

CAPÍTULO 3

Fontes proteicas para a nutrição de peixes: geração de conhecimento e de inovação

Gregorio Cargnin, Maurício Antônio Paz Martins, Diuly Bortoluzzi Falcone, Rafael Lazzari, Leila Picolli da Silva

<https://doi.org/10.69570/mp.978-65-84548-29-9.c3>

Resumo

A aquicultura global tem crescido rapidamente, com projeções de expansão contínua nos próximos anos. Esse cenário aumenta a demanda por rações eficientes e economicamente viáveis, estimulando a diversificação de ingredientes, especialmente os concentrados proteicos. Atento a essa necessidade crescente, o Laboratório de Piscicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Santa Maria tem conduzido diversos estudos sobre fontes proteicas não convencionais na alimentação de peixes, avaliando seus efeitos no crescimento, metabolismo e produção animal. Nossas pesquisas focam desde a análise composicional dos ingredientes até a compreensão de seus impactos na produção, contribuindo para o desenvolvimento de tecnologias que maximizem a eficiência na conversão em proteína animal, com custos acessíveis e baixo impacto ambiental.

1. Fontes proteicas para a piscicultura

A aquicultura mundial cresceu 5,3% ao ano no período de 2005 a 2022, com expectativa igualmente ascendente para os próximos anos (FAO, 2024). A expansão da atividade tem gerado elevada demanda por rações zootecnicamente eficientes, economicamente viáveis e ambientalmente sustentáveis. Neste sentido, se faz necessário mudanças na matriz alimentar dos organismos aquáticos, com especial esforço para diversificação de ingredientes. A sazonalidade, elevado custo e heterogeneidade das fontes tradicionais, tem motivado inúmeras pesquisas que buscam fontes alternativas,

preferencialmente de origem vegetal, de baixo impacto ambiental e de custo compatível, para inclusão em distintas formulações de ração.

As características nutricionais das fontes proteicas vegetais podem ser otimizadas através de técnicas específicas, tais como aquelas que inativam fatores antinutricionais e/ou que concentram as frações proteicas. Essas estratégias são usadas com vistas a limitar efeitos negativos dos compostos antinutricionais e a promover melhorias na composição nutricional (GATLIN III et al., 2007). Normalmente, as técnicas usadas para obtenção de concentrados proteicos causam modificações não só na concentração, mas também no perfil aminoacídico, com efeitos marcantes na diminuição de antinutrientes e inibidores enzimáticos, quando comparados a fontes *in natura*. No caso de proteínas vegetais, que estão fortemente ligadas a compostos antinutricionais e/ou indigestíveis pelos monogástricos, as distintas formas de concentração proteica refletem-se positivamente no aumento de acessibilidade das enzimas digestivas aos nutrientes (LINDEN; LORIENT, 1996).

Nesse contexto, ao longo dos anos o Laboratório de Piscicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Santa Maria tem direcionado suas pesquisas para a identificação e desenvolvimento de tecnologias que aumentem a eficiência de uso de fontes proteicas vegetais não tradicionais na nutrição de peixes. Os estudos buscam a identificação de compostos antinutricionais, o desenvolvimento de estratégias tecnológicas para sua minimização e o desenvolvimento de processos de concentração proteica, a fim de aumentar o leque de alternativas para uso nas rações aquícolas. Além disso, o Laboratório investe na busca de estratégias analíticas que permitam a avaliação criteriosa dessas fontes quanto aos seus efeitos fisiológicos, metabólicos e nutricionais.

2. Fontes proteicas alternativas e seus reflexos sobre o crescimento e metabolismo de peixes

A proteína desempenha papel essencial para a produção animal, influenciando decisivamente sobre o crescimento, o desenvolvimento e a saúde dos organismos aquáticos. As exigências proteicas são elevadas nas dietas de

peixes, com níveis de inclusão, em sua maioria, acima de 28% de proteína bruta (PB), o que varia de acordo com o hábito alimentar, fase de criação, sexo, condições ambientais ou experimentais das distintas espécies.

Nas últimas duas décadas o Laboratório de Piscicultura da UFSM conduziu vários estudos abordando a substituição parcial ou integral da matriz proteica tradicionalmente usada nas rações de peixes (ingredientes de origem animal, como as farinhas de peixe, de carne e de carne e ossos), por concentrados proteicos vegetais, tradicionais (ex. farelo de soja) ou esporadicamente usados na nutrição animal (farelos de canola, girassol, crambe, linhaça etc). Os primeiros trabalhos abordaram aspectos sobre a nutrição de carpas capim (*Ctenopharyngodon idella*) e húngara (*Cyprinus carpio*) (VEIVERBERG et al., 2010; BERGAMIN et al., 2010; BERGAMIN et al., 2011), com o objetivo de melhor entender as necessidades nutricionais dessas espécies e a viabilidade de alternativas proteicas vegetais.

A investigação com carpa capim versou sobre o impacto da variação na fonte proteica sobre o crescimento e a qualidade do pescado. Este trabalho revelou a necessidade de um nível mínimo de 44% de proteína na dieta para promover o máximo crescimento durante a fase de recria, evidenciando que variações nos níveis deste nutriente impactam o metabolismo da espécie, refletindo-se em alterações nos parâmetros sanguíneos e de carcaça. Ao explorar a viabilidade de fontes proteicas vegetais - farelos de canola e de girassol - os resultados demonstraram que os ingredientes podem ser utilizados com sucesso nas dietas, desde que suplementadas com aminoácidos essenciais. O estudo com carpa húngara avaliou a viabilidade de diferentes fontes proteicas vegetais (farelo de soja, farelo de canola, farelo de girassol e farelo de linhaça) como substitutas da farinha de carne suína. Os resultados mostraram que a substituição parcial da fonte de origem animal por fontes vegetais reduziu o desempenho dos animais. Os piores resultados de desempenho foram observados quando o farelo de linhaça foi usado como fonte proteica alternativa nas dietas para juvenis de carpa húngara.

A temática teve continuidade com estudo avaliando combinações de fontes proteicas de origem animal e vegetal (farinha de carne suína e de vísceras de aves; farelos de soja, canola e girassol) na dieta de juvenis de jundiá

(*Rhamdia quelen*), com o objetivo de aprimorar o conhecimento sobre a substituição da farinha de peixe em dietas da referida espécie (VEIVERBERG, 2011). Os resultados indicaram que as fontes vegetais, desde que suplementadas com aminoácidos, promovem desempenho zootécnico similar aos obtidos pelo uso das fontes proteicas de origem animal.

Muitos dos resultados obtidos nestes estudos demonstraram que as fontes vegetais, apesar de seu elevado teor proteico e possibilidade de balanceamento de aminoácidos essenciais, nem sempre expressavam efeitos satisfatórios sobre o desempenho dos animais, o que poderia estar atrelado à presença de fatores antinutricionais intrínsecos (ex. taninos, compostos fenólicos, ácido fítico, polissacarídeos não amídicos solúveis, etc). Neste cenário, iniciamos a busca por estratégias (químicas, enzimáticas e físicas) para minimizar a presença destes antinutrientes, melhorando o aproveitamento nutricional das respectivas fontes.

3. Estratégias para melhoria do aproveitamento de fontes proteicas vegetais: identificação, redução e inativação de compostos antinutricionais

No decorrer do tempo nosso grupo iniciou estudos abordando a identificação e técnicas de inativação e/ou redução de antinutrientes em fontes proteicas vegetais (BERGAMIN et al. 2013a; BERGAMIN et al. 2013b; PRETTO et al, 2014; PRETTO et al, 2017; PRETTO et al, 2020). As pesquisas concentraram-se na inativação de compostos antinutricionais em farelos de crambe, tungue, canola, girassol e soja.

O tratamento ácido-alcoólico foi aplicado no farelo de crambe, sendo observadas reduções nos teores de taninos, ácido fítico e compostos fenólicos reduzidos. Resultado semelhante foi obtido usando o mesmo procedimento para farelo de tungue; porém, sem observar alterações nos compostos fenólicos. Ensaio biológicos conduzidos com juvenis de jundiá demonstraram que a inclusão de farelo de tungue tratado quimicamente na dieta, propiciou maior crescimento em relação ao farelo integral, possivelmente devido à remoção de antinutrientes e substâncias tóxicas (PRETTO, et al. 2020). Quanto ao farelo de

crambe, o tratamento químico, embora tenha provocado redução de antinutrientes, apresentou efeito similar a sua forma integral para o crescimento dos peixes (PRETTO, et al. 2014). Os mesmos ingredientes também foram submetidos ao pré-tratamento com fitase comercial (Natuphos/BASF, 1400 U/Kg), que se mostrou eficiente para redução do ácido fítico no farelo de tungue; e com fitase+tanase não comercial (ação de fitase e tanase 1400 U e 1100 U/Kg), que atuou efetivamente sobre a redução de taninos no farelo de crambe. Porém, o tratamento enzimático não foi suficientemente capaz de minimizar os impactos dos antinutrientes sobre o crescimento de juvenis de jundiá, que foi afetado negativamente e de forma mais pronunciada para os peixes que receberam farelo de tungue na dieta (PRETTO, et al. 2017).

Tratamentos semelhantes foram usados por Bergamin et al. (2011), onde a lavagem com água em pH 1,0, seguida por etanol, demonstrou eficácia da remoção de ácido fítico, fenóis totais e taninos totais dos farelos de canola, girassol e soja. Este tratamento também promoveu aumento na concentração de aminoácidos nos farelos de canola, girassol e soja, potencializando sua utilização em dietas para peixes. Os farelos de soja e canola minimizados em antinutrientes foram usados para compor rações fornecidas à juvenis de jundiá, constatando-se tais ingredientes podem ser usados em substituição de até 30% da proteína da farinha de peixe, sem comprometer o desempenho dos animais. Em contrapartida, os farelos não tratados resultaram em alterações morfológicas no intestino dos peixes, como o aumento da espessura do epitélio e do número de vilosidades, o que sugere a presença ativa de outros fatores antinutricionais. Além disso, a remoção de antinutrientes contribuiu para a melhoria na digestibilidade da matéria seca do farelo de canola, enquanto os farelos de soja e girassol não apresentaram alterações significativas em sua digestibilidade.

GOULART et al. (2015) desenvolveu um processo aquoso para redução da mucilagem de linhaça, que impactou positivamente não só na redução do antinutriente, mas também, na elevação do teor e da qualidade da proteína do farelo resultante. Em ensaio biológico, foi constatado que o farelo demucilado de linhaça pode substituir até 35% da proteína de origem animal, mantendo o crescimento satisfatório de jundiás.

Concomitantemente à minimização de fatores antinutricionais, iniciamos outra vertente de estudo, baseada em gerar informações que contribuíssem para acelerar as mudanças de paradigmas no modelo de produção zootécnica tradicional, tornando-o mais inteligente e eficiente, a fim de garantir a sustentabilidade futura quanto à produção racional de alimentos em larga escala. Neste cenário, nos focamos no desenvolvimento de tecnologias para melhorar o aproveitamento de matérias primas não tradicionais, geralmente tratadas como co-produtos e/ou resíduos gerados na obtenção de produtos principais. Os trabalhos exploram estratégias para a concentração proteica, o que aumenta a eficiência de uso da biomassa gerada na agricultura, especialmente proveniente de passivos do cultivo e da industrialização.

4. Concentração de proteínas vegetais para a nutrição de peixes

Os concentrados proteicos de origem vegetal têm se tornado uma alternativa promissora às fontes tradicionais de proteína animal. Porém, há carência de informações sobre tecnologias que garantam a sustentabilidade produtiva, com adequado custo benefício, sobretudo quando usadas matérias primas não convencionais para a concentração deste nutriente.

Considerando a temática, nosso Laboratório conduziu estudos de concentração proteica por pH isoeletrico, com crambe e girassol, obtendo concentrados com teor de proteína bruta (PB) superior aos 50%, com elevação nos teores de lisina e metionina, quando comparados aos farelos tradicionais (LOVATTO et al., 2017). Em ensaio biológico, a substituição de 50% da fonte proteica animal pelos concentrados vegetais obtidos, se refletiram em desempenho similar ao tratamento controle, demonstrando a viabilidade de uso dos novos concentrados proteicos vegetais na nutrição de juvenis de jundiá (LOVATTO et al., 2014; LOVATTO et al., 2018).

Com a mesma técnica de pH isoeletrico, também foram obtidos concentrados proteicos de linhaça e de folha de mandioca, que foram testados em combinação com os concentrados de crambe e de girassol, em substituição ao farelo de soja nas dietas de juvenis de jundiá (TYSKA et al., 2013). Neste estudo os concentrados foram usados de forma combinada, demonstrando que

a combinação de concentrados de crambe e de linhaça promoveram o maior crescimento dos animais.

LOVATTO et al. (2020) usou a fosforilação como técnica para concentração de proteínas de semente de abóbora, obtendo um produto final com 62,56% de PB. Ao testar o concentrado em dietas para jundiás em crescimento, a autora concluiu que a substituição da proteína da farinha de peixe em até 50% por concentrado proteico de semente de abóbora não altera o desempenho dos peixes, podendo ser amplamente utilizado na nutrição do jundiá.

O farelo de arroz, que é um subproduto amplamente produzido no estado do Rio Grande do Sul, também foi objeto de estudo para concentração proteica por pH isoeletrico. LOUREIRO et al. (2019) testou o concentrado proteico de farelo de arroz (média de 40% de PB) em substituição a farinha de peixe em dietas para jundiá, concluindo que o produto pode substituir em até 20% a fonte proteica animal (LOUREIRO et al., 2019). A pesquisa teve continuidade usando o farelo de arroz desfitinizado para concentração proteica, pela mesma estratégia metodológica anteriormente citada. O fornecimento de 25% do concentrado proteico obtido em substituição à farinha de peixe na ração, demonstrou ser igualmente eficiente para o desempenho de juvenis de jundiá (LOUREIRO et al, 2024).

Os coprodutos da produção de etanol também foram alvos de estudo pelo nosso grupo de pesquisa. DALCIN et al. (2018) testou a inclusão do concentrado proteico obtido após digestão enzimática do arroz (residual intermediário do processo para produção de etanol), revelando que a substituição de até 25% da farinha de peixe pela fonte proteica alternativa, não comprometeu o crescimento, além de resultar em redução de 8% no custo da dieta de jundiás. Já SILVA et al. (2020), trabalhando com a mesma fonte proteica alternativa (61% de PB), observou resultados negativos da inclusão deste ingrediente em substituição a farinha de peixe nas dietas de jundiás. Os resultados contraditórios demonstraram que, apesar da elevada concentração proteica, se faz necessário ampliar os estudos sobre esse concentrado vegetal, a fim de garantir seu uso seguro e eficiente na nutrição de peixes.

Dentro de nosso universo de trabalho, a linhaça tem recebido especial atenção nos últimos anos, por ser uma cultura de outono-inverno em franca expansão de cultivo na região Sul do País, que carece de informações sobre tecnologias de processamento e aplicabilidade de produtos potenciais na nutrição de peixes. Neste tema, ADORIAN et al. (2021) testaram formas químicas de concentração proteica de linhaça, observando que o pH isoeletrico resultou em maior eficiência (53,24% de PB), quando comparados aos tratamentos ácido (42,85) e alcalino (33,13%). O concentrado obtido por pH isoeletrico foi usado em substituição à farinha de peixe em dietas para juvenis de jundiá (PIANESSO et al, 2021), onde foi observado que o produto pode substituir a proteína da farinha de peixe em até 40%. Nesta concentração, o concentrado de linhaça manteve o adequado crescimento, eficiência de utilização da proteína e gordura para deposição corporal, bem como, também promoveu efeitos benéficos na renovação celular intestinal. Posteriormente, CARGNIN (2023) desenvolveu uma nova estratégia de concentração proteica de linhaça, usando somente processos físicos, que minimizem riscos ambientais e diminuam a possibilidade de ocorrência de resíduos alimentares contaminantes. O concentrado obtido resultou em um produto com 47,26% de PB, que foi testado em substituição crescente ao farelo de soja em dietas para jundiás. Neste estudo foram avaliados parâmetros metabólicos, antioxidantes e pró-oxidantes, índices digestivos, composição corporal, deposição de nutrientes, rendimento corporal e crescimento dos peixes. Os resultados obtidos demonstraram que o produto pode ser usado em até 30% de substituição ao farelo de soja, sem causar alterações negativas sobre os índices avaliados.

5. Considerações finais

A retrospectiva apresentada demonstra que, ao longo dos anos, o Laboratório de Piscicultura tem evoluído de maneira significativa na geração de conhecimento sobre fontes proteicas, desde a análise de suas variáveis composicionais até a compreensão de seus reflexos sobre a produção animal. Paralelamente, o Laboratório investe em estratégias analíticas inovadoras que permitem avaliar criteriosamente os efeitos fisiológicos, metabólicos e nutricionais dessas fontes.

As tecnologias desenvolvidas para aumentar a eficiência no uso de fontes proteicas não tradicionais passaram por modificações substanciais, com foco no desenvolvimento de processos ecologicamente sustentáveis, que garantam menor impacto ambiental e a segurança no uso dos produtos gerados. Esperamos que os resultados dessas pesquisas ampliem o leque de alternativas de ingredientes para rações aquícolas, promovendo, ao mesmo tempo, a sustentabilidade ambiental e agregando valor às matérias-primas produzidas por nossa vasta cadeia agrícola, especialmente em nível regional.

Acreditamos que a pesquisa deve responder às demandas urgentes da sociedade, tanto no que diz respeito à sustentabilidade ambiental quanto às exigências do mercado. Diante desse cenário, seguimos motivados para desenvolver estudos que impulsionem a geração de conhecimento e a aplicação de tecnologias viáveis, com o objetivo de continuar contribuindo para o avanço de uma piscicultura sustentável, produtiva e inovadora.

6. Referências bibliográficas

- ADORIAN, T. J et al. **Fractionation of linseed and obtaining ingredients rich in protein and fibers: alternatives for animal feed.** JOURNAL OF THE SCIENCE OF FOOD AND AGRICULTURE, v. 1, p. 1, 2021. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/anu.12927>>. Acesso em: 18 out. 2024.
- BERGAMIN, G.F. et al. **Extração de antinutrientes e aumento da qualidade nutricional dos farelos de girassol, canola e soja para alimentação de peixes.** Ciência Rural, v.43, n.10, p.1878-884, 2013. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0103-84782013001000024>>. Acesso em: 14 out. 2024.
- BERGAMIN, G.T. et al. **Digestibilidade aparente de farelos vegetais tratados para remoção de antinutrientes em dietas para jundiá.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.48, n.8, p.928-934, 2013. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0100-204X2013000800017>>. Acesso em: 11 out. 2024.
- BERGAMIN, G.T. et al. **Fontes proteicas vegetais na alimentação da carpa húngara.** Ciência Rural, v. 41, n.9, p. 1660-1666, 2011. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0103-84782011000900028>>. Acesso em: 11 out. 2024.
- BERGAMIN, G.T. et al. **Substituição da farinha de carne suína por fontes vegetais em dietas para carpa-húngara.** Pesquisa Agropecuária

- Brasileira (Online), v. 45, n. 10, p. 1189-1197, 2010. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0100-204X2010001000019>>. Acesso em: 11 out. 2024.
- CARGNIN, G. **Concentrado proteico de linhaça como substituto do farelo de soja na dieta de jundiás (*Rhamdia quelen*)**. 72p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2023. Disponível em: <<https://repositorio.ufsm.br/handle/1/28697>>. Acesso em: 13 out. 2024.
- DALCIN, M.O. et al. **Rice protein concentrate in the feeding of silver catfish (*Rhamdia quelen*)**. Zootecnia e Tecnologia e Inspeção de Produtos de Origem Animal; Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v. 70, n. 01, p. 1-10, jan.-fev. 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1678-4162-9730>>. Acesso em: 17/10/2024.
- FAO. 2024. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Informe da FAO: **A produção mundial de pesca e aquicultura atinge novo recorde histórico**. Disponível em: <<https://www.fao.org/brasil/noticias/detail-events/en/c/1696371/>>. Acesso em: 02 out. 2024.
- GATLIN III, D.M. et al. **Expanding the utilization of sustainable plant products in aquafeeds: a review**. Aquaculture research, v. 38, p. 551-579, 2007. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1365-2109.2007.01704.x>>. Acesso em: 02 out. 2024.
- GOULART, F. R. et al. **Alternative protein sources in nutrition and metabolism of jundiá: in natura and demucilaged linseed meal**. Arquivos da Escola de Medicina Veterinária da Universidade Federal da Bahia, v. 16, p. 244-252, 2015. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbspa/a/DVzFWpW8hyJJ4qVbZPJVHqm/?lang=en>>. Acesso em: 18 out. 2024.
- LINDEN, G.; LORIENT, D. **Revalorización alimentaria de la producción agrícola**. Bioquímica Agroindustrial. 454p. 1996.
- LOUREIRO, B. B. et al. **Effects of rice bran protein concentrate on the growth performance and digestive enzyme activities of jundiá (*Rhamdia quelen*) (Quoy and Gaimard, 1824)**. Aquaculture Nutrition, v. 1, p. 1, 2019. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/anu.12927>>. Acesso em: 18 out. 2024.
- LOUREIRO, B. B. et al. **Growth performance, plasma and hepatic biochemistry of jundiá *Rhamdia quelen* fed dephytinized rice bran protein concentrate**. Anais da Academia Brasileira de Ciências, v. 96, p. 1, 2024. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/aabc/a/CjWgsTnG8ynbWfy9XTN4KNN/?lang=en>>. Acesso em: 17 out. 2024.

- LOVATTO, N. de M. et al. **Effects of diets containing vegetable protein concentrates on performance and activity of digestive enzymes in silver catfish (*Rhamdia quelen*)**. Ciências Agrárias (Londrina), v. 35, n. 2, p. 1071-1081, 2014. Disponível em: <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/20143171660>. Acesso em: 17 out. 2024.
- LOVATTO, N. de M. et al. **Effects of phosphorylated protein concentrate of pumpkin seed meal on growth and digestive enzymes activity of silver catfish (*Rhamdia quelen*)**. Aquaculture Nutrition, v. 23, p. 201-209, 2017. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/anu.12381>. Acesso em: 17 out. 2024.
- LOVATTO, N. de M. et al. **Phosphorylated protein concentrate pumpkin seed (*Cucurbita moschata*): optimization by response surface methodology and nutritional characterization**. Ciência Rural, v. 50, p. 1, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/XmRtw5MmzHbKVSTqys5K5m/?lang=en>. Acesso em: 18 out. 2024.
- LOVATTO, N. de M. et al. **Sunflower protein concentrate and crambe protein concentrate in diets for silver catfish *Rhamdia quelen* (Quoy and Gaimard, 1824): use as sustainable ingredients**. Anais da Academia Brasileira de Ciências (Online), v. 90, p. 3781-3790, 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/aabc/a/Mn8PbKWbvsvrN6QGB8Q5Dhyf/>. Acesso em: 18 out. 2024.
- PIANESSO, D. et al. **Linseed protein concentrate as alternative to fishmeal in diets for silver catfish, *Rhamdia quelen***. Journal of the World Aquaculture Society, v. 52, p. 316-328, 2021. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jwas.12746>. Acesso em: 17 out. 2024.
- PRETTO, A. et al. **Nutrientes, antinutrientes e detoxificação do farelo de crambe para uso na nutrição animal**. SEMINA - Ciências Agrárias, v. 35, n.6, p. 3345-3354, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2014v35n6p3345>. Acesso em: 11 out. 2024.
- PRETTO, A. et al. **Farelo de crambe nas formas *in natura* ou reduzida em antinutrientes na dieta do jundiá**. Ciência Rural, v.44, n.4, p.692-698, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782014000400020>. Acesso em: 14 out. 2024.
- PRETTO, A. et al. **Effect of feeding crude or treated tung meal (*Aleurites fordii*) in the diet of *Rhamdia quelen* on growth, digestive enzymes and biochemical parameters**. Ciência Animal Brasileira, v. 21, p. e-46276, 2020. Disponível em: [10.1590/1809-6891v21e-46276](https://doi.org/10.1590/1809-6891v21e-46276).

- PRETTO, A. et al. **Tratamento enzimático em farelo de crambe e aplicação em dietas para *Rhamdia quelen***. Caderno de Ciências Agrárias, v. 9, n.1, p. 62-74, 2017. Disponível em: <<https://periodicos.ufmg.br/index.php/ccaufmg/article/view/2944>>. Acesso em: 12 out. 2024.
- SILVA, V. C., et al. **Rice ethanol distillery residue as a protein source in the diet of silver catfish (*Rhamdia quelen*)**. Journal of Applied Aquaculture (Print), v. 1, p. 1-15, 2020. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10454438.2020.1822255>> Acesso em: 13 out. 2024.
- TYSKA, D. et al. **Concentrados proteicos vegetais na alimentação de Jundiás (*Rhamdia quelen*)**. Ciência Rural, v. 43, p. 1251-1257, 2013. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/cr/a/bNhvSG65LgFwmRqkVHzhFSR/?lang=pt>>. Acesso em: 18 out. 2024.
- VEIVERBERG, C. A. **Alimentos convencionais e não-convencionais na engorda e qualidade de pescado do jundiá (*Rhamdia quelen*)**. 91p. Tese (Doutorado em Zootecnia), Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2011. Disponível em: <<https://repositorio.ufsm.br/handle/1/4327>>. Acesso em: 14 out. 2024.
- VEIVERBERG, C. A. et al. **Alimentação de juvenis de carpa capim com dietas à base de farelos vegetais e forragem**. Acta Scientiarum. Animal Sciences, v. 32, p. 247-253, 2010. Disponível em: <<https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v32i3.9052>>. Acesso em: 10 out. 2024.

Autores

Gregorio Cargnin, Maurício Antônio Paz Martins, Diuly Bortoluzzi Falcone, Rafael Lazzari, Leila Picolli da Silva

Departamento de Zootecnia, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Brasil