



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
INSITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA-ICET
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E
TECNOLOGIA PARA RECURSOS AMAZÔNICOS-PPGCTRA



Aproveitamento de resíduos agroindustriais em rações para
juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*)

Wendell Glória dos Santos

Itacoatiara-AM

2023

Wendell Glória dos Santos

**Aproveitamento de resíduos agroindustriais em rações para juvenis
de tambaqui (*Colossoma macropomum*)**

Projeto de defesa apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Ciências e Tecnologia para Recursos Amazônicos (PPGCTRA), como requisito para obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia para Recursos Amazônicos.

Orientador: Dr. Tiago Viana da Costa

Co-orientador: Dr. Noédson de Jesus Beltrão Machado

Itacoatiara - AM

2023

Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

S237a Santos, Wendell Glória dos
Aproveitamento de resíduos agroindustriais em rações para juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*)
Wendell Glória dos Santos . 2023
54 f.: il. color; 31 cm.

Orientador: Tiago Viana da Costa
Coorientador: Noédson de Jesus Beltrão Machado
Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia para Recursos Amazônicos) - Universidade Federal do Amazonas.

1. Alimento alternativo. 2. Resíduos de frutas. 3. Desempenho zootécnico. 4. Impactos ambientais. I. Costa, Tiago Viana da. II. Universidade Federal do Amazonas III. Título

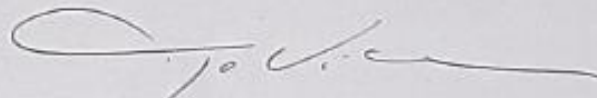
WENDELL GLÓRIA DOS SANTOS

**Aproveitamento de resíduos agroindustriais
em rações para juvenis de tambaqui
(*Colossoma macropomum*)**

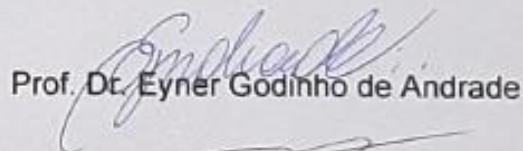
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia para Recursos Amazônicos da Universidade Federal do Amazonas, como parte do requisito para obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia para Recursos Amazônicos, área de concentração Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Recursos Amazônicos.

Aprovado(a) em 31.10.23.

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Tiago Viana da Costa



Prof. Dr. Eyner Godinho de Andrade



Prof. Dr. Paulo Henrique Guimarães de Oliveira

A minha família, por compreender, acreditar e me incentivar sempre, não medindo esforços para que eu chegasse até esta etapa de minha vida.

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus por permitir que tudo isso acontecesse em minha vida, podendo vencer todas as dificuldades e obstáculos enfrentados durante essa caminhada com muita fé, saúde e responsabilidade.

Agradeço aos meus pais, Maria do Bom Socorro e Felix Guimarães que me ajudaram desde a Graduação com apoio e incentivo.

Obrigado meus irmãos, Wenna, Wellen, Wendrel e Izana, que aprendi com eles que devemos enfrentar a vida sem desistir dos nossos sonhos e acreditar que tudo poderá dar certo.

Agradeço a minha esposa pelo apoio, incentivo e compreensão pelos momentos mais difíceis da Pós-Graduação.

Agradeço também a todos meus tios e tias, cito de coração minha tia Assise Glória Rodrigues que é um grande exemplo da família pelo incentivo aos estudos e apoio de todas as formas, obrigado tia.

Agradeço aos meus amigos e parceiros desde a graduação João Pedro Cidade e Hélio Jacobson, que são pessoas que me ajudaram bastante em todos os momentos de pesquisa para poder chegar neste momento tão importante. Agradeço aos colegas do Laboratório de Aquicultura (LAqua/ICSEZ), Raí Vasconcelos, Brendow Cascais, Larissa Yasmim, Jamilly Caldeira.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciências e Tecnologia para Recursos Amazônicos (PPGCTRA) por poder fazer parte como pesquisador deste programa e a Universidade Federal do Amazonas-UFAM, campus Parintins, por disponibilizar os Laboratórios de Aquicultura e Nutrição Animal por realizar cada etapa desta pesquisa.

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas, por todo subsídio fornecido a essa pesquisa (Programa PDPG CAPES/FAPEAM - Edital N° 018/2020).

Agradeço ao meu orientador o Professor Dr. Tiago Viana da Costa, que desde a Graduação, acreditou e me deu a oportunidade na Iniciação Científica e esteve disposto a compartilhar seus conhecimentos comigo. Agradeço pelos incentivos, atenção e compreensão em todos os momentos em que mais precisei. Também agradeço pela paciência, obrigado professor.

Ao professor Dr. Noédson Beltrão por ser meu coorientador, poder ajudar nas etapas e análises desta pesquisa.

Ao Dr. Fábio Lopes por poder contribuir nas análises das amostras.

MUITO OBRIGADO!

RESUMO

A piscicultura no Brasil cresce cada vez mais devido ao grande interesse por espécies nativas da região Amazônica. O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de frutas tropicais e exóticas, precedido por China e Índia. O processamento destas frutas visando produtos alimentícios como geleia, sucos, polpas e doces, geram um excedente de material orgânico que são descartados por serem considerados resíduos agroindustriais, sendo que seu beneficiamento e transformação poderiam apresentar ingredientes fundamentais para a alimentação animal. Esses resíduos são fonte rica em vitaminas, minerais, energia, fibras e proteínas, que podem ser utilizadas em rações. Esta pesquisa teve como objetivo avaliar o uso de resíduos agroindustriais em rações para juvenis de tambaqui, mediante o desempenho produtivo e seus efeitos sobre a composição centesimal do filé. Portanto, foram preparadas três dietas experimentais, sendo uma sem adição de resíduo de frutas (controle), uma contendo 30% de resíduos de acerola e outra contendo 30% de resíduos de goiaba. Foram analisados parâmetros físico-químicos da qualidade de água. As dietas foram elaboradas de forma isonutritivas e testadas por um período de 90 dias, sendo os peixes mantidos em caixas d'água de 1000 L. Os resultados não apontaram diferença significativa entre os tratamentos, podendo concluir que a inclusão de resíduos de acerola e goiaba podem estar presentes nas dietas de juvenis de tambaqui como fonte de alimento alternativo, sendo produtos de baixo custo para produção de ração e boa viabilidade econômica, minimizando os gastos com ingredientes tradicionais, evitando desperdícios e impactos ambientais causado pelos mesmos.

Palavra-chave: Alimento alternativo, resíduos de frutas, desempenho zootécnico, impactos ambientais.

ABSTRACT

Fish farming in Brazil is growing more and more due to the great interest in species native to the Amazon region. Brazil is the third largest producer of tropical and exotic fruits in the world, preceded by China and India. The processing of these fruits aiming at food products such as jelly, juices, pulps, and sweets, generate a surplus of organic material that is discarded because it is considered agroindustrial waste, and its processing and transformation can present fundamental ingredients for animal feed. These residues are rich source of vitamins, minerals, energy, fiber and protein, which can be used in feed. This research aimed to evaluate the use of agroindustrial wastes in feed for juvenile tambaqui, verifying the use of these wastes on their productive performance and their effects on the centesimal composition of the fillet. Therefore, three experimental diets were prepared, one without added fruit residue (control), one containing 30% acerola residue, and another containing 30% guava residue. Physicochemical parameters of water quality were analyzed in the different treatments. The diets were prepared in an isonutritive form and tested for a period of 90 days, with the fish kept in 1000 L water tanks. The results showed no significant difference between the treatments, and it can be concluded so far that the inclusion of acerola and guava waste can be present in the diets of juvenile tambaqui as an alternative food source, being low-cost products for feed production and good economic viability, minimizing spending on traditional ingredients, avoiding waste and environmental impacts caused by them.

Key-words: Alternative feed, fruit waste, zootechnical performance, environmental impacts.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Exemplar juvenil de tambaqui.	3
Figura 2. Filtro biológico.	11
Figura 3. Farelo de resíduos de acerola e goiaba após a moagem.	12
Figura 4. Dietas experimentais (A) controle, (B) acerola e (C) goiaba.	13
Figura 5. Análise morfométria do tambaqui. A) largura do peixe (L) e espessura do filé (EF); B) comprimento total (CT) e altura do peixe (AL).	16
Figura 6. Variação do crescimento (mm) dos peixes submetidos as dietas experimentais.	20
Figura 7. Peso (g) dos diferentes tratamentos durante 90 dias.	21

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição centesimal (%) das amostras dos resíduos e do farelo de acerola e goiaba.	12
Tabela 2. Composição das dietas experimentais.	14
Tabela 3. Parâmetros físico-químicos da qualidade da água superficial e residual das unidades experimentais.	18
Tabela 4. Médias (\pm DP) de desempenho dos parâmetros zootécnicos analisados durante o período experimental.	19
Tabela 5. Parâmetros biométricos médios (\pm DP) dos filés, rendimentos de filé e carcaça de tambaquis submetidos às diferentes dietas experimentais.	222
Tabela 6. Composição centesimal média dos filés sem pele de tambaquis submetidos às diferentes dietas experimentais.	22
Tabela 7. Custo da quantidade de dieta experimental para cada tratamento.	23

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	3
2.1. Geral.....	3
2.2. Específico.....	3
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
3.1. O tambaqui <i>Colossoma macropomum</i> (CUVIER, 1816).....	3
3.2. Resíduos da fruticultura	5
3.3. Considerações gerais sobre a goiaba (<i>Psidium guajava</i> L) e sua utilização na alimentação animal.....	7
3.4. Considerações gerais da acerola (<i>Malpighia emarginata</i>) e sua utilização na alimentação animal.....	8
4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	10
4.1. Avaliação ética e Local do Experimento	10
4.2. Análise físico-química da água	10
4.3. Preparo da dieta experimental	11
4.3.1 Processamento dos resíduos de fruta.....	11
4.3.2 Processamento das dietas.....	13
4.4. Delineamento experimental	14
4.5. Análise do rendimento e da composição centesimal do filé	15
4.6. Análise de custo das dietas.....	17

4.7. Análise estatística.....	17
5. RESULTADOS	17
5.1. Análise físico-química da água	17
5.2. Parâmetros zootécnicos de desempenho dos tabaquis.....	19
5.3. Rendimento e composição centesimal do filé	21
5.4. Análise de custo.....	23
6. DISCUSSÃO	23
6.1 Qualidade da água na criação de tabaqui em caixas d'água.....	23
6.2 Desempenho zootécnico e análise de custo	26
6.3 Rendimento e composição centesimal do filé	29
7. CONCLUSÃO.....	33
8. REFERÊNCIAS.....	34

1.INTRODUÇÃO

A piscicultura é uma das atividades de produção animal que mais cresceu nos últimos anos no Brasil. Segundo a PEIXE BR (2023), o país apresentou uma produção de 860 mil toneladas de peixes de cultivo, com destaque para tilápia, que representou cerca de 64% do volume total. Com este crescente aumento, a expectativa é atingir 20 milhões de toneladas/ano até 2030, podendo tornar o país um dos maiores produtores mundiais de pescado.

A piscicultura na Amazônia, com maior importância socioeconômica para o aumento da produção de alimentos, o que indiretamente ajuda na conservação dos estoques naturais. Porém, ainda que os recursos pesqueiros sejam abundantes, a grande demanda pelo pescado contribui com a diminuição desses estoques naturais, devido ao aumento do esforço de pesca, tornando assim a piscicultura a principal atividade produtiva no fornecimento de pescado demandado pela população (FAO, 2010 e 2020).

No Brasil, a fruticultura é uma das áreas da atividade agropecuária que mais tem se destacado, sendo o terceiro maior produtor mundial de frutas tropicais nativas e exóticas, precedido por China e Índia (KIST *et al.*, 2018; FAO, 2023). Esta atividade não se destaca apenas pela diversidade de espécies produzidas em todo país e nos diferentes climas, mas pela modernização da agricultura e industrialização, colocando as frutas em destaque no agronegócio nacional (ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA, 2015). O processamento dessas frutas para produtos alimentícios como geleia, sucos, polpas e doces geram um excedente de material orgânico que são descartados por serem considerados resíduos agroindustriais, sendo que seu beneficiamento e transformação poderia se apresentar como ingredientes fundamentais para a alimentação animal.

A FAO (Organização das Nações Unidas Para a Alimentação e a Agricultura) estima que a produção mundial de resíduos agroindustriais atinja 1,3 bilhão de toneladas por ano, dando conta que 1/3 dos alimentos potencialmente destinados ao consumo são desperdiçados como resíduos no ambiente, pois esses podem ser utilizados para fins de compostagem ou aproveitados como fonte de alimentação para animais devido ao seu baixo custo (FAO, 2013; PINTO *et al.*, 2017).

É extremamente importante a avaliação de alimentos alternativos que possam gerar estratégias de manejo para o cultivo racional, gerando também rações com baixos custos de produção e alta qualidade nutricional (ARAÚJO, 2010). O estudo dos alimentos alternativos busca dar subsídios para a produção de rações, além de mais baratas e de mesma qualidade

nutricional, proporcionando desempenho produtivo equivalente às aquelas formuladas com alimentos convencionais (MEURER *et al.*, 2000).

O milho e a soja por serem ingredientes mais utilizados na dieta animal, possuem o seu preço regulado pelos mercados internacionais, podendo permanecer seu valor elevado por tempo indeterminado. Sua produção é regionalizada e isso faz com que cada região pague um valor diferente (SOUZA, 2013).

Uma alternativa para aproveitamento e conservação das frutas durante e após a safra, é a fabricação de polpas de frutas congeladas, as quais possibilitam o armazenamento dos frutos, que poderão ser utilizados fora da época *in natura*. No Brasil, este mercado é relevante, pois a procura por produtos de fácil e rápido preparo está cada vez maior. No entanto, o aumento do processamento de polpas, sucos e doces industriais, pode gerar resíduos que levam a preocupação quanto a sua forma de descarte, uma vez que eles são potenciais poluidores por apresentarem, em sua maioria, elevado valor orgânico, por fornecerem nutrientes para microrganismos e, devido às perdas de biomassa e energia (BRUNINI *et al.*, 2002; ABUD, 2009).

Esses resíduos são fonte rica em vitaminas, minerais, energia, fibra e proteínas, que podem ser utilizadas em rações. Ainda são escassas as pesquisas que abordam a composição bromatológica, digestibilidade e utilização de resíduos agroindustriais na nutrição animal, sendo necessária a realização de trabalhos para avaliar o potencial nutricional desta fonte alternativa para incluir na ração animal (COSTA *et al.*, 2009).

Há uma variedade de frutas que abastecem feiras e mercados e, que também são fornecidas para as agroindústrias processadoras de polpas, tais como a acerola (*Malpighia puniceifolia* L.) e a goiaba (*Psidium guajava* L.), que acabam gerando resíduos durante o processamento e podem ser utilizados como possíveis substitutos dos ingredientes proteicos e energéticos na formulação de rações para tambaquis criados em condições de cativeiro (SILVA *et al.*, 2017).

Aproveitar estes resíduos nas dietas para peixes pode possibilitar não somente a identificação de fontes alternativas de nutrientes, como reduzir os custos com a alimentação e, conseqüentemente, melhorar a rentabilidade dos piscicultores. O reaproveitamento destes resíduos como ingrediente alternativo também contribui para a sustentabilidade do conjunto das atividades agropecuárias, pois sem um destino adequado, estas podem causar danos ambientais (MELLO, 2018).

Este trabalho teve como justificativa utilizar os resíduos de frutas processadas como ingredientes na dieta para juvenis de tambaqui, como fontes de alimentos alternativos de baixo custo, no sentido de minimizar o preço das rações comerciais dentro da cadeia produtiva.

2. OBJETIVOS

2.1. Geral

- Avaliar o uso de resíduos agroindustriais em rações para juvenis de tambaqui.

2.2. Específico

- Avaliar o desempenho produtivo de tambaqui;
- Avaliar a composição centesimal do filé;
- Verificar a viabilidade econômica de resíduos agroindustriais na alimentação de peixes.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. O tambaqui *Colossoma macropomum* (CUVIER, 1816)

Na Bacia Amazônica podem ser encontrados 2411 espécies de peixes, distribuídos em 111 Gêneros (21%), sendo 1089 espécies (45%) endêmicas (REIS *et al.*, 2016). Dentre estas espécies, com valor comercial, encontra-se o tambaqui (*C. macropomum*) (Figura 1), que é o segundo maior peixe de escamas da Amazônia, podendo atingir 1 m de comprimento e 30 kg de peso vivo em seu ambiente natural (ARAUJO-LIMA 1998; OLIVEIRA *et al.*, 2016), sendo primeiramente descrito pelo Barão George Von Cuvier, em 1816 (MORAIS, 2016).



Figura 1. Exemplar juvenil de tambaqui.

O tambaqui pertencente à classe Actinopterygii, Ordem Characiformes e família Characidae, ocorrendo naturalmente nas bacias do rio Amazonas e Orinoco. Com grande potencial para criação em cativeiro, apresenta características desejáveis na piscicultura, principalmente na região Norte, tais como: facilidade de obtenção de juvenis e alta produtividade (ARAÚJO-LIMA, 2010; GOMES *et al.*, 2010).

É um peixe onívoro, podendo utilizar diferentes fontes proteicas e energéticas com uma ampla faixa de combinação entre elas. Durante o período enchente/cheia dos lagos e rios amazônicos a dieta deste peixe é constituída de frutos e sementes que apresentam baixos níveis de proteína, porém ricos em lipídeos e carboidratos, podendo ser utilizados como alimento alternativo nas rações para tambaquis criados em cativeiro. No período vazante/seca dos rios, a alimentação dessa espécie é formada basicamente por zooplâncton, podendo consumir também insetos e moluscos, porém em menor frequência (SILVA *et al.*, 2003; OLIVEIRA *et al.*, 2006).

O tambaqui apresenta dentes molariformes e mandíbulas fortes, uma adaptação que a espécie tem para quebrar sementes duras encontradas pela espécie em ambiente natural (RODRIGUES, 2014). O tambaqui não apresenta espinho pré-dorsal, possui nadadeira adiposa e quando adultos, varia sua coloração de acordo com o tipo de água onde é encontrado, sendo de cor mais clara em água barrenta e mais escura nos indivíduos de água preta. Em ambiente com baixa concentração de oxigênio dissolvido, o tambaqui consegue se adaptar através do aumento do lábio inferior conhecido como “iau”, costumando nadar na superfície da água para captar mais oxigênio, além de reduzir seu metabolismo e sua taxa de crescimento (ALMEIDA-VAL *et al.*, 1999; OLIVEIRA *et al.*, 2016).

Quando são mantidos em cativeiro, aceita bem a ração e subprodutos de agroindústrias, sendo capaz de aproveitar ampla variedade de alimentos disponíveis; isso é uma das vantagens da espécie que a fez se adaptar bem em cativeiro (SUFRAMA, 2003). Tambaquis toleram águas com baixo pH (4,0 a 5,0); quando mantidos por tempo indeterminado em águas alcalinas, esta tem efeito negativo sobre a espécie, promovendo redução no crescimento (ARIDE *et al.*, 2007).

O tambaqui pode ter até 75 cecos pilóricos quando adulto no seu trato gastrointestinal (ARAÚJO-LIMA, 1998), que junto a lipase estão presentes por todo o trato digestivo, sendo isto uma característica da espécie. Os cecos constituem projeções digitiformes no início do intestino, que aumentam a área de digestão e absorção de nutrientes; é um peixe que pode mudar o perfil enzimático de acordo com o tipo de dieta (BALDISSEROTTO, 2009).

O tambaqui é um peixe de comportamento gregário, cujos lotes têm crescimento heterogêneo, apresentando em muitos dos casos indivíduos dominantes. São peixes que podem

ser criados no sistema semi-intensivo em tanque escavado, com duração em torno de 8 meses, podendo chegar a 1,8 kg na despesca (IZEL e MELO, 2004). Em tanques-rede apresentam um ciclo de produção de 6 a 8 meses (BRANDÃO *et al.*, 2004). A viabilidade econômica da criação de tambaqui, como qualquer outra espécie animal, depende e está atrelada à nutrição. O custo com alimentação do tambaqui é consideravelmente alto apresentando cerca de 60-70% do custo de produção (ROTTA, 2002).

O tambaqui é bastante apreciado na região amazônica devido as características organolépticas da carne, qualidade e consistência, além das diversas formas de preparo pela culinária amazônica e por isso acabam sendo muito explorados pela pesca na Amazônia desde o século XIX (MENEZES *et al.*, 2008). Este peixe possui grande destaque na piscicultura continental em todo o Brasil, e é a principal espécie nativa cultivada no país (LOBO *et al.*, 2015).

A criação de tambaqui é dividida em três fases: larvicultura, produção de juvenis e engorda. Na larvicultura a eclosão ocorre entre 30 a 45 dias, com o peso médio individual de 0,5 a 1 g; a produção de juvenis é a próxima etapa que dura cerca de 60 dias com o peso médio por indivíduo de 40 a 50 g e por último, a fase de engorda (GOMES *et al.*, 2009).

A região Norte possui uma produção de 73,1% dos tambaquês do Brasil, com destaque para o estado de Rondônia contribuindo com 40,5% da produção (IBGE, 2020). A piscicultura no estado do Amazonas é praticada em várias formas, como em viveiros escavados, tanques redes, viveiros de barragens, gaiolas flutuantes até mesmo em açudes particulares, sendo o tambaqui a espécie mais produzida. Quando comparados com outros estados até mesmo no estado do Pará, a piscicultura no estado do Amazonas apresenta problemas na cadeia que vai desde a produção de insumos até o ambiente institucional (PIEDRAS, 2006; BRABO, 2014).

3.2. Resíduos da fruticultura

O termo "resíduos" na indústria de alimentos é usado para descrever algumas partes das matérias-primas não utilizadas durante o processamento do produto principal. No caso das indústrias de polpa de frutas, o resíduo diz respeito ao "bagaço" (casca e semente) obtido durante o processo de extração da polpa (MATIAS *et al.*, 2005).

Um dos grandes desafios para o cultivo de tambaqui é identificar alternativas que possam reduzir os custos com a alimentação, sem interferir na qualidade da água, no desempenho produtivo e a qualidade de filé (LOPES *et al.*, 2010). Neste sentido, os resíduos agroindustriais podem ser apresentados como possíveis substitutos dos ingredientes proteicos e energéticos em

formulações de rações alternativas para peixes de água doce (GUIMARÃES e STORT FILHO, 2004).

No entendimento de PELIZER *et al.* (2007), os resíduos de frutas podem ser transformados em matéria-prima para a geração de novos produtos, evitando problemas no funcionamento natural do ecossistema e aproveitando a energia e nutrientes ainda existentes para a alimentação, sendo transformado algo que seria custo, como o tratamento dos resíduos para descarte, em renda extra por meio da matéria-prima produzida.

O setor de produção animal é fortemente criticado devido à competição alimentar, ou seja, o uso de terras aráveis para cultivo de cereais para ração animal em vez de utilizá-los diretamente na alimentação humana. Enquanto isso, aproximadamente 1,3 bilhões de toneladas de alimentos são desperdiçadas anualmente, com frutas e vegetais compondo uma parte substancial dessa perda (WADHWA *et al.*, 2015).

Resíduos agroindustriais podem representar perda de biomassa e de nutrientes. É descartado de forma inadequada no ambiente, apresentando potencial poluidor, além da poluição de solos e de corpos hídricos quando da lixiviação de compostos, acarreta problemas de saúde pública. O elevado custo associado ao tratamento, ao transporte e à disposição final dos resíduos gerados, tem efeito direto sobre o preço do produto final (ROSA *et al.*, 2011).

A utilização de subprodutos como ingrediente alternativos, podem favorecer as agroindústrias, mediante o corte de gastos com tratamento residual e possíveis multas devido ao descarte incorreto do resíduo no ambiente, beneficiando toda a cadeia, da indústria ao piscicultor, já que o custo com a alimentação é um dos pontos que mais são discutidos na piscicultura (GARMUS *et al.*, 2009).

Segundo BRABO *et al.* (2021) a oferta de rações alternativas está se destacando cada vez mais por serem compostas principalmente de subprodutos da agroindústria e pecuária devido ao baixo custo, ao volume e oferta contínua. Mesmo por serem rações alternativas é muito importante que se proceda o balanceamento correto dos ingredientes para que possa atender a demanda fisiológica e metabólica dos peixes.

Na região amazônica, em áreas de terra firme e várzea, existe uma vasta diversidade de plantas frutíferas que servem para o consumo humano e animal, e destas pode-se fazer o preparo de sucos, doces, ou até mesmo consumido na forma *in natura*. A produção de resíduos sobre o despulpamento de frutos é ampla, devido muitas das vezes à utilização somente da polpa, descartando as cascas e sementes ricas em vitaminas e minerais. A acerola e a goiaba, dentre

outros frutos disponíveis na região, podem ser testadas na dieta a fim de verificar o desempenho dos peixes, principalmente dos onívoros, por terem facilidade de selecionar o alimento.

3.3. Considerações gerais sobre a goiaba (*Psidium guajava* L) e sua utilização na alimentação animal

A goiaba é um dos frutos mais produzidos no Brasil, apresentando características favoráveis como a quantidade de vitamina C, altos teores de açúcar, vitamina A e vitaminas do grupo B, além dos teores significativos de fósforo, potássio, ferro e cálcio (BARRETO *et al.*, 2014). É nativa da América do Sul, de onde foi levada pelos navegantes europeus para as colônias africanas e asiáticas, tendo se espalhado para todas as regiões tropicais (RISTERUCCI *et al.*, 2005).

A goiaba é uma das frutas mais importantes da Família Myrtaceae, sendo esta composta por 130 gêneros e 3 mil espécies de árvores e arbustos distribuídos em regiões de clima tropical e subtropical. O Gênero *Psidium* engloba aproximadamente 150 espécies, muito das quais produzem frutos. A produção da goiaba ocorre o ano todo, sendo a safra geralmente ocorrendo entre janeiro e março (SILVA, 1998; MAIA, 2021).

Segundo SILVA (2015), a goiaba ocupa lugar de destaque e coloca o Brasil na posição de maior produtor mundial de goiabas vermelhas, com suas plantações concentradas nas regiões Nordeste e Sudeste (NASCIMENTO *et al.*, 2010). A obtenção dos frutos ocorre ao longo de todo ano, sendo a produção destinada a feiras livres, mercados e ao processo de industrialização que é focada na produção de sucos, compotas e doces em pasta (BARRETO *et al.*, 2014; PEREIRA, 2017).

Em pesquisas realizadas sobre o uso do resíduo da goiaba oriundos das agroindústrias processadoras de polpas, este se mostra como uma boa fonte energética para a alimentação de peixes, mas quando a concentração de fibra é alta na ração, provoca queda no desempenho (SANTOS *et al.*, 2009).

Para SANTOS (2011), após o processo de extração de polpa, 4 a 12% da massa total dos frutos ficam na forma de resíduos. Este material é composto de cascas e, principalmente, por sementes, além de possuir quantidades significativas de ácidos graxos e matéria fibrosa.

A goiaba é considerada um dos frutos mais completos e equilibrados, do ponto de vista nutricional. De acordo com LIRA *et al.* (2009) e PECHE (2012), o resíduo da goiaba é composto por 90,81% de matéria seca, contendo 10,09% de proteína bruta, 10,86% de extrato etéreo, 56,01% de fibra bruta, 0,11% de fósforo total, 0,037% de fósforo disponível e 0,025% de cálcio.

Na agroindústria processadora de polpas, a goiaba é despolpada e lavada com água clorada, obtendo em seguida o resíduo, que é composto principalmente por sementes, na proporção de 4 a 12% da massa total dos frutos beneficiados (OLIVEIRA, 2016).

SALVADOR (2008), avaliando a inclusão do resíduo de goiaba na alimentação de frangos de corte, observou efeitos significativos para o consumo de ração e ganho de peso; no entanto, não encontrou efeito significativo para a conversão alimentar. CAMELO *et al.* (2015) avaliaram o efeito de níveis de inclusão do resíduo da goiaba sobre o consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar de codornas europeias nos períodos de 16 a 38 dias de idade e não encontraram efeitos significativos para nenhuma das variáveis estudadas, evidenciando que o farelo de goiaba é uma boa alternativa alimentar para estas aves.

PEREIRA *et al.* (2022) ao avaliarem o desempenho de crescimento de juvenis de tambaquis ($6,09 \pm 0,39$ g; $7,22 \pm 0,20$ cm) alimentados com dietas contendo diferentes níveis de resíduo agroindustrial de goiaba (0, 50, 100, 150 e 200 g kg⁻¹), concluíram que a inclusão de até 150 g kg⁻¹ na ração não comprometeu o desempenho destes peixes.

3.4. Considerações gerais da acerola (*Malpighia emarginata*) e sua utilização na alimentação animal

A acerola é uma fruta nativa da América Central e é cultivada em todos os trópicos e em áreas subtropicais como a Flórida, Israel e Austrália. Algumas das maiores plantações estão no Brasil, particularmente na região Norte e Nordeste, sendo o país, o maior produtor de acerola do mundo (MOHAMMED, 2011).

De acordo com SILVEIRA (2022), além de maior produtor, o Brasil é o maior consumidor e exportador de acerola no mundo; o fruto apresenta uma coloração que varia do vermelho ao alaranjado quando maduras, possui sabor ácido-azedo, apresentando três gomos e três sementes. No mercado interno, a acerola além de comercializada na forma *in natura*, também é distribuída em forma de sucos e polpa congelada. É um fruto rico em vitamina C, sendo no mercado externo a maior demanda de polpa concentrada.

Este fruto é cultivado em escala comercial com destaque para os países de Porto Rico, Jamaica, Brasil e nos EUA, na ilha do Havaí. O maior diferencial da agroindústria brasileira está em relação à capacidade de aproveitamento industrial, com plantios comerciais em todos os estados, mas principalmente na região Nordeste, que é a maior produtora devido as suas condições de solo e clima, correspondendo a 70% da produção nacional, seguida do Sudeste com aproximadamente 15% (FURLANETO e NASSER, 2015).

A acerola tornou-se popular como um alimento funcional entre os consumidores. Além da vitamina C, a acerola contém outros constituintes, tais como os compostos fenólicos, que a qualificam como alimento funcional, com potencial de utilização na indústria de alimentos, quer seja na forma de suplementos nutricionais, ou como aditivo para aumentar o valor nutricional de outros produtos (OLIVEIRA *et al.*, 2012). O resíduo de acerola, mesmo sem a polpa, constitui de antioxidantes sendo fonte potencial de carotenoides, fenólicos totais e vitamina C (SOUSA *et al.*, 2011). Segundo ALMEIDA *et al.* (2014) a aceroleira pode produzir de três a quatro safras por ano, com capacidade de chegar até seis safras, dependendo do sistema de produção, o que torna a oferta de resíduos constante durante todo o ano.

Tal resíduo tem sido usado na alimentação animal principalmente como aditivo em silagens com intuito de elevar os teores de matéria seca (FERREIRA *et al.*, 2010; MAIA *et al.*, 2015). Os resíduos desse fruto após o preparo do suco é a casca e as sementes, que não apresentam nenhum interesse pela agroindústria.

O processamento da acerola acaba gerando resíduos que representam 40% do volume de produção. Tais resíduos são, na maioria das vezes, desprezados, no entanto, poderiam ser aproveitados como fontes alternativas de nutrientes, devido, sobretudo à presença de antocianinas e ácido ascórbico nesses resíduos (RITZINGER e RITZINGER, 2011). CAETANO *et al.* (2009) e SOUSA *et al.* (2011) analisando extratos dos resíduos agroindustriais de acerola encontraram compostos fenólicos com capacidade antioxidante.

Pesquisas com inclusões de resíduos de acerola na alimentação animal são escassas na literatura atual, porém há relatos de que a adição de níveis crescentes (3,5; 7,0; 10,5 e 14,0%) deste resíduo em ensilagem de capim-elefante, para ovinos, não comprometeram o consumo, nem a digestibilidade dos nutrientes (FERREIRA *et al.*, 2010). Para a alimentação de ruminantes, a literatura cita algumas restrições em relação à utilização do resíduo de acerola. Segundo LOUSADA JUNIOR *et al.* (2005), o resíduo de acerola, quando fornecido a ovinos, resultou em menor consumo de matéria seca (1,4% do peso vivo), sendo esse fato justificado pelo alto teor de lignina (20,1%), uma vez que o resíduo é composto basicamente de sementes, material naturalmente lignificado.

Já para aves adultas, a incorporação de 20% de resíduo de acerola à ração, promoveu reduções na digestibilidade dos nutrientes e da energia metabolizável aparente (DIÓGENES *et al.*, 2014). De acordo com CASTELINI (2015) o resíduo de acerola pode ser utilizado até o nível de 27%, como diluidor energético nas dietas de suínos, porém é importante ressaltar que há piora no ganho diário de peso, no peso final e na conversão alimentar dos animais.

A acerola por ser uma fonte rica em vitamina C, carotenoides e antocianinas, na maioria das vezes, desprezados na forma de resíduos, poderia ser aproveitada como fontes alternativas de nutrientes na dieta de peixes (RITZINGER, 2011). O subproduto da acerola (semente e casca) na formulação de alimentos exige o aprofundamento de pesquisas no sentido de se conhecer o valor nutritivo dos mesmos, já que eles representam entre 15 e 41% do volume total de toda acerola processada (VASCONCELOS *et al.*, 2002).

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1. Avaliação ética e Local do Experimento

Os procedimentos de manipulação dos animais foram protocolados junto a Comissão de Ética em Uso de Animais (CEUA) da UFAM, via processo SEI 23105.014201/2023-16.

O experimento foi conduzido no Laboratório de Aquicultura do Instituto de Ciências Sociais, Educação e Zootecnia – LAqua/ICSEZ, da Universidade Federal do Amazonas, no município de Parintins/AM.

4.2. Análise físico-química da água

Foram aferidos os seguintes parâmetros físico-químicos da água, de superfície e residuais: oxigênio dissolvido, alcalinidade, dureza, amônia e nitrito, registrados duas vezes por semana logo após o fornecimento da primeira alimentação, com auxílio de kits colorimétricos (Alcon Labcon-Test®) para água doce. Foram também medidos o pH e a temperatura, através do pHmetro digital (DLA-pH), sendo estas realizadas duas vezes na semana, pela parte da manhã e à tarde.

A água de distribuição apresentou pH ácido de 2,68 e de acordo com a Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE) do município são concentrações aceitáveis para o consumo humano. Visando a correção do pH da água, foi utilizado bicarbonato de sódio (34,0 g L⁻¹). A sifonagem foi feita sempre que necessário para retirada de fezes e resto de ração. Diariamente era repostado o volume correspondente a perda por evaporação.

Com intensão de verificar a incidência e concentração de amônia na água de abastecimento do LAqua/ICSEZ, foram realizadas análises nas primeiras horas da manhã (7 h) e à tarde (14 h), podendo ser observado que a água apresentava picos de amônia variando de 0,25

ppm a 2,00 ppm. Na tentativa de diminuir a concentração de amônia na água, foram utilizados filtros biológicos (Figura 2).



Figura 2. Filtro biológico.

No filtro biológico ocorre a contenção de parte dos resíduos sólidos, como fezes e resto de ração, ocorrendo também o metabolismo dos compostos nitrogenados para evitar que atinjam níveis tóxicos (KUBITZA, 2006; LIMA *et al.*, 2015). O biofiltro ou filtro biológico foi confeccionado utilizando recipiente plástico, preenchido por substratos para possibilitar a fixação de bactérias nitrificantes, acoplados a um tubo de PVC, servindo para manter o fluxo de água através de um propulsor de ar, ocorrendo a recirculação internamente em cada tratamento/repetição.

Este sistema também possibilita um maior controle sobre diferentes parâmetros, tais como: pH, oxigênio dissolvido, turbidez, dureza e amônia, possibilitando o controle da qualidade do produto, menor desperdício de água, permite controlar o ambiente de produção do peixe (FILHO, 2000; LIMA *et al.*, 2015). Algumas desvantagens desse sistema estão relacionadas ao investimento de capital, pois é muito alto devido aos custos com a aeração, gasto com ração e energia. A manutenção também é maior devido a retirada dos resíduos sólidos da água, método denominado de sifonagem, pois o excesso desse material pode causar entupimento do biofiltro e sufocar as bactérias nitrificantes (AIRES, 2019).

4.3. Preparo da dieta experimental

4.3.1 Processamento dos resíduos de fruta

Os resíduos de goiaba e acerola (casca e sementes) foram derivados do processamento da extração de polpas de frutas da indústria Império da Polpa de Frutas, localizada no município de

Santarém-PA. Vale ressaltar que as frutas *in natura*, de acordo com a agroindústria, são fornecidas de pequenos agricultores da região santarena, 100% natural e sem aditivos químicos. Os resíduos foram armazenados em caixas isotérmicas e mantidos refrigerados durante o transporte até o município de Parintins-AM.

Uma vez no município, os resíduos foram encaminhados ao Laboratório de Nutrição Animal do ICSEZ, e submetidos à secagem em estufa de circulação forçada de ar até a perda de 100% da umidade; posteriormente foi realizada a moagem em moinho de facas para a obtenção do farelo de resíduos de goiaba e acerola (Figura 3).



Figura 3. Farelo de resíduos de acerola e goiaba após a moagem.

O material ficou armazenado e uma alíquota foi retirada para a realização da composição centesimal de acordo com a metodologia proposta pela AOAC (2000), para determinação dos teores de umidade, carboidratos, proteína bruta, extrato etéreo e matéria mineral (Tabela 1).

Tabela 1. Composição centesimal (%) das amostras dos resíduos e do farelo de acerola e goiaba.

Composição Centesimal	Resíduo de acerola	Farelo do resíduo da acerola	Resíduo de goiaba	Farelo do resíduo da goiaba
Umidade	75,29	7,13	42,60	5,34
Minerais	0,46	2,04	0,85	4,87
Lipídeos totais	0,78	1,19	8,01	12,45
Proteína	2,08	4,95	7,24	11,94
Carboidrato	21,39	84,69	41,30	65,40
Valor calórico*	100,91	368,86	266,28	421,44

*Valor calórico (kcal EB/100g.=quilocalorias de energia bruta por 100g de amostra analisada).

4.3.2 Processamento das dietas

As dietas experimentais foram formuladas com ingredientes comerciais à base de milho, farelo de soja, farinha de peixe 60%, fosfato bicálcico, premix mineral e vitamínico (Tabela 2). Todas as dietas (Figura 4) foram formuladas para serem isonutritivas com 23% de proteína bruta e 3338 kcal de energia bruta (SANTOS, 2010). Os ingredientes foram moídos a 1 mm, misturados e ensacados. Posteriormente foram levados para o processo de extrusão (pellets de 4-6 mm) na fábrica de ração “Ração +”, localizada no município de Presidente Figueiredo-AM. Após a extrusão, as rações foram transportadas para o município de Parintins e submetidas a análise bromatológica.

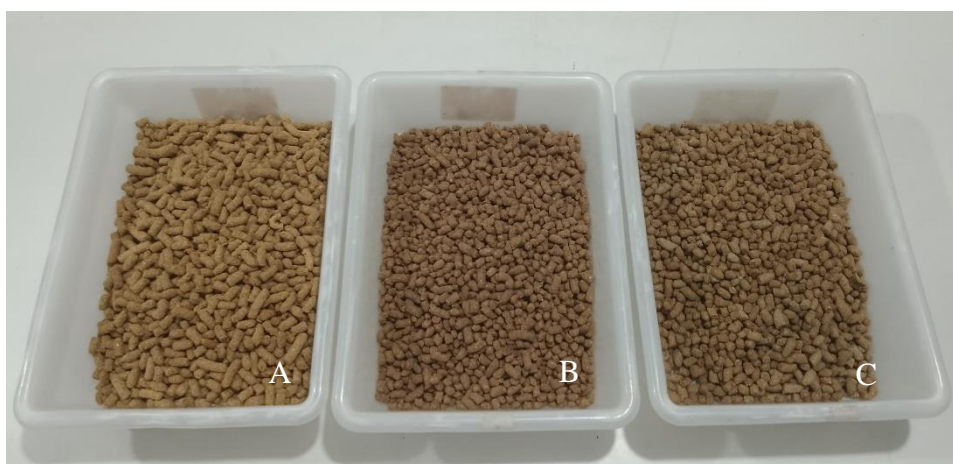


Figura 4. Dietas experimentais (A) controle, (B) acerola e (C) goiaba.

Os tratamentos foram constituídos pela adição de diferentes resíduos agroindústrias na ração, sendo: T1= dieta controle sem adição de resíduo, T2= dieta com inclusão de 30% de resíduo de acerola, e T3 = dieta com inclusão de 30% de resíduo de goiaba.

Tabela 2. Composição das dietas experimentais.

Ingredientes %	Dietas Experimentais		
	Controle	Acerola	Goiaba
Farelo de soja 46%	49,21	21,80	21,90
Farelo de acerola	x	30,00	x
Farelo de goiaba	x	x	30,00
Milho 7,88%	38,52	31,76	31,45
Farinha de peixe	7,48	14,75	14,89
Óleo de soja	2,52	0,53	0,55
L-lisina	0,14	0,62	0,62
DL-Metionina	0,25	0,31	0,31
Premix	0,10	0,10	0,10
Calcário	0,70	0,09	0,08
Fosfato bicálcico	1,01	0,08	0,07
Total kg.	100,00	100,00	100,00
Composição Centesimal %			
Umidade	19,11	10,44	11,44
Proteínas	29,04	23,86	23,59
Carboidratos	41,43	56,25	56,47
Cinzas	6,47	5,47	4,92
Fibra bruta	5,67	25,66	24,50
Lipídeos Totais	3,95	3,98	3,58
Valor Calórico*	317,43	356,24	353,64

*Valor Calórico (Kcal EB/100g. = Quilocalorias de energia bruta por 100g de amostra analisada).

Obs. Os resultados apresentados na tabela acima terão validade somente para as amostras analisadas.

4.4. Delineamento experimental

Foram utilizados 120 juvenis de tambaqui adquiridos da Fazenda Bicho do Rio, localizada no município de Iranduba-AM (26 km até a Capital), sendo o transporte dos animais de Manaus até o município de Parintins (372 km de distância da capital), realizado de acordo com os padrões estabelecidos pelo CTTTPA - Centro de Treinamento, Tecnologia e Produção em Aquicultura, que fica localizado em Balbina no município de Presidente Figueiredo-AM.

Inicialmente os peixes foram alojados em duas caixas de polietileno de 1000 L com período de adaptação de 15 dias, com renovação diária de 30% do volume de água e aeração constante. Nesse período, os peixes receberam alimentação três vezes ao dia, com ração comercial extrusada contendo 32% de proteína bruta.

Após o período de adaptação e aclimatação, os peixes foram pesados e submetidos a biometrias quinzenais. Ao final do experimento foram avaliados:

- 1 - Peso médio final = peso final de todos os peixes / número de peixes;
- 2 - Ganho de peso (g) = peso final – peso inicial;
- 3 – Ganho de peso diário (g) = (Peso médio final (g) – peso médio inicial (g)) / dias;
- 4 - Taxa de crescimento específico = [(ln Peso médio final (g) – ln Peso médio inicial (g)) / dias] × 100;
- 5 - Consumo médio de ração (g) = consumo de ração / número de peixe;
- 6 - Conversão alimentar aparente = consumo de ração / ganho de peso;
- 7 - Sobrevivência = (número de animais no final do experimento / número de animais no início do experimento) × 100.

Os animais foram distribuídos homogeneamente, em um delineamento inteiramente casualizado, com três tratamentos e quatro repetições, com 10 tambaquis m³ de água. O experimento teve início em janeiro de 2023.

As rações foram ofertadas tomando como base 15% do peso vivo e terminando com 8 % do peso vivo aos 90 dias, sendo o quantitativo fornecido três vezes ao dia (08h, 12h e 16h). Todas as caixas foram preparadas e instaladas mantendo aeração constante.

Como os péletes ficaram maior que a capacidade de abertura da boca do juvenil, a ração teve que ser triturada manualmente para fornecimento aos peixes até os trinta dias de experimento, passando na sequência a receberem a ração extrusada conforme processada. O Tambaqui tem o hábito de fazer apreensão do alimento na superfície da água e a ração triturada dificultou a alimentação do peixe, principalmente quando assentava no fundo da caixa.

4.5. Análise do rendimento e da composição centesimal do filé

As análises de rendimentos de carcaça foram realizadas no Laboratório de Aquicultura do Instituto de Ciências Sociais, Educação e Zootecnia – LAqua/ICSEZ, da Universidade Federal do Amazonas, no município de Parintins/AM. O rendimento de filé foi obtido de acordo com GARCIA *et al.* (2021). Para a avaliação do rendimento do filé, todos os peixes passaram por um jejum de 8 horas, retirando-se 8 peixes de cada tratamento, sendo insensibilizados por imersão em água contendo gelo e, em seguida, abatidos. Os peixes inteiros foram pesados logo após o

abate, em balança digital com precisão de 0,01 g. Com auxílio de um paquímetro digital foram feitas as medidas do comprimento total, altura e largura (Figura 5).

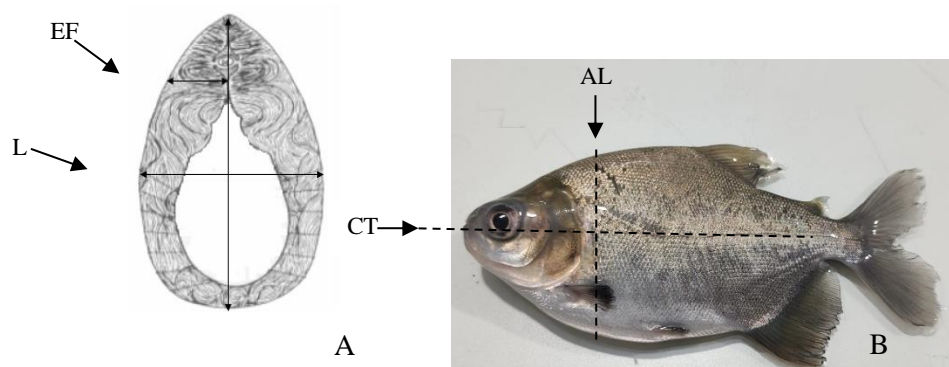


Figura 5. Análise morfométria do tambaqui. A) largura do peixe (L) e espessura do filé (EF); B) comprimento total (CT) e altura do peixe (AL).

Para a filetagem, foi realizada a retirada do filé com pele e sem pele, sendo posteriormente pesados, onde cada peixe foi considerado por unidade experimental. Os filés foram pesados para determinação do seu rendimento, e tomadas as medidas de espessura, comprimento e altura com auxílio de um paquímetro digital, respectivamente. Para determinar a composição química do pescado, os filés foram congelados em temperatura -18°C . Para o cálculo do rendimento do filé e da carcaça, foi tomada as seguintes equações:

1 - Rendimento do filé (%) = $(\text{peso dos filés}/\text{peso corporal}) \times 100$, onde o peso dos filés corresponde ao somatório dos dois filés obtidos de cada peixe.

2 - Rendimento de carcaça (%) = $(\text{peso da carcaça}/\text{peso total do peixe}) \times 100$, onde o peso da carcaça corresponde ao peixe eviscerado.

Os filés dos tambaquis analisados no presente estudo foram representados pela porção lateral direita e esquerda do peixe, verificando o peso do filé com e sem a pele e permanecendo no filé as espinhas intramusculares.

Para a análise da composição centesimal, foram utilizados 16 filés por unidade experimental. Os filés sem pele foram secos em estufa de circulação forçada de ar a 105°C por 12 horas e, posteriormente moídos. As análises da composição físico-química das amostras enviadas ao laboratório foram realizadas por métodos preconizados pela O.A.C. (2000) e

adotadas pelo Instituto Adolfo Lutz, São Paulo, 2008. Os lipídios totais foram determinados pelo método Bligh & Dyer, 1959. As análises foram realizadas a partir de 100g de amostra.

4.6. Análise de custo das dietas

No município de Parintins, a ração comercial apresenta valor elevado quando se trata de ração para peixes, pois estas geralmente são formuladas com ingredientes que possuem valor comercial alto. Além do custo da ração, o transporte até o município tem inviabilizado a piscicultura nesta região. Desta forma foram comprados em comércio local quantidade por kg de cada ingrediente a compor a dieta experimental, em seguida foi elaborada 25 kg da dieta para cada tratamento. A partir disto foram aplicadas as seguintes equações para a obtenção dos custos das dietas:

1 - Custo por kg ração = Custo de matéria-prima total (R\$) /quantidade total de ração (kg);

2- Custo real do tratamento = Custo por kg de ração (R\$) x total de ração ofertada no tratamento (kg).

O cálculo do custo da ração foi elaborado através de um relatório total de ingredientes gastos, com base no preço dos ingredientes no mercado local. Para saber o custo por quilograma de ração e o custo real em cada tratamento seguir-se-ão as recomendações de DUBOIS *et al.* (2008).

4.7. Análise estatística

As análises estatísticas foram realizadas usando o software R. A ANOVA sendo realizada nos dados experimentais que mostrarem normalidade e homoscedasticidade com nível de confiança de 5%, e quando observadas diferenças estatísticas, as médias foram comparadas pelo teste Tukey ($p < 0,05$).

5. RESULTADOS

5.1. Análise físico-química da água

Foram obtidos os seguintes resultados para a análise das águas superficiais e residuais das unidades experimentais (Tabela 3).

Tabela 3. Parâmetros físico-químicos da qualidade da água superficial e residual das unidades experimentais.

Parâmetros analisados	Diets Experimentais		
	Controle	Acerola	Goiaba
Água Superficial			
Temperatura	25,09 ± 0,22	25,25 ± 0,22	25,18 ± 0,10
pH	7,01 ± 0,61	7,05 ± 0,50	7,18 ± 0,47
Oxigênio dissolvido	7,88 ± 2,62	7,13 ± 3,41	8,25 ± 1,79
Amônia	1,31 ± 0,24	1,06 ± 0,39	1,13 ± 0,48
Nitrito	1,00 ± 0,53	0,84 ± 0,60	0,97 ± 0,52
Alcalinidade	9,07 ± 6,44	8,93 ± 6,46	11,10 ± 6,90
Dureza total	50,00 ± 0,00	50,00 ± 0,00	50,00 ± 0,00
Água Residual			
Temperatura	25,22 ± 0,23	25,23 ± 0,18	25,32 ± 0,11
pH	7,19 ± 0,56	7,10 ± 0,50	7,19 ± 0,44
Oxigênio dissolvido	6,88 ± 3,18	7,13 ± 3,37	7,88 ± 3,10
Amônia	1,90 ± 0,43	1,80 ± 0,48	1,70 ± 0,83
Nitrito	0,91 ± 0,45	0,94 ± 0,41	0,94 ± 0,56
Alcalinidade	9,96 ± 7,01	10,76 ± 4,55	9,58 ± 4,38
Dureza total	50,00 ± 0,00	50,00 ± 0,00	50,00 ± 0,00

Foi aferida a temperatura da água pela manhã e à tarde, oscilando entre 25,09°C a 25,32°C durante o período experimental, com máximas registradas no período da tarde. Como o experimento teve início no período chuvoso da região amazônica, as temperaturas oscilavam bastante, o que pode ter impactado no consumo de ração pelos peixes nos dias com as menores temperaturas.

Além da excreção de amônia derivada do metabolismo dos peixes e da sobra de ração na água, a água de distribuição já se apresentava com índices de amônia. Essas alterações destes parâmetros resultaram na variação da concentração das diversas formas de nitrogênio (amônia variou de 0,25 a 1,90 mg L⁻¹), o que poderia vir a atingir concentrações tóxicas para os peixes.

Como a profundidade entre o fundo do tanque e a superfície da lâmina de água não era muito grande e com a adoção do biofiltro em cada tanque, a qualidade da água residual não diferenciou significativamente da água superficial ($p > 0,05$).

5.2. Parâmetros zootécnicos de desempenho dos tambaquis

A avaliação de desempenho é um fator importante para determinar a eficiência na produção. Como resultados desta pesquisa, não houve diferença significativa para nenhum dos parâmetros analisados entre os tratamentos, durante o período experimental. Em todos os tratamentos, os peixes mostraram aceitação pela dieta fornecida e o crescimento pode ser considerado satisfatório.

Na Tabela 4 estão apresentados os valores médios e desvio padrão do comprimento inicial, comprimento final, peso inicial, peso final, ganho de peso, ganho de peso diário, TCR (Taxa de Crescimento Relativo), TCE (Taxa de Crescimento Específico) sobrevivência e conversão alimentar.

Tabela 4. Médias (\pm DP) de desempenho dos parâmetros zootécnicos analisados durante o período experimental.

Parâmetros analisados	Dietas Experimentais			<i>p</i> *
	Controle	Acerola	Goiaba	
Comprimento inicial (mm)	46,33 \pm 1,18	46,27 \pm 0,09	46,21 \pm 0,35	0,80
Comprimento final (mm)	73,39 \pm 2,60	73,70 \pm 1,44	73,62 \pm 3,67	0,99
Peso inicial (g)	4,70 \pm 0,40	4,80 \pm 0,20	5,60 \pm 0,30	0,16
Peso final (g)	13,95 \pm 1,55	14,80 \pm 1,33	16,00 \pm 3,13	0,53
Ganho de Peso (g)	9,20 \pm 2,40	10,00 \pm 2,50	10,40 \pm 2,70	0,76
Ganho de peso diário (g)	0,11 \pm 0,02	0,12 \pm 0,01	0,13 \pm 0,03	0,77
Conversão alimentar	4,96 \pm 0,66	4,94 \pm 1,36	5,85 \pm 1,51	0,61
TCR comprimento (%)	99,80 \pm 8,50	98,80 \pm 10,30	96,90 \pm 21,90	0,42
TCE peso (%)	13,30 \pm 1,90	14,50 \pm 1,70	15,50 \pm 3,30	0,69
Sobrevivência (%)	75,03	62,50	68,75	0,55

*Letras diferentes entre linhas representam diferença significativa a 5% ($p \leq 0,05$).

Na Figura 6, pode ser observado o desempenho dos peixes, em relação ao seu crescimento, durante o período experimental, os peixes apresentaram crescimento satisfatório em todos os tratamentos.

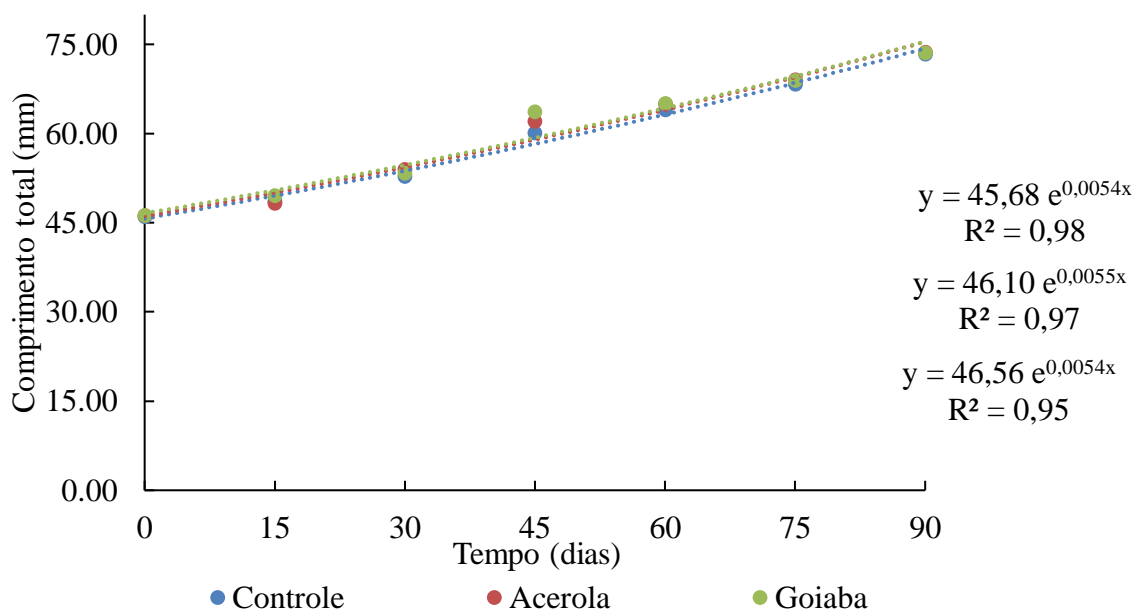


Figura 6. Variação do crescimento (mm) dos peixes submetidos as dietas experimentais.

Na Figura 7, fica evidenciado que os peixes ganharam peso, sem apresentar diferença significativa entre os tratamentos, ao longo do período experimental. No decorrer das pesquisas foram avaliados alguns fatores que poderiam estar influenciando nas variações de ganho de peso e comprimento, como a oscilação na qualidade de água e da temperatura.

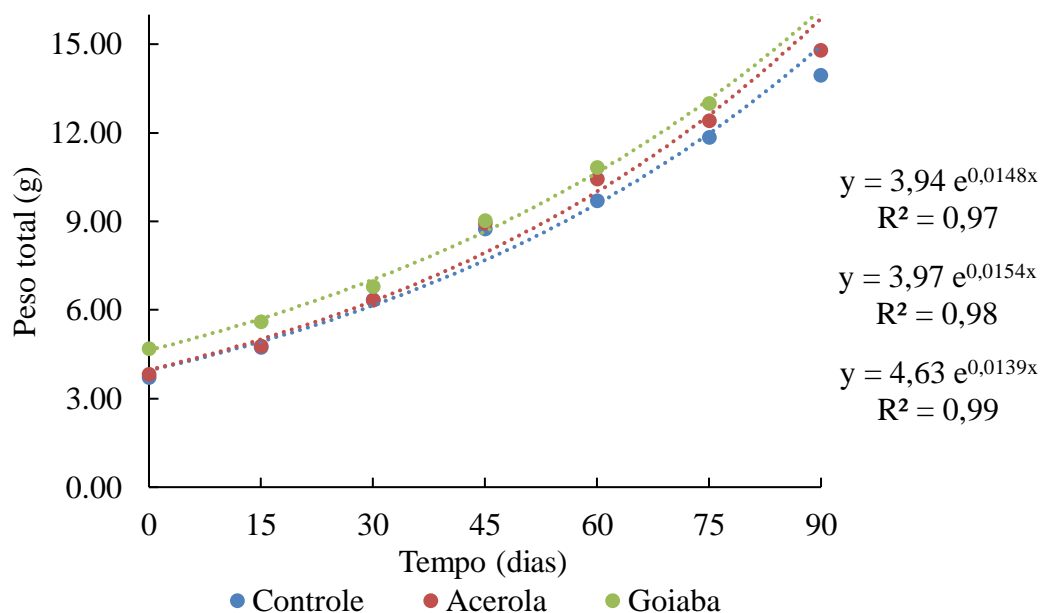


Figura 7. Peso (g) dos diferentes tratamentos durante 90 dias.

No sistema de criação em caixas d'água, como utilizado neste estudo, a única fonte de nutrientes que os tambaquis tinham acesso, era a ração. Este resultado pode ser indicativo da importância do alimento natural na criação da espécie.

5.3. Rendimento e composição centesimal do filé

Na Tabela 5 estão descritos os valores médios dos pesos total e do filé com e sem pele, dos comprimentos total e do filé, alturas do peixe e do filé, largura do peixe, espessura do filé e rendimentos do filé e da carcaça e peso da carcaça (g).

Para estes parâmetros analisados houve diferença significativa entre altura do filé (mm), espessura do filé (mm), rendimento do filé (%) e rendimento de carcaça (%). Para os peixes alimentados com a inclusão de resíduo de goiaba a altura do filé foi numericamente menor e a espessura do filé que aqueles encontrados para a dieta controle e com inclusão de resíduos de acerola, o que levou a um menor rendimento do filé. Na Tabela 6 estão descritas a composição centesimal dos filés de tambaquis submetidos às dietas experimentais.

Tabela 5. Parâmetros biométricos médios (\pm DP) dos filés, rendimentos de filé e carcaça de tambaquis submetidos às diferentes dietas experimentais.

Parâmetros analisados*	Dietas Experimentais			P**
	Controle	Acerola	Goiaba	
Peso total (g)	22,57 \pm 6,48	33,29 \pm 13,40	36,12 \pm 8,40	-
Peso do filé com pele (g)	6,47 \pm 2,87	8,38 \pm 3,48	8,57 \pm 2,31	0,35
Peso do filé sem pele (g)	5,25 \pm 2,18	7,16 \pm 3,23	6,72 \pm 1,63	0,33
Comprimento total (mm)	83,35 \pm 11,81	92,64 \pm 12,41	96,80 \pm 7,88	0,65
Comprimento do filé (mm)	57,82 \pm 9,47	63,07 \pm 9,37	63,76 \pm 6,15	0,16
Altura do filé (mm)	20,96 \pm 3,67 ^a	21,61 \pm 3,89 ^a	7,50 \pm 7,72 ^b	0,00
Altura do peixe (mm)	45,28 \pm 6,08	48,35 \pm 6,94	53,33 \pm 9,53	0,16
Largura do peixe (mm)	12,38 \pm 1,61	13,69 \pm 1,57	13,97 \pm 1,69	0,17
Espessura do filé (mm)	5,05 \pm 1,13 ^b	4,92 \pm 0,83 ^b	19,61 \pm 6,30 ^a	0,00
Rendimento do filé sem pele (%)	20,32 \pm 1,55 ^a	21,07 \pm 1,94 ^a	18,60 \pm 1,15 ^b	0,02
Rendimento da carcaça (%)	69,13 \pm 4,70 ^b	74,77 \pm 3,58 ^a	73,75 \pm 0,85 ^a	0,01

* Foram utilizados 8 peixes de cada tratamento.

** Letras diferentes entre linhas representam diferença significativa a 5% ($p \leq 0,05$).

Tabela 6. Composição centesimal média dos filés sem pele de tambaquis submetidos às diferentes dietas experimentais.

Composição Centesimal*	Dietas Experimentais			P**
	Controle	Acerola	Goiaba	
Umidade (%)	80,39 \pm 0,50	80,28 \pm 0,37	79,73 \pm 0,22	0,23
Proteína (%)	16,21 \pm 0,12 ^b	16,43 \pm 0,26 ^b	17,05 \pm 0,50 ^a	0,05
Extrato etéreo (%)	1,23 \pm 0,38	1,67 \pm 0,07	1,90 \pm 0,19	0,14
Carboidrato (%)	1,04 \pm 3,97	0,57 \pm 0,41	0,19 \pm 0,87	0,18
Cinzas (%)	1,13 \pm 0,06	1,05 \pm 0,06	1,13 \pm 0,04	0,27
Valor calórico***	80,04	82,97	86,10	-

* Foram utilizados 8 peixes de cada tratamento.

** Letras diferentes entre linhas representam diferença significativa a 5% ($p \leq 0,05$).

***Valor Calórico (Kcal EB/100g) = Kilocaloria energia bruta por 100g de amostra analisada).

Da análise da Tabela 6, pode-se verificar que não houve diferença significativa para os teores de umidade, lipídeos e cinzas entre as dietas experimentais, exceto para o teor de proteína, que foi significativamente maior para a dieta contendo resíduos de goiaba, o que pode ter influenciado na menor deposição de carboidratos neste filé, apesar de não ter apresentado diferença significativa para este parâmetro, quando comparado às demais dietas experimentais.

5.4. Análise de custo

Para este cálculo do custo da dieta experimental (Tabela 7), foram observados os valores comerciais por quilo de cada ingrediente utilizado na composição da dieta dos peixes (Tabela 2). Após todo o processamento da ração, foi calculado a quantidade de ração consumida por cada tratamento.

Tabela 7. Custo da quantidade de dieta experimental para cada tratamento.

Dietas Experimentais	% de proteína	Custo médio de ração kg* (R\$)	Custo real tratamento (R\$)	Custo 25 kg de ração (R\$)
Controle	29,04	4,09	14,86	102,35
Acerola	23,86	3,84	12,92	96,11
Goiaba	23,59	3,67	13,77	91,77

Kg*=custo por kg em R\$.

Como observado na Tabela 7, em relação ao custo-benefício, o uso de ração alternativa se torna viável para este tipo de produção principalmente para pequenos piscicultores do município de Parintins e demais região. A ração era fornecida três vezes ao dia, isso permitia que os peixes aproveitassem bem a dieta, sem ocorrer desperdício de ração podendo causar possíveis perdas desses nutrientes na água por lixiviação, pois peixes mantidos em caixas d'água, estão sujeitos a vários fatores de estresse podendo diminuir o consumo de ração. O melhor aproveitamento dos nutrientes contidos na dieta influenciará em uma melhor conversão alimentar e conseqüentemente um bom produto final. O aproveitamento de resíduos de polpas de frutas como alimento alternativo na dieta animal, é de suma importância na produção animal, pois, possibilita menor custo na elaboração da ração.

6. DISCUSSÃO

6.1 Qualidade da água na criação de tambaqui em caixas d'água

A qualidade da água é muito importante quando se trata de piscicultura, devido a influência direta no desempenho e sobrevivência dos peixes. O tambaqui é uma espécie nativa adaptada as condições climáticas da região amazônica e depende diretamente da qualidade desta no sistema de cultivo, pois ao longo do tempo existem alguns fatores que poderão alterar sua qualidade, como liberação de excretas, densidade de estocagem e qualidade de ração. Desse

modo a manutenção dessa água é importante para o sucesso na aquicultura. A falta do monitoramento ao longo do cultivo pode causar danos ao metabolismo das espécies, no sistema e ao rendimento econômico.

Luminosidade e temperatura têm efeitos no crescimento e desenvolvimento dos peixes, sendo que fotoperíodos longos e temperaturas mais elevadas, estimulam o crescimento de juvenis de tambaqui (MENDONÇA *et al.*, 2009 e 2012). Desta forma, a temperatura é fator de grande importância para a criação de peixes, ou seja, se ela aumentar os animais irão crescer mais rápido, se diminuir ocorrerá o inverso, pois são animais pecilotérmicos (FILHO, 2000; SILVA e CARNEIRO, 2007). Embora tenham ocorrido variações de temperatura da água, este parâmetro não influenciou no desempenho dos peixes, pois tambaquis tem desempenho aceitáveis em águas com amplitudes térmicas variando de 22°C a 34°C e, em temperaturas inferiores a 18°C podem chegar a óbito (FERRARI, *et al.*, 1986 e IZEL *et al.*, 2014).

O pH da água dos diferentes tratamentos foram mantidos próximos a neutralidade, não afetando o desempenho dos peixes, pois é sabido que tambaquis tem maior crescimento em pH ácido (4,0 a 6,5) e a exposição prolongada a águas alcalinas tem efeito negativo sobre a espécie, promovendo redução no crescimento e alterações nas características hematológicas (ARIDE *et al.*, 2007; FRACALOSSO, 2016). FILHO (2000) descreve que o bicarbonato promove um efeito tampão na água, evitando grandes mudanças de pH geradas principalmente pela transformação do gás carbônico em ácido carbônico.

Os valores de oxigênio dissolvido encontrados estão dentro das faixas recomendadas por OLIVEIRA (1995), KUBTIZA (2008) e MERCANTE *et al.* (2014), que apontam valores de 3 a 10 mg L⁻¹, como os ideais para o cultivo de tambaqui. Este peixe é capaz de sobreviver em áreas com baixas concentrações de oxigênio dissolvido e com isso, acabam desenvolvendo alguns meios de adaptação como, respiração na superfície da lâmina d'água, onde ocorre a extensão dermal do lábil superior (ALMEIDA-VAL *et al.*, 1999; DAIKIRI, 2011). Neste estudo, a oxigenação da água foi constante para o bom desenvolvimento dos peixes.

A dureza total é a concentração de todos os cátions divalentes na água, sendo o cálcio (Ca²⁺) e o magnésio (Mg²⁺) os cátions mais comuns em quase todos os sistemas de água doce (MOZART *et al.* 2005). Segundo ESTEVES (1988), a alcalinidade total da água, representa a capacidade que um sistema aquoso tem de neutralizar ácidos, e esta capacidade depende de alguns compostos, principalmente carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos. Nesta pesquisa a dureza total da água foi 50 mg L⁻¹ e de acordo com IZIEL *et al.* (2014), em ambientes de cultivo,

o tambaqui apresenta bom desenvolvimento em águas com alcalinidade e dureza superior que 30 mg L⁻¹.

A alcalinidade mede a capacidade da água de neutralizar os ácidos, ou seja, controlar o pH (LEIRA, 2017). Em relação a alcalinidade, os valores desejáveis para tambaqui são de 20 mg L⁻¹ (USEPA, 1997); águas com baixas concentrações, como as encontradas no presente estudo, possuem menor capacidade de tamponamento. Entretanto, esta condição pode não ter causado interferência no desenvolvimento dos peixes, pois as águas eram sifonadas diariamente e a reposição sempre realizada com água tamponada.

O principal produto da excreção de organismos aquáticos é a amônia, que é resultante do catabolismo de proteínas e aminoácidos e seu nível aumenta conforme a quantidade de alimento fornecido e a biomassa do sistema (CAVERO *et al.*, 2004), de acordo com SANTOS *et al.* (2017) a faixa ideal para tambaqui é entre 0,6 mg L⁻¹ a 2,0 mg L⁻¹. A amônia é uma substância tóxica não constante e não cumulativa e que em concentração baixa não causa nenhum dano fisiológico aos animais, e por último o nitrito, que é uma forma química do nitrogênio normalmente encontrada em quantidades diminutas nas águas superficiais, pois o nitrito é instável na presença do oxigênio, ocorrendo como uma forma intermediária no processo de nitrificação, no qual a amônia é oxidada por bactérias para nitrito, e logo para nitrato, em sistemas aquáticos.

No sistema de criação de peixes, o tambaqui tem alta sensibilidade ao nitrito e não sobrevivem por mais do que 72 h quando expostos a níveis de 0,2 a 0,4 mg L⁻¹. Nestas condições, ficam imóveis no fundo do tanque e não usam a respiração de superfície (COSTA *et al.*, 2004).

Este comportamento também pode ser observado no presente estudo. De acordo com PAULA-SILVA e PIRES-LOPES (1998) estudando distúrbios no tecido sanguíneo de tambaqui resultantes da exposição a concentrações de 0 a 3,6 mg L⁻¹ de nitrito, embora não tenham sido registradas mortalidades, observaram alterações nos parâmetros hematológicos avaliados, de forma que concentrações sub-letais de nitrito causam danos que podem se refletir nas funções fisiológicas básicas dos animais, tais como crescimento e reprodução. As concentrações observadas no presente estudo para os compostos nitrogenados (Tabela 3), não comprometeram o crescimento do tambaqui, apesar dos bons índices de sobrevivência obtidos (Tabela 4 e Figuras 6 e 7). Não há pesquisas na literatura que demonstrem o tempo de cultivo e criação de tambaquis em caixas d'água. A escolha para implantação deste tipo de sistema também deve ser levada em consideração, afim de evitar problemas que possa interferir no desempenho e qualidade do produto final.

6.2 Desempenho zootécnico e análise de custo

A inclusão do resíduo de acerola está de acordo com ANSELMO (2008) avaliou o desempenho de juvenis de tambaqui, com inclusão de 30% de resíduos de acerola na dieta e conclui que este resíduo pode compor a dieta como fonte de energia. O melhor aproveitamento ocorreu quando foi adicionado enzimas digestivas exógenas, que resultaram em melhor aproveitamento dos carboidratos, substituindo fontes tradicionais de energia e promovendo o efeito poupador de proteína. O mesmo autor ao avaliar a inclusão de resíduos de jenipapo na dieta de juvenis de tambaqui, conclui que 30% do resíduo é uma boa fonte de nutriente na dieta.

Tambaquis alimentados com rações contendo 20% de resíduo de goiaba, apresentaram ganho de peso satisfatório, uma vez que o resíduo de goiaba possui elevado nível energético $353,64 \text{ kcal kg}^{-1}$, o que pode ter causado efeito poupador de proteína, destinada ao crescimento dos peixes (RIBEIRO *et al.*, 2016; PEREIRA, 2017).

Em relação a criação de peixes em caixas d'água, SOUZA (2021) avaliou em diferentes sistemas de criação de tambaqui (viveiro escavado, tanque-rede e criação em caixa d'água com recirculação), que o crescimento e a engorda no sistema de criação em caixa d'água, foi mais lento que os demais tratamentos, o que pode estar relacionado a vários fatores tais como limitação de espaço, acesso ao alimento natural, temperatura, qualidade da água e manejo alimentar.

Uma das características interessantes da espécie é que o tambaqui faz a filtragem do alimento, principalmente na fase jovem. Em viveiro escavado ou tanque rede há vasta disponibilidade de alimento natural (como o zooplâncton) e o peixe tem um rápido crescimento, uma vez que normalmente estes têm elevado teor de proteína (WOYNAROVICH e ANROOY, 2019).

O tambaqui comparado com outras espécies de hábito similar como a tilápia, possui o melhor aproveitamento dos alimentos, pelo fato do trato digestório ter uma distribuição quase que homogênea de enzimas digestivas, prolongando a digestão dos nutrientes presentes no alimento (ALMEIDA *et al.*, 2006).

Em estudo feito por ARIDE *et al.* (2018), que testaram a inclusão de níveis crescentes de camu camu (*Myrciaria dubia*) para juvenis de tambaqui, uma fruta amazônica, encontraram como resultado, que este influenciou nos parâmetros fisiológicos e zootécnicos dos diferentes tratamentos; os autores observaram que peixes alimentados com 15% de camu camu tiveram melhor ganho de peso e com 30% melhoraram o desempenho natatório; para maiores concentrações de camu camu na dieta, os mesmos autores relataram perda de nutrientes, o que levou a depreciação do desempenho produtivo e assimilação nutricional.

Outros produtos de origem vegetal também podem ser testados na dieta de juvenis de tambaqui como OISHI (2007) não encontrou diferença no ganho de peso do tambaqui, quando receberam rações com 30% de inclusão de farinha de castanha da Amazônia (*Berthletia excelsa*). FERREIRA *et al.* (2021) utilizando a inclusão de até 30% de resíduos de buriti na dieta de juvenil de tambaqui, observou uma tendência de aumento na taxa de conversão alimentar e uma diminuição do ganho de peso, quando se aumentou o nível de inclusão da farinha de buriti. MORI-PINEDO *et al.* (1999) não encontraram diferenças no ganho de peso de juvenis de tambaqui alimentados com farinha de pupunha (*Bactris gasipaes*) em substituição total ao fubá de milho.

LEMOS *et al.* (2011) descreveram que o farelo de coco também pode ser utilizado em até 25% na dieta de tambaqui, não interferindo no desempenho zootécnico do peixe, mostrando-se alternativa interessante para a diminuição de custos da dieta. A farinha de manga, com a inclusão de até 33% na dieta para tilápia, favoreceu como fonte energética sem afetar o desempenho e a composição corporal (SOUZA *et al.*, 2013). Juvenis de tambaqui podem ser alimentados com rações contendo 50% de farinha de manga sem prejudicar os índices zootécnicos (BEZERRA *et al.*, 2014).

LOCHMANN *et al.* (2009), utilizaram os farelos de banana-da-terra, mandioca e pupunha em substituição ao farelo de trigo na proporção de 30% na dieta de pirapitinga (*Piractus brachypomus*) e tambaqui, avaliando o desempenho zootécnico. A relação de eficiência proteica do tratamento controle foi superior aos ingredientes alternativos, no entanto a banana-da-terra, mandioca e pupunha não prejudicaram o desenvolvimento corporal dos peixes, se apresentando como fontes energéticas para essas espécies.

SANTOS *et al.* (2009) descreveram que para a tilápia (*Oreochromis niloticus*), o farelo de coco (20% proteína bruta) pode ser utilizado como fonte proteica e o resíduo de goiaba (5.389 kcal de energia bruta) como fonte energética, devido às suas composições químicas e boa digestibilidade.

As rações podem apresentar aceitação ou rejeição e com isso, podem prejudicar o desenvolvimento dos peixes por não atenderem suas distintas exigências nutricionais, que variam conforme a espécie, a idade e o ambiente, resultando em crescimento reduzido, perda de aptidão física, sistema imunológico deficiente e desenvolvimento de malformações corporais devido à subnutrição (KUBITZA, 2009; CYRINO *et al.*, 2010). Por isso, mesmo para rações alternativas, é importante que os ingredientes sejam criteriosamente balanceados para poder dispor de macro

e micronutrientes suficientes para atender a demanda bioquímica, fisiológica e metabólica dos peixes principalmente para na fase inicial do desenvolvimento.

Segundo GOMES e SILVA (2009) ao analisar o conteúdo estomacal do tambaqui em um sistema de criação, foi observado que o mesmo consumia ração para peixes, larva de insetos e até matéria vegetal. O tambaqui consegue desenvolver partes do sistema digestório e o perfil enzimático de acordo com o tipo de alimentação que está ingerindo. Daí o fato dessa espécie mostrar uma rusticidade/plasticidade em aceitar diversos tipos de alimentos com elevada taxa de carboidrato (ALMEIDA *et al.*, 2006). As boas práticas de manejo são fundamentais dentro da cadeia aquícola, para que haja uma produção satisfatória dentro do sistema, essas práticas devem estar ligadas desde a reprodução até a engorda (SAMPAIO, 2012).

O tambaqui por apresentar características favoráveis como, fácil produção de juvenis, crescimento rápido em cativeiro, tolerante a altas temperaturas, acaba se tornando uma espécie promissora para a aquicultura e essa rusticidade e tolerância ao manejo faz com o que a espécie possa chegar a 1,5 kg no primeiro ano de cultivo (KUBITZA, 2004; MENDONÇA *et al.*, 2009).

Os insumos utilizados para o preparo de uma ração apresentam valores elevados, e para poder chegar ao estado do Amazonas esses valores já são superiores ao esperado, com isso torna-se difícil a aquisição desses devido à logística dos materiais. A farinha de peixe ou a farinha dos resíduos de peixe (vísceras, cabeça, nadadeiras) são produtos ricos em proteínas que podem ser fornecidos nas dietas de peixes; por este motivo, acabam apresentando valores comerciais superiores e em dietas formuladas com concentrações elevadas de proteína de origem animal, apresentam custo superior no mercado. Segundo RIBEIRO (2016), existem muitos estudos que tentam designar o nível de proteína em rações para tambaqui, e essas variações acontecem de acordo com as diferentes fases de desenvolvimento. Quanto maior for o teor de proteína em uma ração, maior o seu valor no mercado, sendo por isso importante os estudos para estabelecer as quantidades corretas de nutrientes e energia para cada fase (PEREIRA JUNIOR *et al.*, 2013).

De acordo com TACON (2008) a farinha de peixe é um dos ingredientes padrão de dietas experimentais principalmente em rações de alto valor biológico sendo bastante utilizado para rações na aquicultura, uma vez que apresentam quantidades suficientes de aminoácidos e ácidos graxos essenciais. Porém, a substituição deste ingrediente nas rações para aquicultura acaba sendo uma das linhas de pesquisas mais estudadas no mundo.

Estudos envolvendo o uso de ingredientes alternativos para substituir ingredientes convencionais na fabricação de rações em outras fases de desenvolvimento do tambaqui, são necessários para reduzir os custos de produção em toda a cadeia produtiva (OLIVEIRA *et al.*,

2016). As atividades aquícolas buscam por procedimentos técnicos que proporcionem uma maior produtividade em qualquer sistema de cultivo, mas que seja com menor custo (BRANDÃO, 2004).

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

Com a intensificação da aquicultura, a oferta de ingredientes em rações tem aumentado cada vez mais, com isso a demanda para a fabricação de ração para peixes é elevada. A substituição de fontes tradicionais na alimentação por fontes alternativas de baixo custo torna-se importante para a produção do pescado, principalmente para piscicultores de baixa renda. Essa possibilidade de elaborar dietas com a inclusão de resíduos a partir do processamento de polpas de frutas, torna-se mais vantajosa principalmente quando a presença desses frutos na região.

Uma forma de solucionar os problemas relacionados ao descarte indesejados de resíduos de frutas após o processamento, seria a produção de farinha desses resíduos, tendo em vista que essa farinha poderá ficar armazenada de forma a preservar os nutrientes contidos nesse material para processar possíveis dietas. Desta forma, as rações alternativas apresentam menor preço por quilo em relação às rações convencionais, sendo mais acessível financeiramente, porém rações alternativas que são elaboradas com resíduos de frutas, precisam ser testadas para verificar o desempenho dos peixes em diferentes fases de desenvolvimento (BRABO *et al.*, 2021).

6.3 Rendimento e composição centesimal do filé

O músculo do pescado contém de 60% a 85% de umidade, 0,1 a 22% de lipídeos, 15 a 24% de proteína e 1 a 2% de minerais, variando de espécie, época do ano, idade, sexo e estado nutricional (OGAWA, 1999; MESQUITA, 2013). Durante a avaliação da composição corporal de juvenis de tambaquis (75 g de peso médio) machos e fêmeas que tiveram inclusão de ácidos graxos na dieta, foram observadas taxas de 74,99 e 75,80% de umidade; 15,84% e 17,36% de proteína; 1,15% de cinzas e 4,56% de lipídeos (MESQUITA, 2013).

No presente estudo, os peixes apresentaram crescimento heterogêneo, apresentando pesos que variaram entre 22,57g e 36,12 g, discordando dos resultados reportados por

MESQUITA (2013) e corroborando com SIMÕES (2007). De acordo com este último autor, peixes menores possuem maior teor de umidade quando comparado aos peixes maiores e peixes de água doce apresentam variações na fração de cinzas que vão de 0,90% a 3,39%. BOTELHO *et al.* (2017) analisando a composição bromatológica do pacu (*Piractus mesopotamicus*), pirapitinga (*Piractus brachypomum*) e tambaqui (*Colossoma macropomum*) descreveram que o tambaqui tem menos umidade na matéria seca que o pacu e a pirapitinga. Segundo ARBELAEZ-ROJAS *et al.* (2002) a maior porcentagem de umidade no filé está relacionada com o menor desenvolvimento das fibras musculares. Tambaquis apresentam menor teor de proteína bruta na matéria seca e matéria natural quando comparados com pacu e pirapitinga; isso pode estar relacionado a fatores genéticos da espécie. O rendimento de filé do pescado pode variar de uma espécie para a outra. A conformação do corpo e as diferenças de tamanho de um peixe comercial são características que devem ser ponderadas para avaliar o seu rendimento na indústria (BOTELHO, 2017).

Peixes alimentados com 30% da inclusão de resíduos de goiaba neste experimento apresentaram um bom rendimento de carcaça (g) e espessura de filé (mm), comparados aos outros tratamentos; isto pode ser justificado pelo elevado nível energético (421,44 kcal EB) desta dieta, o que possivelmente pode ter causado um efeito poupador de proteína, já que peixes juvenis necessitam maior inclusão de proteína na dieta para fator de crescimento, metabolismo, e formação de hormônios, sendo seu excesso excretado como compostos nitrogenados na água, afetando sua qualidade e o desempenho dos peixes (RIBEIRO *et al.*, 2016).

A conversão alimentar nesta pesquisa foi melhor com a inclusão de 30% de resíduo de goiaba quando comparado com PEREIRA (2017) que avaliou diferentes níveis de inclusão (0,5,10,15,20%) deste resíduo na dieta de tambaqui; este autor descreveu que níveis de inclusão de 20% de resíduos de goiaba apresentaram uma conversão alimentar de 6,05; desta forma, pode-se concluir que a inclusão de 30% de resíduo de goiaba proporcionou bom desempenho produtivo, melhor deposição de proteína no filé comparada aos que receberam resíduos de acerola na dieta, além de melhor espessura de filé (Tabela 6 e 7).

Níveis de inclusão superior a 30% do resíduo de goiaba na dieta de peixes pode interferir na digestibilidade de outros nutrientes devido ao auto teor de fibra bruta do resíduo. Tambaquis apresentam trato digestório completamente adaptados para alimentos com alto teor de fibra, pois ajuda no melhor aproveitamento dos nutrientes presentes na dieta devido o intestino ser mais longo, promovendo melhor digestão e absorção dos nutrientes e o trânsito intestinal ser mais lento. Isto ocorre porque estes peixes, assim como algumas espécies de peixes, não produzem a

enzima celulase, reduzindo a capacidade digestiva de carboidratos estruturais como celulose, hemicelulose e lignina. De maneira geral é indicado a utilização de até 9% de fibra bruta na alimentação de peixes onívoros como a tilápia e o tambaqui (BOCOLO *et al.*, 2011; SOUZA *et al.*, 2013).

Em pesquisa avaliando o trânsito intestinal em função da fibra bruta na dieta de tilápia na fase juvenil, os autores concluíram que o aumento de fibra, diminuiu significativamente o tempo de trânsito gastrointestinal e, à medida que se reduz o tempo de passagem do alimento no trato digestivo, menor será a absorção e a digestibilidade dos nutrientes (LANNA *et al.*, 2004).

LAZARRI *et al.* (2015), avaliou o desempenho de juvenis de piava (*Leporinus obtusidens*) alimentados com rações contendo 7% de resíduo de goiaba por 45 dias; comparando a pesquisa realizado por PEREIRA *et al.* (2017) que incluiu 20% de resíduos de goiaba para juvenis de tambaquis e o presente trabalho com a inclusão de 30% do resíduo, fica demonstrado que o tambaqui expressou melhor desempenho corporal que a piava, apesar dessas espécies apresentarem trato gastrointestinal semelhantes (RODRIGUES, 2014; LAZZARI *et al.*, 2015).

Esses resultados concordam com SANTOS *et al.* (2007) que, ao pesquisarem o rendimento do processamento de linhagens de tilápias em função do peso corporal, concluíram que carcaças com menores relações altura/largura podem ser indicativas de maior rendimento de partes comestíveis.

ANSELMO (2008), analisando os resíduos de frutos Amazônicos como ingrediente alternativo na dieta de juvenis de tambaqui, descreveu que o resíduo de acerola apresentou excelente coeficiente de digestibilidade aparente para o extrato etéreo (100%), entretanto, os valores de coeficiente de digestibilidade aparente para os demais nutrientes foram muito baixos, incluindo os carboidratos. Segundo MONTEIRO e LABARTA (1987) as necessidades nutricionais de carboidratos para peixes podem ser consideradas nulos.

Peixes não possuem exigência em carboidratos na dieta, porém, além de serem fontes de energia mais baratas, a inclusão destes melhora no crescimento e no efeito poupador de proteína; isso pode estar relacionado ao fato da glicose ser um importante combustível metabólico para os tecidos glicose-dependentes, tais como células vermelhas e tecido nervoso, entre outros. Desta forma, carboidratos presentes na dieta de peixes podem reduzir a atividade gliconeogênica, afastando aminoácidos da via oxidativa (COWEY *et al.*, 1977; GIMBO, 2009). Com isso, níveis de carboidratos que podem ser utilizados nas dietas variam amplamente entre 7% até 40%, dependendo do hábito alimentar de cada espécie (SILVEIRA *et al.*, 2009). Peixes onívoros e herbívoros aproveitam os carboidratos de forma mais eficiente, pois apresentam o intestino mais

longo, isso faz com o que o alimento permaneça por mais tempo no organismo para ser absorvido (HELPER, 1988; KAMALAM *et al.*, 2017). Tambaqui apresenta o trato digestório de forma diversificada, como estômago alongado e esôfago curto, intestino longo e cecos pilóricos, o que permite o aproveitamento de uma dieta mais fibrosa. O desenvolvimento desses compartimentos é influenciado pela alimentação do animal, pois em ambiente natural, existem várias opções; na Bacia Amazônica, essa espécie pode consumir até 133 tipos de frutos e sementes (ARAÚJO-LIMA e GOULDING, 1998).

Os baixos níveis de proteínas nas dietas dos respectivos tratamentos desta pesquisa não afetaram o desenvolvimento dos peixes; de acordo com MIZUNO (2022), a medida que se inclui carboidratos na dieta como fonte de energia para juvenis de tambaqui, pode-se reduzir a inclusão de proteína na dieta, de 29 a 26%, pois esses carboidratos irão poupar a proteína, destinando os aminoácidos após a quebra dessa proteína para formação de tecido corporal, sem prejudicar o crescimento e a qualidade do produto final, tornando possível a produção de rações economicamente viáveis na produção de tambaqui.

Em tambaquis, embora apresente no tronco grandes quantidades de espinhas intramusculares na forma de Y, onde é feito o corte do filé, estes músculos podem ser aproveitados para a elaboração de produtos à base de carne mecanicamente separada (CMS), a exemplo de embutidos (linguiça), hambúrgueres (fishburger), recheios para salgadinhos e empanados (nuggets) (CARACIOLO *et al.*, 2001).

FRETO *et al.* (2005) descrevem que a determinação dos rendimentos de uma espécie e de suas relações com o peso de abate permite caracterizar o produto final e avaliar o seu potencial para a industrialização e estabelecer o peso ideal de abate.

7. CONCLUSÃO

Pode-se concluir com esta pesquisa que, a inclusão de até 30% de resíduos de acerola e goiaba, como fonte de alimento alternativo, podem ser utilizados em dietas de juvenis de tambaqui, sendo estes produtos de baixo valor comercial para produção de ração e boa viabilidade econômica, minimizando os gastos com ingredientes tradicionais, evitando desperdícios e impactos ambientais causado pelos mesmos. É importante verificar a composição nutricional desses ingredientes e níveis de inclusão na dieta para que haja um melhor aproveitamento pelos peixes.

O sistema de criação também influenciou no desempenho, pois peixes criados em caixas d'água recebendo somente ração, tendem a um menor crescimento em relação peixes criados em viveiros escavados ou em tanques-rede, apesar destes últimos não terem feito parte desta pesquisa.

Portanto, sugerem-se novos estudos que testem ingredientes alternativos em rações para tambaquis em diferentes fases de desenvolvimento e assim abranger toda cadeia produtiva desta espécie. Se faz necessário determinar o coeficiente de digestibilidade em pesquisas futuras para quantificar o aproveitamento dos alimentos testados, avaliando tanto a qualidade individual dos ingredientes quanto das rações balanceadas para que estas atendam às exigências nutricionais.

8. REFERÊNCIAS

ABUD, A. K. S; NARAIN, N. Incorporação da farinha de resíduo do processamento de polpa de fruta em biscoitos: uma alternativa de combate ao desperdício. **Revista brasileira de tecnologia de alimentos**, ed:12 v.4, n.12, p.247-265, 2009.

AIRES, Luana de Nazaré dos Anjos. **Desempenho de tambaqui (*Colossoma macropomum*) na fase de recria em sistema de recirculação**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Zootecnia) – Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2019. (<http://bdta.ufra.edu.br/jspui/handle/123456789/515>). Acesso em out de 2023.

ALMEIDA, J. S et al. Use of by-products of fruit in animal feed. **Revista eletrônica nutri time**. Art. 249, v.11, p.3430-3443, 2014.

ALMEIDA, N. M.; FRANCO, M. R. B. **Determination essential fatty acids in captured and farmed tambaqui (*Colossoma macropomum*) from the Brazilian Amazonian area**. Journal of the American Oil Chemists' Society, v.83, p.707-711, 2006.

ALMEIDA-VAL, V. M. F.; VAL, A. L.; WALKER, I. Long and short-term adaptation of amazon fishes to varying O₂ levels: intra-specific phenotypic plasticity and interspecific variation. In: Val, A.L.; Almeida-Val, V.M. (Orgs.) **Biology of Tropical Fishes**. INPA, Manaus, p.185-206, 1999.

ANSELMO, André Albuquerque dos Santos. **Resíduos de frutos amazônicos como ingredientes alternativos em rações extrusadas para juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*)**. 2008. Dissertação de mestrado. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), Brasil, 2008.

AOAC (**Official Methods of Analysis**). The Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, MD, USA. 17^a ed. 2000.

ARANA, L. V. **Princípios químicos de qualidade de água em aquicultura**. Florianópolis: EDUFSC, 166 p. 1997. (<https://app.box.com/s/5n89bvso7s8bhcorxdlrbgddmocy166o>).

ARAUJO, Josivânia Rodrigues de. **Avaliação de alimento alternativos regionais para tilápia do Nilo (*Oreochromim niloticus*)**. 2010. Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF), Brasil, 2010.

ARAUJO-LIMA, C. A. R. M.; GOULDING, M. **Os frutos do Tambaqui: ecologia, conservação e cultivo na Amazônia** Sociedade Civil Mamirauá/ CNPq/ Rainforest Alliance. Brasília, p.186, 1998.

ARBELÁEZ-ROJAS, G. A.; FRACALOSSO, D. M.; FIM, J. D. I. Composição Corporal de Tambaqui, *Colossoma macropomum*, e Matrinxã, *Brycon cephalus*, em Sistemas de Cultivo Intensivo, em Igarapé, e Semi-Intensivo, em Viveiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.31, p.1059-1069, 2002.

ARIDE, P. H. R.; OLIVEIRA, A. M.; BATISTA, R. B.; FERREIRA, M.S.; PANTOJA-LIMA, J.; LADISLAU, D.S.; et al. **Alterações em parâmetros fisiológicos de tambaqui (*Colossoma***

macropomum) alimentados com dietas suplementadas com fruta amazônica camu camu (*Myrciaria dubia*). Brazilian Journal of Biology. São Paulo, 21 set 2018. v.78, p.360-367, 2018.

ARIDE, P. H. R.; ROUBACH, E AND A. L. VAL. Tolerance response of tambaqui *Colossoma macropomum* (Cuvier) to water pH. **Aquaculture research**. ed: 6 p.38:588-594, 2007.

BALDISSEROTTO, B. **Respiração e circulação**. In: BALDISSEROTTO, B. Fisiologia de peixes aplicada à piscicultura. ed. 2. Santa Maria: Editora UFSM, p.53-75, 2009.

BARRETO, H. F. M.; LIMA, P. O.; SOUZA, C. M. S.; MOURA, A. A. C.; ALENCAR, R. D.; CHAGAS, F. P. T. Uso de coprodutos de frutas tropicais na alimentação de ovinos no semiárido do Brasil. **Arch. Zootec**. Barreto, v.63, p.63117-131, 2014.

BEZERRA, S. K.; SOUZA, R. C.; MELO, J. F. B.; CAMPECHE, D. F. B. Crescimento de tambaqui alimentado com diferentes níveis de farinha de manga e proteína na ração. **Archivos de Zootecnia**, v. 63, p.587-598, 2014.

BLIG, E. G.; DYER, W. J. **A rapid method of total lipid extraction and purification**. Can. J. Biochem. Physiol. Jornal Canadense de Bioquímica e Fisiologia. Agosto de 1959, v. 37, p.1912-1917, 1959.

BOSCOLO, W. R., HAYASHI, C., SOARES, C. M., FURUYA, W. M., E MEURER, F. Desempenho e características de carcaça de machos revertidos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), linhagens tailandesa e comum, nas fases inicial e de crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Viçosa, p.139-1396. 2001.

BOSCOLO, W. R.; SIGNOR, A.; FREITAS, J. M. A. DE.; BITTENCOURT, F.; FEIDEN, A. Nutrição de peixes nativos. **Revista Brasileira de Zootecnia**. UNESP - Jaboticabal/SP, v.40, p.145-154, 2011.

BOTELHO, H. A.; COSTA, A. C.; FERNANDES, E. M. Análise bromatológica de filé de pacu (*Piaractus mesopotamicus*), Pirapitinga (*Piaractus brachypomum*) e Tambaqui (*Colossoma macropomum*). **Revista de Ciência Veterinária e Saúde Pública**, 4(2), 158-165. 01 de março de 2017, v.4 p.2358-4610, 2017.

BRABO, M. F. **Piscicultura no estado do Pará**: situação atual e perspectivas. Acta pesca.2021.

BRABO, M. F.; SILVA, A. F. L.; BARROS, K. D. N.; RODRIGUES, R. P. **Custo de produção de rações alternativas para peixes onívoros no estado do Pará**. Amazônia, Brasil. Agrarian, v.14 p.127-135, 2021.

BRANDÃO, F.R.; GOMES, L.C.; CHAGAS, E.C.; ARAÚJO, L. D. **Densidade de estocagem de juvenis de tambaqui durante a recria em tanques-rede**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.39, p.357-362, 2004.

BRUNINI, M. A.; DURIGAN, J. F.; OLIVEIRA, A. L. Avaliação das alterações em polpa de manga ‘Tommy-atkins’ congeladas. **Revista Brasileira de Fruticultura**. UNESP-SP, v. 24, p.651-653, 2002.

CAETANO, A. C. S. et al. **Extração de antioxidante de resíduos agroindústrias de acerola.** Journal of food Science and Technology. Campinas. v. 12, n. 2, Julho de 2009.

CAMELO, L. C. L. et al. **Inclusão de farelo de goiaba na dieta de codornas europeias.** Ciência Animal. Brasil, v. 16, n.3, p.343-349, 2015.

CARACIOLO, M. S. B., KRUGER, S. R., & COSTA, F. J. C. B. **Estratégias de filetagem e aproveitamento da carne de tambaqui.** Panorama da Aquicultura. Laranjeiras, 30/10/2001. v.11, p.25-29. 2001.

CASTELINI, F. R. **Farelo de acerola em programa de restrição alimentar para suínos pesados,** 2015.

CAVERO, B. A. S.; PEREIRA-FILHO, M.; BORDINHON, A. M.; FONSECA, F.A.L.; ITUASSÚ, D.R.; ROUBACH, R.; et al. **Tolerância de juvenis de pirarucu ao aumento da concentração de amônia em ambiente confinado.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.39, p.513-516, 2004.

CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA. XXIV, 2014, Vitória-ES. Digestibilidade do resíduo agroindustrial de acerola em rações para aves: **ZOOTEC-2014.**

CORRÊA, R. O.; AIRES, L. N. A.; TAVARES, E. J. M.; LISBOA, V.; SILVA, R. S.; CARVALHO, A. R. **Pré-engorda de tambaquis em sistema de recirculação de água.** Embrapa Amazônia Oriental, Belém, p.19, 2021.

COSTA, O.T.F.; FERREIRA, D. J. S.; MENDONÇA, F. L. P.; FERNANDES, M. N. **Susceptibility of the amazonian fish, *Colossoma macropomum* to short-term exposure to nitrite.** Aquaculture, v.232, p.627-636, 2004.

COSTA, W. M.; LUDKE, M. C. M.; BARBOSA, J. M.; HOLANDA, M. A.; SANTOS, E. L.; RICARTE, M. **Digestibilidade de nutrientes e energia de resíduos de frutas pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*).** In: 46ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Maringá-PR, 2009.

COWEY, C.; DE LA HIGUERA, M.; ADRON, J.W. The effect of dietary composition and of insulin on gluconeogenesis in rainbow trout (*Salmo gairdneri*). **British Journal of Nutrition**, v.38, p.385-395, 1977.

CYRINO, J. E. P., BICUDO, A. J. A., SADO, R.Y., BORGHESI, R. E DAIRIKI, J.K. A piscicultura e o ambiente: o uso de alimentos ambientalmente corretos em piscicultura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.68-87, 2010.

DAIKIRI, J.K. **Revisão de literatura:** exigências nutricionais do tambaqui – compilação de trabalhos, formulação de ração adequada e desafios futuros. Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, p44, 2011.

DUBOIS, A.; KULPA, L.; SOUZA, L. E. **Gestão de custos e formação de preços:** conceitos, modelos e instrumentos: abordagem do capital de giro e da margem de competitividade. Editora Atlas, São Paulo, p.272, 2008.

ESTEVEES, F. A. **Fundamentos da limnologia**. Rio de Janeiro: Interciência. ed. 2, p.602, 1998.

FAO. **Food and Agriculture Organization of the United Nations**. The State of World Fisheries and Aquaculture. (<https://www.fao.org/docrep/016/i2727e/i2727e.pdf>). 2013. Acessado em: 15 Jul 2023.

FAO. **Food and Agriculture Organization of the United Nations**. The State of World Fisheries and Aquaculture. Fisheries and Aquaculture Department, 2010. Acesso Jul de 2023.

FAOSTAT. **Food and Agriculture Organization of the United Nations**. Divisão de estatística. (<https://www.fao.org/faostat/es/#home>). Acessado em: 20 Jul 2023.

FERREIRA, A. C. H.; NEIVA, J. N. M.; RODRIGUEZ, N. M.; LOPEZ, F. C. F.; LÔBO, R.N.B. Consumo e digestibilidade de silagens de capim-elefante com diferentes níveis de subproduto da agroindústria da acerola. **Revista Ciência Agrônômica**, v.41, n.4, p.693-701, 2010.

FERREIRA, C.S.M.; SILVA, E. C.; GASPAR, F. D. S.; VEZENA, I. B. Torta de buriti (*Mauritia flexuosa*) como ingrediente alternativo em rações para juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*). **Research Society and Development**, v.10, p.245, 2021.

FILHO, M. DOS S. P. B. **Qualidade na produção de peixes em sistema de recirculação de água**. Centro Universitário Nove de Julho. São Paulo, p.7-39, 2000.

FRACALOSSO, D. M.; CYRINO, J. E. P. **Nutriaqua: Nutrição e alimentação de espécies de interesse para a aquicultura brasileira**. Sociedade Brasileira de Biologia Aquática, Florianópolis, p.375, 2016.

FREATO, T. A.; FREITAS, R. T. F.; SANTOS, V. B.; LOGATO, P. V. R.; VIVEIROS, A. T. M. **Efeito do peso de abate nos rendimentos do processamento da piracanjuba (*Brycon orbignyanus*, Valenciennes, 1849)**. Ciência e Agrotecnologia. Lavras, 29 (3). 676-682, 2005.

FURLANETO, F. P. B.; NASSER, M. D. **Panorama da cultura da acerola no estado de São Paulo**. Pesquisa & Tecnologia. v. 12, n.1, 2015.

GARCIA, A. M. L.; MACIEL, H. M. Rendimento de tambaqui em diferentes métodos de filetagem. **Revista: Pesquisa sociedade e desenvolvimento**. v.10, n.4, p.2525-3409, 2021.

GARMUS, T. T.; BEZERRA, J. R. M. V. RIGO, M.; CÓRDOVA, K. R. V. Elaboração de biscoitos com adição de farinha de casca de batata (*Solanum tuberosum* L.). **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**. Paraná, v. 3, n. 2, p.56-65, 2009.

GIMBO, Rodrigo Yukihiro. **Ajuste metabólico e respostas imunes de pacus juvenis alimentados com diferentes níveis de carboidratos e submetidos a jejum prolongado**. Universidade Estadual Paulista- Unesp, Câmpus de Jaboticabal, 2015. (<http://hdl.handle.net/11449/124119>)
(<http://www.athena.biblioteca.unesp.br/exlibris/bd/cathedra/12-05-2015/000830316.pdf>).

Acesso em 2023.

GOMES, L. C.; SILVA, C. R. Impacto of pond management ou tambaqui, *Colossoma macropomum* (Cuvier), production during growth-out phase. **Aquaculture Research**, Oxford, v. 40, p.825-832, 2009.

GOMES, L. C.; SIMÕES, L. N.; ARAÚJO-LIMA, C. A. R. M. **Tambaqui (*Colossoma macropomum*)**. In: BALDISSEROTTO, B.; GOMES, L.C. Espécies nativas para piscicultura no Brasil. ed. 2 Santa Maria: Ed. UFSM, p.175-204, 2010.

GUIMARÃES, S. F. e STORTI FILHO, A. Produtos agrícolas e florestais como alimento suplementar de tambaqui em policultivo com jaraqui. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. p.293-296, 2004.

HEPHER, B. **Nutrition of pond fishes**. Cambridge. Cambridge University Press. 1988. Agosto de 2010.

HISANO, H.; MARUYAMA, M. R.; ISHIKAWA, M. M.; MELHORANÇA, A. L.; OTSUBO, A. **Potencial da utilização da mandioca na alimentação de peixes**. Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados. p.292, 008.

IBGE-Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/> Acesso em: 03 de maio de 2020.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4ª edição, 1ª edição digital, São Paulo/SP, IAL, 2008.

IZEL, A. C. U.; CRESCENCIO, R.; O'SULLIVAN, F. L. A; CHAGAS, E. C.; BOIJINK, C. L. **Cultivo do tambaqui no Amazonas**. Brasília, DF: Embrapa, p.51, 2014.

IZEL, A. C. U.; E L. A. S. MELO. **Criação de tambaqui (*Colossoma macropomum*) em tanques escavados no Estado do Amazonas**. Boletim Técnico Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM, 2004.

KAMALAM, B. S.; MEDALE, F.; PANSERAT, S. **Utilisation of dietary carbohydrates in farmed fishes: New insights on influencing factors, biological limitations and future strategies**. Aquaculture, p.3-27, 2017.

KIST, B. B.; CARVALHO, C.; TREICHEL, M.; SANTOS, C. E. **Anuário Brasileiro da Fruticultura**. Editora Gazeta Santa Cruz, Santa Cruz do Sul. 88p. 2018. (https://www.editoragazeta.com.br/sitewp/wpcontent/uploads/2018/04/FRUTICULTURA_2018_dupla.pdf).

KUBITZA, F. Coletânea de informações aplicadas ao cultivo do tambaqui, do pacu e de outros peixes redondos. **Panorama da Aquicultura**, Rio de Janeiro, v.14, n. 82, p.49-55, 2004.

KUBITZA, F. Manejo na produção de peixes. **Panorama da Aquicultura**, Rio de Janeiro, v.111, p.14-27, 2009.

KUBITZA, F. Qualidade da água na produção de peixes - parte I. **Panorama da Aquicultura**, Rio de Janeiro, v.8, p.35-40, 1998.

KUBITZA, F. Sistemas de Recirculação: Sistemas fechados com tratamento e reuso da água. **Panorama da Aquicultura**, Rio de Janeiro, v.95, p.15-22, 2006.

LANNA, E. A. T.; PEZZATO, L. E.; CECON, P. R.; FURUYA, W. M. Digestibilidade aparente e trânsito gastrintestinal em Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), em função da fibra bruta da dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.33, n.6, p.2186-2192, 2004.

LAZZARI, R.; UCZAY, J.; RODRIGUES, R. B.; PIANESSO, D.; ADORIAN, T. J.; MOMBACH, P. I. Utilização de resíduos de frutas em dietas para piava. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v.41, n.2, p.227-237, 2015.

LEIRA, M.; LEIRA, M.H.; CUNHA, L.T.; BRAZ, M. S.; MELO, C. C. V.; BOTELHO, H. A. B.; et al. **Qualidade da água e seu uso em pisciculturas**, Pubuvet, v.11, p.11-17, 2017.

LEMONS, M.V.A.; GUIMARÃES, I.G.; MIRANDA, E. C. Farelo de coco em dietas para o tambaqui (*Colossoma macropomum*). **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.12, p.188-198, 2011.

LIMA, J. I. F.; DIAS, M.T.; YOSHIOKA, E. T. O.; SANTOS, E. F.; DUARTE, S. S.; BASTOS, A. M.; MONTAGNER, D. **Sistema fechado simples de recirculação para recria de peixes ou camarões de água-doce**. Embrapa, Amapá, p.8, 2015.

LIRA, R. C.; RABELLO, C, BOA-VIAGEM. Inclusion of guava wastes in feed for broiler chickens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.12, p.2401-2407, 2009.

LOBO, F. P.; CINTRA, L. C.; VARELA, E. S.; ALVES, A. L.; VILLELA, L. C. V.; SILVA, N. M. A.; PAIVA, S. R.; CAETANO, A. R. **Novo genome assembly of the South American freshwater fish Tambaqui (*Colossoma macropomum*)**. In: PLANT & ANIMAL GENOME CONFERENCE, p.23, 2015.

LOCHMANN, R.; CHEN, R.; CHU-KOO F.W.; CAMARGO, W. N.; KOHLER, C. C.; KASPER, C. **Effects of carbohydrate-rich alternative feedstuffs on growth, survival, body composition, hematology, and nonspecific immune response of black pacu, *Colossoma macropomum*, and red pacu, *Piaractus brachypomus***. Journal of the World Aquaculture Society, v.40, p.33-44, 2009.

LOPES, J. M.; PASCOAL, L. A. F.; SILVA FILHO, F. P.; SANTOS, I. B.; WATANABE, P. H.; ARAUJO, D. D. M.; PINTO, D. C. & OLIVEIRA, P. S. Farelo de babaçu em dietas para tambaqui. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, São Paulo, v. 11, p. 519-526, 2010.

LOUSADA JUNIOR, J. E.; NEIVA, J. M. N.; RODRIGUEZ, N. M.; PIMENTEL, J. C. M.; LÔBO, R. N. B. Consumo e digestibilidade de subprodutos do processamento de frutas em ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.2, p.659-669, 2005.

MAIA, F. **Goiaba**: fruta da época é nativa do Brasil. 2021. Disponível em: <https://www.agricultura.sp.gov.br/noticias/goiaba-fruta-da-epoca-e-nativa-do-brasil/>. Acesso 2023.

MAIA, I. S. A. S.; BRAGA, A. P.; GERRA, D. G. F.; LIMA JÚNIOR, D. M. Valor nutritivo de silagens de capim elefante com níveis crescentes de resíduo da agroindústria da acerola. **Acta Veterinaria Brasilica**, v.9, n.2, p.190-194, 2015.

MATIAS, M. F. O.; OLIVEIRA, E. L.; GERTRUDES, E.; MAGALHÃES, M. M. A. Use of Fibres Obtained from the Cashew (*Anacardium occidentale*, L) and Guava (*Psidium guayava*) Fruits for Enrichment of Food Products. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba- PR, v.48, p.143-150, 2005.

MELLO, Renan Santos Ribeiro. **Avaliação do aproveitamento de resíduos do processamento da mandioca na alimentação de tilápia do Nilo por produtores familiares**. Dissertação de mestrado. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), Brasil, 68p. 2018. (<https://uenf.br/posgraduacao/producaovegetal/wpcontent/uploads/sites/10/2018/03/Disserta%C3%A7%C3%A3o-de-Renan-Ribeiro.pdf>)

MENDONÇA, P. P.; FERREIRA, R. A.; VIDAL JUNIOR, M.V.; ANDRADE, D. R.; SANTOS, M. V. D.; FERREIRA, A. V.; et al. Influência do fotoperíodo no desenvolvimento de juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*). **Archivos de Zootecnia**, v.58, p.323-331, 2009.

MENDONÇA, P.P.; VIDAL-JUNIOR, M.V.; POLESE, M.F.; SANTOS, M.V.B.; REZENDE, F.P.; ANDRADE, D.R. Morphometrical development of tambaqui (*Colossoma macropomum*, Cuvier, 1818) under different photoperiods. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, p.1337-1341, 2012.

MENEZES, J. T. B.; QUEIROZ, L. J.; DORIA, C. R. C.; MENEZES JR. J. B. **Avaliação espermática pós descongelamento em tambaqui, *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818)**. *Acta Amazônica*, v.38, p.365-368, 2008.

MESQUITA, R. C. T. Características corporais e composição centesimal entre machos e fêmeas de tambaqui (*Colossoma macropomum*). **Ciências Agrárias**, Porto Alegre, 2013. (<http://hdl.handle.net/10183/75852>). Acesso 2023.

MEURER, F.; HAYASHI, C.; SOARES, C. M. Utilização de levedura spray dried na alimentação de alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.). **Acta Scientiarum** v.22, p.479-484, 2000.

MIZUNO, E. N. **Retenção de nutrientes na carcaça de tambaqui (*colossoma macropomum*) alimentados com diferentes níveis de proteína e carboidrato**. Trabalho de Conclusão de Curso. Dracena, 2022.

MOHAMMED, M. **Acerola (*Malpighia emarginata* DC)**. *Postharvest Biology and Technology of Tropical and Subtropical Fruits*, v. 48, p.27-47, 2011.

MONTEIRO, J. E.; LABARTA, V. **Nutricion em acuicultura I**. Madrid, p.303, 1987.

MORAIS, Irani da Silva de. **Avaliação da influência da temperatura e do pH na determinação sexual do tambaqui *Colossoma macropomum* (CUVIER, 1818)**. Dissertação (Mestrado em Ciências Pesqueiras nos Trópicos) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2016.

MORI-PINEDO, L. A.; PEREIRA-FILHO, M.; OLIVEIRA-PEREIRA, M. I. Substituição do fubá de milho (*Zea mays*, L.) por farinha de pupunha (*Bactris gasipaes*, H. B. K.) em rações para alevinos de tambaqui. **Acta Amazonica**, 29 (3). p.447-453, 1999.

MOZART, J. I. G.; ENIO, M. Qualidade da água no consórcio de peixes com arroz irrigado. **Ciência Rural**, v. 35, n. 6, 2005.

NASCIMENTO, R. J.; ARAÚJO, C. R.; MELO, E. A. **Atividade antioxidante de extratos de resíduo agroindustrial de goiaba (*Psidium guajava* L)**. Alimentos e Nutrição, Araraquara, v. 21, n. 2, p.209 -216, 2010.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **Nutrient Requirements of Fish**. The National Academies Press, Washington, DC, USA, p.360, 2011.

OGAWA, A. Alterações da carne de pescado por processamento e estocagem. **Manual da pesca ciência e tecnologia do pescado**. São Paulo, v.1, p.221-249, 1999.

OISHI, César Augusto. **Resíduos de castanha da Amazonia (*Bertholletia excelsa*) como ingrediente em rações para juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*)**. Dissertação de mestrado. Instituto Nacional de Pesquisa da Amazonia/Fundação Universidade do Amazonas (INPA/UFAM), Manaus, 2007.

OLIVEIRA, A. A.; MARTINELE, L. A.; MOREIRA, M. Z.; SOARES, M. G. M.; CYRINO, J. E. P. Seasonality of energy sources of *Colossoma macropomum* in a floodplain lake in the Amazon Lake Camaleão, Amazonas, Brasil. **Fisheries Management and Ecology** v.13, p.135-142, 2006.

OLIVEIRA, A. C. B.; MIRANDA, E. C.; CORREA, R. **Exigências Nutricionais e Alimentação do Tambaqui**. In: FRACALOSSO, D.M.; CYRINO, J.E.P. (Eds) *Nutriaqua: nutrição e alimentação de espécies de interesse para a aquicultura brasileira*. Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática, Florianópolis. p.231-240, 2016.

OLIVEIRA, L. S.; MOURA, C. F. H.; BRITO, E. S.; MAMEDE, R. V. S.; MIRANDA, M. R. A. **Antioxidant Metabolism during Fruit Development of Different Acerola (*Malpighia emarginata* D.C) Clones**. Journal of Agricultural and Food Chemistry, v. 60 (32), p. 7957-7964, 2012.

PAULA-SILVA, M. N. de; PIRES-LOPES, N. Nitrite causes hematological disturbances in *Colossoma macropomum*. **Aquiculture**, v. 232, p.627-636, 2004.

PECHE, P. M. **Produção de mudas de goiabeira em sistema hidropônico e convencional**. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Lavras (UFLA). Lavras-MG, p.54, 2012.

PEIXE BR. **Anuário Peixe Br da Piscicultura**. A força do peixe brasileiro. (<https://www.peixebr.com.br/anuario/>). Acessado em 9 Out 2023.

PELIZER, L. H.; PONTIERI, M. H.; MORAES, I. O. **Utilização de resíduos agro-industriais em processos biotecnológicos como perspectiva de redução do impacto ambiental**. Journal of Technology Management & Innovation. v.2, p.118-127, 2007.

PEREIRA JUNIOR, G.; PEREIRA FILHO, M.; ROUBACH, R.; BARBOSA, P. S.; SHIMODA, E. Farinha de folha de leucena (*Leucaena leucocephala* Lam. de wit) como fonte de proteína para juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum* CUVIER, 1818). **Acta Amazonica**, v.43, p.227-234, 2013.

PEREIRA, U. C. **Influência do co-produto de goiaba no desempenho zootécnico.** São Cristóvão, 2017.

PEREIRA, U. C.; BARROS, R. G. C.; SANTANA, P. M. S.; ALMEIDA, A. C. A.; VIEIRA, J.S.; MATOS, N. M.; & BOMFIM, C. N. C. Influence of guava residue on tambaqui growth performance. **Acta Scientiarum.** Animal Sciences, p. 44, 2022.

PIEDRAS, S. R. N.; POUHEY, J. L. O. F.; MORAES, P. R. R; RODRIGUES, F. V. Resposta de alevinos de jundiá (*Rhamdia sp.*) Alimentados com diferentes níveis de proteína bruta e energia digestível. **Revista Brasileira de Agrociência,** Pelotas, v. 12, p.217-220, 2006.

PINTO, Leonardo Lopes Laureano. **Produção biotecnológica de álcool fenilético por fungos filamentosos em meio de cultura desenvolvido com utilização de resíduos de maçã (*Malus domestica*).** Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Brasil, p.127, 2017. (file:///C:/Users/Cliente/Downloads/Pinto_LeonardoLopesLaureano_D.pdf). Acessado em 13 Fev 2022.

REIS, R. E.; ALBERT, J. S.; DI DARIO, F.; MINCARONE, M. M., PETRY, P.; ROCHA, L. A. **Fish biodiversity and conservation in South America.** Journal of Fish Biology, v.89, n. 1, p.12-47, 2016.

RIBEIRO, F. M.; FREITAS, P.V. D. X.; SANTOS, E. O.; SOUSA, R. M.; CARVALHO, T. A.; ALMEIDA, E.M. **Alimentação e nutrição de pirapitinga (*Piaractus brachypomums*) e tambaqui (*Colossoma macropomum*).** PUBVET, v.10, p.873-882, 2016.

RISTERUCCI, A. M. **Isolation and characterization of microsatellite loci from *Psidium guajava* L.** Molecular Ecology Notes, Oxford, v. 5, p.745-748, 2005.

RITZINGER, R. e RITZINGER, C.H.S.P. **Acerola.** Informe Agropecuário, v.32, p.17-25, 2011.

RODRIGUES, A. P. O. Nutrição e alimentação do tambaqui (*Colossoma macropomum*). **Boletim do Instituto de Pesca,** São Paulo, v. 40, n. 1, p.135-145, 2014.

ROSA, M. F.; SOUZA FILHO, M S. M.; FIGUEIREDO, M. C. B.; MORAIS, J. P. S.; SANTAELLA, S. T. LEITÃO, R. C. **Valorização de resíduos da agroindústria.** II Simpósio Internacional sobre Gerenciamento de Resíduos Agropecuários e Agroindustriais – II SIGERA. Foz do Iguaçu, PR Volume I – Palestras. Março, p.2317-8302, 2011.

ROTTA, M. A. Utilização da energia e proteína pelos peixes. **Boletim Técnico Embrapa Pantanal,** Corumbá, MS, Brasil, p.1517-1973, 2002.

SALVADOR, E. L. **Desempenho de frangos de corte alimentados com resíduo da goiaba (*Psidium guajava* L.) e do tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) no período de um a sete dias de idade.** Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Zootecnia) Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, Alagoas, p.28. 2008. (<http://www.repositorio.ufal.br/jspui/handle/riufal/4514>) acesso 2023

SAMPAIO, A. R. **Potencialidades, abundâncias e virtuosismo dos peixes:** pesca, cultivo e ornamentais. Fortaleza, p.144, 2012.

SANTOS, C. X. **Caracterização físico-química e análise da composição química da semente de goiaba oriunda de resíduos agroindustriais**. 2023. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos), Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB. Itapetinga – BA, p. 61. (<http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/24446>) Acesso 2023.

SANTOS, E. L.; LUDKE, M. C. M.; BARBOSA, J. M., RABELLO, C. B., LUDKE, J.V. **Digestibilidade aparente do farelo de coco e resíduo de goiaba pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)**. Caatinga, v.22, p.175-180, 2009.

SANTOS, H. S.V; OLIVEIRA, R. P. C; FERREIRA, D. G. **Qualidade de água na criação de tambaqui em sistema intensivo**. Resumo. v. 10 n. 1 (2016): Anais da Semana do Curso de Zootecnia – SEZUS. 2017. (<http://bdta.ufra.edu.br/jspui/handle/123456789/2320>). Acesso 05 de outubro de 2023.

SANTOS, L.; PEREIRA-FILHO, M.; SOBREIRA, C.; ITUASSU, D.I., FONSECA, F. A. L. Exigência proteica de juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*) após privação alimentar. **Acta Amazônica**, v.40, p.597-604, 2010.

SANTOS, M. A. T. Efeito do cozimento sobre alguns fatores antinutricionais em folhas de brócolis, couve e couve-flor. (2006). **Ciência Agrotécnica**. v.30, p.294-301, 2019.

SANTOS, V. B.; FREITAS, R. T. F.; LOGATO, P. V. R.; FREATO, T. A.; ORFÃO, L. H., & MILLIOTI, L. C. Rendimento do processamento de linhagens de tilápias (*Oreochromis niloticus*) em função do peso corporal. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, p.554-562, 2007.

SILVA, A. A. P. **Estudo da Viabilidade Técnica e Econômica do Cultivo da Goiabeira na Agricultura Familiar**. (Monografia) Universidade Federal, de São João Del Rei, Sete Lagoas, p. 31, 2015.

SILVA, C. A.; CARNEIRO, P. **Qualidade da água na engorda de tambaqui em viveiros sem renovação de água**. Embrapa tabuleiros costeiros. Sergipe, 2007.

SILVA, D. N. **A Cultura da Goiabeira**. Emater. Vitoria –ES, p.15, 1998.

SILVA, F.; MEDEIROS, L. R.; LIMA, A. A. N.; MACEDO, A. R. G. Alimentos alternativos da agricultura familiar como proposta em rações para Tambaqui (*Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818)). **PUBVET**, v.11, n.2, p.103-112, 2017.

SILVA, J. A. M.; PEREIRA-FILHO, M.; 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. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, p.2-12, 2003.

SILVEIRA, G. C. D.; ROSSI, M. F. M. PECHE, P. M. **Acerola: detalhes do cultivo no Brasil**. Revista campo e negócio. 2022. (<https://repositorio.ifgoiano.edu.br/handle/prefix/3704>). Acesso em setembro 2023.

SILVEIRA, U. S.; LOGATO, P. V. R.; PONTES, E. C. Utilização e metabolismo dos carboidratos em peixes. Art. 97. **Revista Eletrônica Nutri time**, Janeiro/Fevereiro, v.6, n. 1, p.817-836, 2009.

SILVEIRA, G. C. DIAS.; ROSSI, M. F. M.; PECHE, P. M. **Acerola**: detalhes do cultivo no Brasil. 9 de dezembro de 2022.

SIMÕES, M. R.; RIBEIRO, C. F. A.; RIBEIRO, S. C. A.; PARK, K. J. **Composição físico-química, microbiológica e rendimento do filé de tilápia tailandesa (*Oreochromis niloticus*)**. Ciência tecnologia alimentos, Campinas, v.27, n.3 p.608-613, 2007. (<https://doi.org/10.1590/S0101-20612007000300028>) Acesso 2023.

SOARES, K.J.A.; RIBEIRO, F.B.; BOMFIM, M.A.D.; MARCHÃO, R.S. Valor nutricional de alimentos alternativos para tambaqui (*Colossoma macropomum*). **Archivos de Zootecnia** v.66, p.491-497, 2017.

SOUSA, M. S. B.; VIEIRA, L. M.; SILVA, M. J. M. **Caracterização nutricional e compostos antioxidantes em resíduos de polpas de frutas tropicais**. Ciência e Agrotecnologia. Lavras, v. 35, n.3, p.554-559, 2011.

SOUZA, Ana Paula Lira. **Desempenho de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) alimentadas com ração contendo farinha de resíduo do filetagem de camarão**. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Alagoas (UFAL), Brasil, p.31, 2013.

SOUZA, R. C.; MELO, J. F. B.; NOGUEIRA-FILHO, R. M.; CAMPECHE, D. F. B. Influência da farinha de manga no crescimento e composição corporal da tilápia do Nilo. **Archivos de Zootecnia**, v. 62, n. 238, p.217-225, 2013.

SOUZA, Taiane Moraes. **Avaliação da engorda inicial de tambaqui em sistema de recirculação de água**. Trabalho de Conclusão de Curso. Belém-PA, 2021. (<http://bdta.ufra.edu.br/jspui/handle/123456789/2005>).

TACON, A. G. J.; METIAN, M. Global overview on the use of fishmeal and fish oil industrially compounded aquafeeds: Trends and future prospects. **Aquaculture**, v. 285, p.146-158, 2008.

USEPA - **United States Environmental Protection Agency**. Monitoring water quality. Volunteer stream monitoring: a methods manual. Office of Water 4503F. EPA 841 B 97- 003. The following contributed to the Virginia Citizen Water Quality Monitoring Program.2. 1997.

VASCONCELOS, V. R.; NEIVA, J. N. M.; PIMENTEL, J. C. M. **Utilização de subprodutos do processamento de frutas na alimentação de caprinos e ovinos**. In: VI SEMINÁRIO NORDESTINO DE PECUÁRIA – PECNORDESTE, Fortaleza-CE, p.83-99, 2002.

WADHWA M, BAKSHI M.P.; MAKKAR H.P. Waste to worth: fruit wastes and byproducts as animal feed. **CAB Reviews**, v.10, p.1-26, 2015.

WOYNAROVICH, A.; ANROOY, R.V. **Field guide to the culture of tambaqui (*Colossoma macropomum*)**. Editora FAO, Roma. p.132, 2019.