MOREAU, R.; CIHLA, F.; MAHAN, D., DABROWSKI, K. The effect of vitamins C and E in (n-3) highly unsaturated fatty acids-enriched *Artemia nauplii* on growth, survival, and stress resistance of fresh water walleye *Stizostedion vitreum* larvae. *Aquaculture Nutrition*, v.6, n.3, p.199, 2000.

KOVEN, W.; BARR, Y.; LUTZKY, S.; BEN-ATIA, I.; WEISS, R.; HAREL, R.; BEHRENS, P.; TANDLER, A. The effect of dietary arachidonic acid (20:4n-6) on growth, survival and resistance to handling stress in gilthead seabream (*Sparus aurata*) larvae. *Aquaculture*, v.193, n.1-2, p.107-122, 2001.

LAVENS, P.; SORGELOOS, P. Manual on the production and use of live food for aquaculture. 1<sup>a</sup> ed., Food and Agriculture Organization. Roma, 1996. 295p.

LAVENS, P.; SORGELOOS, P. Present status and prospects of the use of artemia cyst and biomass in shrimp farming. In: *Brasil 98: Aquicultura...Anais*. Recife, v.1, p.147-162, 1998.

LEHNINGER, A.L.; NELSON, D.L.; COX, M.M. Princípios de bioquímica. 2<sup>a</sup> ed., São Paulo: Sarvier, 1995. 839p.

LIM, L.C.; CHO, Y.L.; DHERT, P.; WONG, C.C.; NELIS, H.; SORGELOOS, P. Use of decapsulated *Artemia* cysts in ornamental fish culture. *Aquaculture Research*, v.33, n.8, p.575-589, 2002.

LUI, T.A.; SILVA, L.F.; DEPARIS, A.; BITTENCOURT, F.; BOSCOLO, W.R.; REIDEL, A. Manejo alimentar para larvas de pacu *Piaractus mesopotamicus*. *Revista Acadêmica: Ciência Animal*, v.13, p.153-158, 2015.

MARQUES, A.; THANH, T.H.; SORGELOOS, P.; BOSSIER, P. Use of microalgae and bacteria to enhance protection of gnotobiotic *Artemia* against different pathogens. *Aquaculture*, v.258, n.1-4, p.116-126, 2006.

MARUYAMA, I.; NAKAO, T.; SHIGENO, I.; ANDO, Y.; HIRAYAMA, K. Application of unicellular algae *Chlorella vulgaris* for the mass-culture of marine rotifer *Brachionus*. In: *Live Food in Aquaculture*. Springer, Dordrecht, p.133-138, 1997.

McKINNON, A.D.; DUGGAN, S.; NICHOLS, P.D.; RIMMER, M.A., SEMMENS, G.; ROBINO, B. The potential of tropical paracalanid copepods as live feeds in aquaculture. *Aquaculture*, v.223, n.1-4, p.89–106, 2003.

MERCHIE, G. Use of nauplii and meta-nauplii. In: LAVENS, P.; SORGELOOS, P. Manual on the production and use of live food for aquaculture. Food and Agriculture Organization. 1<sup>a</sup> ed., Roma, p.137-163, 1996.

NANTON, D.A.; CASTELL, J.D. The effects of temperature and dietary fatty acids on the fatty acid composition of harpacticoid copepods, for use as live food for marine fish larvae. *Aquaculture*, v.175, n.1-2, p.167–181, 1999.

OLSEN, Y. Lipids and essential fatty acids in aquatic foods webs: What can freshwater ecologists learn from mariculture? In: *Lipids in freshwater ecosystems*, p.161-202, 1999.

PARRISH, C.C. Essential fatty acids in aquatic food webs. In: ARTS, M.T.; BRETT, M.T.; KAINZ, M. J (Ed.). *Lipids in Aquatic Ecosystems*. Springer New York, p.309-326, 2009.

PAULSON, M.; CLEMMESSEN, C.; MALZAHN, A. Essential fatty acid (docosahexaenoic acid, DHA) availability affects growth of larval herring in the field. *Marine biology*, v.161, n.1, p.239-244, 2014.

ANUÁRIO PEIXE BR. Anuário Peixe BR da piscicultura 2019. São Paulo: Associação Brasileira de Piscicultura, 2019, 148p. Acesso em 07 mar. 2020. Disponível em: <https://www.peixebr.com.br/anuario-peixe-br-da-piscicultura-2019>.

PEJLER, B. On the global distribution of the family brachionidae rotatoria. *Archiv für Hydrobiologie, Supplement*, v.53, n.2, p.255-306, 1977.

PEREIRA, S.L.; GONÇALVES-JÚNIOR, L.P.; AZEVEDO, R. Diferentes estratégias alimentares na larvicultura do acará-bandeira (*Peterolophyllum scalare*, Cichlidae). *Acta Amazonica*, v.46, n.1, p.91-98, 2016.

PICCINETTI, C.C.; TULLI, F.; TOKLE, N.E.; CARDINALETTI, G.; OLIVOTTO, I. The use of preserved copepods in sea bream small-scale culture: biometric, biochemical and molecular implications. *Aquaculture Nutrition*, v.20, n.1, p.90-100, 2014.

PORTELLA, M.C.; VERANI, J.R.; CESTAROLLI, M.A. Use of live and artificial diets enriched with several fatty acid sources to feed *Prochilodus Scrofa* larvae and fingerlings. 1. Effects on survival and growth rates. *Journal of Aquaculture in the Tropics*, v.15, n.1, p.45-58, 2000.

PORTELLA, M.C.; LEITÃO, N.J.; TAKATA, R.; LOPES, T.S. Alimentação e nutrição de larvas. In: FRACALOSSO, D.M.; CYRINO, J.E.P. (Eds.), *NUTRIAQUA — Nutrição e alimentação de espécies de interesse para a aquicultura brasileira*. 1<sup>a</sup> ed., Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática, Florianópolis, p.185-216, 2012.

RAMOS, L.A. Manejo Alimentar e Crescimento de Pós-Larvas de Peixes Carnívoros Nativos Produzidos no Mato Grosso do Sul. 2011. 101p. Dissertação de Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2011.

RITAR, A.J.; DUNSTAN, G.A.; NELSON, M.M.; BROWN, M.R.; NICHOLS, P.D.; THOMAS, C.W.; THOMAS, C.W.; SMITH, E.G.; CREAR, B.J.; KOLKOVSKI, S. Nutritional and bacterial profiles of juvenile *Artemia* fed different enrichments and during starvation. *Aquaculture*, v.239, n.1-4, p.351–373, 2004.

ROCHA, G.S.; KATAN, T.; PARRISH, C.C.; GAMPERL, A.K. Effects of wild zooplankton versus enriched rotifers and *Artemia* on the biochemical composition of Atlantic cod (*Gadus morhua*) larvae. *Aquaculture*, v.479, p.100-113, 2017.

ROTTA, M.A. Aspectos gerais da fisiologia e estrutura do sistema digestivo dos peixes relacionados à piscicultura. Embrapa Pantanal-Documents 53 (INFOTECA-E), Corumbá-MS, 2003. 48p.

SILVA, E.C.S. Avanços no cultivo de espécies carnívoras. PUBVET, Londrina, v.2, n.20, p.1-8, 2008.

SORGELOOS, P.; DHERT, P.; CANDREVA, P. Use of the brine shrimp, *Artêmia sp.* in marine fish larviculture. *Aquaculture*, v.200, n.1-2, p.147-159, 2001.

TOLEDO, J.D.; GOLEZ, M.S.; DOI, M.; OHNO, A. Use of copepod nauplii during early feeding stage of grouper *Epinephelus coioides*. *Fisheries Science*, v.65, n.3, p.390-397, 1999.

VAN DER MEEREN, T.; OLSEN, R. E.; HAMRE, K.; FYHN, H. J. Biochemical composition of copepods for evaluation of feed quality in production of juvenile marine fish. *Aquaculture*, v.274, n.2-4, p.375-397, 2008.

VANACOR-BARROSO, M.; CARVALHO, C.V.A.D.; ANTONIASSI, R.; RONZANI-CERQUEIRA, V. The copepod *Acartia tonsa* as live feed for fat snook (*Centropomus parallelus*) larvae from notochord flexion to advanced metamorphosis. *Latin american journal of aquatic research*, v.45, n.1, p.159-166, 2017.

VERRETH, J.; COPPOOLSE, J.; SEGNER, H. The effect of low HUFA-and high HUFA-enriched *Artemia*, fed at different feeding levels, on growth, survival, tissue fatty acids and liver histology of *Clarias gariepinus* larvae. *Aquaculture*, v.126, n.1-2, p.137-150, 1994.

VOLKOFF, H.; CANOSA, L.F.; UNNIAPPAN, S.; CERDA-REVERTER, J.M.; BERNIER, N.J.; KELLY, S.P.; PETER, R.E. Review: Neuropeptides and the control of food intake in fish. *General and comparative endocrinology*, v.142, n.1-2, p.3-19, 2005.