

CAPÍTULO 10

Exigências protéicas e de aminoácidos para a nutrição de jundiá (*Rhamdia quelen*)

Rafael Lazzari, Edirlene Andrea Arnhold, Andressa Pelizari, Thamara Luisa Staudt Schneider, Leila Picolli da Silva

<https://doi.org/10.69570/mp.978-65-84548-29-9.c10>

Resumo

A qualidade da proteína em dietas para peixes, é fator fundamental para suas funções metabólicas, com impactos diretos no crescimento e na produção do pescado. Esta situação está fundamentada na importância da quantidade e qualidade dos aminoácidos essenciais disponíveis nas rações, que visam atender as exigências nutricionais dos peixes em cultivo. Neste contexto, as equipes dos Laboratórios de Piscicultura da Universidade Federal de Santa Maria (Campus Sede e Palmeira das Missões) realizaram alguns estudos sobre exigência de aminoácidos para o jundiá, espécie nativa importante para o desenvolvimento da piscicultura na região Sul do Brasil. As informações geradas contribuem para consolidar a viabilidade de cultivo da espécie, uma vez que se refletem decisivamente sobre a otimização do crescimento, galgada na qualidade das rações e adequado manejo alimentar. Neste capítulo estão apresentadas as principais informações obtidas sobre o tema pelo nosso grupo de pesquisa, ao longo dos últimos anos.

1. Importância da proteína e aminoácidos na nutrição de peixes

As proteínas são as macromoléculas mais abundantes que ocorrem em todas as células e são importantes para os tecidos, pois auxiliam na regulação do metabolismo, transporte de nutrientes e sistema imunológico do organismo dos peixes (PORTZ & FURUYA, 2012). São constituídas por aminoácidos (AAs) que são formados por um átomo central (carbono alfa - α) ligado ao grupo amina, átomo de hidrogênio e grupo carboxílico. Na hidrólise das proteínas, os AAs são absorvidos na membrana apical do enterócito, através de simportes

aminoácidos/ Na^+ , transportadores não dependentes de Na^+ e por difusão, no trato intestinal e distribuídos pelo sangue aos órgãos e tecidos (LI et al., 2009).

O aproveitamento das proteínas pelos peixes depende da sua quantidade e estrutura, do equilíbrio entre os AAs essenciais e não essenciais e da energia disponível de carboidratos e lipídios (WILSON, 2002). Os aminoácidos oriundos da digestão podem seguir duas vias: a anabólica, para a síntese de novas proteínas funcionais ou a via catabólica, na qual as proteínas desaminadas do músculo produzem esqueletos carbônicos usados como fonte de energia, sendo uma via indesejável nutricionalmente (HEMRE et al, 2002).

A quantidade de proteína inadequada resulta em diminuição ou interrupção do crescimento e na mobilização de proteína dos tecidos para manutenção das funções vitais (LOVELL, 1998). O excedente da proteína será transformado em energia e/ou eliminado na forma de nitrogênio amoniacal no ambiente.

Estudos recentes relacionaram a diminuição de proteína e a adição de AAs, foi observado a redução na excreção de compostos nitrogenados, maior crescimento e diminuição do desperdício de nutrientes, melhora do sistema de defesa antioxidante (JIANG et al., 2018) e maior custo/benefício da ração.

As dietas formuladas para peixes durante muito tempo foram baseadas na exigência em proteína bruta, mas o avanço no conhecimento e utilização de aminoácidos industriais nas rações tornou necessária a suplementação dos aminoácidos essenciais em cada fase de crescimento. As fases iniciais caracterizam-se por um maior aporte nutricional devido as aceleradas taxas de crescimento, e os peixes jovens depositam menos gordura e mais proteína corporal do que os peixes de maior porte.

A proteína das dietas (purificadas e semi purificadas) utilizadas para determinação da exigência em aminoácidos são geralmente compostas por gelatina, caseína e AAs sintéticos (MONTES-GIRAO & FRACALLOSSI, 2006).

A absorção é mais rápida quando são utilizados AAs livres ou proteínas hidrolisadas (caseína e gelatina) do que as proteínas intactas (farinha de peixe), que serão hidrolisadas para posteriormente ocorrer a absorção dos nutrientes. A rápida disponibilidade de AAs pode levar a uma saturação no transporte

intestinal, acarretando desequilíbrio na absorção dos mesmos afetando a retenção proteica.

Em experimentos para determinação da exigência nutricional, com utilização de fontes purificadas e semi purificadas, têm-se observado um desempenho insatisfatório dos peixes (CORRÊIA et al., 2020), fato que pode estar relacionado com a rápida absorção dos nutrientes destes ingredientes.

Estudos sobre as exigências nutricionais podem ser conduzidos pelo incremento, redução ou remoção do nutriente avaliado (NRC, 2011). As exigências nutricionais em peixes são usualmente determinadas em ensaios de dose-resposta, ocorrendo frequentemente sinais de toxicidade, diminuição da ingestão alimentar ou, ainda, gasto metabólico para excreção que compromete o crescimento quando utilizam-se níveis mais elevados de inclusão do nutriente testado. Sendo assim, a concentração dos nutrientes deve ser feita de modo que ultrapasse a porção ascendente da curva de dose-resposta garantindo o alcance da máxima resposta.

Na Universidade Federal de Santa Maria, algumas pesquisas foram conduzidas, utilizando experimentos dose-reposta para a espécie jundiá, alcançando valores importantes de exigência nutricional para alguns aminoácidos essenciais.

2. Aminoácidos na nutrição de jundiá

2.1. Lisina e Metionina

A lisina normalmente é o aminoácido mais limitante nas rações de peixes, sendo utilizada exclusivamente para a síntese de proteína corporal e deposição de tecido muscular. A adição de lisina permite economizar a proteína da dieta sem afetar o desempenho de crescimento dos peixes. A deficiência ou o desequilíbrio de lisina na dieta resulta em menor crescimento, maior deposição de gordura e aumento da excreção de amônia (GAN et al., 2012).

A metionina é um aminoácido limitante, principalmente, quando alta quantidade de proteínas vegetais são incluídas nas rações, como exemplo, o farelo de soja. A metionina é precursora na síntese de alguns produtos, como:

cisteína, taurina e colina e serve como fonte de enxofre para as células. A deficiência de metionina causa problemas no crescimento, redução da síntese proteica e catarata.

A relação de equilíbrio entre os AAs e a exigência pelo primeiro AAs limitante se atendido na dieta estabelece um bom desempenho de crescimento aos peixes. A variação de valores da relação de lisina:metionina em algumas espécies onívoras pode ser explicada pela qualidade e proporções das fontes proteicas utilizadas na formulação das dietas, além disso, espécie, categoria, idade também são fatores de influência.

Para o jundiá, os hidrolisados vegetal e animal como fontes principais de proteína na dieta resultaram em peixes de maior peso final com a maior relação lisina:metionina (UCZAY et al., 2019a;b). No entanto, a combinação de farinha de peixe, caseína e gelatina como fontes de proteína intactas na dieta para a espécie (peso médio inicial de $0,3 \pm 3,26$ g) resultaram em peixes de maior peso final com a menor relação lisina:metionina (ROTILI et al., 2018). Pianesso et al., (2015) utilizaram as mesmas fontes de proteína que o estudo anterior, no entanto obtiveram peixes (peso médio inicial de $4,65 \pm 0,68$ g) com menor peso final com a relação Lis:Met.

Com dietas mistas (contendo 0,07% de cistina) foi estimada a exigência de metionina para jundiás ($3,26 \pm 0,3$ g), sendo o máximo ganho em peso relativo e taxa de crescimento específico superior observados nos peixes alimentados com dietas contendo 3,59 e 3,46% deste aminoácido na fração proteica ou 1,33 e 1,28% da dieta (ROTILI, 2014).

Estudo conduzido por SCHNEIDER et al (2020) avaliou o crescimento, composição corporal, o metabolismo e a morfometria intestinal de jundiás alimentados com redução de proteína e suplementação com lisina e metionina na dieta. Durante 63 dias, foram testadas cinco dietas: 38% Proteína Bruta (PB) (controle); 34% PB; 34% PB com lisina (34L); 34% PB com metionina (34M); 34% PB com lisina e metionina (34LM). O peso final, taxa de crescimento específico e fator de condição foram maiores nos peixes alimentados com a dieta 34LM, mostrando que a redução de 4% de proteína na dieta para jundiás pode ser realizada, desde que a dieta seja suplementada com lisina e metionina.

ROTILI et al. (2018) determinaram a exigência de metionina na dieta de juvenis de jundiás (peso médio inicial de $3,26 \pm 0,3$ g e comprimento médio $7,17 \pm 0,27$ cm). Foram formuladas dietas contendo seis níveis crescentes de metionina (09; 16; 23; 30; 37 e 44 g kg⁻¹ de proteína da dieta).

A análise de regressão utilizando o ganho em peso relativo (GPR) e a taxa de crescimento específico (TCE) indicou que os níveis ideais de metionina na dieta, recomendadas para o crescimento de juvenis de jundiá, foram estimados em 35,9 g kg⁻¹ de proteína da dieta e 34,8 g kg⁻¹ de proteína a dieta, respectivamente, mantendo o nível de cistina constante (1,9 g kg⁻¹ de cistina da proteína da dieta), correspondendo assim a 13,3 e 12,9 g kg⁻¹ da dieta, ou um total de aminoácido sulfurado de 37,8 e 36,7 g kg⁻¹ da proteína da dieta, respectivamente.

2.2. Arginina

A Arginina é um aminoácido básico essencial para peixes, ao contrário da lisina, não possui uma única via metabólica, está envolvida em uma série de funções biológicas importantes, tais como, síntese de proteínas, produção de ureia, metabolismo do ácido glutâmico e prolina, síntese de creatina, óxido nítrico e poliaminas desempenhando um importante papel nos processos anabólicos (WAN et al., 2006). Diversos estudos têm sido conduzidos a respeito dos reflexos à adição de arginina em dietas para peixes. Segundo o NRC (2011), sua exigência se dá na faixa de 1% a 3% das dietas (3% a 6% da fração proteica).

Na nutrição animal, antagonismo entre aminoácidos é um fenômeno que se dá quando o excesso de um determinado aminoácido na dieta pode causar influência na absorção de outros aminoácidos de estrutura semelhante. Esta relação pode resultar em efeitos moderados como diminuição do crescimento, conversão e eficiência alimentar, ou em casos mais severos, leva a lesões no corpo e nas nadadeiras ou até mesmo a morte dos peixes.

A lisina e arginina protagonizam um dos mais clássicos casos de antagonismo ou desbalanço aminoacídico. Esse fenômeno pode ser observado em várias espécies de animais, como galinhas, ratos, porcos, cães e peixes.

Em outro estudo conduzido na UFSM, MASCHIO (2013) avaliou o nível ótimo de inclusão de arginina e a relação de antagonismo entre os aminoácidos lisina e arginina em dietas para juvenis de jundiá (*Rhamdia quelen*). Foram conduzidos para este fim dois ensaios biológicos (45 e 49 dias), onde verificou-se que a combinação de 5,1% de lisina com 4,6% de arginina proporcionou melhor desempenho associado a maior rendimento de carcaça e menor deposição de gordura corporal dos peixes. Quando foi mantido um nível fixo de lisina na dieta 6,65% (proteína), verificou-se melhor resposta à inclusão de arginina em 5,8% da fração proteica das dietas para o jundiá.

2.3. Treonina

A treonina é um aminoácido essencial, indispensável para o crescimento normal dos peixes pois participa da síntese proteica e outras funções metabólicas, sendo o último dos aminoácidos a ser descoberto, em 1938. É classificada como não-carregada, porém polar, assim como a cistina, metionina, glutamina e serina. Conferindo-lhe ser mais solúvel em água, ou hidrofílica, pois forma pontes de hidrogênio com a água.

É o primeiro aminoácido limitante para a produção de imunoglobulinas e mucina, sintetizada em grande quantidade pelos peixes em seu tubo digestivo e para o recobrimento da pele, sendo que para suínos 60% da treonina da dieta é catabolizada pela mucosa intestinal, duas vezes mais que o verificado para lisina, isso porque a treonina atua diretamente na integridade e no desenvolvimento do intestino.

Conduzindo um estudo de dose-resposta com cinco níveis de inclusão de treonina (1,6; 2,2; 2,8; 3,4; 4,0% (PB)), FLORES et al. (2023) avaliaram a exigência deste aminoácido para jundiá, com dietas isoprotéicas (37% PB) e isocalóricas (3400 kcal/kg de energia digestível estimada). Baseando-se nos parâmetros de biomassa, ganho de peso relativo taxa de crescimento específico e ganho de peso total o nível adequado de treonina para o jundiá nesta fase de peso é de 2,45% de treonina da proteína bruta da dieta.

2.4. Triptofano

O triptofano assim como a tirosina e fenilalanina, pertencem ao grupo dos aminoácidos R-aromáticos, com cadeias laterais aromáticas, apolar e hidrofóbico. A essencialidade do Trp não se deve apenas à sua contribuição para o crescimento e síntese proteica, também está envolvido em outras vias metabólicas importantes para o metabolismo dos animais.

PIANESSO et al. (2015) avaliaram a exigência dietária em triptofano para o jundiá por meio de um ensaio biológico com duração de 60 dias. Foram testadas dietas mistas com diferentes concentrações de triptofano (0,10; 0,18; 0,26, 0,34; 0,42 g triptofano 100 g⁻¹ da dieta).

Os peixes alimentados com níveis inadequados de triptofano apresentaram crescimento reduzido, índice hepatossomático superior e alterações enzimáticas e metabólicas, indicando processos gliconeogênicos. A exigência dietética estimada de triptofano para o máximo ganho em peso e coeficiente de retenção proteica está entre 0,25 e 0,34 g triptofano 100 g⁻¹, dependendo do modelo estatístico utilizado para a estimativa (regressão polinomial ou broken-line).

3. Considerações finais

Muitos dos estudos citados neste capítulo reportam anos de trabalho em pesquisas direcionadas para o estudo das exigências em aminoácidos para jundiá no âmbito do PPGZ. Muita coisa há de se implementar, visto que hoje novas técnicas, equipamentos e diferentes formas de abordagem neste tema estão disponíveis. É um caminho importante e necessário para seguir, principalmente em aspectos que relacionem também a genômica e outras áreas que aprofundem o entendimento dos resultados dos ensaios biológicos.

4. Referências bibliográficas

CORRÊIA, V. et al. Synchronic use of protein and carbohydrate sources for improved growth performance in Jundiá. **Aquaculture Research**, 00, 1–10. 2020 <https://doi.org/10.1111/are.15453>

- FLORES, D.P. et al. L-threonine requirement of silver catfish (*Rhamdia quelen*): growth performance, body composition, plasma and liver metabolites. **Journal of Applied Animal Research**, 2023, 51:1, 358-365, DOI: 10.1080/09712119.2023.2203746
- GAN, L. et al. Effect of dietary protein reduction with lysine and methionine supplementation on growth performance, body composition and total ammonia nitrogen excretion of juvenile grass carp, *Ctenopharyngodon idella*. **Aquaculture Nutrition**, v. 18, n. 6, p. 589–598, 2012.
- HEMRE, G-I.; MOMMSEN, T. P.; KROGDAHL, A. Carbohydrates in fish nutrition: effects on growth, glucose metabolism and hepatic enzymes. **Aquaculture Nutrition**, Oxford, v. 8, n. 3, p. 175-194, 2002.
- JIANG, J. et al. Lysine and methionine supplementation ameliorates high inclusion of soybean meal inducing intestinal oxidative injury and digestive and antioxidant capacity decrease of yellow catfish. **Fish Physiology and Biochemistry**, v. 44, n. 1, p. 319–328, 2018.
- LI, P. et al. New developments in fish amino acid nutrition: Towards functional and environmentally oriented aquafeeds. **Amino Acids**, v. 37, n. 1, p. 43–53, 2009.
- LOVELL, T. **Nutrition and Feeding of Fish**. 2^aed. Norwell: Kluwer Academic Publishers, 267 p., 1998.
- MASCHIO, D. **Avaliação nutricional de jundiás frente a dietas contendo diferentes níveis de arginina e seu antagonismo lisina/arginina**. 2013. 92 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2013.
- MONTES-GIRAO, P. J.; FRACALOSSI, D. M. Dietary lysine requirement as basis to estimate, e the essential dietary amino acid profile for jundiá, *Rhamdia quelen*. **Journal of World Aquaculture Society**, Oxford, v. 37, n. 4, p. 388-396, 2006.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient Requirements of Fish and Shrimp**. Washington: National Academy Press, 2011. 376 p.
- PIANESSO, D. et al. Determination of tryptophan requirements for juvenile silvercatfish (*Rhamdia quelen*) and its effects on growth performance, plasma and hepatic metabolites and digestive enzymes activity. **Animal Feed Science and Technology**, 210:172–183, 2015. <http://dx.doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2015.09.025>
- PORTZ, L.; FURUYA, W.M. Energia, proteína e aminoácidos. Capítulo 4. p. 65-77. In.: FRACALOSSI, D.M.; CYRINO, J.E.P. **NUTRIAQUA- Nutrição e alimentação de espécies de interesse para a aquicultura brasileira**. Florianópolis: Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática, 2012, 375 p.

- ROTILI, D. A. et al. Determination of methionine requirement of juvenile silver catfish (*Rhamdia quelen*) and its effects on growth performance, plasma and hepatic metabolites at a constant cystine level. **Aquaculture Research**, v. 49, n. 2, p. 858–866, 2018.
- SCHNEIDER T.L.S. et al. Effects of reduced protein level and dietary amino acid supplementation on growth, body composition and intestinal morphometry of silver catfish (*Rhamdia quelen*). **Aquaculture Research**, 2020; 00:1–13. <https://doi.org/10.1111/are.14830>
- UCZAY, J. et al. Fish meal replaced by hydrolysed soybean meal in diets increases growth and improves the antioxidant defense system of silver catfish (*Rhamdia quelen*). **Aquaculture Research**, v. 50, n. 5, p. 1438–1447, 2019a.
- UCZAY, J. et al. Tilapia protein hydrolyzate improves growth performance, protein absorption and antioxidant status in Silver catfish (*Rhamdia quelen*). **Aquaculture Research**, p. are.14273, 2019b.
- WAN, J.; MAI, K.; AI, Q. The recent advanced on arginine nutritional physiology in fish nutrition. **Journal of Fishery Sciences Of China**, V.13, P.679-685, 2006.
- WILSON, R.P. Amino acids and proteins. Capítulo 3. In.: HALVER J.E.; HARDY R.W. **Fish Nutrition**, 824 p., 2002.

Autores

Rafael Lazzari^{1,2}, Edirlene Andrea Arnhold², Andressa Pelizari², Thamara Luisa Staudt Schneider², Leila Picolli da Silva^{1,2}

1. Departamento de Zootecnia, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Brasil
2. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Brasil