

## O uso de ingredientes alternativos na ração para tambaqui (*Colossoma macropomum*): uma revisão

The use of alternative ingredients in food for tambaqui (*Colossoma macropomum*): a review

El uso de ingredientes alternativos en alimentos para tambaqui (*Colossoma macropomum*): una revisión

Recebido: 26/08/2022 | Revisado: 04/09/2022 | Aceito: 06/09/2022 | Publicado: 14/09/2022

**Joana Paula de Souza Cornélio**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7865-2354>

Universidade Estadual de Santa Cruz, Brasil

E-mail: joanapaula\_aqui@hotmail.com

### Resumo

A utilização de ingredientes não convencionais é uma opção para reduzir custos na produção de rações para tambaqui (*Colossoma macropomum*) que atualmente é a espécie nativa mais produzida no Brasil. Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar o estado da arte das pesquisas que tratam sobre o uso de ingredientes alternativos em substituição aos convencionais na alimentação do tambaqui, identificando os principais produtos da biodiversidade brasileira utilizados, bem como as vantagens e desvantagens da inclusão desses ingredientes na ração para essa espécie. Foi realizada uma revisão narrativa da literatura sobre o tema abordado, buscando-se artigos científicos nas principais bases de dados (Scielo e Scopus), além da ferramenta do Google Acadêmico, disponíveis de forma digital, no período de 2010 a 2022. Os resultados demonstraram que o uso de ingredientes alternativos na dieta do tambaqui em substituição aos ingredientes convencionais foi promissor na maioria dos trabalhos revisados, excetuando-se a torta de cupuaçu; polpas de abacaxi, manga e maracujá; farinha de banana e óleo essencial de gengibre cujas inclusões nas rações interferiram de forma negativa nos índices avaliados. Dos ingredientes alternativos utilizados nas pesquisas 93,75% foram de origem vegetal, principalmente frutos amazônicos. Foram utilizados somente juvenis nas pesquisas e apenas 31,25% dos trabalhos determinaram os coeficientes de digestibilidade. Assim, novas pesquisas devem ser direcionadas visando encontrar uma melhor combinação dos ingredientes alternativos e o melhor equilíbrio dos nutrientes, em especial para peixes acima de 125 g.

**Palavras-chave:** Coeficiente de digestibilidade; Exigência nutricional; Frutos amazônicos; Hábito alimentar; Nutrição.

### Abstract

The use of non-conventional ingredients is an option to reduce costs in the production of feed for tambaqui (*Colossoma macropomum*) which is currently the most produced native species in Brazil. Thus, the objective of this study was to evaluate the state of the art of research on the use of alternative ingredients to replace conventional ones in tambaqui feed, identifying the main products of Brazilian biodiversity used, as well as the advantages and disadvantages of including these ingredients in the feed for this species. A narrative review of the literature on the subject was carried out, searching for scientific articles in major databases (Scielo and Scopus), in addition to the Google Scholar tool, available digitally, from 2010 to 2022. The results showed that the use of alternative ingredients in the tambaqui diet to replace conventional ingredients was promising in most of the studies reviewed, except for cupuaçu cake; pineapple, mango, and passion fruit pulp; banana meal, and ginger essential oil, whose inclusion in the diet interfered negatively in the indexes evaluated. Of the alternative ingredients used in the research 93.75% were of plant origin, mainly Amazonian fruits. Only juveniles were used in the research and only 31.25% of the papers determined the digestibility coefficients. Thus, further research should be directed towards finding a better combination of the alternative ingredients and the best balance of nutrients, especially for fish above 125 g.

**Keywords:** Digestibility coefficient; Nutritional requirement; Amazonian fruits; Food habit; Nutrition.

### Resumen

El uso de ingredientes no convencionales es una opción para reducir los costes en la producción de piensos para el tambaqui (*Colossoma macropomum*) que es actualmente la especie autóctona más producida en Brasil. Así, el objetivo de este estudio fue evaluar el estado de la investigación sobre el uso de ingredientes alternativos para sustituir a los convencionales en la alimentación del tambaqui, identificando los principales productos de la biodiversidad brasileña utilizados, así como las ventajas y desventajas de incluir estos ingredientes en la alimentación de esta especie. Se realizó una revisión narrativa de la literatura sobre el tema, buscando artículos científicos en las

principales bases de datos (Scielo y Scopus), así como en la herramienta Google Scholar, disponible en formato digital, desde 2010 hasta 2022. Los resultados mostraron que el uso de ingredientes alternativos en la dieta del tambaqui para sustituir los ingredientes convencionales fue prometedor en la mayoría de los estudios revisados, excepto para la torta de cupuaçu; la pulpa de piña, mango y maracuyá; la harina de plátano y el aceite esencial de jengibre cuya inclusión en el alimento interfirió negativamente en los índices evaluados. De los ingredientes alternativos utilizados en la investigación, el 93,75% eran de origen vegetal, principalmente frutas amazónicas. Sólo se utilizaron alevines en la investigación y sólo el 31,25% de los trabajos determinaron los coeficientes de digestibilidad. Por lo tanto, se debería seguir investigando para encontrar una mejor combinación de los ingredientes alternativos y el mejor equilibrio de nutrientes, especialmente para el pescado de más de 125 g.

**Palabras clave:** Coeficiente de digestibilidad; Requerimiento nutricional; Frutas amazónicas; Hábito alimentario; Nutrición.

## 1. Introdução

A piscicultura é a atividade de produção animal que mais cresce nos últimos anos no Brasil, apresentando uma produção de 841.005 toneladas de peixes de cultivo (tilápia, peixes nativos e outras espécies) em 2021, o que representou um crescimento de 4,7% sobre a produção (Peixe BR, 2022). Dentre os peixes nativos, que representaram 31,2% da produção nacional (262.370 toneladas) em 2021, o tambaqui (*Colossoma macropomum*) destaca-se como a espécie mais produzida e a segunda no ranking nacional com uma produção de aproximadamente 101 mil toneladas em 2019, ocorrendo principalmente nas regiões norte e nordeste do país segundo dados do IBGE (2020).

Guimarães et al. (2014) afirmam que esse crescente interesse pela cultura do tambaqui se deve à alta rusticidade, qualidade da carne, bom crescimento e eficiência alimentar. Além disso, este peixe é uma espécie onívora e está bem-adaptado a altas densidades de estocagem e dietas artificiais (Doria e Leonhardt, 1993; Abimorad e Carneiro, 2004; Araújo-Lima e Gomes, 2005), sendo, portanto, uma excelente opção para a piscicultura nacional.

A viabilidade econômica da criação de tambaqui, como em qualquer outra espécie animal, depende da nutrição e apesar das características zootécnicas favoráveis, o custo com alimentação dessa espécie é considerado alto, representando cerca de 60- 70% dos custos de produção (Rotta, 2002). Dessa forma, faz-se necessário a determinação das exigências nutricionais, a busca por alimentos alternativos e econômicos e a formulação de rações completas para o sucesso e sustentabilidade da produção (Rotta, 2002; Brabo et al., 2021; Ferreira et al., 2021).

De maneira geral, os custos com a alimentação em sistemas de produção de animais aquáticos podem inviabilizar empreendimentos aquícolas, principalmente de pequenos produtores, uma vez que constitui um dos maiores custos finais (Hisano et al., 2008), representando uma despesa significativa para o produtor, pois os alimentos convencionais para fabricação de rações, dependendo da disponibilidade de grãos, podem ser mais caros e em algumas regiões, além das dificuldades da aquisição desses alimentos, podendo onerar mais a piscicultura com altos custos do transporte (Soares et al., 2017).

Diante disso, muitos estudos experimentais têm buscado produtos alternativos que possam substituir, ou reduzir, o uso dessas matérias-primas a um custo menor, garantindo a qualidade nutricional das espécies cultivadas (Cyrino et al., 2010). Segundo Brabo et al. (2021) é comum a oferta de rações alternativas compostas principalmente por subprodutos da agroindústria e pecuária devido ao baixo custo, ao volume e oferta contínua.

Porém, se por um lado essas rações oferecem viabilidade ao rejeito como alimento, por outro pode prejudicar o desenvolvimento dos peixes por não atender as distintas exigências nutricionais a variar conforme a espécie, a idade e o ambiente, resultando em crescimento reduzido, perda de aptidão física, sistema imunológico deficiente e desenvolvimento de malformações corporais devido à subnutrição (Kubitza, 2009; Cyrino et al., 2010; Ribeiro et al., 2012). Por isso, mesmo para rações alternativas, é importante que os ingredientes sejam criteriosamente balanceados para poder dispor de macro e micronutrientes suficientes para atender a demanda bioquímica, fisiológica e metabólica dos peixes.

Deste modo, o objetivo desse estudo foi avaliar o estado da arte das pesquisas sobre o uso de ingredientes alternativos em rações para o tambaqui (*Colossoma macropomum*), identificando os principais produtos da biodiversidade brasileira utilizados, bem como as vantagens e desvantagens da inclusão desses ingredientes na alimentação dessa espécie. As informações poderão proporcionar uma atualização do panorama dos últimos 12 anos de como o uso de ingredientes alternativos pode contribuir para o fortalecimento da cadeia produtiva do tambaqui, assim como nortear novas pesquisas acerca deste tema.

## 2. Metodologia

O estudo trata-se de uma revisão narrativa da literatura que aborda sobre aspectos relacionados ao uso de ingredientes alternativos na alimentação e elaboração de rações para o tambaqui no Brasil. Conforme Rother (2007), os estudos de revisão narrativa baseiam-se em publicações amplas apropriadas para descrever e discutir o desenvolvimento ou o 'estado da arte' de um determinado assunto, sob ponto de vista teórico ou conceitual. São, portanto, textos que constituem a análise da literatura científica na interpretação e análise crítica do autor.

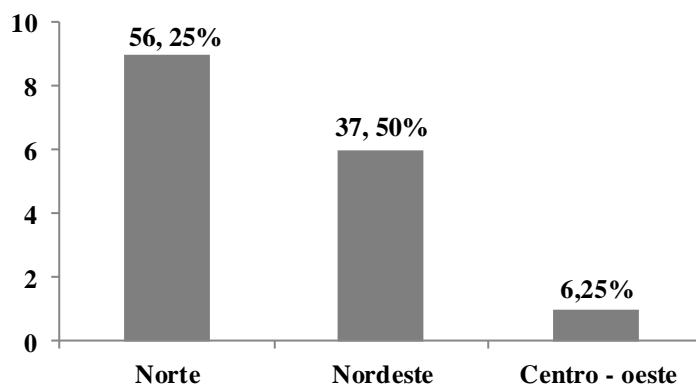
As buscas ocorreram nas principais bases de dados (Scielo e Scopus), além da ferramenta do Google Acadêmico, disponíveis de forma digital, em formato completo. Para dimensionar a pesquisa, as palavras-chave utilizadas, em diferentes combinações, foram: ingredientes, alternativos, peixes, neotropicais, torta, resíduos, produtos, subprodutos, biodiversidade, espécies, nativas. Para os critérios de inclusão, consideraram-se artigos disponíveis eletronicamente na íntegra, gratuitamente, que citavam o uso de ingredientes alternativos para a alimentação e formulação de rações para tambaqui que tenham sido realizados no Brasil, nos idiomas português, inglês e espanhol publicados no período de 2010 a 2022. Excluíram-se os artigos repetidos em mais de uma base, bem como, teses, dissertações e monografias.

## 3. Resultados e Discussão

Foram encontrados inicialmente 57 trabalhos nas bases de dados utilizadas (Scielo e Scopus) e na ferramenta Google acadêmico. Desses, foram excluídos nove, após a leitura dos títulos, 5 duplicados e 8 entre dissertações e teses. Logo, um total de 35 artigos foi selecionado para a leitura na íntegra e após análise e leitura minuciosa, selecionou-se 16 artigos que se adequaram a pesquisa e atenderam aos critérios de inclusão e exclusão e compuseram a amostra final.

Em relação à origem dos artigos (Figura 1), verificou-se que a maioria era oriunda da região Norte do país (56, 25%), seguida pela região Nordeste (37 50%) e Centro - oeste (6 25%). Além disso, não foram encontrados artigos publicados nas regiões sudeste e sul. As informações contidas nos 16 artigos selecionados para o estudo foram organizadas por ordem decrescente pelo ano de publicação (Quadro 1).

**Figura 1.** Distribuição dos artigos segundo a região de origem.



Fonte: Autora (2022).

**Quadro 1.** Descrição dos artigos selecionados para o estudo, segundo autor (es), ingrediente alternativo e índice analisado.

Autor/Ano	Ingrediente alternativo	Índice analisado
Santos et al. (2010)	Castanha da Amazônia	Desempenho e estado fisiológico
Pereira Junior et al (2013) <sup>a</sup>	Farinha de cruzeira de mandioca	Desempenho
Pereira Junior et al (2013) <sup>b</sup>	Farinha de cruzeira de mandioca	Parâmetros hematológicos
Campeche et al.(2014)	Farelo de licuri	Desempenho
Guimarães et al (2014)	Farinha de raiz de mandioca, farinha de vagem de algaroba e farinha de copra	Coefficientes de digestibilidade aparente do trato total (CDATT) da matéria seca (MS), energia bruta (EB) e proteína bruta (PB)
Xavier et al. (2016)	Cupuaçu	Ganho de peso
Araújo - Dairiki et al. (2018)	Sacha inchi	Desempenho de crescimento e composição corporal
Silva et al. (2019)	Farelo palmiste	Coefficientes de digestibilidade aparente (CDA) (matéria seca, proteína bruta e energia bruta).
Araújo et al. (2020)	Farinhas de coprodutos de abacaxi, manga e maracujá.	Análise bromatológica e coeficientes de digestibilidade aparente
Silva et al. (2020)	Farelo de banana	Coefficientes de digestibilidade aparente; desempenho de crescimento e variáveis bioquímicas, enzimáticas e hematológicas
Silva et al. (2020)	Farinha de palmiste	Desempenho zootécnico; sanidade; características do músculo; rendimento e eficiência econômica.
Chung et al. (2021)	Óleo essencial de gengibre	Desempenho de crescimento e parâmetros hematológicos, bioquímicos e histológicos.
Ferreira et al. (2021)	Torta de buriti	Desempenho
Costa et al. (2022)	Silagem de resíduos de peixes e vegetais	Peso corporal e comprimento total, índices hepatossomáticos e lipossomais e hematócrito.
Pereira et al. (2022)	Resíduo de goiaba	Desempenho de crescimento

Fonte: Autora (2022).

Santos et al. (2010) avaliaram a eficácia da farinha de castanha da Amazônia (*Bertholletia excelsa*) como fonte alternativa de proteína vegetal na dieta do tambaqui (*Colossoma macropomum*) no desempenho e estado fisiológico dos peixes, alimentados durante 60 dias, com quatro dietas experimentais isoproteicas com 36% proteína bruta, e com níveis crescentes de farinha de castanha (0, 10, 20 e 30%).

Segundo os autores, os diferentes níveis de castanha da Amazônia mantiveram o desempenho zootécnico obtido para os peixes alimentados com dieta sem esse ingrediente (controle). Esses resultados são corroborados pela análise dos parâmetros fisiológicos: hematócrito, número de eritrócitos, concentração de hemoglobina, índices hematimétricos, proteínas plasmáticas totais e glicose plasmática, os quais não demonstraram diferenças significativas relacionadas aos diferentes tratamentos (Santos et al., 2010). Portanto, até 30% de farinha de castanha da Amazônia pode ser adicionada à ração sem comprometer a homeostase fisiológica e o desempenho do tambaqui, mostrando-se como um promissor ingrediente alternativo de fonte proteica na dieta para essa espécie.

No estudo realizado por Pereira Junior et al (2013)<sup>a</sup> foram avaliados o desempenho produtivo de juvenis de tambaqui (peso médio inicial de  $6,6 \pm 0,1$  g), alimentados com níveis crescentes de farinha de crueira de mandioca, *Manihot esculenta* (0%, 20%, 40%, 60%, 80%, 100%), como substituto do milho (*Zea mays*). Os autores inferem que os desempenhos de crescimento não foram afetados pelos tratamentos. Por outro lado, o teor de lipídio no músculo foi diferentemente significativo em peixes alimentados com 40% e 100% em relação aos outros tratamentos. Já o custo de produção de milho diminuiu linearmente com a substituição. O valor da dieta diminuiu de R \$1,43 kg<sup>-1</sup> a R \$1,21 kg<sup>-1</sup> e o peixe de R \$1,54 kg<sup>-1</sup> a R \$1,30 peixe kg<sup>-1</sup>.

Dessa forma os autores concluíram que o milho pode ser totalmente substituído por farinha de crueira de mandioca na dieta de juvenil de tambaqui, sem prejudicar o seu desempenho. É importante destacar que tais resultados são relevantes para a produção dessa espécie uma vez que o uso de ingredientes alternativos frequentemente permite reduzir o custo da alimentação, todavia com conseqüente piora do desempenho animal. Assim, a preservação do desempenho e do estado fisiológico dos animais neste estudo, mesmo substituindo parte da farinha de peixe, são indicadores importantes na avaliação da alimentação alternativa (Santos et al., 2010).

Em outra pesquisa realizada por Pereira Junior et al. (2013)<sup>b</sup> foram avaliados os efeitos de dietas com níveis crescentes de substituição do milho pela farinha de crueira de mandioca (0%, 20%, 40%, 60%, 80%, 100%) nos parâmetros hematológicos de juvenis de tambaqui (peso inicial médio de 6,6 g) que foram distribuídos em 24 caixas plásticas redondas na densidade de 480 juvenis de tambaqui por caixa.

O estudo informa que os diferentes níveis de crueira de mandioca mantiveram os parâmetros hematológicos (hematócrito, eritrócito, hemoglobina, volume corpuscular médio, concentração de hemoglobina corpuscular média, glicose plasmática e proteína plasmática) obtidos para os peixes alimentados com dieta sem esse ingrediente (controle), os quais não demonstraram diferenças significativas relacionadas aos diferentes tratamentos. Os autores concluíram que mediante os resultados que é possível substituir totalmente o milho pela farinha de crueira de mandioca em rações para juvenis de tambaqui, sem que haja comprometimentos dos parâmetros hematológicos desta espécie.

Campeche et al. (2014) avaliaram o efeito da substituição do farelo de milho pelo farelo de licuri (33,33%; 66,66% e 100%) sobre o desempenho de alevinos de tambaqui com peso inicial médio de  $3,18 \pm 0,5$ g. Estes foram distribuídos em caixas de água de 250L, contendo cada uma, inicialmente, 16 animais que foram alimentados três vezes ao dia, a uma taxa de 5% da biomassa total, durante o período de 50 dias.

Os resultados demonstraram que não houve diferença significativa entre os tratamentos, para os parâmetros: peso final, ganho de peso, conversão alimentar, eficiência alimentar, sobrevivência e crescimento, somente para o consumo de ração, que foi significativamente menor ( $44,76 \pm 0,88$ g) quando houve 100% de substituição. Neste tratamento também houve

maior porcentagem de proteína bruta (61,36%) e menor teor de extrato etéreo (18,40%) na carcaça. Assim os autores afirmam de forma conclusiva, que o farelo de milho pode ser substituído em até 100% por farelo de licuri em dietas para alevinos de tambaqui até o peso de 30 gramas, sem que haja perda no desempenho dos animais. Os mesmos sugerem que mais experimentos devem ser realizados, a fim de se avaliarem alguns parâmetros metabólicos e bioquímicos, bem como experimentos de desempenho com animais em tamanhos maiores. .

Já Guimarães et al. (2014) ao avaliarem os coeficientes de digestibilidade aparente total do trato (CDATT) da matéria seca (MS), energia bruta (EB) e proteína bruta (PB) para produtos convencionais (milho integral moído, farelo de trigo, óleo de soja, quirera de arroz e sorgo moído integral) e subprodutos alternativos (farinha de raiz de mandioca, farinha de vagem de algaroba e farinha de copra) em alevinos de tambaqui (*Colossoma macropomum*) com peso inicial de  $86,52 \pm 6,71$  g, verificaram que os coeficientes de digestibilidade aparente total do trato (CDATT) da energia bruta (EB) apresentaram tendência semelhante ao da matéria seca (MS), variando de  $0,449 \pm 0,015$  a  $0,927 \pm 0,017$ . Além disso, o óleo de soja, o farelo de mandioca e a quirera de arroz apresentaram os maiores CDATTs de energia bruta ( $0,927 \pm 0,017$ ;  $0,823 \pm 0,013$ ;  $0,807 \pm 0,016$  respectivamente), enquanto o sorgo moído integral e o farelo de vagem de algaroba apresentaram os menores valores ( $0,572 \pm 0,017$ ;  $0,449 \pm 0,015$ ). O CTTAD da proteína bruta dos alimentos avaliados variou de  $0,714 \pm 0,011$  a  $0,875 \pm 0,009$ .

Estes resultados indicam que o farelo de copra e o farelo de raiz de mandioca têm grande potencial para substituir ingredientes comumente usados em dietas para tambaqui e são necessárias mais pesquisas para determinar seu nível de inclusão (Guimarães et al., 2014). Além disso, outras pesquisas são necessárias para determinar se a digestibilidade da fibra é influenciada pelo teor de gordura da dieta em dietas de tambaqui. O CTTAD de proteína acima de 0,700 observado neste estudo indicou que o tambaqui consegue digerir proteína de forma eficiente em diversos tipos de ingredientes.

Por outro lado, Xavier et al. (2016) ao avaliarem o ganho de peso de alevinos tambaqui (*Colossoma macropomum*) com 100g inicial, utilizando dietas contendo níveis crescentes de torta de cupuaçu (0%, 10%, 20% e 30%), comprovaram que os peixes alimentados com a ração sem inclusão da torta de cupuaçu (ração controle), obtiveram o melhor desempenho (sobrevivência: 100; ganho de peso:  $69,63 \pm 18,8$ ; conversão alimentar aparente: 2,60:1; ganho de peso diário: 1,16) que os peixes alimentados com os demais níveis (10%, 20% e 30% respectivamente). Assim o aumento da inclusão interfere de forma negativa no desempenho zootécnico da espécie.

É importante salientar que a torta do cupuaçu é o resíduo da extração do óleo da semente seca, livre de resíduo da polpa, por prensagem mecânica, através do qual se retira cerca de 80% do óleo total da semente, resultando um resíduo com aproximadamente 11% de extrato etéreo. Esses resíduos possuem um alto teor de fibra bruta (Carvalho et al., 2005, Sousa et al., 2011) e o excesso de fibra na dieta diminui a digestibilidade dos nutrientes e aumenta a produção de resíduo fecal, contribuindo para a poluição do ambiente aquático (NRC, 2011).

Araújo - Dairiki et al. (2018) avaliaram a aceitação e o efeito de três níveis de farinha de semente de sachá inchi (0, 15 e 30%) a qual é uma planta nativa da Amazônia peruana, como ingrediente nas dietas de juvenis de tambaquis ( $29,8 \pm 1,0$  g,  $11,0 \pm 1,4$  cm) a partir do desempenho de crescimento e da composição corporal dos peixes.

Os resultados demonstraram que um efeito da dieta sachá inchi foi observado apenas para a conversão alimentar de tambaquis, pior no nível mais alto de semente de sachá inchi ( $2,6 \pm 0,6$ ). Concluindo, o sachá inchi pode ser adicionado na alimentação de juvenis de tambaquis a um nível de 15% sem comprometer o desempenho de crescimento e parâmetros corporais dos peixes.

Souza et al. (2018) avaliaram o efeito no desempenho de alevinos de tambaqui (peso médio inicial de 3,66g) causado por dietas contendo duas diferentes fontes de carboidratos. Neste trabalho foram testadas quatro dietas isotéicas com diferentes concentrações de farelo de manga (0, 33, 66 e 100%) em substituição ao fubá de milho no desempenho, consumo de ração, rendimento de carcaça, sobrevivência, colesterol total, aminoácidos livres plasmáticos, aspartato aminotransferase



(AST), glicogênio hepático e glicose plasmática.

Os resultados mostraram que o farelo de manga utilizado em uma dieta prática para tambaqui melhorou o desempenho de crescimento uma vez que o ganho de peso ( $17,59 \pm 1,98$ ), ganho de peso diário ( $0,39 \pm 0,009$ ), taxa de crescimento específico ( $39,10 \pm 3,99$ ), consumo alimentar aparente ( $20,31 \pm 2,16$ ) apresentaram valores maiores nos tratamentos com os maiores teores de farelo de manga. Já o aumento da substituição da farinha de milho pela farinha de manga reduziu significativamente o colesterol plasmático (33%:  $44,09 \pm 4,21$ ; 66%:  $66,13b \pm 5,62$ ; 100%:  $52,42 \pm 5,00$ ), aumentou os aminoácidos livres (33%:  $37,55 \pm 2,12$ ; 66%:  $16,03 \pm 1,55$ ; 100%:  $20,72 \pm 2,34$ ) e aumentou a atividade da Aspartato Amino Transferase (AST) no fígado (33%:  $10,65 \pm 0,90$ ; 66%:  $12,60 \pm 1,03$ ; 100%:  $16,36 \pm 0,88$ ). A glicose plasmática foi mantida constante em todos os tratamentos. Os autores afirmam que houve um depósito significativo de glicogênio hepático no grupo controle do tratamento (0%:  $37,28 \pm 2,76$ ). A conversão alimentar aparente, rendimento de carcaça, sobrevivência e glicose plasmática não foram afetados pelas duas fontes de carboidratos testadas.

Araújo et al. (2020) estimaram os valores digestíveis de nutrientes e energia de coprodutos oriundos da fabricação de polpas de frutas (abacaxi, manga e maracujá) pelo tambaqui (*Colossoma macropomum*) com peso médio  $70,5 \pm 15,5$  g, por meio da determinação dos respectivos coeficientes de digestibilidade aparentes (CDAs). Com intuito de obter o valor digestível dos coprodutos da fabricação de polpas os autores produziram quatro rações experimentais: basal, abacaxi (30% farinha de abacaxi + 70% ração Basal), manga (30% farinha de manga + 70% ração Basal), maracujá (30% farinha de maracujá + 70% ração Basal).

Os CDAs dos coprodutos de abacaxi, manga e maracujá foram: 57,26; 69,65 e 30,48% para a matéria seca; 82,26; 66,61 e 86,07% para a proteína bruta; 53,25; 57,21 e 19,94% para a energia bruta (Araújo et al., 2020). Os baixos valores de energia digestível, principalmente para o maracujá, somados aos altos níveis de fibra bruta, são fatores limitantes ao uso destes ingredientes em rações comerciais para peixes, apesar de ter havido boa digestibilidade da proteína bruta das farinhas de subprodutos de frutas. Os autores inferem que mesmo as farinhas estudadas possam ser utilizadas, em alguma medida, para compor dietas de tambaquis, é necessária a busca pela adequação às exigências nutricionais da espécie, principalmente no uso de coprodutos de maracujá. Todavia, são necessários outros testes de digestibilidade com peixes em diferentes estágios de desenvolvimento, assim como ensaios de desempenho zootécnico para auferir outras respostas biológicas que possibilitem melhor ponderação sobre as recomendações de uso destes ingredientes para a alimentação de tambaquis.

Silva et al. (2020) ao avaliaram a possibilidade de substituição de parte do fubá de milho dietético (FM) por farelo de banana integral (FBI) na dieta prática para tambaqui (*Colossoma macropomum*) concluíram que o FBI pode ser uma alternativa viável à dieta de tambaqui, onde 8% de MC pode ser substituído por farelo de banana integral. Os autores realizaram dois experimentos onde no primeiro avaliaram a digestibilidade do FBI e no segundo experimento avaliou o desempenho de crescimento e variáveis bioquímicas, enzimáticas e hematológicas para substituição de FM por FBI. Para tal, tambaquis (n = 200) foram alimentados com dietas contendo diferentes níveis de inclusão de FBI (0, 8, 16, 24 e 32%).

Os resultados demonstraram que o CDA energético da dieta FBI foi maior que o da DR ( $p < 0,05$ ). Com base na regressão linear, tambaquis que receberam mais de 16% FBI em substituição ao CM diminuíram seu desempenho de crescimento. Um aumento dos níveis de inclusão de farelo de banana na dieta causou hiperglicemia, aumento dos níveis plasmáticos de triglicerídeos, albumina e glicogênio hepático, atividades de amilase digestível e protease alcalina e diminuição dos níveis plasmáticos de proteínas totais, colesterol e aspartato aminotransferase hepática em juvenis. O aumento dietético de FBI causou uma diminuição no hematócrito, hemoglobina e índices hematimétricos e um aumento nos níveis de eritrócitos.

Chung et al. (2021) investigaram o efeito do óleo essencial de gengibre (*Zingiber officinale*) (EOZO) no desempenho de crescimento e parâmetros hematológicos, bioquímicos e histológicos de juvenis de tambaqui ( $24,16 \pm 0,13$  g) que foram distribuídos aleatoriamente em 20 tanques (15 peixes por tanque), em cinco tratamentos contendo diferentes concentrações de

EOZO (0,0 (controle); 0,50; 1,0; 1,5; e 2,0 ml kg dieta<sup>-1</sup>) por 60 dias.

Contudo os resultados encontrados pelos autores indicaram que a adição de EOZO à dieta não melhorou o desempenho de crescimento. Além disso, os tratamentos com os níveis mais altos de EOZO reduziram os níveis de albumina plasmática, alanina aminotransferase e aspartato aminotransferase e aumentaram os níveis de leucócitos, hemoglobina e trombócitos, glicemia e colesterol plasmático (Chung et al. O grupo controle apresentou altas vilosidades, espessura epitelial, e parece que a adição de 0,5 ml de EOZO kg diet<sup>-1</sup> pode melhorar alguns parâmetros fisiológicos (leucócitos, hemoglobina e trombócitos e níveis plasmáticos de ALT e AST) sem causar danos ao fígado ou afetar negativamente as vilosidades intestinais de juvenis de tambaqui.

Costa et al. (2022) avaliaram as respostas fisiológicas e bioquímicas de alevinos de tambaqui ( $31,15 \pm 3,65$  g) alimentados com quatro diferentes níveis de silagem incluída em ração comercial com 28% de proteína bruta, em dois períodos: 45 e 90 dias. A silagem foi incluída na ração moída em quatro níveis: 0% (controle, sem silagem), 5% (25 g de silagem e 500 g de ração moída), 10% (50 g de silagem e 500 g de ração moída) e 20% (100 g de silagem e 500 g de ração moída).

Os resultados demonstram que o peso corporal e comprimento total, índices hepatossomáticos e lipossomais e hematócrito dos espécimes alimentados com dietas suplementadas com silagem não apresentaram alterações significativas em ambos os períodos de avaliação. Já a concentração de hemoglobina aumentou ( $8,67 \pm 0,68$ ) após 45 dias, quando o tambaqui foi alimentado com uma dieta contendo 20% de silagem.

A contagem de glóbulos vermelhos, volume corpuscular médio e hemoglobina corpuscular média não se alteraram entre os tratamentos em ambos os períodos. As concentrações de proteína total aumentaram significativamente no plasma de tambaquis alimentados com dietas com a inclusão de 5% ( $3,82 \pm 0,28$ ) e 10% ( $4,53 \pm 0,61$ ) de silagem, avaliadas após alimentação por 45 dias. Constatou-se que os grupos que tiveram a silagem incluída em sua dieta não apresentaram alterações significativas nos parâmetros avaliados, dessa forma a dieta não foi considerada prejudicial à saúde do tambaqui. Portanto, o uso de silagem como suplemento alimentar durante a lavoura de tambaqui é uma alternativa sustentável para os produtores, pois leva à redução dos impactos do descarte de resíduos de peixes e hortaliças.

Pereira et al. (2022) ao avaliarem o desempenho de crescimento de juvenis de tambaquis ( $6,09 \pm 0,39$  g;  $7,22 \pm 0,20$  cm) alimentados com dietas contendo diferentes níveis de resíduo agroindustrial de goiaba (0, 50, 100, 150 e 200 g kg<sup>-1</sup>), encontraram que o efeito quadrático ( $p < 0,05$ ) foi observado para o consumo diário de ração e conversão alimentar aparente, com níveis ótimos de 4,86 e 6,05% de inclusão de resíduo de goiaba, respectivamente.

Além disso, não houve diferença significativa ( $p > 0,05$ ) em relação ao peso final, ganho de peso, taxa de crescimento específico, índice hepatossomático, taxa de sobrevivência e taxa de eficiência proteica pelos tratamentos dietéticos. Os autores afirmam que a inclusão de até 150 g kg<sup>-1</sup> do resíduo agroindustrial da goiaba na ração não comprometeu o desempenho de juvenis de tambaqui.

#### 4. Considerações Finais

De acordo dos estudos relatados podemos inferir que o uso de ingredientes alternativos na dieta do tambaqui em substituição aos ingredientes convencionais foi promissor na maioria dos trabalhos, excetuando-se a torta de cupuaçu; polpas de abacaxi, manga e maracujá; farinha de banana (inclusão acima de 16%) e óleo essencial de gengibre cujas inclusões nas rações interferiram de forma negativa no desempenho zootécnico, variáveis bioquímicas, enzimáticas e hematológicas da espécie. Com relação aos ingredientes alternativos utilizados nas pesquisas, 93,75% foram de origem vegetal, principalmente frutos de origem amazônica, e 6,25% de origem animal, no caso silagem de resíduos de peixes. Esta abordagem, provavelmente, se deve ao fato do tambaqui possuir hábito alimentar onívoro, com predileção por frutos e sementes (Araújo –



Lima e Goulding, 1998; Dairiki e Silva, 2011; Oliveira et al., 2016).

Além disso, é importante salientar que todos os trabalhos revisados realizaram as pesquisas com juvenis de tambaqui, portanto, estudos envolvendo o uso de ingredientes alternativos para substituir ingredientes convencionais na fabricação de rações em outras fases de desenvolvimento desta espécie são necessários para reduzir os custos de produção em toda a cadeia produtiva. Outro ponto observado nesta revisão é que apenas 31,25% dos trabalhos determinaram os coeficientes de digestibilidade, contudo, as espécies animais aproveitam de forma diferente os alimentos, sendo importante quantificar esse aproveitamento através da determinação de coeficientes de digestibilidade (Oliveira et al., 2016).

Diante do exposto, sugerem-se novos estudos que testem ingredientes alternativos em rações para tambaquis em diferentes fases de desenvolvimento e assim abranger toda cadeia produtiva desta espécie. Além disso, é necessário determinar o coeficiente de digestibilidade em pesquisas futuras para quantificar o aproveitamento dos alimentos testados, avaliando tanto a qualidade individual dos ingredientes quanto das rações balanceadas para que estas atendam as exigências nutricionais determinadas, preferencialmente, na forma de nutrientes digestíveis. Assim, novas pesquisas devem ser direcionadas visando encontrar uma melhor combinação dos ingredientes alternativos e o melhor equilíbrio dos nutrientes, em especial para peixes acima de 125 g.

## Referências

- Abimorad, E.G., & Carneiro, D.J. (2004). Fecal collection methods and determination of crude protein and of gross energy digestibility coefficients of feedstuffs for Pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887). *Revista Brasileira de Zootecnia*, 33, 1101–1109. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982004000500001>.
- Araújo-Lima, C., & Goulding, M. (1998). Os frutos do tambaqui: ecologia, conservação e cultivo na Amazônia. Tefé, AM: Sociedade Civil de Mamirauá, Brasília: CNPq.
- Araújo-Lima, C.A.R.M., & Gomes, L.C. (2005). Tambaqui (*Colossoma macropomum*). In: Baldisserotto, B., & Gomes, L.C. Espécies Nativas para Piscicultura no Brasil (pp. 67–104). UFSM, Santa Maria.
- Araújo-Dairiki, T.B., Chaves, F.C. M., & Dairiki, J.K.. (2018). Seeds of sacha inchi (*Plukenetia volubilis*, Euphorbiaceae) as a feed ingredient for juvenile tambaqui, *Colossoma macropomum*, and matrinxã, *Brycon amazonicus* (Characidae). *Acta Amazonica*, 48 (1), 32 – 37. <http://dx.doi.org/10.1590/1809-4392201700753>.
- Araújo, D. M., Bordignon, A. M., Fujimoto, R. Y., Silva, W. M., Silva, D. R., & Silva, J. (2020). Digestibilidade de farinhas de coprodutos de abacaxi, manga e maracujá pelo tambaqui (*Colossoma macropomum*). *HOLOS*, 5(36), 1-10. <https://doi.org/10.15628/holos.2020.9380>.
- Brabo, M.F., Silva, A.R.L., Barros, K.D. N., Rodrigues, R. P., Campelo, D. A. V., & Veras, G.C. (2021). Custo de produção de rações alternativas para peixes onívoros no estado do Pará, Amazônia, Brasil. *Agrarian*, 14(51), 127-135. <https://doi.org/10.30612/agrarian.v14i51.10670>.
- Campeche, D.F.B., Melo, J.F.B., Balzana, L., Souza, R.C., & Figueiredo, R. (2014). Farelo de licuri em dietas para alevinos de tambaqui (*Colossoma macropomum*. Cuvier. 1818). *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 66 (2), 539-545. <http://dx.doi.org/10.1590/1678-41625920>.
- Chung, S., Ribeiro, K., Teixeira, D.V., & Copatti, C.E. (2021). Inclusion of essential oil from ginger in the diet improves physiological parameters of tambaqui juveniles (*Colossoma macropomum*). *Aquaculture*, 543, 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2021.736934>.
- Costa, M. N. F., Furtado, Y. I. C., Monteiro, C.C., Brasiliense, A. R. P., & Yoshioka, E. T. O. (2022). Physiological responses of tambaqui (*Colossoma macropomum*) fed diets supplemented with silage from fish and vegetables residues. *Brazilian Journal of Biology*, 84, 1-7. <https://doi.org/10.1590/1519-6984.255493>.
- Cyrino, J.E.P., Bicudo, A.J.A., Sado, R.Y., Borghesi, R. & Dairiki, J.K. (2010). A piscicultura e o ambiente: o uso de alimentos ambientalmente corretos em piscicultura. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 39, 68-87. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982010001300009>.
- Dairiki, J. K., & Silva, T.B.A. (2011). Revisão de literatura: Exigência nutricionais do tambaqui compilação de trabalhos, formulação de ração adequada e desafios futuros. *Embrapa Amazônia Ocidental*, 1-44.
- Doria, C.R.C., & Leonhardt, J.H. (1993). Análise do crescimento de *Piaractus mesopotamicus* e *Colossoma macropomum* (Pisces: Characidae) em sistema semiintensivo de policultivo com arraçoamento e adubação orgânica. *Revista Unimar* 15, 211–222.
- Ferreira, C., Silva, E., Gaspar, F., & Veneza, I. (2021). Torta de buriti (*Mauritia flexuosa*) como ingrediente alternativo em rações para juvenis de Tambaqui (*Colossoma macropomum*). *Research, Society and Development*, 10(8), 1-8. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i8.17345>.
- Guimarães, I.G., Miranda, E.C., & Araújo, J.G. (2014). Coefficients of total tract apparent digestibility of some feedstuffs for Tambaqui (*Colossoma macropomum*). *Animal Feed Science and Technology*, 188, 150–155. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2013.11.007>.

- Hisano, H., Maruyama, M.R., Ishikawa, M.M., Melhorança, A.L. & Otsubo, A.A. (2008). Potencial da utilização da mandioca na alimentação de peixes. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 29 p. (Documentos, no. 94).
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção da Pecuária municipal, Anual. <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-pecuaria/9107-producao-da-pecuaria-unicpal.html?=&t=o-que-e>.
- Kubitzka, F. (2009). Manejo na produção de peixes. *Panorama da Aquicultura*, 19 (111), 14-27. <https://panoramadaaquicultura.com.br/manejo-na-producao-de-peixes-4/>.
- Oliveira, A.C.B., Miranda, E.C., & Correa, R. (2016). Exigências Nutricionais e Alimentação do Tambaqui. In: Fracalossi, D.M., & Cyrino, J.E. P (Eds) Nutriaqua: nutrição w alimentação de espécies de interesse para a aquicultura brasileira. (v.23; pp. 231-240) Florianópolis: Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática. Peixe BR – Associação Brasileira da Piscicultura. (2022). Anual. <https://www.peixebr.com.br/anuario-2021/>
- Pereira - Junior, G.P., Pereira, E.M.O., Pereira - Filho, M., Barbosa, P.S., Shimoda, E., & Brandão, L.V. (2013). Desempenho produtivo de juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum* CUVIER, 1818) alimentados com rações contendo farinha de cruzeira de mandioca (*Manihot esculenta*, CRANTZ) em substituição ao milho (*Zea mays*). *Acta Amazônica*, 43 (2), 217 – 226. <https://doi.org/10.1590/S0044-59672013000200013>.
- Pereira - Junior, G., Pereira, E.M.O., Pereira - Filho, M., Barbosa, P.S., Brasil, E.M., & Shimoda, E. (2013) Parâmetros hematológicos de juvenis de tambaqui alimentados com rações contendo farinha de cruzeira de mandioca. *Acta Biomédica Brasiliensia*, 4 (1), 1-11. <https://www.actabiomedica.com.br/index.php/acta/article/view/48>.
- Pereira, A.S., Shitsuka, D.M., Parreira, F.J., & Shitsuka, R. (2018). Metodologia da pesquisa científica. [e-book]. Santa Maria. Ed. UAB/NTE/UFSM. [http://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic\\_Computacao\\_Metodologia-Pesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1](http://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic_Computacao_Metodologia-Pesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1).
- Pereira, U.C., Barros, R.G.C., Santana, P.M.S., Almeida, A.C.A., Vieira, J.S., Matos, N.M., & Bomfim, C.N.C. (2022). Influence of guava residue on tambaqui growth performance. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 44, 1-9. <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v44i1.54361>.
- Ribeiro, P.A.P., Melo, D., Costa, L.S., Teixeira, E. (2012). Manejo nutricional e alimentar de peixes de água doce. <http://www.nucleoestudo.ufla.br/naqua/arquivos/Manejo%20alimentar%20de%20peixes98.pdf>.
- Rother, E.T. (2007). Revisão sistemática x revisão narrativa. *Acta Paulista de Enfermagem*, 20 (2),1-6. <https://doi.org/10.1590/S0103-21002007000200001>.
- Rotta, M. A. (2002) Use of energy and protein for fish, Corumbá: Embrapa Pantanal. 24p.
- Santos, M.; Oishi, C.; Pereira - Filho, M.; Amaral, M.C.L.; Ono, E.; Affonso, E. (2010). Physiological response and performance of tambaqui fed with diets supplemented with Amazonian nut. *Ciência Rural*, 40 (10), 2181-2185.
- Silva, R.S., Santo, R.V.E., Barbosa, A.V.C., Santos, M.A.S., Corrêa, R.O., Martins Júnior, H., & Lourenço Júnior, J.B. (2019). Digestibilidade aparente do farelo de palmiste em tambaqui (*Colossoma macropomum*). *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*. v.71, n.5, p.1595-1600. <http://dx.doi.org/10.1590/1678-4162-10968>.
- Silva, A.F., Copattia, C.E.C. E.P., Bonfá, H.C., Melo, F.V.S.T., Camargo, A.C.S., & Melo, J.F.B. (2020). Effects of whole banana meal inclusion as replacement for corn meal on digestibility, growth performance, haematological and biochemical variables in practical diets for tambaqui juveniles (*Colossoma macropomum*). *Aquaculture Reports*, 17, 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2020.100307>.
- Silva, R.S., Lopes, J.R.T., Espírito Santo, R.V., Santos, M.A.S., Cordeiro, C.A.M., Yoshioka, E.T.O., Corrêa, R., Martins Júnior, H., & Lourenço Júnior, J.B. (2020). Palm kernel meal (*Elaeis guineensis*) as a substitute for corn (*Zea mays*) in diets of Tambaqui (*Colossoma macropomum*). *Aquaculture Research*, 00, 1–9. 10.1111/are. 14671.
- Soares, K.J.A., Ribeiro, F.B., Bomfim, M.A.D., & Marchão, R.S. (2017). Valor nutricional de alimentos alternativos para tambaqui (*Colossoma macropomum*). *Archivos de Zootecnia*, 66 (256), 491-497. <https://www.uco.es/ucopress/az/index.php/az/>.
- Souza, A.M., Campeche, D.F.B., Moraes, G., Melo, F.V.S.T., Cruz Neto, M.A., & Melo, J.F.B. (2018). Replacing cornmeal with mango meal in diets for juvenile tambaqui *Colossoma macropomum*: growth and metabolic parameters. *Boletim do instituto de pesca*, 44 (3), 1-7. 10.20950/1678-2305.2018.248.
- Xavier, D., Brandão, V., Silva, F.; Brandão, L., & Souza, R. A. (2014). Torta de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) em dietas para juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum* Cuvier, 1818). *Pubvet*, 10 (11), 795-803. <https://doi.org/10.22256/pubvet.v10n11.795-803>.