



Uso do Resíduo da Agroindústria de Polpa de Goiaba na Alimentação de Juvenis de Tambaqui



**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Amazônia Ocidental
Ministério da Agricultura e Pecuária**

**BOLETIM DE PESQUISA
E DESENVOLVIMENTO
50**

**Uso do Resíduo da Agroindústria
de Polpa de Goiaba na Alimentação
de Juvenis de Tambaqui**

*Jony Koji Dairiki
Amanda Moreira da Silva
Francisco Tácio de Souza Simão
Lorena Ianka Pontes da Silva
Cheila de Lima Boijink
Leonardo Susumu Takahashi*

**Embrapa Amazônia Ocidental
Manaus, AM
2023**

Embrapa Amazônia Ocidental
Rodovia AM-010, Km 29,
Estrada Manaus/Itacoatiara
69010-970, Manaus, AM
Fone: (92) 3303-7800
www.embrapa.br/amazonia-ocidental
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações

Presidente
Kátia Emídio da Silva

Secretária-Executiva
Gleise Maria Teles de Oliveira

Membros
*José Olenilson Costa Pinheiro, Maria Augusta
Abtibol Brito de Sousa e Maria Perpétua Beleza
Pereira*

Supervisão editorial e revisão de texto
Maria Perpétua Beleza Pereira

Normalização bibliográfica
Maria Augusta Abtibol Brito de Sousa

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica
Gleise Maria Teles de Oliveira

Fotos da capa
Cheila de Lima Bojink e Jony Koji Dairiki

1ª edição
Publicação digital (2023): PDF

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Amazônia Ocidental

Uso do resíduo da agroindústria de polpa de goiaba na alimentação de juvenis de tambaqui / Jony Koji Dairiki... [et al.]. – Manaus : Embrapa Amazônia Ocidental, 2023.

21 p. : il. color. - (Boletim de pesquisa e desenvolvimento / Embrapa Amazônia Ocidental, ISSN; 50).

1. Tambaqui. 2. *Colossoma macropomum*. 3. Peixe. 4. Saúde. 5. Nutrição animal. 6. Goiaba. 7. *Psidium guajava*. I. Dairiki, Jony Koji. II. Silva, Amanda Moreira da. III. Simão, Francisco Tácio de Souza. IV. Silva, Lorena Ianka Pontes da. V. Bojink, Cheila de Lima. VI. Takahashi, Leonardo Susumu. VII. Série.

CDD 639.3

Sumário

Resumo	5
Abstract	7
Introdução.....	8
Material e Métodos	10
Resultados e Discussão	15
Conclusões.....	18
Agradecimentos.....	18
Referências	19

Uso do Resíduo da Agroindústria de Polpa de Goiaba na Alimentação de Juvenis de Tambaqui¹

Jony Koji Dairiki²

Amanda Moreira da Silva³

Francisco Tácio de Souza Simão⁴

Lorena Ianka Pontes da Silva⁵

Cheila de Lima Boijink⁶

Leonardo Susumu Takahashi⁷

Resumo – O Amazonas possui uma dependência de ingredientes convencionais oriundos de outras localidades, os quais são encarecidos pelo frete e têm seu custo repassado aos piscicultores quando estes adquirem a ração. Desta forma, a proposição da economia circular por meio do aproveitamento de subprodutos gerados pela agroindústria estadual é uma alternativa interessante para minorar o problema. O objetivo deste trabalho foi avaliar a substituição do milho, em 0% (controle), 25%, 50%, 75% e 100%, pelo resíduo da agroindústria de polpa de goiaba na nutrição de juvenis de tambaqui (32,65 g ± 0,36 g). Os animais foram alimentados durante 60 dias com rações experimentais em duas refeições diárias até a saciedade aparente. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado com cinco tratamentos e quatro repetições. Avaliou-se o desempenho zootécnico dos animais além das relações corporais (hepato, lipo e viscerossomática). Com exceção

¹ Cadastro nº A8E019E (SisGen).

² Engenheiro-agrônomo, doutor em Ciência Animal e Pastagens, pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

³ Bolsista de Iniciação Científica, Paic/Fapeam/Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

⁴ Biólogo, mestrando em Aquicultura, PPG AQUÍ, Universidade Nilton Lins/Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa), Manaus, AM.

⁵ Zootecnista, mestranda em Aquicultura, PPG AQUÍ, Universidade Nilton Lins/Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa)s, Manaus, AM

⁶ Bióloga, doutora em Ciências Fisiológicas, pesquisadora da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

⁷ Engenheiro-agrônomo, doutor em Zootecnia, professor da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Dracena, SP.

do ganho de peso ($P < 0,05$), não houve diferença significativa ($P > 0,05$) nas demais variáveis analisadas, comprovando a possibilidade da substituição parcial em até 75% do milho pelo resíduo da agroindústria de polpa de goiaba. Pode-se recomendar o uso desse resíduo como um modelo de economia circular na alimentação do tambaqui.

Termos para indexação: *Colossoma macropomum*, ingrediente não convencional, nutrição, *Psidium guajava*.

Use of Residue from the Guava Pulp Agroindustry in Feeding Tambaqui

Abstract – Amazonas has a dependency on conventional ingredients from other locations that are more expensive with freight and have their cost passed on to fish farmers when they purchase the feed. In this way, the proposition of the circular economy through the use of by-products generated by the state agroindustry is an interesting alternative to alleviate this problem. The objective of this work was to evaluate the replacement of maize at 0 (control), 25%, 50%, 75% and 100%, by the residue of the guava pulp agroindustry in the nutrition of tambaqui juveniles ($32.65 \text{ g} \pm 0.36 \text{ g}$). The animals were fed for 60 days with experimental diets in two daily meals until apparent satiation. The design used was completely randomized with five treatments and four replications. The zootechnical performance of the animals was evaluated in addition to body relationships (hepato, lipo and viscerosomatic relationship). With the exception of weight gain ($P < 0,05$), there was no significant difference ($P > 0,05$) in the other variables analyzed, proving the possibility of partial replacement of up to 75% of the corn by the residue of the guava pulp agroindustry. The use of this residue can be recommended as a circular economy model in tambaqui feeding.

Index terms: *Colossoma macropomum*, non-conventional ingredient, nutrition, *Psidium guajava*.

Introdução

Foto: Cheila de Lima Boijink



Figura 1. Juvenil de tambaqui (*Colossoma macropomum*) utilizado no experimento.

A retomada do crescimento da produção nacional de peixes comerciais nativos, dentre eles o tambaqui (*Colossoma macropomum*) (Figura 1), anunciada na estatística do Anuário 2023 Peixe BR da Piscicultura (Associação Brasileira de Piscicultura, 2023), é uma notícia animadora para o setor, uma vez que houve crescimento de 1,8% da produção em 2022 em relação ao ano de 2021. O fato está atrelado à disseminação dos peixes nativos em proje-

tos nacionais, o que faz com que, no País, a contribuição dessas espécies alcance o patamar de 31,04% da produção total de peixes nacionais.

O tambaqui é uma espécie onívora, ou seja, consome, na natureza, alimentos de origem vegetal, como frutos e sementes, e alimentos de origem animal, como insetos, zooplâncton, caramujos, entre outros (Araújo-Lima; Gomes, 2005; Froese, 2023). Essa característica torna o tambaqui uma espécie facilmente adaptável à alimentação com base em rações completas, especialmente com uso de ingredientes vegetais. Hilsdorf et al. (2022), em revisão bibliográfica, recomendam pesquisas sobre o aprimoramento das rações para a espécie, as quais devem conter de 75% a 85% de proteína vegetal, além do melhoramento genético e otimização do sistema produtivo para alcançar a sustentabilidade da criação.

Uma das linhas de pesquisa desenvolvidas na Embrapa Amazônia Ocidental há mais de uma década avalia o uso de ingredientes não convencionais no intuito de diminuir a dependência dos ingredientes convencionais, as “commodities”, como o farelo e o óleo de soja, além do milho, na composição das rações para peixes comerciais no estado do Amazonas, como o próprio tambaqui e o matrinxã (*Brycon amazonicus*). Os principais resultados obtidos nessas pesquisas indicam a possibilidade de inclusão/substituição

dos ingredientes convencionais por feijão-caupi (*Vigna unguiculata*) (Dairiki et al., 2013; Litaiff; Dairiki, 2015); sachá-inchi (*Plukenetia volubilis*) e seus subprodutos (farelo de folhas e torta residual de extração do óleo), uma planta amazônica rica em ácidos graxos do tipo ômega 3, cuja inclusão propiciou a incorporação desses ácidos na carcaça/filé, comprovando a agregação de valor nutricional ao pescado (Dairiki et al., 2018a, 2018b); e os resíduos obtidos na bananicultura (farelo de folhas, coração e engajo), que podem propiciar desempenho zootécnico atrelado ao controle de parasitas (Costa et al., 2018; Rocha et al., 2018, 2019; Silva et al., 2018).

Outras pesquisas com o uso de ingredientes convencionais com menor escala de utilização no Amazonas, como a levedura de cana-de-açúcar (*Saccharomyces cerevisiae*) (Scherer Filho, 2020; Scherer Filho et al., 2021), o sorgo de baixo tanino (*Sorghum bicolor*) (Araújo, 2020) e o sorgo de alto tanino (Viana Filho et al., 2022), demonstraram que esses produtos podem compor rações para tambaqui e matrinxã, propiciando, além da diminuição do custo da ração, o controle de parasitas como o acantocéfalo (*Neoechinorhynchus buttnerae*) e as monogeneas de brânquias. Todos esses resultados estimulam a produção massal de fontes alternativas para composição de rações visando à recuperação do protagonismo do estado do Amazonas na produção de peixes comerciais nativos, uma vez que ocupa atualmente somente a quinta posição entre os maiores produtores de peixes nativos do Brasil (Associação Brasileira de Piscicultura, 2023), além de propiciar o fortalecimento da bioeconomia de produtos da Amazônia.

O Amazonas possui abundante geração de resíduos oriundos da agroindústria de polpa de frutas e da indústria de cosméticos, resultando em grande volume de potenciais ingredientes alternativos que podem ser utilizados na formulação de ração para peixes, corroborando o que preconiza Salemdeeb et al. (2017), que os resíduos podem ser utilizados na alimentação animal. Essas agroindústrias, de maneira geral, funcionam de forma linear, resultando em reduzida sustentabilidade devido a grande acúmulo de resíduos, exploração excessiva de recursos, reduzida capacidade de agregação de valor e geração de capital social. Podem ser citados os resíduos gerados pela acerola, pelo abacaxi, cupuaçu, pela goiaba e pela casca de tucumã, além dos resíduos das agroindústrias alimentícias e de cosméticos, como a macaxeira/mandioca, o açaí, buriti, camu-camu e guaraná. Esse modelo de economia linear: “produção-consumo-descarte”, está cada vez mais atingindo seu limite

Foto: Cheila de Lima Bojink



Figura 2. Resíduo da agroindústria de polpa de frutas (RAPF) – goiaba.

e, com isso, se tornando ineficaz para a sociedade contemporânea (Confederação Nacional da Indústria, 2018).

Neste trabalho, o conceito de economia circular foi proposto visando à utilização racional dos recursos, de tal forma que os resíduos da agroindústria de polpa de goiaba (*P. guajava*) (Figura 2) fossem utilizados como insumos para a produção de novos produtos, neste caso, rações para o tambaqui. Concomitantemente houve proposições adicionais para reduzir o custo de fabricação das rações, promover uma fonte extra de renda para as comunida-

des rurais e utilizar um ingrediente processado nas indústrias de polpa de frutas do estado, e, com essas premissas, buscamos promover uma piscicultura amazense mais sustentável e competitiva no cenário nacional.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Laboratório de Nutrição de Peixes da Embrapa Amazônia Ocidental, localizado na cidade de Manaus, AM. Os procedimentos experimentais utilizados na pesquisa foram aprovados pelo Comitê de Ética do Uso de Animais (Ceua) da Embrapa Amazônia Ocidental (protocolo n° 03/2021), e o acesso ao patrimônio genético dos animais envolvidos na presente pesquisa foi regularizado por meio do cadastro A8E019E na plataforma SisGen do Conselho de Gestão do Patrimônio Genético (CGEN) do Ministério do Meio Ambiente (MMA).

O resíduo da agroindústria de polpa de goiaba ou resíduo da goiaba foi adquirido congelado na cidade de Manaus, oriundo de duas indústrias processadoras de polpa de frutas (Amazônia Polpas e Nalto Polpas), e trans-

portado para a Embrapa Amazônia Ocidental. A composição bromatológica desse ingrediente não convencional e a dos demais convencionais que compuseram as rações experimentais foram analisadas no Laboratório Piloto de Processamento de Pescado do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa) para determinação de lipídios, proteína bruta, matéria mineral, umidade. Para determinar a energia bruta, amostras foram enviadas para o Laboratório de Sustentabilidade do Centro de Aquicultura da Universidade Estadual Paulista (Unesp), campus Jaboticabal, e os principais resultados estão na Tabela 1.

Tabela 1. Composição bromatológica dos ingredientes utilizados na formulação das dietas experimentais, incluindo o resíduo da agroindústria de polpa de goiaba (*Psidium guajava*)*.

Ingrediente	Umidade (%)	Matéria seca (%)	Energia bruta (cal/g)	Extrato etéreo (%)	Proteína bruta (%)	Fibra bruta (%)
Farelo de soja	14,41	85,59	4.138	1,94	47,53	6,42
Milho moído	14,30	85,70	3.785	2,01	10,59	3,92
Farelo de trigo	14,21	85,79	4.116	4,99	14,54	9,94
Farinha de peixe	6,81	93,19	4.579	9,78	69,83	4,67
Resíduo da goiaba	6,90	93,10	4.935	5,40	3,26	73,50

* Matéria natural.

A secagem do resíduo da goiaba foi realizada em estufa de circulação forçada de ar em temperatura de 45 °C por 24 horas (Figura 3). Após a secagem, utilizou-se um liquidificador industrial em conjunto com uma peneira de malha fina (<1 mm) (Figura 4) para a obtenção do farelo de resíduo da agroindústria de polpa de goiaba (Figura 5). O material que ficava retido na peneira era descartado para evitar reprocessamento.

Com base nas análises bromatológicas dos ingredientes foram formuladas rações experimentais em programa específico de formulação de rações (Supercrac 6.1 Premium, 2013). Cinco rações experimentais foram formuladas, com substituição gradual do milho (ingrediente convencional) pelo Resíduo da agroindústria de polpa de frutas (RAPF) – goiaba, nos níveis de substituição: 25%, 50%, 75% e 100%, além de uma ração controle sem inclusão do RAPF – goiaba (Tabela 2).

Foto: Cheila de Lima Boijink



Figura 3. Secagem do resíduo da agroindústria de polpa de goiaba em estufa de circulação forçada de ar.

Foto: Jony Koji Dairiki



Figura 4. Trituração do resíduo da agroindústria de polpa de goiaba seca em liquidificador industrial.

Foto: Cheila de Lima Boijink



Figura 5. Farelo de resíduo da agroindústria de polpa de goiaba.

Os ingredientes foram pesados, homogeneizados para formação de misturas, e estas foram peletizadas em um picador de carne (Figura 6) para formação de “pellets” compactados, que foram quebrados manualmente para obtenção das rações de granulometria entre 3 mm e 5 mm (Figura 7). Para o processo de peletização incluiu-se água na proporção de 10%.

As rações peletizadas foram secas por um período de 24 horas em estufa de circulação forçada de ar em temperatura de 45 °C. Após secagem foram armazenadas em congelador em -18 °C até o início do ensaio.

Tabela 2. Formulação e composição calculada (%) das rações experimentais para tambaqui com níveis crescentes de substituição do milho pelo resíduo da agroindústria de polpa de goiaba.

Ingrediente	Nível de substituição do milho pelo resíduo da goiaba			
	Ração experimental			
	0%	25%	50%	75%
Farelo de soja	40,21	42,85	45,48	47,09
Milho moído	30,00	22,50	15,00	7,50
Farelo de trigo	12,44	7,70	2,96	1,56
Farinha de peixe	12,00	12,00	12,00	12,00
Óleo de soja	2,00	2,00	2,00	1,00
Fosfato bicálcico	2,00	2,00	2,00	2,00
Premix mineral e vitamínico	1,00	1,00	1,00	1,00
Sal comum	0,10	0,10	0,10	0,10
Inerte (kaolin)	0,25	2,35	4,46	5,25
Resíduo da goiaba	0,00	7,50	15,00	22,50
Total	100	100	100	100
Nutrientes e energia				
Energia bruta (Kcal/Kg)	4.000	4.000	4.000	4.000
Extrato etéreo (%)	2,94	3,09	3,23	3,47
Fibra bruta (%)	5,98	11,03	16,08	21,43
Proteína bruta (%)	32,00	32,00	32,00	32,00



Figura 6. Mistura de ingredientes para o processo de pelletização.



Figura 7. Pelletização e formação dos pellets.

O experimento foi planejado com a utilização de um delineamento inteiramente casualizado com quatro níveis de substituição do milho moído pelo resíduo da agroindústria de polpa de goiaba (0%, 25%, 50%, 75% e 100%). Para o ensaio de desempenho zootécnico, as unidades experimentais foram constituídas por lotes de dez juvenis de tambaqui ($32,65 \text{ g} \pm 0,36 \text{ g}$) distribuídos em caixas d'água de 1.000 L, alimentados por 60 dias até a saciedade aparente (Figuras 8 e 9).

Fotos: Jony Koji Dairiki



Figura 8. Juvenis de tambaqui utilizados no início da experimentação.

Figura 9. Disposição das caixas d'água de 1.000 L – Unidades experimentais.

Semanalmente foram monitorados os seguintes parâmetros de qualidade da água: temperatura e oxigênio dissolvido, com o uso do aparelho oxímetro digital; e pH, com a utilização de um pHmetro de bolso digital.

No final do período experimental foram coletadas amostras para determinação das relações corporais, imprescindíveis para o monitoramento da qualidade de carcaça e para verificação de possíveis desordens nutricionais: relação hepatossomática ($RHS = (\text{peso do fígado} \div \text{peso da carcaça}) \times 100$), lipossomática ($RLS = (\text{peso da gordura intraperitoneal} \div \text{peso da carcaça}) \times 100$) e viscerossomática ($RVS = (\text{peso das vísceras} \div \text{peso da carcaça}) \times 100$).

Avaliaram-se os seguintes índices de desempenho zootécnico: peso final (PF); ganho de peso (GP) = (peso final) - (peso inicial); consumo de ração (CR); conversão alimentar aparente (CAA) = (consumo de ração) ÷ (ganho de peso); taxa de crescimento específico (TCE) = $\{[(\ln \text{ peso final} - \ln \text{ peso inicial}) \div \text{período}] \times 100\}$; e sobrevivência (S) = (número de animais final ÷ número de animais inicial) $\times 100$.

Foto: Jony Koji Dairiki



Figura 10. Lote de juvenis de tambaqui ao término do período experimental (60 dias).

riância ($\alpha=0,05$) e teste de Tukey ($\alpha=0,05$) por meio do uso do sistema computacional GraphPad INSTAT (versão 3).

Nas biometrias realizadas, os animais foram mantidos em jejum por 24 horas, e os lotes de tambaqui, previamente anestesiados com solução de eugenol na dose de 0,4 mL por litro de água, foram pesados, medidos e contabilizados (Figura 10). Realizou-se análise exploratória com o uso dos testes: ponto discrepante, homogeneidade da variância e escala da variável resposta. Os dados foram submetidos a análise de variância

Resultados e Discussão

Os parâmetros da qualidade de água, monitorados durante o período experimental, apresentaram os seguintes valores médios: temperatura = $27,0 \text{ } ^\circ\text{C} \pm 0,50 \text{ } ^\circ\text{C}$; pH = $4,49 \pm 0,40$ e oxigênio dissolvido = $7,26 \text{ mg/L} \pm 0,44 \text{ mg/L}$. Com exceção do oxigênio, o pH e a temperatura apresentaram valores médios um pouco abaixo do preconizado por Corrêa et al. (2018), que indicam como valores ideais de temperatura os situados entre $28 \text{ } ^\circ\text{C}$ e $30 \text{ } ^\circ\text{C}$ e pH entre 5 e 7.

Na Tabela 3 estão dispostos os resultados para as variáveis de desempenho zootécnico e relações corporais analisadas. Com exceção do ganho de peso unitário ($P < 0,05$), não houve diferença significativa ($P > 0,05$) nas demais variáveis analisadas.

Tabela 3. Variáveis de desempenho zootécnico e relações corporais dos juvenis de tambaqui alimentados com rações com níveis crescentes de substituição do milho por resíduo da agroindústria de polpa de goiaba.

Variável/tratamento	0%	25%	50%	75%	100%	P
Peso inicial unitário (g)	32,61 ± 0,29	32,53 ± 0,51	32,59 ± 0,14	32,91 ± 0,21	32,62 ± 0,55	P>0,05
Peso final unitário (g)*	123,30 ± 18,60	134,78 ± 10,18	123,33 ± 28,44	120,28 ± 7,83	98,65 ± 23,29	P>0,05
Ganho de peso unitário (g)	90,69 ± 18,66 ^a	102,24 ± 9,70 ^a	90,73 ± 28,32 ^a	87,37 ± 8,00 ^a	66,03 ± 23,06 ^b	P<0,0001
Consumo unitário (g)	100,60 ± 10,81	117,58 ± 4,75	107,62 ± 26,01	115,51 ± 12,32	93,20 ± 23,11	P>0,05
Conversão alimentar	1,13 ± 0,13	1,16 ± 0,08	1,21 ± 0,12	1,28 ± 0,06	1,47 ± 0,22	P>0,05
Taxa de crescimento específico (%/dia)	2,20 ± 0,27	2,37 ± 0,11	2,18 ± 0,42	2,16 ± 0,12	1,80 ± 0,43	P>0,05
Sobrevivência (%)	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	P>0,05
Comprimento total (cm)	19,68 ± 3,04	19,32 ± 1,81	19,18 ± 1,61	18,61 ± 1,51	17,81 ± 1,79	P>0,05
Comprimento padrão (cm)	15,69 ± 0,97	16,23 ± 1,27	15,57 ± 1,32	15,44 ± 1,42	14,36 ± 1,33	P>0,05
Relação hepatomática (%)	1,40 ± 0,37	1,62 ± 0,21	1,38 ± 0,36	1,47 ± 0,19	1,42 ± 0,24	P>0,05
Relação lipossomática (%)	0,57 ± 0,17	0,45 ± 0,31	0,59 ± 0,13	0,56 ± 0,12	0,44 ± 0,15	P>0,05
Relação viscerossomática (%)	5,21 ± 0,50	5,50 ± 0,96	5,90 ± 1,02	5,89 ± 1,31	5,84 ± 0,89	P>0,05

*Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($\alpha = 0,05$).

Diante dos resultados apresentados podemos considerar que o resíduo da agroindústria de polpa de goiaba pode substituir parcialmente o milho na formulação de ração para juvenis de tambaqui. Essa substituição pode ser realizada em até 75%. Vale ressaltar que o nível de inclusão desse ingrediente não convencional foi de 22,5% (conforme formulado na Tabela 2, especificamente no nível 75% de substituição). Com esse nível podemos inferir que a aceitação do resíduo da goiaba foi positiva e comparável com alguns outros produtos não convencionais avaliados para a espécie, como o sorgo de baixo e alto tanino (Araújo, 2020; Viana-Filho et al., 2022), a torta residual da extração do óleo de sacha-inchi (Dairiki et al., 2018b) e o feijão-caupi (Dairiki et al., 2013).

Uma das primeiras publicações que já comprovaram a aptidão do tambaqui no aproveitamento de fontes de origem vegetal é o trabalho publicado por Werder e Saint-Paul (1979). Desde então, várias pesquisas foram realizadas por diversos pesquisadores no intuito de buscar fontes vegetais não convencionais para a composição das rações para a espécie. Entretanto, muitas dessas descobertas esbarram em situações nas quais a produção desses ingredientes alternativos não atende as fábricas de ração locais, especialmente devido à quantidade, muitas vezes insuficiente, para atender a produção comercial; outros possuem sazonalidade de produção, não abastecendo as fábricas durante todo o ano; e em outros casos não possuem a qualidade nutricional adequada para substituir as commodities (milho, farelo e óleo de soja). Neste primeiro ensaio com o resíduo da agroindústria de polpa de goiaba, verificamos que esse ingrediente não convencional pode atender todos os quesitos abordados anteriormente, pois é oriundo de uma agroindústria que precisa ter quantidade, escala de produção e principalmente qualidade nutricional (Tabela 1).

Uma das poucas deficiências encontradas no produto está relacionada com o elevado nível de fibra bruta, que pode ter proporcionado um ganho de peso inferior nos peixes alimentados com 100% de substituição. Nessa situação, um melhor balanceamento da ração, aliado à diminuição da fibra oriunda de outras fontes vegetais da formulação, como, por exemplo, o farelo de soja, poderia potencializar o uso do resíduo da agroindústria de polpa de goiaba. Vale ressaltar que as fibras alimentares são resistentes à hidrólise enzimática intestinal, com completa ou parcial fermentação microbiana no intestino grosso dos peixes. Em alguns casos, se a fibra fornecida for insolúvel, pode

umentar a velocidade do trânsito gastrointestinal, reduzir o tempo de digestão do nutriente e conseqüentemente sua digestão (Fracalossi et al., 2012).

A economia circular associa o crescimento econômico a um ciclo de desenvolvimento positivo contínuo, que preserva e aprimora o capital natural, otimiza a produção de recursos e minimiza riscos sistêmicos, com a administração de estoques finitos e fluxos renováveis. Ampliar esforços atuais em modelos de negócio regenerativos no setor agrícola e de ativos da biodiversidade são oportunidades futuras para o Brasil (Ellen Macarthur Foundation, 2017). Na aquicultura nacional já existem pesquisas que abordam esse tema, com o aproveitamento dos resíduos da indústria pesqueira (Fernandes; Nunes, 2020; Machado et al., 2020; Krabbe et al., 2022). Dentro deste contexto, a comprovação de uso do resíduo da goiaba da agroindústria de polpa de frutas na nutrição do tambaqui pode contribuir como um dos primeiros passos para propor a economia circular no âmbito estadual, unindo as relevantes cadeias produtivas.

Conclusões

A aceitabilidade das rações com níveis crescentes de resíduo de agroindústria de polpa de goiaba foi positiva. Com exceção do ganho de peso, não houve diferença significativa nas demais variáveis analisadas, comprovando a possibilidade da substituição parcial em até 75% do milho pelo resíduo da agroindústria de polpa de goiaba. Pode-se recomendar o uso desse resíduo como um modelo de economia circular na alimentação do tambaqui.

Agradecimentos

À Embrapa Amazônia Ocidental, pela infraestrutura; às empresas Amazônia Polpas e Nalto Polpas, pela cessão do resíduo de goiaba; ao Laboratório Piloto de Processamento de Pescado do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa); ao Laboratório de Sustentabilidade do Centro de Aquicultura da Unesp, campus Jaboticabal, pelas análises bromatológicas dos ingredientes; à Universidade Nilton Lins, representada pelos professores Dr. Rodrigo Yukihiko Gimbo e Dra. Juliana Tomomi Kojima e pelo pós-doutorando Dr. Lucas Pedro Gonçalves Júnior; à Universidade Federal

do Amazonas (Ufam), campus Itacoatiara, representada pelo professor Dr. Érico Luis Hoshiba Takahashi; ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas (Ifam), campus Itacoatiara, representado pelo professor Me. Rondon Tatsuta Yamane Baptista de Souza; e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (Fapeam), por meio da concessão das bolsas de iniciação científica e mestrado e pelo apoio financeiro do projeto: 01.02.016301.00275/2021, Edital n° 001/2020 - Fapesp - Fapeam, intitulado Nutrição para a Produção Sustentável do Tambaqui: Tolerância aos Carboidratos, Efeito Pougador de Proteína e Uso de Alimentos Alternativos, sob coordenação do Dr. Jony Koji Dairiki.

Referências

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PISCICULTURA. **Anuário Brasileiro da Piscicultura PEIXE BR 2023**. São Paulo: ABP, 2023.
- ARAÚJO-LIMA, L. D.; GOMES, L. C. O tambaqui (*Colossoma macropomum*). In: BALDISSEREROTTO, B.; GOMES, L. C. (ed.). **Espécies nativas para piscicultura no Brasil**. Santa Maria: Ed. da UFSM, 2005.
- ARAÚJO, H. de S. **Sorgo sem tanino em dietas de juvenis de tambaqui**. 2020. 42 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus.
- CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. **Economia circular**. Oportunidades e desafios. Brasília, DF: CNI, 2018. 64 p.
- CORREA, R. de O.; SOUSA, A. R. B. de; MARTINS JUNIOR, H. **Criação de tambaquis**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2018. 20 p.
- COSTA, D. C. da; ROCHA, T. L. P. da; ARAÚJO-DAIRIKI, T. B.; GONÇALVES, L. U.; DAIRIKI, J. K.; BOIJINK, C. de L. Avaliação do potencial anti-helmíntico dos resíduos da bananeira para controle de monogenea de tambaqui. In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA AMAZÔNIA OCIDENTAL, 14., 2017, Manaus. **Anais...** Brasília, DF: Embrapa, 2018. p. 155-162. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/185556/1/XIV-Jornada-IC-155.pdf>. Acesso em: 10 mar. 23.
- DAIRIKI, J. K.; CORREA, R. B.; INOUE, L. A. K. A.; MORAIS, I. da S. de. Feijão-caupi autoclavado na nutrição de juvenis de tambaqui. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 48, n. 4, p. 450-453, abr. 2013. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/87250/1/Jony-Dairiki-feijao-caupi-nutricao-tambaqui-PAB-48-4.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2023.
- DAIRIKI, T. B. A.; CHAVES, F. C. M.; DAIRIKI, J. K. Seeds of sacha inchi (*Plukenetia volubilis*, Euphorbiaceae) as a feed ingredient for juvenile tambaqui, *Colossoma macropomum*, and matrinxã, *Brycon amazonicus* (Characidae). **Acta Amazônica**, v. 48, n. 1, p. 32-37, Jan./Mar. 2018a. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/172145/1/1809-4392-aa-48-01-32.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2023.

DAIRIKI, J. K.; ARAÚJO-DAIRIKI, T. B.; LITAIFF, I. M.; MAEDA, J. de L.; BOIJINK, C. de L.; ROCHA, T. L. P. da; CHAVES, F. C. M. **Nutrição de juvenis de tambaqui com sachá-inchi**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2018b. 57 p. (Embrapa Amazônia Ocidental. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 24). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/184590/1/102018-Final.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2023.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. **Uma economia circular no Brasil**: uma abordagem exploratória inicial. [S.l.], 2017. Disponível em: https://archive.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/languages/Uma-Economia-Circular-no-Brasil_Uma-Exploracao-Inicial.pdf. Acesso em: 29 mar. 2023.

FERNANDES, A. G.; NUNES, F. F. A economia circular na indústria de pescado panorama e desafios para a implantação de sistemas produtivos. **Aquaculture Brasil**, v. 17, p. 39-43, 2020.

FRACALLOSSI, D. M.; RODRIGUES, A. P. O.; GOMINHO-ROSA, M. C. Carboidratos e fibra. In: FRACALLOSSI, D. M.; CYRINO, J. E. P. (ed.). **Nutriaqua**: nutrição e alimentação de espécies de interesse para a aquicultura brasileira. Florianópolis: Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática, 2012. Cap. 6, p. 101-120.

FROESE, R. *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1816). **Fishbase**. Disponível em: <http://www.fishbase.org/summary/Colossoma-macropomum.html>. Acesso em: 22 mar. 2023.

HILSDORF, A. W. S.; HALLERMAN, E.; VALLADÃO, G. M. R.; ZAMINHAN-HASSEMER, M.; HASHIMOTO, D. T.; DAIRIKI, J. K.; TAKAHASHI, L. S.; ALBERGARIA, F. C.; GOMES, M. E. S.; VENTURIERI, R. L. L.; MOREIRA, R. G.; CYRINO, J. E. P. The farming and husbandry of *Colossoma macropomum*: from Amazonian waters to sustainable production. **Reviews in Aquaculture**, v. 14, p. 993-1027, 2022.

KRABBE, E. L.; AVILA, V. S. de; KAWSKI, V. L.; BEZERRA, N. dos S. **Produção de desidratado proteico de peixes (DPP)**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2022. 12 p. (Embrapa Suínos e Aves. Comunicado técnico, 591).

LITAIFF, I. M.; DAIRIKI, J. K. Feijão-caupi na nutrição de juvenis de matrinxã (*Brycon amazonicus*). In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA AMAZÔNIA OCIDENTAL, 11., 2014, Manaus. **Anais...** Brasília, DF: Embrapa, 2015. p. 71-72. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/128891/1/XI-Jornada-IC-Feijao.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2023.

MACHADO, T. M.; CATAPRETA, L. C.; FURLAN, E. F.; NEIVA, C. R. P. Economia circular e resíduo de pescado. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, v. 55, n. 4, p. 525-535, 2020.

ROCHA, T. L. P. da; COSTA, D. C. da; ARAÚJO-DAIRIKI, T. B.; GONÇALVES, L. U.; BOIJINK, C. de L.; DAIRIKI, J. K. Avaliação preliminar do desempenho zootécnico de juvenis de tambaqui alimentados com resíduos de bananeira. In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA AMAZÔNIA OCIDENTAL, 14., 2017, Manaus. **Anais...** Brasília, DF: Embrapa, 2018. p. 163-172. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/185557/1/XIV-Jornada-IC-163.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2023.

ROCHA, T. L. P. da; ARAÚJO-DAIRIKI, T. B.; GONÇALVES, L. U.; BOIJINK, C. de L.; DAIRIKI, J. K. Avaliação das respostas fisiológicas de tambaquis alimentados com resíduos de bananeira. In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA AMAZÔNIA OCIDENTAL, 15., 2018, Manaus. **Anais...** Brasília, DF: Embrapa, 2019. p. 107-116. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/207595/1/XV-Jornada-IC-p107a116.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2023.

SALEMDEEB, R.; ERMGASSEN, E. K. H. J. Z.; KIM, M. H.; BALMFORD, A.; AL-TABBAA, A. Environmental and health impacts of using food waste as animal feed: a comparative analysis of food waste management options. **Journal of Cleaner Production**, v. 140, p. 871-880, 2017.

SCHERER FILHO, C. **Inclusão de levedura na ração de juvenil de matrinxã**. 2020. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus. Orientadora: Dra. Cheila de Lima Boijink; Coorientador: Dr. Jony Koji Dairiki; coorientadora: Dra. Cláudia Majolo.

SCHERER FILHO, C.; SANTOS, G. A. N. dos; BOIJINK, C. de L.; DAIRIKI, J. K. **Obtenção e uso de levedura da indústria de álcool para formulação de ração para peixes onívoros amazônicos**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2021. 22 p. (Embrapa Amazônia Ocidental. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 39). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/229602/1/BPD39.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2023.

SILVA, L. I. P. da; FONSECA, F. A. L. da; GONÇALVES, L. U.; BOIJINK, C. de L.; DAIRIKI, J. K. Digestibilidade aparente do farelo de folhas de bananeira na nutrição de juvenis de tambaqui. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 55.; CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 28., 2018, Goiânia. **Anais...** Goiânia, GO: ABZ, 2018. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/182402/1/Resumo-expandido-Lorena-Silva-Jony-Dairiki.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2023.

SUPERCRCAC. 6.1 Premium. Ração de custo mínimo: TD Software 2013.

VIANA FILHO, G. B.; SILVA, L. I. P.; SCHERER FILHO, C.; DAIRIKI, J. K.; BOIJINK, C. L. **Sorgo de alto tanino na nutrição e sanidade de tambaquis parasitados por acantocéfalos e monogeneas**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2022. 22 p. (Embrapa Amazônia Ocidental. Circular técnica, 83). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/232668/1/CircTec83.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2023.

WERDER, U.; SAINT-PAUL, U. Experiências de alimentação com tambaqui (*Colossoma macropomum*), pacu (*Mylossoma* sp), jaraqui (*Semaprochilodus theraponura*) e matrinxã (*Brycon melanopterus*). **Acta Amazonica**, v. 9, n.3, p. 617-619, 1979.



Amazônia Ocidental

MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA E
PECUÁRIA



CGPE 18196