



Instituto Federal de Brasília
Campus Gama
Tecnologia em Alimentos

CAIO VINICIUS DE LACERDA VIEIRA

**POTENCIAL USO DE RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS PARA PRODUÇÃO DE
RAÇÃO PARA JUVENIS DE TAMBAQUI (*COLOSSOMA MACROPOMUM*)**

Brasília
2024



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Brasília

PARECER 5/2024 - CDOC/CGEN/DREP/DGGA/RIFB/IFBRASILIA de 6 de setembro de 2024

CAIO VINÍCIUS LACERDA VIEIRA

**POTENCIAL USO DE RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS PARA PRODUÇÃO DE RAÇÃO PARA JUVENIS DE TAMBAQUI
(*COLOSSOMA MACROPOMUM*)**

Monografia apresentada ao Curso Superior de Tecnologia em Alimentos do *Campus* Gama do Instituto Federal de Brasília
como requisito parcial para obtenção de título de Tecnólogo em Alimentos.

Aprovado em 06 de setembro de 2024

BANCA EXAMINADORA

(Assinado eletronicamente)

Profª. Dra. Débora Kono Taketa Moreira (Orientadora)

IFB – Campus Gama

(Assinado eletronicamente)

Profª. Dra. Mariana Schievano Danelon – Membro interno

IFB - Campus Gama

(Assinado eletronicamente)

Profª. Dra. Mirtza Fúlvica Maggioli – Membro interno

IFB - Campus Gama

Documento assinado eletronicamente por:

- **Debora Kono Taketa Moreira**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 06/09/2024 12:25:32.
- **Mariana Schievano Danelon**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 06/09/2024 12:27:15.
- **Mirtza Fulvia Maggioli**, TECNICO DE LABORATORIO AREA, em 06/09/2024 12:29:47.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 06/09/2024. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifb.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 561446

Código de Autenticação: 34bda82d89



Campus Gama
Lote 01, DF 480, None, Setor de Múltiplas
Atividades, GAMA / DF, CEP 72.429-005
None

Vieira, Caio Vinicius de Lacerda.

POTENCIAL USO DE RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS PARA
PRODUÇÃO DE RAÇÃO PARA JUVENIS DE TAMBAQUI
(COLOSSOMA MACROPOMUM) / Caio Vinicius de Lacerda Vieira ;
orientação Débora Kono Taketa Moreira. — Gama, DF: 2024.
53 f. ; 30 cm.

Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Alimentos) — Instituto
Federal de Brasília, Campus Gama, Gama, DF, 2024.
Orientador(a): Débora Kono Taketa Moreira.

1. nutrientes. 2. peixes da amazônia. 3. ração alternativa. I. Moreira,
Débora Kono Taketa, orient. II. Instituto Federal de Brasília. III. Título.

AGRADECIMENTOS

Ao concluir este trabalho, não posso deixar de manifestar a minha gratidão e apreço a todos aqueles que de alguma forma tornaram possível a realização do mesmo, e em especial:

Aos meus pais, Júnior e Elza, pessoas que me ensinaram que o maior tesouro do ser humano é seu conhecimento e seu caráter. Este trabalho jamais teria sido concluído se vocês não estivessem ao meu lado, ajudando, incentivando, sendo suporte nesse momento de estudo e aprimoramento pessoal e, para mim, exemplos de trabalho e dedicação. Ao longo de todos estes anos, após tanto trabalho, preocupação e experiências.

A eterna orientadora Débora Kono Taketa Moreira (senhorita Moreira), exemplo de vida. Ela jamais foi ditadora, impondo suas filosofias, foi na verdade grande incentivadora de meus devaneios estudantis por entender que aprendemos sempre com nossas investidas e erros. Sempre respeitou as particularidades de seus alunos, entendendo que cada ser humano é único, com sua carga de aptidões, virtudes e defeitos. Serei eternamente grato por ter permitido que eu fizesse parte de sua equipe e devo minha formação científica a este seu ato de generosidade.

Agradeço a todos os técnicos de laboratório pela atenção, cuidado e orientações sobre manuseio de equipamentos, substâncias e instrumentos.

Agradeço a toda equipe do IFB-Gama pelo cedimento da estrutura e pelos dias de trabalho dedicados para manter o instituto em funcionamento e formando novas gerações.

Agradeço também aos voluntários que me acompanharam durante o preparo e organização do laboratório.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Análise de pH e acidez	25
Figura 2. Análise de cinzas	26
Figura 3. Determinação de lipídios por soxhlet	26
Figura 4. Análise de proteína. Bloco digestor (A) e Destilador (B)	27
Figura 5. Farinha do resíduo de açaí.....	29
Figura 6. Ração controle (esquerda) e ração com açaí (direita)	42

LISTA DE TABELAS

TABELA 1. Níveis de proteína e gordura e tamanho de pellets recomendados para ração de peixes onívoros.....	16
TABELA 2. Formulação da ração para juvenis de Tambaqui.....	30
Tabela 3. Resultados das análises no resíduo de caroço de açaí em comparação com dados da literatura.	32
Tabela 4. Resultados das análises no resíduo de casca de cupuaçu em comparação com dados da literatura	34
Tabela 5. Resultados das análises de crueira em comparação com dados da literatura	36
Tabela 6. Resultados das análises no resíduo de casca de macaxeira em comparação com dados da literatura.	37
Tabela 7. Resultados das análises do resíduo de acerola em comparação com dados da literatura	38
Tabela 8. Resultados das análises fitoquímicas e capacidade antioxidante dos resíduos	41
Tabela 9. Resultados da avaliação física das rações.	42

RESUMO

A piscicultura cresce gradativamente ao longo dos anos e o Brasil tem destaque na criação de tambaqui, sendo a segunda maior espécie de produção. A alimentação pode representar de 60 a 80% do custo de produção dos peixes, sendo as fontes de proteínas as responsáveis pelo encarecimento. Nesse sentido, pesquisas apontam potencial nutritivo em resíduos agroindustriais, os quais podem vir a substituir completo ou parcialmente ingredientes em rações para peixes. Assim, o presente trabalho teve o objetivo de produzir e caracterizar rações para juvenis de tambaqui produzidas a partir de resíduos agroindustriais. Assim, os resíduos provenientes da extração de polpa de açaí, cupuaçu e acerola, e os resíduos da produção da farinha de mandioca (casca de macaxeira e a crueira) foram analisados de acordo com os métodos analíticos da AOAC (1997) para umidade, cinzas, extrato etéreo, proteínas e fibras. Os resíduos que se destacaram com consideráveis percentuais proteicos foram os resíduos de açaí, crueira e casca de macaxeira, com 3,85% a 3,86%. Além disso, no resíduo de açaí percebeu-se um bom potencial funcional, além de este ser o resíduo com maior descarte, cerca de 50% descartado como caroço. Então, em razão disso, com o resíduo de açaí foi realizada a produção de uma ração com inclusão de 10% de resíduo que se apresentou altamente porosa, com baixo índice de solubilidade e com uma alta densidade, apresentando um afundamento rápido. Dessa forma, percebeu-se que os resíduos são potenciais substitutos nutritivos de ingredientes para produção de rações alternativas para peixes e se recomenda métodos que provoquem expansão para produção de ração.

Palavras-chave: nutrientes, peixes da amazônia, ração alternativa.

ABSTRACT

Fish farming has been growing gradually over the years, and Brazil stands out in tambaqui farming, which is the second largest species in production. Among the costs of aquaculture, feed can represent 60 to 80% of the cost of fish production, with protein sources being responsible for the increase in price. In this sense, research indicates nutritional potential in agro-industrial waste, which can completely or partially replace ingredients in fish feed. Therefore, the present study aimed to produce and characterize feed for tambaqui juveniles produced from agro-industrial waste. Thus, the waste from the extraction of açaí, cupuaçu and acerola pulp, and the waste from the production of cassava flour (manioc peel and crueira) were analyzed according to the analytical methods of AOAC (1997) for moisture, ash, ether extract, proteins and fibers. The residues that stood out with considerable protein percentages were açaí, crueira and cassava peel residues, with 3.85% to 3.86%. In addition, açaí residue had good functional potential, in addition to the fact that this is a residue with a large amount of waste, with approximately 50% discarded as waste. Therefore, a feed was produced with the açaí residue with the inclusion of 10% of residue, which was highly porous, with a low solubility index and high density, presenting rapid sinking. Thus, the residues are potential nutritional substitutes for ingredients for the production of alternative fish feeds, and methods that promote expansion of feed production are recommended.

Keywords: nutrients, Amazonian fish, alternative feed.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	11
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	13
2.1. TAMBAQUI.....	13
2.2. RAÇÃO.....	14
2.3. FATORES ANTINUTRICIONAIS.....	17
2.4. NUTRIENTES E COMPOSTOS BIOATIVOS EM RAÇÕES PARA PEIXE.....	18
Mandioca (macaxeira e a crueira).....	19
Açaí.....	20
Cupuaçu.....	21
Acerola.....	22
3. OBJETIVOS.....	23
3.1. GERAL.....	23
3.2. ESPECÍFICOS.....	23
4. METODOLOGIA.....	23
4.1. COLETA E PRODUÇÃO DAS FARINHAS.....	23
4.2. ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DAS FARINHAS.....	24
Umidade.....	25
Cinzas.....	25
Lipídios.....	26
Proteínas.....	26
Fibras.....	27
4.3. Análise fitoquímica e capacidade antioxidante.....	28
Determinação de fenólicos totais.....	28
Determinação de flavonoides totais.....	28
Determinação da atividade antioxidante pelo método DPPH.....	28
Determinação da atividade antioxidante pelo método FRAP.....	29
4.4. PRODUÇÃO DA RAÇÃO.....	29
4.5. CARACTERIZAÇÃO FUNCIONAL DA RAÇÃO.....	31
Índice de solubilidade em água (ISA) e índice de absorção de água (IAA) das rações.....	31
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	32
5.1. RESÍDUOS.....	32
Análise fitoquímica e capacidade antioxidante.....	40
5.2. RAÇÃO.....	42
Caracterização física.....	42
Densidade aparente.....	43
Índice de solubilidade e absorção de água.....	43
6. CONCLUSÃO.....	44
7. REFERÊNCIAS.....	45

1. INTRODUÇÃO

A piscicultura, que atua na produção intensiva de peixes, tem crescido nos últimos anos. De acordo com dados da Associação Brasileira da Piscicultura (MEDEIROS *et al.*, 2019), a produção da piscicultura brasileira cresceu 4,9 % e chegou a 758.006 toneladas produzidas em 2019. No Brasil, um dos grandes produtores de pescado é a região norte, e a espécie nativa mais cultivada em 2019, segundo Notícias Agrícolas (2020), foi o tambaqui com 101,1 mil toneladas, o que representa 19,1% do total da produção brasileira, sendo considerada a segunda espécie mais cultivada, ficando atrás apenas da produção de tilápia (FOLHA WEB, 2020). Pereira (2011) explica que o tambaqui é muito cultivado no Brasil, devido ter disponibilidade de juvenis para comercialização durante o ano todo (ROLIM, 1995), hábito alimentar diversificado (SILVA *et al.*, 1991), rápido crescimento, boa conversão alimentar (VAL *et al.*, 1998), resistência a baixos níveis de oxigênio dissolvido na água (GRAEF, 1995) e boa aceitação pelo consumidor (HANCZ, 1993). Assim, muitos desses autores indicam esta espécie para a piscicultura nacional.

Além disso, a região amazônica tem sido vista como uma das mais promissoras para o avanço da área da piscicultura no Brasil (ROTA, 2011), pois inúmeros fatores contribuem para que essa seja a atividade zootécnica de maior potencialidade na região amazônica. Dentre estes, podem ser mencionadas a quantidade de recursos hídricos disponíveis (Rufino, 2002), a boa qualidade das águas (ARAÚJO-LIMA e GOULDING, 1998), as características físicas dos solos, a disponibilidade de mão de obra, mercado consumidor em expansão e a quantidade de espécies de peixes com potencial para criação em ambientes artificiais (VAL & HONCZARYK, 1995; PEREIRA, 2011).

Entretanto, o cultivo intensivo de peixes requer a utilização de uma alimentação balanceada, à base de rações que são formuladas com os mais diversos ingredientes e processos de elaboração, para um melhor aproveitamento dos peixes. Nesse modelo de cultivo, os custos com alimentação podem representar de 60 a 80% dos custos de produção de uma piscicultura (PEREIRA-FILHO, 1995). Um dos mais utilizados ingredientes é a farinha de peixe, uma mistura de carcaças de peixes cozidos, secos e triturados, que representa uma ótima fonte de proteína com alta digestibilidade para os peixes consumidores. Entretanto, este ingrediente está cada vez mais inviável, devido ao seu aumento de preço e baixa sustentabilidade (PEREIRA, 2011). Desse modo, os piscicultores buscam rações de baixo

custo e boa qualidade para que possam ter menos gastos com seus produtos. Não só a farinha de peixe, mas muitos outros ingredientes poderiam ser substituídos de acordo com a semelhança nutricional (FROTA, 2011), pois uma alternativa é a elaboração de rações com ingredientes não convencionais e que estejam dispostos na região de manejo dos peixes, uma vez que a maioria são importados de outras regiões, como o farelo de milho e o de soja. Nesse sentido, alguns autores sugerem que frutos e sementes deveriam ser uma fonte de alimento na piscicultura intensiva do tambaqui na Amazônia (PEREIRA-FILHO, 1995; SILVA, 1997; ARAÚJO-LIMA e GOULDING, 1998).

Alguns estudos têm revelado ser possível o uso de resíduos vegetais como ingredientes em rações para peixes, com bons resultados no desempenho zootécnico dos mesmos (MORI-PINEDO *et al.*, 1999; SILVA; FILHO e OLIVEIRA-PEREIRA., 2003; KAUSHIK *et al.*, 2004; KALITA *et al.* 2006; OISHI, 2007). Nesse sentido, o setor de agroindústrias de frutas tem crescido bastante no Brasil nos últimos anos. Do total de frutas processadas, 40% são resíduos que precisam de um destino apropriado (MENDES E GILAVERT, 2007).

Entretanto, a maioria dos resíduos empregados nos estudos de digestibilidade aparente é proveniente das cascas e sementes, que são conhecidas por apresentarem diversos fatores antinutricionais (FRANCIS *et al.*, 2001; BARCELOS *et al.*, 2001). Estas são substâncias que dificultam ou impedem a utilização do alimento pelos animais, afetando os processos digestivos e a saúde do animal, com reflexos no desempenho produtivo dos peixes (THORPE & BEAL, 2001). Porém, o uso de métodos de obtenção da ração comercial como a extrusão, inativa parcialmente os fatores antinutricionais, devido ao uso de altas temperaturas (CHENG; HARDY, 2003), que chegam a de 130-150°C (LOVELL, 1985).

Diante do exposto, o trabalho objetivou caracterizar farinhas de resíduos agroindustriais provenientes da produção de polpa de frutas para aplicação em rações para peixes, em específico para os juvenis de tambaqui.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. TAMBAQUI

Segundo Oliveira (2014) o tambaqui (*Colossoma macropomum*), também conhecido popularmente como Pacu Vermelho, é um peixe de água doce comercializado e manejado em tanques rede ou tanques escavados na região Norte, além dos Estados de Mato Grosso, Goiás, São Paulo, Minas Gerais e Paraná. É um peixe de escamas, com corpo romboidal, alto, achatado e serrilhado no peito. Apresenta uma dentição poderosa, adaptada para quebrar as duras castanhas que fazem parte de sua dieta. Em suas brânquias, podem ser observados espinhos longos e finos. Possui nadadeira adiposa curta, com raios na extremidade, dentes molariformes e rastros branquiais longos e numerosos. Sua coloração é parda, na metade superior, e preta, na metade inferior do corpo, mas pode variar para mais clara ou mais escura dependendo da cor da água (OLIVEIRA, 2014). Pode alcançar mais de 1 m de comprimento, peso superior a 30 kg e sua alimentação é baseada principalmente em sementes de castanheiras e de palmeiras, mas pode se alimentar também de plâncton, frutas, insetos aquáticos, caracóis, sementes, grãos de cereais, pequenos peixes, folhas e brotos de plantas aquáticas (SOUSA *et al.*, 2016). Entretanto, o Serviço Nacional de Aprendizagem Rural (2019) informa que a dieta de plâncton é mais intensa para os peixes juvenis, sendo complementada por frutos, sementes e pequenos insetos na fase adulta, sendo considerado um peixe onívoro (GOULDING, 1998).

Em relação ao seu modo de reprodução, segundo Goss (2019) é necessário a aplicação de hormônios para induzir as matrizes à reprodução, uma vez que o tambaqui não se reproduz de forma espontânea em cativeiro. Além disso, o uso de alevinos de qualidade e com boa genética é um dos fatores principais para o sucesso na criação de tambaqui em cativeiro na região Norte. Moraes e O'Sullivan (2016) mostraram que em sistema de criação controlada a reprodução artificial do tambaqui pode ser induzida até duas vezes por ano por fêmea. Os reprodutores percebem os fatores ambientais como a temperatura da água e alterações nas taxas pluviométricas que exercem forte influência na produção de gametas durante a estação reprodutiva da espécie (RIBEIRO e MOREIRA, 2012; GALO *et al.*, 2015).

Ademais, a criação de tambaqui é dividida basicamente em três fases: larvicultura, produção de juvenis e engorda. Na larvicultura, os peixes são criados da eclosão até o peso médio individual (PMI) de 0,5 a 1 g durante 30 a 45 dias; a produção de juvenis, que é a próxima etapa, dura cerca de 60 dias, e o PMI dos peixes fica entre 40 e 50 g. Por fim, na

engorda, o tempo é variável, pois depende do peso de abate e da preferência pelo consumidor (DAIRIKI e SILVA, 2011).

O tambaqui foi a segunda espécie de peixe com maior produção nacional em 2019 (101,1 mil toneladas; 19,1% do total da piscicultura brasileira), ficando atrás apenas da produção de tilápia (FOLHA WEB, 2020). Rondônia lidera o ranking, com 100% da produção do país (77 mil toneladas em 2017) de espécies nativas e o Mato Grosso aparece em segundo lugar, com 60.134 toneladas (97% do total) (CAMOLEZE, 2019).

Entre os desafios enfrentados para a produção estão a reprodução continuada durante todo o ano; adoção de sistemas eficientes de produção; elaboração de rações específicas para a espécie; melhoramento genético (EMBRAPA/SEBRAE/MPA); e o grande entrave: espinho intra muscular em forma de "Y" (MENEZES, 2015), características dos peixes nativos do Brasil. Assim, nos últimos anos houve um número elevado de pesquisas em volta de tal espécie em decorrência da sua alta produção.

2.2. RAÇÃO

Para se ter uma ideia do quanto já se foi produzido e qual a margem de venda e seu potencial de comércio, ressalta-se que Vale (2015) relatou que a Fábrica de Ração "Peixes da Amazônia" ainda estava operando em baixa capacidade em 2014, mas já produzia cerca de 400 toneladas por mês para peixes carnívoros e onívoros. Cerca de 50 toneladas eram vendidas mensalmente para os piscicultores do Juruá/AM e a primeira venda interestadual foi um carregamento com 50 toneladas de ração para Rondônia.

Agora quanto a forma de produção e alguns detalhes, ressalta-se que as rações podem ser constituídas por ingredientes de origem animal e vegetal, como farinha de peixe e farelo de soja, respectivamente (AREVALO, 2019), para suprir as necessidades nutricionais de proteínas, carboidratos, lipídios e minerais. Para os peixes herbívoros e onívoros é comum a inclusão de ingredientes de origem animal, pois oferecem uma boa gama de proteínas de alta digestibilidade, e ingredientes vegetais como farelo de milho, farelo de soja e farinha de mandioca (TEIXEIRA, 2020). Atualmente é prática comum nas fábricas de ração a suplementação de todos os minerais e vitaminas por meio da inclusão de núcleos ou premixes minerais e vitamínicos. Contudo, alguns parâmetros devem ser considerados quando vamos escolher qual a melhor ração para uma determinada espécie, dentre essas características, podemos destacar o tipo de processamento, o nível de proteína, a concentração energética, a digestibilidade, a composição em ingredientes e a granulometria da ração.

Nesse sentido, as rações para peixes são formuladas de acordo com o estágio de crescimento do peixe, a espécie de uso final e o custo benefício de cada ingrediente. Ademais, rações são formuladas a partir de métodos como a extrusão e a peletização, sendo a extrusão o método que possui maior possibilidade de flutuamento e menos geração de finos, porém com alto investimento inicial (AREVALO, 2019). Geralmente, os ingredientes passam por pré-processamento, como cozimento, trituração e secagem. No caso de ingredientes de origem animal, geralmente são fervidos, secos e triturados. Já os de origem vegetal são normalmente apenas triturados até atingir uma determinada granulometria. É importante ressaltar que a moagem influencia diretamente na qualidade da ração, pois quanto menor a área de superfície dos ingredientes, melhor a aglutinação durante a peletização ou extrusão.

O método de peletização consiste em compactar mecanicamente a dieta, por meio do aquecimento (50 a 60 °C) por atrito mecânico que envolve prensagem da mistura dos ingredientes por rolos compressores contra uma matriz e a temperatura dessa mistura é elevada para uma faixa entre 50 a 90 °C (MILLAN, 1987). Por sua vez, a extrusão é um método de processamento de tempo curto e de alta temperatura (high-temperature short-time, HTST), que é usado para produzir uma ampla gama de produtos alimentícios para consumo humano e animal, usando o mesmo equipamento básico da peletização com pouca modificação (AREVALO, 2019). A técnica tem sido aplicada extensivamente com matérias-primas como milho, trigo, arroz e, mais recentemente, soja (SIMON, 2009). Durante o processo de extrusão, as moléculas constituintes da mistura de rações são submetidas a uma sucessão de tratamentos quase instantâneos envolvendo altas tensões de cisalhamento, pressões e temperaturas, todos os quais representam um desafio na avaliação do teor de nutrientes retidos no produto tratado (PLATTNER, 2007).

Arevalo (2019) afirma que a qualidade do produto extrudado e a perda de valor nutricional durante a extrusão são determinadas por uma série de fatores, incluindo tamanho de partícula e nível de umidade da mistura de alimentação, pré-condicionamento do material antes da extrusão, configuração da extrusora, comprimento do parafuso e velocidade de rotação, pressão do cilindro e perfil de temperatura. O mesmo autor afirma que usando esta tecnologia, é possível controlar várias características do produto final, como densidade (que determina a velocidade de afundamento), diâmetro (0,8 a 30 mm) e inclusão de matérias-primas frescas no pré-condicionador. Além disso, alimentos extrudados apresentam maior digestibilidade, alta estabilidade, menor risco de contaminação bacteriana, aumento da quantidade de matérias-primas de baixo custo (grãos de cereais) e maior durabilidade para

manuseio e armazenamento. A desvantagem é que o equipamento de extrusão é mais caro que o equipamento de peletização.

Kubitza (2009) denota a composição adequada e os tamanhos dos pellets para rações para peixes carnívoros e onívoros preparados com uma extrusora de parafuso único de 85 mm, cuja a indicação para peixes juvenis onívoros, ou seja de peso entre 1g e 200g, está na tabela 1.

TABELA 1. Níveis de proteína e gordura e tamanho de pellets recomendados para ração de peixes onívoros.

Peixe Onívoro			
Peso dos peixes (g)	Proteína (%)	Gordura (%)	Tamanho (mm)
> 0.5	40 - 50	10 - 15	< 0.5
0.5 – 4.9	40 - 45	10 - 15	0.5 - 1.0
5 – 19.9	35 - 40	8 - 10	2.0
20 – 199	32 - 35	8 - 10	3.0 – 4.0

Fonte: (KUBITZA, 2009).

Assim, partindo para a espécie alvo do presente trabalho, DAIRIKI e SILVA (2011) determinaram que a exigência protéica de juvenis de tambaqui ($50,3 \pm 0,26$ g) é de 36%, com maior incremento de proteína corporal e melhor desempenho zootécnico. É importante levar em consideração esse teor de proteína, pois a proteína em excesso pode ser catabolizada e eliminada na forma de amônia pelas brânquias dos peixes e causar sérios problemas, pois o nitrogênio é considerado a principal fonte de poluição, podendo resultar em elevada eutrofização, produzindo compostos tóxicos aos peixes e, no caso de predomínio de cianobactérias, prejudicar as características organolépticas da carcaça por provocar o “off flavor” ou o popularmente conhecido “gosto de barro” (DAIRIKI e SILVA., 2011).

Além , segundo Pezzato (2009), para formulação de uma dieta, é imprescindível o conhecimento sobre os valores nutritivos de alimentos concentrados de origem vegetal, pois alguns podem apresentar deficiência de alguns nutrientes. Por isso, a determinação de digestibilidade dos nutrientes tem sido muito importante na área de nutrição na aquicultura,

uma vez disso que é possível avaliar ingredientes ou a qualidade das rações (SADIKU e JUANCEY, 1995).

Nesse sentido, Anselmo (2008) avaliou a inclusão de 30% dos resíduos de acerola; jenipapo; camu-camu e araçá-boi em um modelo de ração comercial, obtendo-se bons resultados de coeficiente de digestibilidade aparente (CDA) para a matéria seca, proteína, extrato etéreo e extrato não nitrogenado. O autor indicou que os resíduos de acerola e jenipapo podem vir a ser utilizados como fonte de proteína em dietas visando à alimentação de juvenis de tambaqui, pois apresentam taxa de retenção de proteína com menor deposição de lipídeos em relação aos demais ingredientes testados.

2.3. FATORES ANTINUTRICIONAIS

Fatores antinutricionais são substâncias que dificultam ou impedem a utilização dos nutrientes dos alimentos pelos animais, seus processos digestivos podem afetar a saúde do animal, refletindo num baixo desempenho produtivo dos peixes (THORPE & BEAL, 2001). Estes fatores antinutricionais, quando presentes nos alimentos, podem causar mudanças no metabolismo, hemorragias, gastroenterites, necrose hepática e nefrites aos animais expostos (PINTO *et al.* 2000). Desse modo, autores afirmam que a maioria dos resíduos empregados nos estudos de digestibilidade aparente é proveniente das cascas e sementes, que são conhecidas por apresentarem diversos fatores antinutricionais (FRANCIS *et al.*, 2001; BARCELOS *et al.*, 2001)

Nesse sentido, Arevalo (2019) afirma que taninos presentes no farelo de arroz, ainda engordurado, são tóxicos para os peixes, pois formam complexos com proteínas e com enzimas digestivas, o que interfere na sua utilização nutricional, alterações de paladar (SILVA; SILVA, 1999) e ainda ocasionam lesões no trato intestinal (ORTIZ *et al.*, 1994) (STECH; CARNEIRO; CARVALHO, 2010). Stech, Carneiro e Carvalho (2010) afirma que o farelo de soja possui inibidores das proteases tripsina e quimotripsina, antinutrientes que afetam a digestão e fisiologia dos animais. Os inibidores de tripsina da soja, que podem representar até 2% do conteúdo proteico, impedem a completa utilização de suas proteínas pelo organismo dos monogástricos, paralisando a ação da tripsina, responsável pela digestão das proteínas (STECH; CARNEIRO; CARVALHO, 2010). Além desses, o farelo de algodão é um perfeito exemplo de produto inviável para a produção de ração, devido a um pigmento denominado gossipol, presente em toda a planta do algodão, que, na sua forma livre (tóxica),

se liga à proteína e deixa os aminoácidos indisponíveis, além desse farelo deter baixos níveis de lisina e alto teor de fibra (LIMA, 2013).

Cheng e Hardy (2003) afirmaram que a extrusão - processamento mais elaborado e que envolve umidade, pré-condicionamento, alta pressão (30 a 60 atm) e temperatura elevada (130-150°C) (LOVELL, 1985) inativa alguns fatores antinutricionais. Em estudo com juvenis de pacu (*Piaractus mesopotamicus*) Stech, Carneiro e Carvalho (2010) avaliaram a atividades dos inibidores de tripsina, hemaglutinante e teores de taninos no farelo de soja e na soja crua e processada, obtendo coeficientes de digestibilidade para a soja extrusada de $95,23 \pm 0,23\%$, bem melhores que para a soja crua, que apresentou menor teor de proteína digestível, diferindo estatisticamente do farelo de soja extrusado. Nesse sentido, o mesmo autor afirma que por mais que se tenha diferentes estudos avaliando tratamentos térmicos para melhorar a qualidade nutricional da soja crua, amenizando a ação dos fatores antinutricionais, ainda não se chegou a uma norma técnica, pois de acordo com Sgarbieri e Whitaker (1982), o controle deste tratamento apresenta alguns complicadores, já que as atividades hemaglutinante e antitriptica apresentam grande diferença quanto à estabilidade ao calor. Além disso, as leguminosas, dadas às suas diferenças estruturais e químicas, apresentam diferentes respostas a este tratamento térmico (STECH; CARNEIRO; CARVALHO, 2010).

2.4. NUTRIENTES E COMPOSTOS BIOATIVOS EM RAÇÕES PARA PEIXE

Segundo Ribeiro *et al.* (2012), compostos bioativos são aqueles que afetam benéficamente uma ou mais funções alvo no corpo, além de possuir os adequados efeitos nutricionais, de maneira que seja tanto relevante para o bem-estar e a saúde quanto para a redução do risco de uma doença. Os autores também afirmam que é necessário ter um consumo regular e uma preparação adequada para atingir suas funcionalidades. Os alimentos funcionais podem ser classificados de dois modos: quanto à fonte, de origem vegetal ou animal, ou quanto aos benefícios que oferecem, atuando em seis áreas do organismo: no sistema gastrointestinal, no sistema cardiovascular, no metabolismo de substratos, no crescimento, no desenvolvimento e diferenciação celular e no comportamento das funções fisiológicas.

Atualmente, além de ser comum adicionar estes compostos como ingredientes nas rações, também está sendo promissor utilizar desde produtos que contenham microorganismos e seus derivados, denominados probióticos e prebióticos, extratos de

plantas e de animais, até adjuvantes e fatores nutricionais diversos. Estes produtos são conhecidos como imunostimulantes, e têm propriedades capazes de estimular o sistema imune por conferirem um aumento na atividade das células fagocitárias, na produção de lisossomos e anticorpos, diminuir o estresse do manejo reduzindo assim, as perdas causadas pelas doenças. Os imunostimulantes, adicionados a ração de maneira profilática, podem beneficiar a aquicultura, principalmente nas fases iniciais do cultivo, quando os peixes estão mais susceptíveis a doenças (RIBEIRO, 2019).

2.5. PROPRIEDADES DOS RESÍDUOS

Mandioca (macaxeira e a crueira)

Existem dois tipos de mandioca: 1) mansa ou doce e 2) brava ou amarga. O sabor amargo está associado ao potencial cianogênico, relacionado à capacidade de liberação do ácido cianídrico (HCN), que é altamente tóxico (Coursey & Halliday, 1974), resultante da transformação dos glicosídeos cianogênicos (linamarina e lotaustralina). O Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) estabeleceu como critério para classificar as mandiocas mansas o limite máximo de 100 ppm de HCN na polpa crua das raízes (Lozano *et al.*, 1993). Não há entre esses dois grupos qualquer característica morfológica da planta que permita distingui-los (Sniffen *et al.*, 2000). Pereira (2011) afirma que a raiz contém cerca de 80% de amido, sendo destes 70% amilopectina e 20% amilose. Na composição bromatológica da raiz de mandioca em base seca, o extrato não nitrogenado representa cerca de 90% da raiz.

Um dos resíduos da produção de farinha de mandioca é a raspa de mandioca, que para Cavalcanti (2000) são pedaços ou fragmentos secos de raízes de mandioca. Por este nome também são conhecidas as cascas secas resultantes do descascamento das raízes para produção de farinha de mesa. Outro resíduo é a crueira, que são fragmentos de mandioca ralada que não passaram nas malhas da peneira na produção de farinha de mandioca. Estima-se que cerca de 10% da mandioca utilizada na fabricação de farinha é eliminada na forma de crueira (CHENG *et al.*, 2003). Esse subproduto, composto por fiapos, entrecasas e cepas, após secagem, pode apresentar na sua composição em média 69% de amido; 15% de fibra bruta; 9,52% de umidade; 0,8% extrato etéreo; 0,7% de cinza e 0,7% de proteína bruta (ABRAHÃO, 2006).

Assim, a mandioca é um dos alimentos alternativos utilizados na alimentação animal, podendo gerar vários tipos de subprodutos ao longo do seu processamento (Nascimento *et al.*,

2005). Geralmente, a raspa da raiz integral é utilizada na alimentação de aves, pois apresenta um nível energético em torno de 3.138 Kcal/Kg (ROSTAGNO *et al.*, 2000), podendo também ser utilizada como sucedâneo do milho em rações para peixes (ARAÚJO, 2010).

Araújo (2010) avaliou alimentos alternativos regionais do Semiárido Nordeste como as farinhas do feno de maniçoba (FM), do feno de leucena (FL) e do feno da folha de mandioca (FFM), bem como a raspa de mandioca (RM) e os resíduos de vitivinícola (RV) para tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). O estudo indicou que o feno de leucena, a raspa de mandioca e o resíduo de vitivinícola são promissores para a formulação de rações para a tilápia do Nilo, o primeiro como fonte proteica e os últimos como fontes energéticas. Nesse mesmo artigo os autores encontraram valores de coeficiente de digestibilidade para a raspa de mandioca de 72,85; 84,51; 70,62 e 81,78, para MS (massa seca) PB (proteína bruta) EB (energia bruta) EE (extrato etéreo), respectivamente, ou seja, quanto mais próximo de 100 melhor a digestibilidade. Em relação a composição porcentual da raspa de mandioca, o artigo levantou valores de Matéria seca (93,21%); Matéria mineral (4,68%); Proteína bruta (2,59%); Energia bruta (3.802,36 kcal) e Extrato etéreo (1,25%).

Ademais, Pereira Júnior (2011) fez a utilização da crueira em substituição do farelo de milho em 60 a 100% do total do ingrediente presente, apresentando os mesmos resultados de crescimento em comparação ao ingrediente substituído na ração para juvenis de tambaqui, permitindo o menor custo na elaboração das rações, além de permitir um menor preço a cada grama que o peixe ganha.

Açaí

O açaizeiro (*Euterpe oleracea* Mart.) é nativo da Amazônia brasileira, sendo o estado do Pará o principal centro de cultivo dessa planta. Do fruto do açaizeiro, a polpa corresponde a 15%, e dela é feito o tradicional consumo na alimentação, já o caroço corresponde a 85% do peso total do fruto (NOGUEIRA *et al.*, 2005).

A composição química-bromatológica do resíduo do açaí (só o caroço), em base seca, apresenta matéria seca de 62%, proteína bruta de 4,0 %, fibra bruta de 37,5% (fibra detergente neutro de 93,9% e fibra em detergente ácido de 64,9%), extrato etéreo de 1,82%, extrato não nitrogenado de 54,3% e matéria mineral de 2,34% (TOWNSEND *et al.*, 2001).

A quantidade de resíduo gerado pelo seu principal uso (obtenção da polpa) é um problema, e uma das alternativas para o aproveitamento do caroço é também na alimentação de animais, apesar de ter pouco valor nutricional e possuir bastante fibra, podendo ser

incluído na ração de frangos de corte em seu estágio inicial de desenvolvimento, em até 10% (ARRUDA *et al.*, 2018).

Guimarães *et al.* (2004) avaliaram o desempenho de tambaqui em policultivo com jaraqui, alimentados com resíduos agrícolas e florestais, um dos resíduos utilizados foi o caroço do açaí e a sua casca, após a retirada da polpa, e concluíram que produtos diversos podem servir na elaboração da alimentação suplementar de tambaqui, e consequentemente pode ser substituto para a ração industrializada (GUIMARÃES *et al.*, 2004).

Cupuaçu

O cupuaçuzeiro (*Theobroma gradiflorum* L.) é uma árvore típica da região Amazônica. A polpa, que corresponde a 35% a 45% do peso do fruto, é ácida, de cor amarela, branca ou creme, de sabor e aroma agradáveis, sendo consumida, principalmente, na forma de suco, sorvete, picolé, creme, iogurte, doce, compota, bolo, licor, geleias e outras iguarias. A produção brasileira de polpa de cupuaçu se situa entre 12.000 e 15.000 t/ano, sendo que mais de 80% é oriunda de pomares comerciais (CARVALHO *et al.*, 2004).

As sementes, resíduo do processo de extração da polpa de cupuaçu, ainda não são muito aproveitadas para formulação de alimentos industrializados, apesar de diversas pesquisas científicas já terem sido realizadas a fim de fornecer conhecimento tecnológico para implementação industrial desta matéria-prima (Lopes *et al.*, 2008). Deve-se também ao fato de a disponibilidade desse resíduo variar entre regiões e estações do ano, o que dificulta a padronização das dietas (SILVA, 2017). Contudo, como informa Carvalho (2011), o resíduo de cupuaçu pode ser utilizado para produção do cupulate (chocolate de cupuaçu), devido à semelhança botânica e química com a semente de cacau, possibilitando a sua utilização na fabricação de produtos similares ao chocolate; e na indústria de cosméticos, como, por exemplo, utilizando o óleo, retirado da semente, beneficiando-o e dando-lhe encaminhamento para a indústria de cosméticos. Assim, após a retirada do óleo, o resíduo gerado denomina-se torta de cupuaçu, este possui 93,52% de MS; 12,59% de PB; 12,33% de extrato etéreo (EE); 4,36% de cinzas (CZ) (SALMAN, 2014). Além desse resíduo, também são descartadas as cascas do fruto, as quais Silva (2021) encontrou 9,69% de umidade; 15,92% de proteína; 2,74% de cinzas; 52,72% de fibra bruta; 67,82% de carboidratos; 3,83% de lipídios e pH de 5,38.

No estudo de Carvalho (2011) foi avaliada a inclusão de 30% de torta de cupuaçu em um modelo de ração comercial na dieta de juvenis de tambaqui, resultando em diminuição do

coeficiente de digestibilidade devido à presença de muita fibra no resíduo, a partir disso o artigo conclui que estudos futuros devem avaliar níveis abaixo de 30% de inclusão de torta de cupuaçu e seus efeitos no desempenho zootécnico de juvenis de tambaqui. Frota (2011) avaliou a influência de níveis crescentes de inclusão da torta semi-desengordurada de semente de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* Schumann) sobre as características físicas das rações e observou pior desempenho na flutuação nas rações de 10 % e 15% de inclusão, concluindo assim que a inclusão da torta de semente de cupuaçu altera os parâmetros físicos da ração. Assim, o resíduo de cupuaçu não é um bom substituto para aplicar em rações para peixes, pois além de diminuir a digestibilidade causa instabilidade na flutuação.

Acerola

A acerola, um fruto rico em vitamina C, ferro, cálcio e fósforo, (SANTOS, 2021). Além disso, possui antocianinas e carotenóides, pigmentos antioxidantes responsáveis pela coloração vermelha-amarelada dos frutos (STORCK *et al.*, 2016).

A acerola (*Malpighia puniceifolia* L.) produz quantidade significativa de polpa comestível (70 a 80%), o restante, é referente a casca e sementes que são desprezadas (DANTAS, 1994). A composição química da farinha da semente de acerola indica que este resíduo possui potencial para a suplementação de dietas, principalmente em termos de carboidratos, fibras alimentares e proteínas, já que o resíduo de acerola com umidade (9,4%) e alto teor calórico (332 kcal) oriundo de 3,2 g de lipídios, 16,94 g de proteína e 57,24 g de carboidratos. Além de apresentar alto conteúdo de fibra bruta (26,54%), cinzas (0,44%), ácido ascórbico (66 mg) e minerais como ferro (37,23 mg/100g), cálcio (41,76 mg/100g), potássio (41,39 mg/100g), magnésio (22,24 mg/100g), zinco (0,09 mg/100g), manganês (0,74 mg/100g), fósforo (0,08 mg/100g) e cobre (0,15 µg/100g). Na fração lipídica foi encontrado os ácidos graxos: oleico (31,9%), linoleico (29,2%), palmítico (21,8%), esteárico (13,9%) e linolênico (1,3%) (Aguilar *et al.*, 2010)..

Martins (2019) avaliou o resíduo de acerola quanto a fatores antinutricionais e encontrou 13,50 mg/100g para Oxalato, 0,95 % de Fitato; 0,51 mg/100g de Nitrato, 0,13 g/100g de Saponinas e nenhuma atividade hemaglutinante. Sousa *et al.* (2014) também encontraram resultados semelhantes para Oxalato (12 mg/100g). De acordo com Ogbadoyi *et al.* (2006), o oxalato apresenta baixo limiar de toxicidade, sendo que a dose mínima considerada letal para pessoas adultas é em torno de 5 g. Este valor encontrado na pesquisa de Martins (2019) representa menos que 15% da dose letal para uma pessoa adulta com peso

médio de 75 Kg. Assim, considerando que o peixe juvenil possui 50 a 200 g, essa quantidade de oxalato presente na acerola seria fatal, mas tudo dependerá da porcentagem de inclusão deste resíduo na ração e do método de peletização que possivelmente inativará tal composto antinutricional.

Em um estudo que objetivou avaliar o desempenho zootécnico e a digestibilidade por juvenis de tambaqui alimentados com rações extrusadas com diferentes resíduos de frutos amazônicos, Anselmo (2008) obteve 67,3% de ganho de peso, o que não foi maior do que na ração controle, mas superior aos demais resíduos analisados. Contudo, o autor também observou um coeficiente de digestibilidade nulo quanto aos carboidratos do resíduo de acerola, mas comum aproveitamento dos demais nutrientes do resíduo e, por fim concluiu que os resíduos de acerola e jenipapo podem vir a ser utilizados como fonte de proteína em dietas visando à alimentação de juvenis de tambaqui.

3. OBJETIVOS

3.1. GERAL

Caracterizar e avaliar o potencial nutritivo das farinhas de resíduos agroindustriais para aplicação em rações para peixes.

3.2. ESPECÍFICOS

- Caracterizar físico-quimicamente as farinhas obtidas;
- Avaliar e escolher as principais combinações nutricionais entre as farinhas obtidas;
- Elaborar uma formulação de ração com resíduos agroindustriais;
- Caracterizar tecnologicamente as rações obtidas;
- Realizar a composição centesimal teórica das rações;
- Realizar análise fitoquímica e de capacidade antioxidante das rações.

4. METODOLOGIA

4.1. COLETA E PRODUÇÃO DAS FARINHAS

Os resíduos agroindustriais (RA) utilizados para a elaboração das farinhas foram os resíduos do processamento de açaí, acerola, cupuaçu e mandioca. Os resíduos provenientes do processamento de frutas foram doados por uma fábrica de polpas de frutas (2°00'27.4"S54°05'04.4"W) e os resíduos do processamento de mandioca foram coletados junto a agricultores familiares, ambos do município de Monte Alegre - PA. A coleta dos

resíduos agroindustriais (RA) de frutas foi realizada após o despulpamento dos frutos, e posteriormente, em uma lona plástica preta, os RA foram expostos ao sol durante 6 (seis) horas por dia ao longo de 25 (vinte e cinco) dias para secagem completa. Após desidratados, foram triturados em triturador elétrico próprio para trituração de plantas, sementes e cascas. Já triturado, o material foi peneirado em peneira com abertura da malha de 4 mm, com o objetivo de padronizar as partículas. Após o peneiramento, os resíduos em forma de farinha, foram armazenados em sacos plásticos transparentes de 20 Kg e pesados em balança digital, identificados, e armazenados no laboratório de aquicultura da Universidade Federal do Oeste do Pará – UFOPA/CMAL até serem mandados para o laboratório de análise de alimentos do IFB campus Gama. Ressalta-se que Foram obtidas amostras de resíduos agroindustriais de dois tipos de açaí, sendo denominados de açaí 1 e açaí 2, apenas para verificar se havia diferença na composição do caroço em diferentes localidades.

As cascas de mandioca foram coletadas após o descascamento da raiz. O resíduo foi exposto ao sol por 10 (dez) dias e triturado em triturador elétrico. Após trituradas, as cascas foram peneiradas adquirindo aspecto de farinha. A crueira foi coletada logo após a confecção da farinha de mandioca, e desidratada em forno de zinco aquecido a lenha com fogo baixo por 40 minutos. Após a desidratação, o resíduo ficou em descanso por duas horas, e em seguida foi triturado em liquidificador. Após triturada, a crueira foi peneirada em peneira com granulometria de 4 mm de abertura para padronização dos tamanhos das partículas. A metodologia de armazenamento para ambos foi a mesma utilizada para os resíduos de frutas já mencionados anteriormente.

4.2. ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DAS FARINHAS

Todas as análises foram realizadas em triplicata, conforme as normas do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008).

Acidez e pH

Para a determinação do pH das amostras, foram pesados 1 g de cada resíduo em um erlenmeyer e adicionado 50 ml de água (Figura 3). Após a calibração do potenciômetro com solução de pH 4 e 7, o eletrodo foi mergulhado na amostra e o valor do resultado, anotado. Quanto a acidez, a mesma amostra utilizada para medir o pH foi utilizada para medir a acidez, por meio da titulação com hidróxido de sódio 0,01 mol/L, utilizando a fenolftaleína

como indicador. Após a viragem de cor, o volume gasto foi anotado e resultado expresso em equivalente molar.

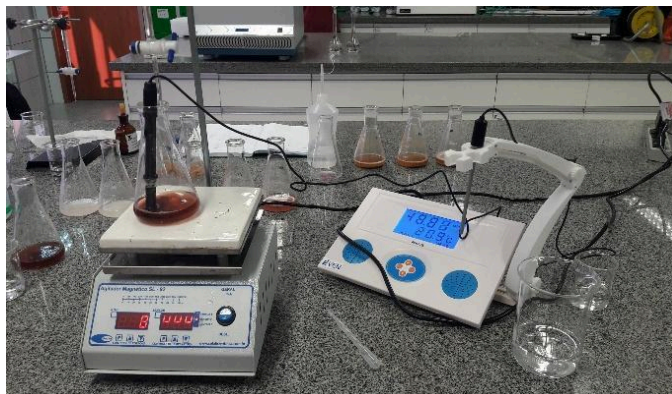


Figura 1. Análise de pH e acidez (Fonte: autor)

Umidade

A princípio foram montados POP's (procedimentos operacionais padronizados) para cada análise realizada neste projeto. Assim, para a análise de umidade foram selecionados 3 cadinhos, limpos e marcados, para cada amostra. Fazendo uma análise em triplicata para cada resíduo. Posteriormente, os cadinhos foram tarados a 550°C por 1 hora, resfriados em dessecador e pesados em balança analítica. Em seguida, 1 g de amostra foi pesado nos cadinhos e levados para estufa a 105°C até o peso constante. A partir disso, a umidade foi calculada pela diferença de peso e os resultados expressos em porcentagem.

Cinzas

Montado o POP para a análise de cinzas foram separados 3 cadinhos limpos, tarados a 550 °C e marcados, para cada amostra. Cada cadinho recebeu 1g de amostra, levado à mufla a 200°C e a temperatura foi aumentada a 50°C a cada 30 minutos, até atingir a temperatura final de 550 °C, onde permaneceu por um tempo de 5h. Posteriormente, os cadinhos foram retirados da mufla, a qual estava a 200°C ou menos, e colocados no dessecador até que atingissem temperatura ambiente para então serem pesados (Figura 2). O teor de cinzas foi calculado pela diferença de peso e os resultados expressos em porcentagem.



Cadinhos após análise de cinzas (Fonte autor)

Lipídios

Para determinação de lipídios foi utilizado o método de Soxhlet e a análise realizada em triplicata. Assim, foram pesadas 2 g de amostra em papel filtro dobrado na forma de tubo fechados com grampeador e vedados com algodão. Posteriormente, os cartuchos com as amostras foram colocados no extrator de Soxhlet (Figura 3) com 50 ml de éter de petróleo por 4 h. Após esse período, os frascos de vidros foram retirados do extrator, levados à estufa a 105 °C por 1h, resfriados em dessecador e pesados. O resultado foi obtido por gravimetria e expresso em grama de extrato etéreo por 100 gramas de amostra.



Figura 3. Determinação de lipídios por soxhlet (Fonte: autor)

Proteínas

Para determinação de proteína dos resíduos foi utilizado o método de kjeldahl. Assim, foram pesados 0,1 g de cada amostra em um pedaço de papel vegetal, em quadruplicata, transferidas para tubo de vidro do bloco digestor e adicionado 8 ml de ácido sulfúrico e 0,5 g de catalisador ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$: K_2SO_4 na proporção de 1:10, respectivamente). Os tubos foram levados para o bloco digestor (Figura 4 A) e foi aquecido até 350 °C (rampa: 50 °C a cada 30 min), os tubos foram tampados com cadinhos e todo o aquecimento ocorreu na capela. Depois de 4h de digestão, ou então até que ocorresse a total digestão, os tubos foram transferidos um a um para o extrator de nitrogênio (Figura 4 B) e adicionados 30 ml de soda

60% vagarosamente. Para fixação da amônia liberada pela destilação da amostra foram utilizados 15 ml de ácido bórico 4% com 3 gotas de indicador misto (vermelho de metila e azul de metileno 0,1 % na proporção de 4:1 em etanol) em um erlenmeyer até obtenção de 100 ml do destilado. Por fim, foi realizada a titulação com HCl 0,02 M e o teor de proteína bruta foi calculado com base no volume gasto da titulação, utilizando o fator de conversão 6,25 para transformação do nitrogênio titulado em proteína.



Figura 4. Análise de proteína. Bloco digestor (A) e Destilador (B)

Fibras

A metodologia para determinação de fibras em detergente ácido (método de Van Soest) consistiu em pesar 1,0 g de amostra seca e desengordurada em um tubo de vibro, adicionar 50 mL de solução de detergente ácido, acondicionar em digestor em ponto de fervura da solução por 60 minutos. Posteriormente, foi transferido para cadinho filtrante, previamente mantido por uma hora a 105 °C e pesado (peso B), e, assim, foram filtrados com auxílio de bomba a vácuo, lavando o resíduo aproximadamente três vezes com água destilada a 100°C, ou até não haver mais a presença de espuma. Em seguida, foi lavado duas vezes com acetona (aproximadamente 15 mL). Assim, os cadinhos contendo o resíduo foram encaminhados para a estufa de secagem, calibrada a 105°C até peso constante, depois foi retirado e transferido para o dessecador contendo sílica-gel até atingir a temperatura ambiente, com isso foi feita a pesagem em uma balança analítica. Em seguida foi levado a mufla por 5 h a 550°C, resfriado em dessecador até a temperatura ambiente e pesado em balança analítica. A porcentagem da fibra em detergente ácido será obtida por meio da diferença entre as

pesagens, ou seja: $FDA (\%) = ((C-B) \cdot 100) / A$, sendo A a massa da amostra em gramas, B a massa da fibra e C a massa das cinzas.

4.3. Análise fitoquímica e capacidade antioxidante

Para a realização das análises fitoquímicas e capacidade antioxidante os resíduos foram extraídos com etanol a 80% em ultrassom assistido por 30 min, em seguida foi filtrado e armazenado em freezer até a realização das análises.

Determinação de fenólicos totais

Para a quantificação dos fenólicos totais foi utilizado o método de Folin-Ciocalteu de acordo com Singleton e Rossi (1965). O ensaio foi realizado adicionando 0,5 ml de amostra ou água para o branco, 2,5 ml do reagente folin-ciocalteau 5% e 2,0 ml de carbonato de sódio 4 % em tubo de ensaio. Em seguida, as amostras foram agitadas em vortex e mantidas em ausência de luz durante 2 horas. Após este período foram realizadas as leituras a 740 nm em espectrofotômetro. O cálculo dos resultados foi baseado em regressão linear a partir de uma curva analítica de cinco pontos (0,5 a 2,5 µg/ml) com padrão ácido gálico e o resultado expresso em micrograma equivalente ao ácido gálico por grama de amostra (µg de EAG/g).

Determinação de flavonoides totais

Os flavonoides totais foram determinados usando o método de cloreto de alumínio de acordo com Meda *et al.* (2016). Para o ensaio foram adicionados 0,6 ml de amostra ou água para o branco, 2,4 ml de solução cloreto de alumínio a 0,1 % em tubo de ensaio e deixados por 30 min na ausência de luz. Após este período foram realizadas leituras em espectrofotômetro a 420 nm. O cálculo dos resultados foi baseado em regressão linear a partir de curva analítica de cinco pontos (0,05 a 1,5 µg/mL) do padrão rutina e o resultado expresso em micrograma equivalente a rutina por grama de amostra (µg de ER/g).

Determinação da atividade antioxidante pelo método DPPH

O método de análise de DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazila) é amplamente utilizado para avaliar a atividade antioxidante de substâncias, especialmente extratos de plantas. Esse método se baseia na capacidade dos antioxidantes de neutralizar o radical DPPH, um composto estável e de cor púrpura. Para a análise preparou-se uma solução de DPPH a 0,1 mM em metanol, mantida em repouso e protegida da luz. Em seguida, mistura-se a solução de DPPH com o extrato em diferentes concentrações, agita-se e deixa-se em repouso por cerca de 30 minutos em ambiente escuro. Após a incubação, mede-se a absorbância da mistura espectrofotometricamente a 517 nm. A descoloração da solução indica a capacidade do

extrato em neutralizar o radical DPPH. A atividade antioxidante é expressa como a porcentagem de inibição do radical DPPH, calculada pela fórmula: % DPPH radical scavenging activity = $(A_0 - A_1/A_0) \times 100$, onde A_0 é a absorbância da solução controle (sem extrato) e A_1 é a absorbância da solução com o extrato. O IC₅₀, que representa a concentração de extrato necessária para inibir 50% da atividade do radical DPPH, é obtido a partir de um gráfico que relaciona a porcentagem de inibição com as concentrações do extrato testado (KARADAG, 2009).

Determinação da atividade antioxidante pelo método FRAP

O método da atividade antioxidante pela redução do ferro (FRAP) foi realizada segundo Rufino et al. (2006). Realizou-se em 4 diferentes diluições da amostra, submetidos a reações em volume total de 1 mL, sendo na proporção dos reagentes de 30 µL de amostra, 90 µL de água e 900 µL do reagente FRAP. A reação foi armazenada em estufa protegida de luz durante 30 minutos a temperatura de 37 °C, com a leitura no comprimento de onda de 595 nm. Os resultados foram submetidos à regressão linear por meio de uma curva padrão, expressos em TEAC (atividade antioxidante equivalente ao Trolox) por miligrama de farinha.

4.4. PRODUÇÃO DA RAÇÃO

Para formular e preparar a ração para juvenis de tambaqui, foi escolhido o resíduo de açaí (Figura 5), devido a ele ter a maior taxa de desperdício e ainda apresentou um bom percentual de proteína (3,6% a 3,9%) e potencial funcional com maior percentual de fenólicos (33,01 ug de AG/mg). Assim, com a farinha deste resíduo foi realizada a substituição parcial de 10% da farinha de milho em relação ao controle, 28% de proteína e pelo menos 3200 Kcal na formulação, como mostra a Tabela 2. O resíduo escolhido foram as amostras de açaí 01 e 02, as quais apresentaram características semelhantes e então foram misturadas formando um único resíduo de açaí.



Figura 5. Farinha do resíduo de açaí. (Fonte: autor)

Para produção da ração, as matérias primas foram homogeneizadas em liquidificador doméstico, peneiradas em peneiras domésticas, pesadas em balança semi analítica conforme a formulação e misturadas em batedeira com acréscimo de água (3:5) até obter uma mistura completa e homogênea. Após o preparo, a massa foi peletizada na extrusora de massas Nr12 Gpaniz e seca a 60°C até peso constante em um secador de circulação de ar forçado a gás.

TABELA 2. Formulação da ração para juvenis de Tambaqui.

Ração	Matéria prima	Quantidade (%)	Lipídios (%)	ENN (%)	PB (%)	Cinzas (%)	Fibras (%)	Energia (Kcal)
Resíduo de açaí	Soja texturizada	45,0	0,5	13,5	23,4	0,0	0,0	152,5
	Farinha de milho	10,0	0,2	7,8	0,7	0,0	0,5	35,9
	Farelo de Trigo	29,0	1,0	13,6	3,8	0,0	10,6	78,6
	Premix de minerais	1,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0
	Açaí	10,0	0,0	2,0	0,4	0,2	6,1	9,8
	Óleo de soja	5,0	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	45,0
	Total	100,0	6,8	36,9	28,3	1,2	17,2	321,8
Controle	Soja texturizada	45,0	0,5	13,5	23,4	0,0	0,0	152,5
	Farinha de milho	20,0	0,4	15,6	1,4	0,1	1,0	71,8
	Farelo de Trigo	29,0	1,0	13,6	3,8	0,0	10,6	78,6
	Premix de minerais	1,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0
	Açaí	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Óleo de soja	5,0	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	45,0
	Total	100	6,9	42,7	28,6	1,1	11,6	347,9

*ENN: Extrato Não Nitrogenado; PB: Proteína Bruta

4.5. CARACTERIZAÇÃO FUNCIONAL DA RAÇÃO

As rações peletizadas foram submetidas às análises de caracterização física, densidade aparente e índice de solubilidade e absorção de água, conforme descrito abaixo e realizadas em triplicata.

Caracterização física

Foram analisados individualmente, 10 extrusados, quanto ao peso, comprimento e largura, com auxílio de balança analítica e paquímetro digital, respectivamente.

Densidade aparente

Os peletizados foram avaliados quanto à densidade aparente (aptidão para flutuar ou submergir) de acordo com os critérios sugeridos por Nunes (1993): Inadequada (-): porosos com densidade baixa; Adequada (+): com leve porosidade, mas com densidade suficiente para submergir; Excelente (++) : compactados e com densidade suficiente para rápida submersão.

Índice de solubilidade em água (ISA) e índice de absorção de água (IAA) das rações

A determinação do ISA e IAA foi realizada, conforme os princípios básicos do método descrito por Anderson et al. (1969), com modificações. O IAA indica a quantidade de água absorvida pelos grânulos de amido de uma determinada amostra, submetida a um tratamento térmico, ou seja, o quanto de gel é formado por grama de base seca e será calculada de acordo com a equação abaixo adaptada por Hashimoto & Grossmann (2003). O ISA indica a severidade do tratamento térmico e a consequente desramificação da estrutura amilácea. Esses índices foram calculados conforme equação abaixo:

$$IAA = (\text{Peso do precipitado retido no fundo do tubo centrifugado} / \text{Peso seco original da amostra})$$

$$ISA = (\text{Peso do desidratado presente no sobrenadante} / \text{Peso original da amostra}) * 100$$

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. RESÍDUOS

Foram obtidas amostras de resíduos agroindustriais de dois tipos de açaí, sendo denominados de açaí 1 e açaí 2, apenas para verificar se havia diferença na composição do caroço em localidades de coleta diferentes; resíduos da mandioca, sendo desta derivado a crueira e a casca de macaxeira; e os resíduos de polpa de acerola e o de cupuaçu.

A tabela 3 mostra os resultados médios obtidos no presente trabalho, das análises de lipídios, proteínas, fibras, carboidratos, do resíduo de açaí 1 e 2, e uma comparação com outros resultados encontrados na literatura, como o de Rodrigues (2021), que realizou a análise bromatológica de diversos resíduos para uma formulação de pães integrais, concluindo que os resíduos do processamento de açaí, buriti e cupuaçu analisados apresentam valores elevados de fibras alimentares totais, com destaque para a semente de buriti, semente de açaí e a casca de cupuaçu. O trabalho de Townsend (2001) realizou análises bromatológicas dos resíduos do fruto de açaí e não indicou o caroço de açaí para a alimentação animal principalmente por causa do seu baixo teor de proteínas e alto teor de fibras, contudo indicando para dieta de ruminantes.

Tabela 3. Resultados das análises no resíduo de caroço de açaí em comparação com dados da literatura.

Resíduo		Análises (%) *						
		U	MS	PB	FB	EE	ENN	MM
Resultados	Açaí 1	14,5±0,2	85,5	3,6±0,3	63,2±3,2	0,3±0,4	16,5±3,7	1,4±0,3
	Açaí 2	12,5±1,1	87,5	3,9±1,0	58,3±1,7	0,4±0,2	22,8±1,7	1,7±0,1
Referência	Rodrigues (2010)	-	-	5,9	63,7	3,0	5,8	1,8
	Townsend (2001)	38,0	62,0	4 a 5,3	64,9	1,8	54,3	2,3

(*) U: umidade; MS: matéria seca; PB: proteína bruta; FB: fibra bruta; EE: extrato etéreo; ENN: extrato não nitrogenados e MM: matéria mineral.

A comparação dos resultados da Tabela 3 mostra que os resíduos de açaí analisados obtiveram baixos níveis de proteínas e lipídios e valores similares de cinzas e fibras. Além disso, os resíduos de açaí, apesar de advindos de regiões diferentes, tiveram breves diferenças em seus resultados, exceto no teor de carboidratos que variou de 16,5% (açaí 1) a 22,8% (açaí 2). Ademais, quanto ao teor de carboidratos e proteínas, se apresentaram muito variáveis, isso pode estar relacionado aos vários fatores que podem interferir na composição química de um alimento ou subproduto, como características edafoclimáticas, condições de fertilidade do solo, maturidade da planta e diferenças genéticas entre as mesmas, assim como, o método de processamento da matéria prima. Contudo, no geral, o resíduo de açaí é rico em fibras e possui um percentual considerável de proteína, carboidratos e cinzas, e baixo teor de lipídios. Isso significa, que o resíduo tem potencial para ser utilizado como fonte de fibras e complementador proteico ou de carboidratos e por consequência agregará características funcionais em razão do conteúdo de antioxidantes, principalmente antocianinas e flavonóides, além de carotenóides e ácido ascórbico (RODRIGUES, 2010).

A tabela 4 apresenta os resultados obtidos para o resíduo de Cupuaçu, além de apresentar uma comparação com outros resultados encontrados na literatura, como o de Silva (2021) que realizou análise bromatológica da farinha da casca de cupuaçu e da pitomba, concluindo que as farinhas possuem um ótimo valor nutricional, principalmente como fonte de carboidratos e fibras. Rodrigues (2010) realizou análise bromatológica de diversos resíduos, como casca de buriti e casca de cupuaçu, além de outros, para uma formulação de pães integrais, concluindo que a casca de cupuaçu possui características mais aceitáveis para elaboração de pães, pois apresenta elevado teor de fibras alimentares, coloração semelhante à farinha de trigo e não apresenta aroma e sabor interferente.

Tabela 4. Resultados das análises no resíduo de casca de cupuaçu em comparação com dados da literatura.

Resíduo		Análises (%) *						
		U	MS	PB	FB	EE	ENN	MM
Resultados	Cupuaçu	11,6±0,1	88,4	1,79±1,4	56,5±0,7	0,2±0,05	24,2±0,6	3,0±0,29
Referência	Rodrigues (2010)	-	-	2,8	78,3	1,9	13,0	2,5
	Silva (2021)	9,7	90,4	15,9	-	0,9	76,9	2,0

(*) U: umidade; MS: matéria seca; PB: proteína bruta; FB: fibra bruta; EE: extrato etéreo; ENN: extrativos não nitrogenados e MM: matéria mineral.

Em estudo realizado no estado do Porto Velho/RO sobre avaliação nutricional de subprodutos do processamento agroindustrial de cupuaçu, pupunha e castanha-do-brasil, Salman (2014) observou teores de 12,59% de proteína e 12,33% de lipídios, o que em comparação com o resíduo de casca de cupuaçu analisado no presente estudo indica um menor teor de proteínas e lipídios. No entanto, na comparação do mesmo tipo de resíduo, como na tabela, tais resultados apresentam-se distantes do encontrado na literatura, tendo aproximações sucintas quanto às análises de umidade, matéria seca, fibras e minerais na comparação com Silva (2021), o qual obteve elevado teor de proteínas (15,92%), até mesmo em comparação a Rodrigues (2010), exceto em cinzas (material mineral) o qual se aproximou sucintamente.

A tabela 5 mostra os resultados obtidos no presente trabalho para o resíduo de crueira, além de apresentar uma comparação com outros resultados encontrados na literatura, como o de Pereira (2011), que realizou a avaliação do desenvolvimento de juvenis de tambaqui quando substituiu total e parcialmente o milho pela crueira em uma formulação de ração, concluindo, que é viável a substituição sem comprometimento na digestibilidade de nutrientes, além de um menor custo de produção e aumento na gordura corporal dos peixes. Rocha (2016) caracterizou a crueira, gerada no processo de obtenção da farinha de mandioca, concluindo que esta é um substrato potencialmente adequado aos processos biotecnológicos

de bioconversão, rico em amido e baixo teor de minerais. Machado (2014) avaliou o rendimento e a qualidade nutricional de *L. citrinus* cultivado em duas misturas de agroresíduos disponíveis na Amazônia para desenvolvimento de um produto de confeitaria à base de crueira, concluindo que é viável a utilização da crueira e de *L. citrinus* como suplemento na formulação de produtos sem glúten como uma alternativa para o desenvolvimento de novas tecnologias alimentares na indústria de confeitaria para elaboração de produtos de baixo custo, ricos em macro e micronutrientes que proporcionam benefícios à saúde humana.

A comparação dos resultados da tabela 5 expressa que foi obtido um maior teor proteico (3,85%), maior quantidade de fibras (4,46%) e de carboidratos (80,23%). Além disso, uma quantidade aproximada de extrato etéreo e minerais em comparação com Pereira (2011) e Rocha, (2016), mas em comparação com Machado (2014) os resultados foram semelhantes em aspectos de minerais e extrato etéreo e menor teor de fibra bruta. Com isso, pode-se ressaltar o seu relevante teor de proteínas, baixo teor de fibras e seu alto percentual de carboidratos, em sua maioria amido (cerca de 80%) (Rocha, 2016). Portanto, a crueira pode ser um ingrediente viável para formulação de rações como substituto proteico e energético. Nesse sentido, Araújo (2010) obteve coeficientes de digestibilidade de 72,85% (Matéria Seca); 70,62% (Energia Bruta); 81,78% (Extrato Etéreo) e 84,51% (Proteína Bruta) e valores percentuais de digestibilidade de 2,20% (Proteína Digestível), 2.699,67 kcal/kg e 1,02% (Extrato Etéreo), para a raspa de mandioca também denominada crueira.

Tabela 5. Resultados das análises de crueira em comparação com dados da literatura.

Resíduo		Análises (%) *						
		U	MS	PB	FB	EE	ENN	MM
Resultados	Crueira	12,5±1,0	77,5	3,9±1,2	4,5±0,1	0,5±0,1	80,2±0,7	0,5±0,54
Referência	Rocha (2016)	30,1	69,0	2,2	3,4	0,5	-	1,5
	Pereira (2011)	58,5	41,5	1,0	-	0,5	38,0	1,1
	Machado (2014)	15,5	84,5	1,4	-	0,4	-	0,9

(*) U: umidade; MS: matéria seca; PB: proteína bruta; FB fibra bruta; EE: extrato etéreo; ENN: extrativos não nitrogenados e MM: matéria mineral.

A seguir, a tabela 6 mostra os resultados das análises do resíduo de Casca de macaxeira, além de apresentar uma comparação com outros resultados encontrados na literatura, como os de Santana (2014), que visou caracterizar cascas de mandioca e manipueira, concluindo que a casca de mandioca apresenta alta variação no seu conteúdo quanto a presença de cinzas, FDN (fibra em detergente neutro) e FDA (fibra em detergente ácido); Dourado (2019) objetivou realizar a caracterização nutricional e classificação da casca da mandioca obtida de uma indústria de fecularia no município de Aparecida do Rio Negro, concluindo que os resultados bromatológicos foram superiores aos encontrados na literatura e que a casca de mandioca possui um potencial para a alimentação animal, contudo é preciso fazer um estudo dos coeficientes de digestibilidade desse resíduo. Araújo (2010) realizou a análise bromatológica e o levantamento dos coeficientes de digestibilidade dos resíduos do Semi-Árido Nordeste como as farinhas do feno de maniçoba (FM), do feno de leucena (FL) e do feno da folha de mandioca (FFM), bem como a raspa de mandioca (RM) e os resíduos de vitivinícola (RV) para tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*), concluindo, que o feno de leucena, a raspa de mandioca e o resíduo de vitivinícola são promissores para a formulação de rações para a tilápia do Nilo, o primeiro como fonte proteica e os últimos como fontes

energéticas, além de não indicar os fenos de maniçoba e a folha de mandioca devido ao seu baixo aproveitamento de nutrientes pela tilápia.

Tabela 6. Resultados das análises no resíduo de casca de macaxeira em comparação com dados da literatura.

Resíduo		Análises (%) *						
		U	MS	PB	FB	EE	ENN	MM
Resultados	Casca de macaxeira	12,3±0,2	87,7	3,9±1,2	18,6±0,3	0,4±0,1	69,2±0,1	5,2±0,3
Referência	Araújo (2010)	6,8	93,2	2,6	-	1,3	-	4,7
	Santana (2014)	-	29,6-31,1	4,0-5,2	-	-	-	5,6-21,5
	Doutorado (2019)	46	54	6,9	38,2	2,1	-	4,3

(*) U: umidade; MS: matéria seca; PB: proteína bruta; FB fibra bruta; EE: extrato etéreo; ENN: extrativos não nitrogenados e MM: matéria mineral.

Os resultados (tabela 6) expressam baixos teores de proteína, um considerável teor de fibras, lipídios abaixo do esperado e alta quantidade de carboidratos e material mineral. Doutorado (2019) encontrou maiores quantidades de minerais e fibras em detergente ácido. Ademais, o resíduo de casca de macaxeira se destaca devido ao alto teor de minerais e baixo teor de fibras, não menos que a crueira comparando com todos os resíduos analisados no presente trabalho. Isso significa que o resíduo é fonte de minerais e possui consideráveis níveis de proteína, fibras e carboidratos.

A tabela 7 mostra os resultados das análises do resíduo de acerola e uma comparação com outros resultados encontrados na literatura, como o de Marques (2013), o qual analisou a farinha de sementes de acerola (FSA) e a farinha de bagaço de acerola (FBA) provenientes da obtenção do suco, quanto aos seus constituintes químicos e suas propriedades funcionais, com a finalidade de assegurar o seu uso em preparações dietéticas e formulações de novos

produtos como barras de cereais (BC), com adição destes resíduos visando seu aproveitamento, concluindo que a inclusão de diferentes porcentagens de resíduo de acerola proporcionam produtos com maior valor nutricional atendendo as exigências do mercado consumidor, com baixo teor de sódio e valor energético e teores elevados de fibras alimentares e ferro, além de estarem enriquecidas com compostos fenólicos e vitamina C que são substâncias antioxidantes, sendo uma alternativa para consumidores de alimentos saudáveis e funcionais.

Aguiar (2010) analisou a composição química das sementes da acerola para definição do valor nutricional e possível aproveitamento, concluindo que a farinha evidencia grande potencial para fins alimentícios desde que seja comprovada a inexistência de compostos tóxicos e alergênicos, favorecendo a aplicação racional do resíduo da agroindústria da acerola. Os resultados obtidos indicam um maior teor de minerais e possível teor de fibra bruta. Além disso, os resultados de carboidratos, lipídios e proteína foram abaixo da literatura, se destacando o resíduo de acerola pelo seu elevado teor de fibras.

Tabela 7. Resultados das análises do resíduo de acerola em comparação com dados da literatura.

Resíduo		Análises (%) *						
		U	MS	PB	FB	EE	ENN	MM
Resultados	Acerola	10,7±0,11	89,3	3,1±1,4	61,3±4,3	0,4±0,0	20,6±4,8	2,7_0,0
Referência	Aguiar (2010)	9,4	90,6	16,9	-	3,9	57,3	0,4
	Marques (2013)	-	-	0,6- 9,7	-	0,6- 5,6	-	0,7- 6,1

(*) U: umidade; MS: matéria seca; PB: proteína bruta; FB fibra bruta; EE: extrato etéreo; ENN: extrativos não nitrogenados e MM: matéria mineral.

Esta comparação dos resultados (tabela 7) expressa um maior teor de minerais e fibras, mas ainda podendo ser maior como mostra os resultados de Marques (2013). Além disso, os resultados de carboidratos, lipídios e proteína foram abaixo do esperado, se

destacando o resíduo pelo seu elevado teor de fibras. Isso significa que este resíduo de acerola é potencial agregador de fibras, proteínas e carboidratos.

Os resultados das análises realizadas em cada resíduo do presente estudo apresentam destaques no teor de proteína para os resíduos de casca de macaxeira, açaí e crueira, com teores maiores. Na análise de proteína, o resíduo de cupuaçu foi o com menor teor de proteína (1,79%). O resíduo de açaí 1 apresentou maior teor de umidade e consequentemente menor matéria seca, e o cupuaçu o com menor umidade. Quanto às cinzas, destaca-se a casca de macaxeira e a crueira com maior (5,16%) e menor (0,54%) material mineral, respectivamente. Além disso, a crueira foi a que obteve maiores resultados nas análises de proteína (3,85%) e carboidratos (80,23%), além de menor teor de fibras (4,46%). E nesse sentido, o resíduo de açaí foi o contrário da crueira, com menor teor de carboidratos (16,48%) e maior teor de fibras (63,4), apesar de os resíduos de acerola e cupuaçu também indicarem relevantes teores de fibras (61,26% e 56,45%, respectivamente). O resíduo cupuaçu obteve os menores resultados, tanto na análise de umidade, como também nas de lipídios (0,18%) e proteína (1,79%).

Em relação ao pH, os resíduos não variaram muito, ficando no intervalo de 5,02 a 7,42, onde o resíduo de açaí apresentou um menor pH (5,02) e a casca de macaxeira o maior (7,42). Já em relação a acidez, o resíduo mais ácido foi o de acerola com 7,89% de acidez e o com menor acidez foi a casca de macaxeira com 2,7%.

Assim, todos os resíduos agroindustriais apresentaram carboidratos, proteínas, lipídios e minerais, com destaque para casca de macaxeira, açaí e crueira, que apresentaram maiores percentuais de proteínas. Contudo, em decorrência do resíduo de açaí, que é abundante devido à sua alta produção e possui um perfil nutricional que pode enriquecer a ração, o presente estudo escolheu o resíduo de açaí para compor a ração alternativa. A adição de 10% da mistura dos resíduos de açaí (1 e 2) na ração agregou 6,1% de fibras brutas, 2,0% de carboidratos, 0,4% de proteína, 0,4% de lipídios e 0,16% de minerais. Esta adição não só melhora a qualidade nutricional da ração, mas também permite a redução dos custos, uma vez que esses resíduos são geralmente mais baratos do que ingredientes tradicionais, como milho e farelo de soja. A adição de resíduos de açaí enriquece a ração com fibras, em destaque. Por isso, não foi possível estabelecer maior quantidade de inclusão de resíduo na ração para não ultrapassar recomendações da literatura.

Análise fitoquímica e capacidade antioxidante

Os resultados do teor de fenólicos (em μg de AG/mg) nas diferentes amostras indicam variações significativas na concentração desses compostos bioativos, que são conhecidos por suas propriedades antioxidantes. Os resultados revelaram que os resíduos de açaí apresentaram os maiores teores de compostos fenólicos totais, com valores médios de 33,01 e 32,37 μg de ácido gálico por miligrama de amostra (μg de AG/mg) para as amostras Açaí 1 e Açaí 2, respectivamente, conforme tabela 8. A pequena variação entre Açaí 1 e Açaí 2 sugere que, apesar de possíveis diferenças na origem ou processamento das amostras, a concentração de fenólicos é consideravelmente elevada no açaí. Em comparação, os frutos de acerola e cupuaçu apresentaram teores fenólicos totais menores, com 7,61 e 5,30 μg de AG/mg, respectivamente. A crueira, um subproduto do processamento da mandioca, apresentou o menor teor de fenólicos totais, com 0,61 μg de AG/mg.

Os resultados obtidos para o teor de flavonóides mostraram que o açaí apresentou uma grande variação entre o açaí 1 e 2, onde o açaí 1 obteve o maior teor dentre as amostras analisadas, com $3,12 \pm 0,6$ μg de rutina/mg, enquanto açaí 2, demonstrou teores muito próxima ao do cupuaçu com $1,13 \pm 0,3$ μg de rutina/mg e $1,55 \pm 0,5$ μg de rutina/mg, respectivamente. Já a acerola apresentou o menor teor de flavonóides, com $0,11 \pm 0,7$ μg de rutina/mg, indicando uma concentração baixa em comparação com os outros resíduos. Esses resultados evidenciam que, enquanto o açaí 1 se destaca como a fonte mais rica de flavonóides entre as amostras analisadas, o cupuaçu e o açaí 2 também possuem concentrações consideráveis, sendo a acerola a que menos contribui para o teor total desses compostos.

Os elevados teores de fenólicos e flavonóides encontrados nos resíduos de açaí sugerem que esse subproduto poderia ser explorado como uma fonte alternativa de antioxidantes naturais, reduzindo o desperdício e agregando valor à cadeia produtiva do açaí. Abaixo, na tabela 8, estão os resultados das análises a respeito dos compostos fenólicos realizados em cada um dos resíduos.

Tabela 8. Resultados das análises fitoquímicas e capacidade antioxidante dos resíduos.

AMOSTRA	FENÓLICOS (μg de AG/mg)	FLAVONÓIDES (μg Rutina/mg)	DPPH (μg trolox/mg)	FRAP (μg Trolox/mg)
Acerola	7,61 $\pm$ 0,4	0,11 $\pm$ 0,7	415,5 $\pm$ 0,5	25,98 $\pm$ 1,5
Açaí 1	33,01 $\pm$ 0,3	3,12 $\pm$ 0,6	72,0 $\pm$ 24,8	97,58 $\pm$ 1,9
Açaí 2	32,37 $\pm$ 0	1,13 $\pm$ 0,3	-	79,25 $\pm$ 1,9
Cupuaçu	5,3 $\pm$ 0,3	1,55 $\pm$ 0,5	519,0 $\pm$ 0	16,20 $\pm$ 3,9
Crueira	0,61 $\pm$ 0,2	-	-	-

Os métodos DPPH e FRAP são amplamente utilizados para medir a capacidade antioxidante de compostos, ingredientes alimentares, ou extratos vegetais. Cada um avalia diferentes aspectos da atividade antioxidante. O método DPPH é um teste baseado na capacidade de compostos antioxidantes em neutralizar o radical DPPH (2,2-difenil-1-picril-hidrazil) (Brand-Williams et al., 1995). Já o método FRAP mede a capacidade antioxidante de uma amostra ao avaliar o seu poder redutor, especificamente a capacidade de reduzir o íon férrico (Fe^{3+}) a ferroso (Fe^{2+}) (Pulido et al., 2000). Assim, os resultados dos testes antioxidantes para acerola, açaí e cupuaçu revelaram diferenças na eficácia antioxidante dessas amostras, dependendo do método utilizado. Pelo método DPPH, o cupuaçu apresentou a maior capacidade antioxidante, seguido pela acerola e por último o açaí 1. No entanto, pelo método FRAP, o açaí 1 e 2 destacaram-se com as maiores capacidade antioxidante, superando a acerola e o cupuaçu, indicando que, embora o açaí seja menos eficaz na neutralização de radicais livres, ele possui uma forte capacidade de doação de elétrons, o que pode refletir a presença de diferentes tipos de compostos antioxidantes em cada amostra.

5.2. RAÇÃO

Caracterização física

A seguir, a tabela 9 mostra os resultados quanto à avaliação da caracterização física das rações desenvolvidas no presente estudo. Nesse sentido, visou-se garantir, durante o corte, que os pellets possuíam tamanhos próximos de 8 mm, como recomenda Kubitzka (2009) e Corrêa, Souza e Junior (2018). Os resultados expressaram que após a secagem o tamanho da ração se manteve e nota-se que a ração com resíduo de açaí apresentou mais leve do que a ração controle, o que se destaca como uma das características da ração desenvolvida no presente estudo.



Figura 6. Ração controle (esquerda) e ração com açaí (direita) (Fonte: autor)

Tabela 9. Resultados da avaliação física das rações.

Análise	Controle	Resíduo de açaí
Comprimento (mm)	7,43	7,98
Largura (mm)	6,92	7,24
Peso (g)	0,18	0,15

Densidade aparente

Na avaliação de densidade aparente, a ração apresentou alta porosidade e submergiu muito rápido, com velocidade de 7 mm/s. Isso, tanto para a ração com resíduo quanto para o controle. Assim, segundo os parâmetros de Nunes (1993), a ração então ganhou um “+”, por submergir rapidamente, porém um “ - ” por se apresentar muito porosa. Nesse sentido, tais características se devem principalmente ao método de fabricação da ração, o qual foi a peletização ao invés da extrusão, sendo a extrusão a mais indicada. Contudo, devido a não condição do uso de uma extrusora, foi realizada a peletização em um peletizador de massa de macarrão, o qual garantiu as características descritas.

Índice de solubilidade e absorção de água

Os resultados quanto à determinação dos índices de solubilidade em água (ISA) foram 0,14 e 0,15 e a absorção de água (IAA) foram 3,86 e 3,6 para a ração com resíduo de açaí e a ração controle, respectivamente. Além disso, faz uma comparação com os resultados de Arévalo (2019), que produziu e avaliou rações extrusadas com variáveis no processo de extrusão de duas dietas formuladas com dois níveis de inclusão de farelo de soja (FS) e farinha de carne e ossos (FCO), com teor de 35% de proteína bruta, para peixes em fase juvenil, utilizando uma ração comercial como controle, concluindo que os pellets podem apresentar maior densidade, não só pela formulação, mas também pelo processo, o que provocou mudanças na expansão dos pellets, absorção de água, viscosidade de pasta e até mesmo em as características de difração de raios-X, mostrando diferentes valores e cristalinidade. Quando comparado com Arévalo (2019), os resultados expressam a ração com resíduo oercebe-se baixos índices de solubilidade e absorção de água, portanto as rações peletizadas absorvem muito menos água do que as extrusadas e o mesmo vale para solubilidade, ou seja elas solubilizam muito menos, cerca de 86% menos que as extrusadas e apresentam uma alta densidade, afundando mais rápido.

6. CONCLUSÃO

Os resíduos de açaí, casca de macaxeira, crueira, casca de cupuaçu e acerola são fonte de nutrientes de boa qualidade nutricional e até mesmo funcional. Com o devido balanceamento, eles podem ser substitutos de ingredientes na formulação de ração para peixes juvenis. A ração peletizada com resíduo de açaí apresentou um tamanho e peso adequados, alta porosidade, rápida submersão, com baixos índices de solubilidade e absorção de água. Assim, a produção da ração demonstrou que é possível produzir uma ração alternativa com adição de resíduos agroindustriais com características físicas e químicas adequadas para tambaquis juvenis. Além disso, destaca-se a riqueza desses resíduos em antioxidantes naturais. Esses compostos não apenas contribuem para a qualidade nutricional da ração, mas também podem exercer efeitos benéficos na saúde dos peixes, como a promoção do crescimento e a melhoria da resistência a doenças, bem como melhorar o desempenho de crescimento.

7. REFERÊNCIAS

1. ABREU, L. F.; RIBEIRO, S. C. A.; ARAÚJO, É. A. F. **Processo Agroindustrial: Elaboração de farinha de resíduos de Tambaqui (*Colossoma macropomum*) para uso como ingrediente de Rações de pescado**. Circular Técnica. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2012.
2. ANDERSON, R. A.; CONWAY, H. F.; PFEIFER, V. F.; GRIFFIN JUNIOR, E. L. **Gelatinization of corn grits by roll-and extrusion-cooking**. *Cereal Science Today*, 14, 1, 44-11, 1969.
3. AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. Official methods of analysis of the Association of Official Analutical Chemistry. 16. ed. Washington, 1997.
4. ARAÚJO, J. R. **Avaliação de alimentos alternativos regionais para a tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*)**. Mestrado em Ciência Animal - Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF. Petrolina, p.70. 2010.
5. ARAÚJO-LIMA, C.; GOULDING, M. Os frutos do tambaqui: ecologia, conservação e cultivo na Amazônia. Tefê, AM: Sociedade Civil Mamirauá/CNPq. 1998. 187 p. ●
6. AGUIAR, T. M.; RODRIGUES, F. S.; SANTOS, E. R.; SABAA-SRUR, A. U. O. **Chemical characterization and evaluation of the nutritional value of *Malpighia punicifolia* seeds**. *Nutrire: rev. Soc. Bras. Alim. Nutr.* = J. Brazilian Soc. Food Nutr., São Paulo, SP, v. 35, n. 2, p. 91-102, ago. 2010.
7. ANSELMO, A. A. dos S. **Resíduos de frutos amazônicos como ingredientes alternativos em rações extrusadas para juvenis de tambaqui, *Colossoma macropomum***. 2008. 55 f. Dissertação (Mestrado em Ecofisiologia, Ictiologia, Mamíferos aquáticos, Recursos pesqueiros, Aquacultura, Sistemática e Biol) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, 2008.
8. ARÉVALO, A. M. **Formulação e avaliação físico-química e tecnológica de rações extrudadas para peixes**. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2019.
9. ARRUDA, J. de C. B.; FONSECA, L. A. B da .; PINTO, L .C .P.; PINHEIRO, H. C. de O .; MONTEIRO, B. T. O .; MANNO, M. C .; LIMA, K. R. de S .; LIMA, A. R. de .

- Açaí seed bran in the feed of slow-growth broilers.** Acta Amaz., Manaus, v. 48, n. 4, p. 298-303, Dec. 2018.
10. BARCELOS, A. F.; PAIVA, P. C. de A., PÉREZ, J. R. O. ; SANTOS, V. B. dos; CARDOSO, R. M. **Fatores Antinutricionais da casca e da polpa desidratada de café (*Coffea arabica* L.) armazenadas em diferentes períodos.** Revista Brasileira de Zootecnia, v. 30, n. 4, p.1325-1331, 2001.
 11. CAMOLEZE, E. Tambaqui: Peixe brasileiro é sucesso na China. **Animal business.** Producao-animal. 2019. Acesso em: 14 jan. 2021.
 12. CARVALHO, E. A. **Digestibilidade in vivo e in vitro da torta de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) para juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*).** 2011. 95f. Tese (Doutorado em Biotecnologia) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2011.
 13. CARVALHO, J. E. U. de; MULLER, C. H.; ALVES, R. M.; NAZARÉ, R. F. R. de. **Cupuaçuzeiro.** Comunicado Técnico /EMBRAPA, 115p. 2004.
 14. CARVALHO, P. L. P. F *et al.* **VALOR NUTRITIVO DA RAIZ E FOLHAS DA MANDIOCA PARA A TILÁPIA DO NILO.** Bol. Inst. Pesca, São Paulo, 38(1): 61 – 69, 2012.
 15. CHENG, Z.J.; HARDY, R.W. **Effects of extrusion processing of feed ingredients on apparent digestibility coefficients of nutrients for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*)** Aquac. Nutr. v. 9, p. 77–83, 2003.
 16. Corrêa, R. O; Souza, A.R. B; Junior, H. M. **Criação de tambaquis.** Embrapa, 2011.
 17. DAIRIKI, J. K; SILVA, T. B A. **Revisão de Literatura: Exigências Nutricionais do Tambaqui – Compilação de Trabalhos, Formulação de Ração Adequada e Desafios Futuros.** Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus-AM, p. 44. 2011.
 18. DOURADO, Daisy Parente; MACÊDO, Deny Alves; NOGUEIRA, Wiliam Almeida; LÁZARI, Thiago Magalhães de; MURAISHI, Cid Tacaoca. **Potencialidade da casca da mandioca como resíduo proveniente de fecularia.** In: CONGRESSO TÉCNICO CIENTÍFICO DA ENGENHARIA E DA AGRONOMIA (CONTECC), 2019, Palmas/TO. Anais... Palmas/TO: Confea - Conselho Federal de Engenharia e Agronomia, 2019. p. 1-5.
 19. FOLHA WEB (Roraima). Amajari tem a segunda maior produção de tambaqui do Brasil. **Folhabv**, 2020. Notícia. Acesso em: 14 jan. 2021.

20. FRANCIS, G.; MAKKAR, H. P. S; **BECKER, K. Antinutritional factors present in plant-derived alternate fish feed ingredients and their effects in fish.** *Aquaculture*, v.199, p.197–227, 2001.
21. FROTA, T. P. **EFEITO DA INCLUSÃO DA TORTA DE CUPUAÇU SOBRE AS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE RAÇÕES PARA PEIXES AMAZÔNICOS.** XX Jornada de Iniciação Científica PIBIC INPA - CNPq/FAPEAM. Manaus. p. 5. 2011.
22. GOSS, F. Tecnologia para reprodução de tambaqui é repassada para produtores do mazonas. **Embrapa**, 2019. Busca-de-noticias. Acesso em: 27 dez. 2020.
23. GLOBO RURAL. Produção de peixes de cultivo cresce 4,9% e ultrapassa 758 mil toneladas. **Revistagloborural**, 2020. Notícias . Acesso em: 30 dez. 2020.
24. GUIMARAES, S. F; STORTI FILHO, A. **Produtos agrícolas e florestais como alimento suplementar de tambaqui em policultivo com jaraqui.** *Pesq. agropec. bras.*, Brasília , v. 39, n. 3, p. 293-296, Mar. 2004.
25. HEPHER, B. 1993. **Nutrición de peces comerciales em estanques.** Editorial Limusa, S.A. de C.V., México. 406 pp.
26. KALITA, P.; MUKHOPADHYAY, P. K.; MUKHERJEE, A. K. **Evaluation of the nutritional quality of four unexplored aquatic weeds from northeast India for the formulation of cost-effective fish feeds.** *Food Chemistry*, doi: 10.1016/j.foodchem.2006.08.007.2006.
27. Karadag, A., Ozcelik, B., & Saner, S. (2009). "Review of **Methods to Determine Antioxidant Capacities.**" *Food Analytical Methods*, 2(1), 41-60.
28. KAUSHIK, S. J.; COVES, D.; DUTTO, G.; BLANC, D. **Almost total replacement of fish meal by plant protein sources in the diet of a marine teleost, the European seabass, *Dicentrarchus labrax*.** *Aquaculture*, v. 230, n.1, p.391-404, 2004.
29. KOHLA, U.; Saint-Paul, U.; Friebe, J.; Wernicke, D. Hilbe, V. Braum, E.; Gropp, J. 1992. **Growth, digestive enzyme activities and hepatic glycogen leavels in juvenile *Colossoma macropomum* Cuvier from South America during feeding, starvation and refeeding.** *Aquaculture and Fisheries Management*, 23: 189-208.
30. KUBITZA, F. **Qualidade da água na produção de peixes.** Jundiaí: CIP – USP Editora, 1999. 97p.
31. LIMA, Misleni Ricarte. **Valor nutritivo e níveis de inclusão de ingredientes proteicos utilizados em dietas para tilápia do Nilo.** *Revista Eletrônica Nutritime*, v. 10, n. 04, p. 2546-2582, jul.-ago. 2013. ISSN 1983-9006. Disponível em: www.nutritime.com.br. Acesso em: 27 dez. 2020.

32. LISBOA, Y. de S. **Avaliação técnica e econômica do aproveitamento de resíduos agroindustriais na alimentação de alevinos de tilápia do nilo na região norte fluminense**. Dissertação (mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF, Campos dos Goytacazes - RJ. Rio de Janeiro. 2016.
33. LOPES, A. S., P. G, N. H. & Amaya-Farfán, J. 2008. **Qualidade nutricional das proteínas de cupuaçu e de cacau**. Ciência e Tecnologia de Alimentos, 28, 263268.
34. LOPES, N. L.; *et al.* **Caracterizações de sementes de munguba**. In: Anais do encontro internacional de produção científica, 2017.
35. LOVELL, R.T. (Ed.) **Nutrition and feeding of channel catfish**. Auburn: Southern Cooperative. 1985, cap. 3, p. 51–55.
36. MARTINS, Q. S. A. *et al.* **Resíduos da Indústria Processadora de Polpas de Frutas: Capacidade Antioxidante e Fatores Antinutricionais**. Revista em Agronegócio e Meio Ambiente, Maringá – Paraná, Brasil, v. 12, n. 2, p. 591-608, abrjun/2019.
37. MARQUES, T. R. **Aproveitamento tecnológico de resíduos de acerola: farinhas e barras de cereais**. 2013. 101 f. Dissertação (Mestrado em Agroquímica) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013. Orientadora: Profa. Dra. Angelita Duarte Corrêa.
38. MENDES, C. Q.; GILAVORTE, S. Subprodutos da agroindústria de frutas como alternativa na alimentação. **MilkPont**, 2007. Artigos. Acesso em 13 de julho de 2011.
39. MENEZES, J. T. B. **Tambaqui: produção, demanda, desafios e oportunidades para o mercado brasileiro e internacional**. Biofish Aquicultura, FENACAM/ Fortaleza – CE. 2015.
40. MILLÁN, L.M.; HERRERO, A. V.; GUERRERO, I.C. **Tecnología de fabricación de piensos para la acuicultura**. In. MONTEROS, J. E. de los; LABARTA, U. Alimentacion en acuicultura. Madri: Comisión Asesora de Investigación Científicay Técnica, p. 131-166, 1987.
33. MORAIS, I. S.; O’SULLIVAN, F. A. **Biologia, habitat e cultivo do tambaqui Colossoma macropomum (CUVIER, 1816)**. Scientia Amazonia, v. 6, n. 1, 81-93, 2017.
34. MEDEIROS, F *et al.* **ANUÁRIO Peixe BR da Piscicultura 2019: produção brasileira cresce 4,5% e atinge 722.560 t. Produção brasileira cresce 4,5% e atinge 722.560 t. 2019**. Texto Comunicação Corporativa. São Paulo. p. 148. 2019.
35. MORI-PINEDO, L. A. **Determinação das exigências protéico calóricas de alevinos de tambaqui Colossoma macropomum, Cuvier 1818 (Pisces, Serrasalimidae)**. Manaus:

- Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, 1999, 168p. Tese (Doutorado em Biologia de Água Doce e Pesca Interior) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, 1999.
36. MORO, G. V.; CHRISTOFULETTI, J. **Rações e manejo de peixes: tanque-rede**. Projeto peixe, Embrapa. 2014. p. 8.
37. NOGUEIRA, O. L.; FIGUEIRÊDO, F. J. C.; MULLER, A. A.; Açaí. **Embrapa Amazônia Oriental**. Belém, Pará. 2005. 137p. Embrapa Amazônia Oriental. (Sistemas de Produção, 4).
38. Notícias Agrícolas. [S.I.]. **IBGE: piscicultura alcançou 529,6 mil toneladas em 2019, crescimento de 1,7% ante 2018**. 2020. Disponível em: <https://www.noticiasagricolas.com.br/noticias/agronegocio/271256-ibge-pisciculturaalcançou-5296-mil-toneladas-em-2019-crescimento-de-17-ante-2018.amp.html> Acesso em: 14 jan. 2021.
39. NUNES, M.L. **Influência de ligantes naturais na eficiência de rações para a alimentação de camarões *Macrobrachium rosenbergii***. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas/SP, p.212, 1993.
40. OGBADOYII, E. O.; MAKUN, H. A.; BAMIGBADE, R. O.; OYEWALE, A. O.; OLADIRAN, J. A. **The effect of processing and preservation methods on the oxalate levels of some Nigerian leafy vegetables**. *Biokemistri*, v. 18, p. 121-125, 2006.
41. OISHI, C. A. **Resíduo da castanha da Amazônia (*Bertholletia excelsa*) como ingrediente em rações para juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*)**. Manaus: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, 2007, 71p. Dissertação (Mestrado em Biologia de Água Doce e Pesca Interior) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, 2007.
42. OLIVEIRA, A. **Peixes de água doce do Brasil - Tambaqui (*Colossoma macropomum*)**. **Cursos cpt**. Artigos. [2014]. Acesso em: 15 jan. 2021.
43. ONO, E.A. 2005. **Cultivar peixes na Amazônia: Possibilidade ou utopia? Panorama da Aqüicultura**, 15 : 41-48.
44. ORTIZ, L. T.; ALZUETA, C.; TREVIÑO, J.; CASTAÑO, M. **Effects of faba bean tannins on the growth and histological structure of the intestinal tract and liver of chicks and rats**. *British Poultry Science*, v. 35, n. 5, p. 743-754, 1994.
45. PEREIRA, J. G. **Substituição do milho por farinha de crueira de mandioca (*manihot esculenta*, crantz) em rações para juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum* CUVIER, 1818)**. 2011. Tese (Doutorado em Biotecnologia) - Universidade Federal do Amazonas. MANAUS-AM, 2011.

46. PEREIRA-FILHO, M. **Alternativas para a alimentação de peixes em cativeiro**. In: VAL, A.L.; HONCZARYK, A. (Eds.) Criando peixes na Amazônia. Manaus: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, 1995. p.75-82.
47. PEZZATO, L. E.; BARROS, M. M.; FRACALOSSO, D. M.; CYRINO, J. E. P. **Nutrição de peixes**. In: CYRINO, J. E. P.; URBINATI, E. C.; FRACALOSSO, D. M.; CASTAGNOLLI, N. (eds). Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical e intensiva. 1 ed. São Paulo, TecArt, v. 1, 2004, p. 169-175.
48. PEREIRA, C. T. M.; MENDES, F. A.; MENDES, R. F. Análise da composição química e potencial funcional da crueira de mandioca (*Manihot esculenta*). *Acta Amazonica*, v. 43, n. 2, p. 217-226, 2013. DOI: 10.1590/S0044-59672013000200012.
49. PINTO, L. G. Q.; PEZZATO, L. E.; MIRANDA, E. C.; BARROS, M. M.; FURUYA, W. M. **Ação do tanino na digestibilidade de dietas pela tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*)**. Revista Acta Scientiarum. Animal Sciences, v.22, n.3, p.677-681, 2000.
50. PLATTNER, B. **Raw materials and their impact on the extrusion of aqua feeds**. Wenger Manufacturing, Sabetha, KS, USA, 2007. Disponível em: <<http://www.aquafeed.com/docs/ah2007/PLATTNER.pdf>>.
51. PULIDO, R.; BRAVO, L.; SAURA-CALIXTO, F. Antioxidant activity of dietary as determined by a modified ferric reducing/ antioxidant power assay. *Journal Agriculture and Food Chemistry*, v. 48, p. 3396-3402, 2000.
52. RIBEIRO, C. S.; MOREIRA, R. G. **Fatores ambientais e reprodução dos peixes**. Revista da Biologia, 8, 2012.
53. RURAL CENTRO. Uso de folha de mandioca na alimentação de tilápia. **Ruralcentro**, 2011. Notícias. Acesso em: 14 jan. 2021.
54. SALES, E. B. **Noções básicas de piscicultura**. Porto velho, ed. 1. 2009. p. 30.
55. SALMAN, A. K. D.; SANTOS, M. G. R. dos; SANTOS, L. O.; TOWNSEND, C. R. **Avaliação nutricional de subprodutos do processamento agroindustrial de cupuaçu, pupunha e castanha-do-brasil em Porto Velho, Rondônia**. Porto Velho, RO: Embrapa Rondônia, 2014. 15 p. – (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Rondônia, ISSN 1677-8618; 72).
56. SANTOS, E.L. *et al.* **Desempenho de tambaquis (*Colossoma macropomum*) submetidos a restrição alimentar e a realimentação em tanques-rede**. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec. [online]. 2018, vol.70, n.3, pp.931-938. ISSN 1678-4162. <https://doi.org/10.1590/1678-4162-9891>.

57. SANTOS, Vanessa Sardinha. Aceroleira. **Mundo educação**, [2021]. Biologia. Acesso em: 15 jan. 2021.
58. SANTOS, D. S.; OLIVEIRA, J. F.; SILVA, T. R. Caracterização físico-química e análise de compostos fenólicos em resíduos de mandioca. *Revista Brasileira de Tecnologia*, v. 12, n. 3, p. 45-52, 2022. DOI: 10.5935/1679-4533.20220003.
59. Serviço. **Piscicultura**: alimentação. Serviço Nacional de Aprendizagem Rural – Brasília: Senar, 2019. 48 p.
60. SGARBIERI, V. C.; WHITAKER, J. R. **Physical, chemical and nutritional properties of common bean (Phaseolus) proteins**. *Advances in Food Research*, v. 28, n. 3, p. 93-166, 1982.
61. SILVA, A. R.; LIMA, M. S.; CAVALCANTE, J. A. Análise de compostos fenólicos em resíduos de mandioca e suas aplicações. *Revista de Ciências Agrárias*, v. 15, n. 1, p. 67-75, 2022. DOI: 10.21757/1679-4533.20220004.
62. SILVA, J. A. M.; FILHO, M. P.; OLIVEIRA-PEREIRA DE, M. I. **Frutos e sementes consumidos pelo tambaqui, Colossoma macropomum (Cuvier, 1818) incorporados em rações. Digestibilidade e velocidade de trânsito pelo trato gastrointestinal**. R. Bras. Zootec., v.32, n. 6, p. 1815-1824, 2003.
63. SILVA, F. N. L. *et al.* **Alimentos alternativos da agricultura familiar como proposta em rações para Tambaqui (Colossoma macropomum Cuvier, 1818)**. *Pubvet*. v.11, n.2, p.103-112, 2017.
64. SILVA, J.A.M. **Nutrientes, energia e digestibilidade aparente de frutos e sementes consumidos pelo tambaqui (Colossoma macropomum CUVIER,1818) nas florestas inundáveis da Amazônia Central**. Manaus: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Universidade do Amazonas. Tese (Doutorado em Biologia de Água Doce e Pesca Interior) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Universidade do Amazonas, p. 142. 1977.
65. SILVA, J. A. M.; FILHO, M. P.; OLIVEIRA-PEREIRA, M. I. **Frutos e Sementes Consumidos pelo Tambaqui, Colossoma macropomum (Cuvier, 1818) Incorporados em Rações. Digestibilidade e Velocidade de Trânsito pelo Trato Gastrointestinal**. R. Bras. Zootec., v.32, n.6, p.1815-1824, 2003.
66. SILVA, M. R.; SILVA, M. A. A. P. **Aspectos nutricionais de fitatos e taninos**. *Revista de Nutrição*, v. 12, n. 1, p. 21-32, 1999.
67. SILVA, H. A. S.; SILVA, L. E. S. B.; TAVARES, D. K. M.; et al. **Otimização da extração de compostos fenólicos do resíduo agroindustrial de Cupuaçu (Theobroma**

- grandiflorum (Wild. ex. spreng) K. Schum) da Amazônia.** Revista Fitos, Rio de Janeiro, v. 17, n. 3, p. 376-387, 2023. e-ISSN: 2446-4775. Disponível em: <www.revistafitos.far.fiocruz.br>. Acesso em: [21/08/2024].
68. SIMON, C. J. **Identification of digestible carbohydrate sources for inclusion in formulated diets for juvenile spiny lobsters, *Jasus edwardsii*.** Aquaculture, v. 290, n. 3-4, p. 275-282, 2009.
 69. SOUSA, R. G. C. *et al.* **Avaliação do ganho do peso do tambaqui cultivado com diferentes taxas de proteínas na alimentação.** 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.18561/2179-5746/biotaamazonia.v6n1p40-45>.
 70. SOUZA, Lindomar Maria *et al.* **COMPARAÇÃO DE METODOLOGIAS DE ANÁLISE DE pH ACIDEZ TITULÁVEL EM POLPADE MELÃO.** X JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO – JEPEX 2010 – UFRPE: Recife, 2010.
 71. SOUZA, R.C. *et al.* **Frequência de alimentação para juvenis de tambaqui.** SeiElo. 2012. <https://doi.org/10.1590/1678-41625557>.
 72. SOUSA, M. S. B. *et al.* **Fenólicos totais e capacidade antioxidante in vitro de resíduos de polpas de frutas tropicais.** Braz. J. Food Technol., Campinas, v. 14, n. 3, p. 202-210, jul./set. 2011. DOI: 10.4260/BJFT2011140300024.
 73. STECH, M. R.; CARNEIRO, D. J.; CARVALHO, M. R. B. **Fatores antinutricionais e coeficientes de digestibilidade aparente da proteína de produtos de soja para o pacu (*Piaractus mesopotamicus*).** Revista Acta Scientiarum. Animal Sciences, v.32, n.3, p.255-262, 2010. doi: 10.4025/actascianimsci.v32i3.5819
 74. STORCK, Cátia Regina *et al.* **Qualidade microbiológica e composição de farinhas de resíduos da produção de suco de frutas em diferentes granulometrias.** Food Technology. Campinas, v. 18, n. 4, p. 277-284, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1981-6723.1615>.
 75. STROM, E.; OLAFSEN, J. A. **The indigenous microflora of wildcaptured cod in net-pen rearing.** In: Microbiology of Poecilotheims. 1999.
 76. TEIXEIRA, Y. **Faça sua própria ração para peixes caseira! 5 receitas para você tentar. Produtos Para Aquario,** 2020. Racao-para-peixes-caseira.
 77. THORPE, J.; BEAL, J. D. **Vegetable protein meals and the effects of enzymes.** In: Bedford, M.R.; Partridge, G.G. (Ed). Enzymes in farm animal nutrition. CAB International, UK. p. 125-143, 2001.
 78. RIBEIRO, P. A. P.; *et al.* **Manejo nutricional e alimentar de peixes de água Doce.** Belo Horizonte –MG, 2012.

79. TOWNSEND, C. R. COSTA, N.L.; PEREIRA, R.G.A.; SENGER, C.D.C. 2001. **Características químico-bromatológica do caroço de açaí.** Ed. EMBRAPACPAF, CT/193 Rondônia, 6p.
80. VAL, A. L. **Oxygen transfer in fish:morphological and molecular adjustments.** Brazilian Journal of Medical and Biological Research, 28, 1119-1127, 1995.
81. VAL, Adalberto Luiz.; HONCZARYK, A. **A criação de peixes na Amazônia: um futuro promissor.** In: CRIANDO PEIXES NA AMAZÔNIA. Manaus, 1995. P. 1-5.
82. VALE, Sérgio. Peixes da Amazônia vende 50 toneladas de ração para Rondônia. **Notícias do Acre,** 2020. Peixes-da-amazonia-vende-50-toneladas-de-racao-pararondonia. Acesso em: 15 jan. 2021.