

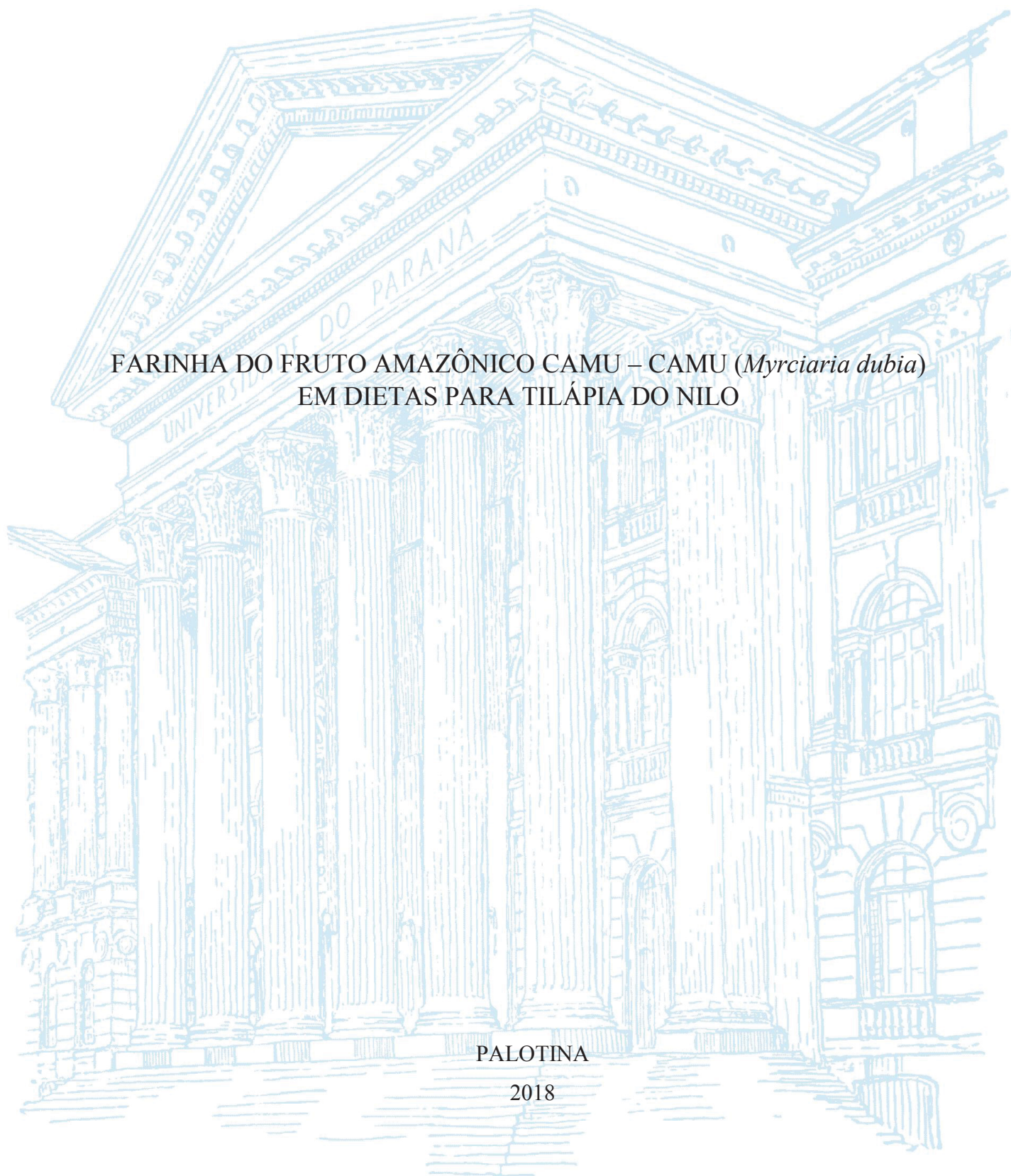
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

EDSON LUIS DE CARVALHO SILVA

FARINHA DO FRUTO AMAZÔNICO CAMU – CAMU (*Myrciaria dubia*)
EM DIETAS PARA TILÁPIA DO NILO

PALOTINA

2018



EDSON LUIS DE CARVALHO SILVA

FARINHA DO FRUTO AMAZÔNICO CAMU – CAMU (*Myrciaria dubia*)
EM DIETAS PARA TILÁPIA DO NILO

Dissertação apresentada como requisito para à obtenção do grau de Mestre em Aquicultura e Desenvolvimento Sustentável, no Curso de Pós-Graduação em Aquicultura e Desenvolvimento Sustentável, Setor de Palotina, da Universidade Federal do Paraná.

Orientadora: Profa. Dra. Lilian Dena dos Santos

Coorientadora: Profa. Dra. Lilian Carolina Rosa da Silva

PALOTINA

2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

S586 Silva, Edson Luis de Carvalho
Farinha do fruto amazônico Camu-Camu (*Myrciaria dubia*)
em dietas para tilápia do nilo / Edson Luis de Carvalho Silva.
– Palotina, 2018.
47f.

Orientadora: Lilian Dena dos Santos
Coorientadora: Lilian Carolina Rosa da Silva
Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Paraná,
Setor Palotina, Programa de Pós-graduação em Aquicultura e
Desenvolvimento Sustentável.

1. Alimento funcional. 2. Ingrediente regional. 3. Ingrediente
alternativo. 4. Nutracêutico. I. Santos, Lilian Dena dos. II. Silva,
Liliane Carolina Rosa da. III. Universidade Federal do Paraná.
IV. Título.

CDU 639.3



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SETOR PALOTINA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO AQUICULTURA E
DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em AQUICULTURA E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado de **EDSON LUIS DE CARVALHO SILVA** intitulada: **FARINHA DO FRUTO CAMU - CAMU (*Myciaria dubia*) EM DIETAS PARA TILÁPIA DO NILO**, após terem inquirido o aluno e realizado a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de mestre está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

Palotina, 29 de Outubro de 2018.

LILIAN DENA DOS SANTOS

Presidente da Banca Examinadora (UFPR)

FÁBIO MEURER

Avaliador Interno (UFPR)

PAULO LEVI DE OLIVEIRA CARVALHO

Avaliador Externo (UNIOESTE)

LILIAN CAROLINA ROSA DA SILVA

Coordenador - Avaliador Interno (UFPR)

Dedico este trabalho a Deus, minha família, amigos, orientadora, coorientadora pelo incentivo e confiança, mesmo nos momentos mais difíceis.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço ao nosso arquiteto do universo supremo Deus meu criador e dono de todas as minhas atitudes.

À minha orientadora Lilian Dena dos Santos por ter me dado um voto de confiança e pela orientação, pelo apoio nas horas mais difíceis, conselhos sábios e valiosos, pela ajuda no desenvolvimento no decorrer deste trabalho, enfim suas contribuições foram muito valiosas para este trabalho e para minha vida profissional e pessoal.

Agradeço a minha coorientadora Lilian Carolina Rosa da Silva pelos conselhos, paciência, ensinamentos e toda ajuda em todos os momentos em que precisei.

Agradeço em especial a minha mãe Alice de Carvalho e ao meu tio João Rocha, sempre me incentivaram a buscar conhecimento, superar barreiras e principalmente a distância, a minha irmã Elisangela de Carvalho que sempre me apoia em todos os meus planos, amo muito vocês!!.

Aos meus irmãos Edvaldo, Elielson, Elisangela, meu cunhado Edson que sempre me apoiaram em todos os meus planos, amo muito vocês!!

Aos meus primos Antonio Junior, Ataide, Adriana e Marineide por todos os gestos, palavras e atitudes que fizeram a diferença na minha carreira acadêmica.

A minha companheira Suzana Gisele e genitora do nosso querido filho Daniel Oliveira de Carvalho que sempre esteve ao meu lado e sempre me incentivou a lutar pelos meus sonhos, mesmo nos momentos em que tudo parece estar perdido, não existem palavras para expressar-me o quanto você é especial para mim e sinta-se parte integrante desta vitória que alcançamos.

Aos meus amigos do PPG-AQUI da UNINILTON LINS /INPA Yugo Moraes, Arlan Paes e do BADPI Renam Amanajás por toda ajuda, companheirismo e hospitalidade no Período de passagem por Manaus.

Aos meus amigos irmãos Melquisedeque Ribeiro, Yugo Moraes, Hugo Freitas pelo incondicional apoio prestado durante esta caminhada, pelos momentos de descontração, conversas e bons conselhos. Parceiros de todos os desafios e lutas, valeu Brothers!!!

Aos meus amigos Erisson Cristino, Helton Pinto, José Claudio, Peterson Costa pela parceria e amizade.

Ao Instituto Federal do Amazonas-IFAM, pelo apoio financeiro e oportunidade concedida para cursar a cursar a PGADS em tempo integral.

Aos Professores do IFAM Campus Tabatinga, Fabiano, Pavão, Joab, Nilton, Dirceu, Mauricio, Goes, Gerson, Elison, Rafael e Dayse (IFAM-CMZL) por toda ajuda e amizade.

Ao professor Jaime Cavalcante pelo apoio, amizade e bons conselhos.

Ao meu nobre amigo professor José Brandão pelo incentivo, bons conselhos e amizade.

Agradeço aos professores Eduardo Luis Cupertino Ballester pelos ingredientes doados para a fabricação das rações. Agradeço a professora Lucíola Thais Baldan e toda equipe do Laboratório de Qualidade de Água e Limnologia pela ajuda nas análises de água.

Agradeço ao professor Américo Garcez por todo apoio nas análises bromatológicas e análise calorimétrica, a professora Adriana Ferla e equipe do Laboratório de Química pelo apoio nas análises calorimétricas.

Agradeço a todos os docentes do PGADS que contribuíram com seus conhecimentos no decorrer desta caminhada.

Agradeço ao pessoal dos serviços gerais, guardas e todos os servidores pelas boas conversas e os momentos de descontrações.

Aos técnicos do laboratório: Ademir, Marlise, Aline, Guilherme e Rafaela Gonçalves pela ajuda e conselhos durante o desenvolvimento desta pesquisa.

Agradeço a todos meus colegas de Mestrado, que me ajudaram em várias situações seja com conselhos, incentivo na pesquisa e nas disciplinas cursadas, em especial a Rafaela Gonçalves e Aline dos Anjos, Jorge, Cristiano, Herbert, Aline Giombelli, Joel, Tarcísio, Luciana e Kelviane pelo enorme apoio prestado, seja nas análises laboratoriais, experimentos, conselhos e contribuições.

Ao professor Ricardo Zara e a Evelyn da UFTPR pela enorme contribuição e parceria nas análises deste projeto.

Aos meus amigos pela ajuda na finalização do experimento de desempenho: Marlise, Fábio, Rosane, Luciana, Kelviane, Leonardo, Gabriela, Erica e especialmente a minha coorientadora professora Lilian, sem a participação mais que especial de vocês tudo isto não seria possível.

Aos estagiários Leonardo, Gabriela, Alisson, João, Isa, Luan, Sara, Ederson, Camila e Letícia.

Aos meus amigos João Pedro Mejia, Alexandro, Wando, Lindomice, Adriano, Yugo Pastrana, Dunga, Neyla, Nete, André Nobre, Guilherme Pedrosa (ADAF- Tabatinga) e a dona

Direnir por todo o apoio prestado na compra armazenamento e logística dos frutos utilizados nesta pesquisa.

A dona Carmen Nava, Carol Medeiros e Amanda Cordeiro por toda hospitalidade e ajuda no inicio desta caminhada em Palotina, meu muito obrigado!!

Aos meus amigos Edevaldo Nascimento, Valter e Jurandir pela incondicional ajuda quando necessária, pelas boas conversas e amizade.

“O produto final de um trabalho vai muito além do esforço de seus autores. É fruto da parceria, coragem e compromisso dos profissionais, colegas de trabalho, amigos, parentes e instituições envolvidas”.

RESUMO

O camu-camu (*Myciaria dubia*) é um fruto amazônico apreciado nesta região e tem sido de grande importância devido às suas características como: atividade antioxidante, altos níveis de vitamina C, presença de carotenóides, flavonóides e outros componentes. Além disso, devido à sua abundância em regiões ribeirinhas no norte do país, é usado como alimento para peixes em pisciculturas cujo regime de produção é familiar. Esse experimento determinou o valor nutricional da farinha do camu-camu fruto inteiro seco para juvenis de tilápia do Nilo da linhagem GIFT e também avaliou a sua inclusão em substituição do milho como ingrediente alternativo em rações peletizadas. No experimento de desempenho foram avaliados os parâmetros de crescimento, hematológicos, bioquímicos do sangue, histologia intestinal e composição centesimal dos juvenis de tilápia do Nilo. Para isso foram conduzidos dois experimentos, sendo que o experimento 1 foi o ensaio de digestibilidade aparente conduzido no laboratório de produção e reprodução de pescados onde foram utilizados 45 juvenis de tilápia do Nilo com peso médio de 50 ± 20 g distribuídos em tanques-rede de malha plástica e acondicionados em caixas de 1000L de volume útil. Foi avaliado o valor nutricional de digestibilidade aparente dos nutrientes e energia da farinha fruto camu-camu para juvenis de tilápia do Nilo. O camu-camu foi testado na forma de farinha fruto inteiro seco com bons resultados para a digestibilidade aparente da matéria seca, extrato etéreo, proteína bruta e carboidratos não fibrosos, os quais foram de: 90,46, 92,15, 80,63 e 81,05%, respectivamente. No ensaio número 2 de desempenho, foram utilizados 500 juvenis de tilápias do Nilo ($17 \pm 0,60$ g), em um delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos, cinco repetições cada ($n=5$). Os peixes foram alimentados até a saciedade aparente três vezes ao dia, durante 48 dias, com as dietas experimentais formuladas com níveis crescentes de camu-camu (0, 10, 20 e 30%). A taxa média de sobrevivência durante o período experimental foi de 99,4%. Os parâmetros de crescimento como: peso final (65,46 a 33,26g), taxa de crescimento específico (2,82 a 1,43%), ganho de peso total (48,60 a 26,94g) e diário (1,01 a 0,56g), conversão alimentar aparente (0,99 a 2,04) e rendimento de filé (26,67 a 22,88g), comprimento total (12,59 a 9,98cm), foram afetados negativamente pelo camu-camu nas dietas. Os parâmetros hematológicos e bioquímicos foram similares entre os peixes de todos os tratamentos, com exceção da glicose plasmática (63,00 mg/dL) que foi inferior nos que consumiram dietas com 30% de camu-camu. Peixes alimentados com 20% de camu-camu na dieta apresentaram maior conteúdo de proteína corporal (64,50%) e peixes alimentados com 10% de camu-camu apresentaram menor valor de extrato etéreo (9,23%). Não houve diferenças ($P>0,05$) nas medidas morfométricas da largura e área das vilosidades intestinais, Porém, para o comprimento das vilosidades intestinais foi observada diferenças ($P<0,05$), e o tratamento com 20% de camu-camu apresentou os maiores valores do comprimento dos vilos, diferindo significativamente ($P<0,05$) dos tratamentos 10 e 30% de camu-camu na dieta. Neste contexto não se recomenda a substituição do milho pela farinha de camu-camu em dieta de alevinos de tilápia do Nilo.

Palavras-chave: alimento funcional, ingrediente regional, ingrediente alternativo, nutracêutico.

ABSTRACT

Camu-camu (*Myciaria dubia*) is an Amazonian fruit appreciated in this region and has been of great importance due to its characteristics such as: antioxidant activity, high levels of vitamin C, presence of carotenoids, flavonoids and other components. In addition, due to its abundance in riverside regions in the north of the country, it is used as fish feed in fish farms whose production regime is familiar. This experiment determined the nutritional value of camu-camu dry whole wheat flour for Nile tilapia juveniles of the GIFT lineage and also evaluated its inclusion in substitution of corn as an alternative ingredient in pelleted rations. In the performance experiment the parameters of growth, hematological, biochemical blood, intestinal histology and centesimal composition of juveniles of Nile tilapia. For this, two experiments were conducted, and experiment 1 was the apparent digestibility test conducted in the laboratory of fish production and reproduction where 45 juveniles of Nile tilapia with a mean weight of 50 ± 20 g were distributed in net mesh tanks plastic and packed in boxes of 1000L of useful volume. The nutritional value of apparent digestibility of the nutrients and energy of camu-camu fruit flour for juvenile Nile tilapia was evaluated. The camu-camu was tested as dry whole fruit flour with good results for apparent digestibility of dry matter, ethereal extract, crude protein and non-fibrous carbohydrates, which were: 90,46, 92,15, 80,63 and 81.05%, respectively. In the ninth performance test, 500 juveniles of Nile tilapia (17 ± 0.60 g) were used in a completely randomized design with four treatments, five replicates each ($n = 5$). The fish were fed to apparent satiety three times daily for 48 days, with experimental diets formulated with increasing levels of camu-camu (0, 10, 20 and 30%). The mean survival rate during the experimental period was 99.4%. Growth parameters such as: final weight (65.46 to 33.26g), specific growth rate (2.82 to 1.43%), total weight gain (48.60 to 26.94g) and daily (1,01 to 0.56 g), apparent feed conversion (0.99 to 2.04) and fillet yield (26.67 to 22.88 g), total length (12.59 to 9.98 cm), were negatively affected by camu-camu in diets. Hematological and biochemical parameters were similar among fish of all treatments, except for plasma glucose (63.00 mg / dL), which was lower in those who consumed diets with 30% camu-camu. Fish fed with 20% of camu-camu in the diet presented higher body protein content (64.50%) and fish fed with 10% of camu-camu presented lower values of ethereal extract (9.23%). There were no differences ($P > 0.05$) in the morphometric measurements of the width and area of the intestinal villi. However, for the intestinal villi length differences ($P < 0.05$) were observed, and the treatment with 20% camu-camu presented the highest values of villus length, differing significantly ($P < 0.05$) from treatments 10 and 30% of camu-camu in the diet. In this context it is not recommended the substitution of corn by camu-camu flour in a diet of Nile tilapia fingerlings.

Key-words: functional food, regional ingredient, alternative ingredient, nutraceutical

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: PESO FINAL(G) DOS JUVENIS DE TILÁPIA DO NILO ALIMENTADAS COM NÍVEIS CRESCENTES (%) DE CAMU-CAMU NA DIETA.....	40
FIGURA 2: COMPRIMENTO TOTAL (CM) DOS JUVENIS DE TILÁPIA DO NILO ALIMENTADAS COM NÍVEIS CRESCENTES(%) DE CAMU-CAMU NA DIETA.	40
FIGURA 3: CONSUMO DE RAÇÃO (G/PEIXE) DOS JUVENIS DE TILÁPIA DO NILO ALIMENTADAS COM NÍVEIS CRESCENTES(%) DE CAMU-CAMU NA DIETA.	41
FIGURA 4: CONVERSÃO ALIMENTAR APARENTE DOS JUVENIS DE TILÁPIA DO NILO ALIMENTADAS COM NÍVEIS CRESCENTES(%) DE CAMU-CAMU NA DIETA.	41
FIGURA 5: TAXA DE CRESCIMENTO ESPECÍFICO DOS JUVENIS DE TILÁPIA DO NILO ALIMENTADOS COM NÍVEIS CRESCENTES (%) DE CAMU-CAMU NA DIETA.	42
FIGURA 6: GANHO DE PESO (G) DOS JUVENIS DE TILÁPIA DO NILO ALIMENTADAS COM NÍVEIS CRESCENTES (%) DE CAMU-CAMU NA DIETA.....	43
FIGURA 7: GANHO DE PESO DIÁRIO(G) DOS JUVENIS DE TILÁPIA DO NILO ALIMENTADAS COM NÍVEIS CRESCENTES (%) DE CAMU-CAMU NA DIETA.	43
FIGURA 8: ÍNDICE HEPATOSSOMÁTICO (%) DOS JUVENIS DE TILÁPIA DO NILO ALIMENTADAS COM NÍVEIS CRESCENTES (%) DE CAMU-CAMU NA DIETA.	44
FIGURA 9: RENDIMENTO DE FILÉ (%) DOS JUVENIS DE TILÁPIA DO NILO ALIMENTADAS COM NÍVEIS CRESCENTES (%) DE CAMU-CAMU NA DIETA.	44
FIGURA 10: COMPORTAMENTO QUADRÁTICO DA QUANTIDADE DA PROTEÍNA BRUTA (%) NA CARÇA DOS JUVENIS DE TILÁPIA DO NILO ALIMENTADAS COM NÍVEIS CRESCENTES(%) DE CAMU-CAMU NA DIETA.	46
FIGURA 11: COMPORTAMENTO QUADRÁTICO DA QUANTIDADE DE EXTRATO ETÉREO (%) NA CARÇA DOS JUVENIS DE TILÁPIA DO NILO ALIMENTADAS COM NÍVEIS CRESCENTES (%) DE CAMU-CAMU NA DIETA.	46
FIGURA 12: FOTOMICROGRAFIA DO SEGMENTO PROXIMAL DO INTESTINO DE JUNEVIS DE TILÁPIA DO NILO. (A) PAREDE INTESTINAL DOS PEIXES ALIMENTADOS COM 0% DE CAMU-CAMU, DESTACANDO AS VILOSIDADES (V), LÂMINA PRÓPRIA (LP), TÚNICA SUBMUCOSA (SB), TÚNICA MUSCULAR (M). (B) PAREDE INTESTINAL DOS PEIXES ALIMENTADOS COM 10% DE CAMU-CAMU. (C) PAREDE INTESTINAL DOS PEIXES ALIMENTADOS COM 20% DE CAMU-CAMU. (D) PAREDE INTESTINAL DOS PEIXES ALIMENTADOS COM 30% DE CAMU-CAMU, DESTACANDO A TÚNICA SEROSA (SETA). COLORAÇÃO HE. AUMENTO DE 10X.	48

LISTA DE TABELAS

TABELA 1: COMPOSIÇÃO PERCENTUAL DAS RAÇÕES-REFERÊNCIA E TESTE UTILIZADA PARA DETERMINAÇÃO DOS COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDADE DO CAMU-CAMU INTEIRO SECO PARA TILÁPIA DO NILO.	30
TABELA 2: COMPOSIÇÃO QUÍMICA DOS INGREDIENTES UTILIZADOS PARA COMPOSIÇÃO DA RAÇÃO REFERÊNCIA, RAÇÕES REFERÊNCIAS E TESTES PARA TILÁPIA DO NILO (VALORES EXPRESSOS EM 100% DA MATÉRIA NATURAL).	32
TABELA 3: RAÇÕES EXPERIMENTAIS COM NÍVEIS CRESCENTES DE CAMU-CAMU PARA O ENSAIO DE DESEMPENHO DOS JUVENIS DE TILÁPIA DO NILO.	34
TABELA 4: COEFICIENTE DE DIGESTIBILIDADE APARENTE E VALORES DIGESTÍVEIS DO CAMU-CAMU NA FORMA DE FRUTO INTEIRO EM DIETAS PELETIZADAS PARA TILÁPIA DO NILO.	38
TABELA 5: DESEMPENHO DOS JUVENIS DE TILÁPIA DO NILO ALIMENTADOS COM NÍVEIS CRESCENTES DE CAMU-CAMU NA RAÇÃO DURANTE 48 DIAS'	39
TABELA 6: COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA DA CARÇAÇA DOS JUVENIS DE TILÁPIA DO NILO ALIMENTADOS COM RAÇÕES CONTENDO NÍVEIS CRESCENTES DE CAMU-CAMU NA DIETA (BASE NA MATÉRIA SECA).	45
TABELA 7: MÉDIAS ± ERRO PADRÃO DOS PARÂMETROS SANGUÍNEOS DE TILÁPIA DO NILO,	47
TABELA 8: MORFOMETRIA DE VILOS INTESTINAIS DOS JUVENIS DE TILÁPIA DO NILO ALIMENTADOS COM NÍVEIS CRESCENTES DE CAMU-CAMU NA RAÇÃO DURANTE 48 DIAS.	48

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	16
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	17
2.1 TILÁPIA DO NILO	17
2.2 CAMU-CAMU	17
2.3 USO DO CAMU-CAMU EM DIETAS PARA PEIXES.....	18
2.4 DIGESTIBILIDADE	21
3. REFERÊNCIAS	23
4. OBJETIVOS	23
4.1. OBJETIVO GERAL	23
4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	23
CAPÍTULO 1.....	24
RESUMO.....	25
1. INTRODUÇÃO	27
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	28
2.1. LOCAL E PERÍODO EXPERIMENTAL.....	28
2.2. ENSAIO 1: DETERMINAÇÃO DA DIGESTIBILIDADE APARENTE DOS NUTRIENTES E DA ENERGIA DA FARINHA DO CAMU-CAMU(MYRCIARIA DUBIA) PARA TILÁPIA DO NILO.....	28
2.3. ENSAIO 2: DESEMPENHO PRODUTIVO DE TILÁPIAS DO NILO ALIMENTADAS COM INCLUSÃO DE NÍVEIS CRESCENTE DA FARINHA CAMU- CAMU(MYRCIARIA DUBIA) NA DIETA.	33
2.3.1. Material biológico e instalações	33
2.3.2. Rações e manejo alimentar	33
2.3.3. Qualidade de água	35
2.3.4. Desempenho zootécnico.....	35
2.3.5. Determinação da composição química corporal	36
2.3.6. Análises sanguíneas.....	36
2.3.7. Análises histológicas	37
2.4. ANÁLISES ESTATÍSTICAS	37

3.	RESULTADOS.....	38
3.1.	ENSAIO 1: DIGESTIBILIDADE	38
3.2.	ENSAIO 2: DESEMPENHO PRODUTIVO.....	38
4.	DISCUSSÃO	49
4.1.	ENSAIO 1: DIGESTIBILIDADE	49
4.2.	ENSAIO 2: DESEMPENHO.....	49
5.	CONCLUSÃO	54
6.	REFERÊNCIAS	54

1. INTRODUÇÃO

Os peixes são benéficos para a nutrição e saúde e tem papel essencial na manutenção de dietas saudáveis (THILSTED et al., 2016). O consumo de peixe tem aumentado substancialmente, devido à disponibilidade de proteína de alta qualidade, ácidos graxos poliinsaturados de cadeia longa (LC-PUFA) e vitaminas e minerais (TOCHER, 2010) e aquicultura é a principal fonte para aumentar a oferta de peixe (REVERTER et al., 2014). Como a captura de pescado proveniente da pesca extrativa esteve estabilizada em 90 a 92 milhões de toneladas no período de 2007 a 2017, o aumento do consumo de peixe tem na expansão da aquicultura, especialmente da piscicultura, seu principal aliado, pois houve um aumento de 60% e isto representou um salto de 50 para os atuais 80 milhões de toneladas de peixe de criação para o período de 2007 a 2017 (FAO, 2018).

A tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) está entre as principais espécies de peixes de água doce mais cultivados em todo o mundo, e isto está relacionado à sua capacidade de tolerar uma ampla gama de condições ambientais (YUE; ZHOU, 2008) e outras características como: rusticidade e resistência a doenças, rápido crescimento e capacidade de aceitar dietas de baixo custo com ingredientes de origem vegetal (NG; ROMANO, 2013). Neste contexto, a disponibilidade de alimentos para organismos aquáticos deve apoiar a produção de peixes de cativeiro, porém precisa de mais insumos e fórmulas alimentares (NAYLOR et al., 2009).

Nos últimos anos tem havido um crescente interesse em produtos naturais para impulsionar os mecanismos de defesa, aumentar a resistência natural às infecções, melhorar a resposta antioxidante, facilitar o tratamento e prevenção de doenças em peixes (AMARAL et al; 2009, AGNAGA et al., 2015, AGNAGA et al., 2016, , PALACIOS et al., 2006). O camu-camu (*Myrciaria dubia*) é uma planta amazônica que possui altos níveis de vitamina C em sua composição, além de conter carotenoides, flavonóides, antocianinas e apresentar propriedades antioxidantes (NEVES et al., 2017).

Diante disto o presente estudo objetivou determinar o valor nutricional aparente do camu-camu e avaliar a substituição do milho pelo fruto amazônico camu-camu em níveis crescentes em rações peletizadas sobre os parâmetros de crescimento, hematológicos, bioquímicos do sangue e composição centesimal e histologia do intestino de juvenis de tilápia do Nilo.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 TILÁPIA DO NILO

A tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) é a segunda espécie de peixe mais cultivada no mundo e a primeira no Brasil (VICENTE et al., 2014), sendo amplamente comercializada (FITZSIMMONS et al., 2011). Dentre os peixes cultivados, a tilápia do Nilo apresenta um grande potencial devido a sua fácil reprodução, carne branca e de alta qualidade, baixos custos de produção podendo inclusive, ser cultivadas em locais com alta salinidade e baixas temperaturas (VICENTE; FONSECA-ALVES, 2013). Esta espécie é a mais produzida nas regiões Nordeste, Sudeste e Sul do país, sendo que o estado do Paraná lidera a produção nacional com 105.392 milhões de toneladas em 2017 (PEIXE BR, 2018).

As tilápias são peixes bastante tolerantes ao manejo e os aquicultores tendem a aumentar a densidade de estocagem como estratégia para aumentar a produção em piscicultura intensiva (TELLI et al., 2016). No entanto, a utilização de densidades médias (1,26 kg m³) promove as melhores condições para os sistemas de produção da tilápia do Nilo (LEMOS et al., 2018).

2.2 CAMU-CAMU

O camu-camu (*Myrciaria dúbia* (H.B.K.) McVaugh), também conhecido como caçari, araçá d'água, ou sarão, é uma espécie pertencente à família Myrtaceae, nativa das várzeas e lagos da Amazônia (MAEDA et al., 2007). Este fruto está distribuído nos cursos dos rios, estendendo-se desde o Estado do Pará (Rios Tocantins e Trombetas) até o Peru com a denominação de camu-camu. Na Amazônia Central (regiões de Manaus e Manacapuru, nos Rios Javari, Madeira e Negro) e em Roraima (nas margens de lagos naturais junto ao Rio Cauamé) é conhecido como caçari (SMIRDELE e SOUSA, 2008).

A comercialização deste fruto é bastante difundida *in natura* ou da polpa congelada nas feiras das regiões produtoras, além de ser exportado para países como o Japão, Estados Unidos da América e Europa, onde é transformado em bebidas gaseificadas, sorvetes e comprimidos (YUYAMA, 2011). No Brasil este fruto é também utilizado na indústria de cosméticos em fabricações de xampu, condicionador, modelador e na indústria farmacêutica e alimentícia como xarope e sorvetes, respectivamente (YUYAMA, 2011).

O extrativismo deste fruto é considerado como rentável para os pescadores, pois seu amadurecimento coincide com a cheia dos rios da região, um período de escassez de trabalho para os mesmos, os quais aproveitam seus barcos e canoas para a coleta, armazenamento e transporte do fruto para as indústrias de processamento de sua polpa (YUYAMA, 2011).

O camu-camu possui altos níveis de vitamina C em sua composição, variando de 800 a 6.100 mg/100 g de polpa (YUYAMA, 2011), sendo um potente antioxidante responsável por prolongar a vida dos eritrócitos e desempenhar um papel essencial na respiração celular (NAYAK et al., 2007), melhorar a absorção de nutrientes da dieta e impedir a ação dos radicais livres sobre os lipídios e aminoácidos proteicos (ARIDE et al., 2010). O fruto também contém em sua composição carotenóides, flavonóides, antocianinas, apresentando-se como um poderoso antioxidante (CHIRINOS et al., 2010; YUYAMA, 2011a, NEVES et al., 2015).

Na região Amazônica, a exemplo dos países Brasil e Peru, já existem tecnologia de produção de camu-camu, mas a semente deste fruto foi distribuída em quase todos os estados brasileiros, sendo verificado também que alguns genótipos (<5%) conseguiram adaptar-se muito bem em plantios nos Estados de Minas Gerais e São Paulo, especialmente na região do Vale do Ribeira onde as progênes destas plantas se desenvolvem normalmente, e pesquisas neste sentido, afirmam uma alta produtividade em torno de 10 a 23 kg de fruto/planta/safra (YUYAMA, 2011a).

Os efeitos benéficos do camu-camu para a saúde estão associados principalmente com a presença de antioxidantes. Estes compostos bioativos possuem propriedades neutralizantes espécies reativas relacionadas ao anti-obesogênico, hipolipidêmico, anti-inflamatório, efeitos anti-genotóxicos e neuroprotetores através de ensaios *in vitro* e experimentos *in vivo* (AZEVEDO et al., 2015; FRACASSETTI et al., 2013; GONÇALVES et al., 2014; INOUE et al, 2008; NASCIMENTO et al., 2013; NEVES et al., 2017; SCHWERTZ et al., 2012).

2.3 USO DO CAMU-CAMU EM DIETAS PARA PEIXES

Oliveira (2005) avaliou a potencialidade dos frutos catoré (*Crataeva benthami*), camu-camu, embaúba (*Cecropia latiloba*) e jauari (*Astrocaryum jauari*) e da semente de munguba (*Pseudobombax munguba*) no crescimento do tambaqui, demonstrou que parece não ter sido influenciado pelas dietas experimentais na proporção de 50% à ração comercial (com

26% de proteína bruta). Entretanto os grupos experimentais alimentados com dieta contendo camu-camu e jauari apresentaram maior similaridade com o grupo controle 100% da ração comercial base (30,6% proteína bruta). Esses mesmos autores verificaram que as diferentes dietas não influenciaram na hematologia dos animais, quando não submetidos ao estresse natatório. Por outro lado, os animais submetidos à natação forçada apresentaram aumento significativo para o hematócrito, depois de alimentados com munguba, embaúba e catoré, e mantiveram seus níveis normais quando os animais foram alimentados com jauari e camu-camu. A dieta contendo camu-camu pode ter protegido o tambaqui do estresse, e a análise dos níveis de glicose, sugere que a o camu-camu possa estar agindo como um importante agente protetor de estresse.

Além disso, este mesmo autor verificou que as enzimas antioxidantes apresentaram níveis heterogêneos para as diferentes dietas, apresentando um melhor efeito contra os radicais livres gerados pelo estresse nos animais alimentados com suplementação de jauari e camu-camu. As dietas experimentais não ocasionaram efeitos citotóxicos e genotóxicos nos tambaquis, mas uma melhor proteção, mesmo que aparente, foi observada pelos animais alimentados com embaúba, jauari e camu-camu (OLIVEIRA, 2005).

A suplementação de ervas medicinais na alimentação dos peixes pode melhorar a saúde e bem-estar (NGUGI et al., 2015), e diante disto, nos últimos anos observou-se um maior interesse no uso de produtos naturais como fonte para melhorar os mecanismos de defesa, bem como, aumentar a resistência natural frente às infecções, melhorar a resposta antioxidante, e conseqüentemente facilitar o tratamento e prevenção de doenças em peixes (AMARAL et al., 2009; AGNAGA et al., 2016; AFFONSO et al., 2010; PALACIOS et al., 2006).

Estudo com tilápia do Nilo demonstrou que dietas suplementadas com 500 mg de extrato da folha de *Myrciaria dubia* na ração aumentaram a resposta imunológica do peixe contra bactérias (AGNAGA et al., 2016). Níveis de proteína e cinzas corporais foram maiores em juvenis de pirapitinga (*Piaractus brachypomus*) alimentados com a dieta com 15% de camu-camu em relação às dietas controle, com 15% de buriti (*Mauritia flexuosa*) ou 15% de maca peruana (*Lepidium meyenii*), entretanto o pior ganho de peso foi observado para os peixes alimentados com dietas com camu-camu comparado aos outros tratamentos. Neste mesmo estudo não foram observadas patologias histológicas no estômago, intestino, pâncreas

e ceco pilórico das pirapitingas alimentadas com dieta controle ou nas dietas suplementadas com estas diferentes plantas nativas testadas (PALACIOS et al., 2006).

Para tambaqui (*Colossoma macropomum*), devido ser um dos peixes mais cultivados na região Amazônica, mais estudos foram realizados. Dietas suplementadas com adições de 15% e 30% de camu-camu contribuíram para uma melhor absorção de nutrientes dietéticos, resultando em maior ganho de peso e crescimento (ARIDE et al., 2018).

Da mesma forma, em outro estudo ao realizar a comparação da inclusão dos frutos catoré, camu-camu, embaúba e jauari e da semente de munguba, em substituição a 50% da ração comercial na dieta dos tambaquis, observou que os frutos e sementes não comprometeram os índices de desempenho zootécnico desses animais, quando comparados aos animais alimentados com a ração controle. Essas rações não promoveram alterações nos níveis normais dos parâmetros hematológicos e nos índices hematimétricos nos peixes quando comparados àqueles que receberam apenas a ração controle. Não foi possível observar benefícios relacionados a uma melhor resistência ao estresse oxidativo provavelmente pelo tipo de processamento que foi realizado no preparo das rações experimentais, que pode ter causado perda de vitaminas e de compostos antioxidantes presentes nos frutos utilizados nessas rações (AÑEZ, 2008).

Anselmo (2008) ao avaliar o desempenho zootécnico e a digestibilidade dos juvenis de tambaqui alimentados com rações extrusadas com diferentes resíduos de frutos amazônicos (acerola (*Malpighia glabra* L.), jenipapo (*Genipa americana*), camu-camu e araçá-boi (*Psidium araçá* R.) em substituição de 30% da ração controle observou eficiência na retenção de lipídeos, a ração com 30% de resíduo de camu-camu apresentou valor semelhante à ração controle ($60,9 \pm 7,8\%$) e diferiu dos tratamentos com 30% de resíduo de acerola e com 30% de resíduo de jenipapo ($39,6 \pm 4,1\%$) não foram encontradas diferenças estatísticas para a taxa de crescimento específico, taxa de eficiência proteica, conversão alimentar aparente e a eficiência na retenção da proteína ($p > 0,05$). Com relação à composição corporal, os valores de umidade e proteína não apresentaram diferença estatística significativa entre os tratamentos analisados ($p < 0,05$). Para os valores de extrato etéreo, foram encontradas diferenças significativas ($p < 0,05$) entre o tratamento com 30% de resíduo de araçá-boi ($15,3 \pm 2,3$) e os tratamentos com 30% de resíduo de jenipapo ($20,0 \pm 2,0$) e com 30% de resíduo de camu-camu ($20,7 \pm 1,3$).

2.4 DIGESTIBILIDADE

Ao contrário do ambiente natural onde os peixes possuem disponibilidade de alimento e possibilidade de buscá-los entre os diferentes ambientes, em confinamento os mesmos ficam na dependência da alimentação fornecida pelo homem. O uso de alimentos e rações e o conseqüente manejo nutricional dos peixes definirão a severidade do impacto ambiental causado pela piscicultura, em proporção direta com a intensificação dos sistemas de produção (BRANDÃO, 2011). A alimentação excessiva ou o uso de rações não balanceadas reduzem a absorção de nutrientes pelos peixes, o que pode resultar em excesso de matéria orgânica nos sistemas de produção (CYRINO et al., 2010).

Uma das maiores preocupações dos nutricionistas de peixes é a formulação de rações que atendam às necessidades dos peixes. Se por um lado, as rações com baixos teores de nutrientes comprometem o crescimento dos peixes, rações com nutrientes acima das necessidades levam ao desperdício do ponto de vista econômico – os nutrientes em excesso, como a proteína, podem ser utilizados em outras funções que não sua finalidade, a formação de músculo e a prejuízos ambientais, elevando a liberação de resíduos metabólicos que comprometem a qualidade da água (PEREIRA-FILHO et al., 2008).

Para se formular uma boa ração, esta deve atender às necessidades dos peixes e resultar em máximo aproveitamento da mesma, com mínima produção de resíduos metabólicos. A digestibilidade de uma ração é um fator primordial em uma criação de peixes. Alimentos não digeridos representam perda econômica, uma vez que atrasa o crescimento dos peixes, e aumentam a produção de fezes, elevando a carga de nutrientes liberadas no tanque (PEREIRA-FILHO et al., 2008). Cyrino et al., (2010) utilizam o termo alimentos “ambientalmente corretos” para caracterizar dietas com boa digestibilidade e conseqüentemente uma menor emissão de material fecal.

Existem várias metodologias para determinação dos coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes e da energia dos alimentos. Para peixes destacam-se os métodos indiretos que fazem uso de indicadores. A escolha de ingredientes com maior digestibilidade possibilita melhoria nos índices zootécnicos e diminuição na poluição da água dos viveiros de cultivo (BRANDÃO, 2011).

Añez (2008) afirma que a utilização de frutos e sementes na suplementação de rações para peixes criados em cativeiro na Amazônia é uma prática viável para a região. Alguns estudos têm se dedicado a investigar o efeito da introdução de frutos, sementes e subprodutos

vegetais na ração de peixes, através de análises de dados biométricos, de digestibilidade, a determinação de seus coeficientes e suas incorporações em rações experimentais, efeitos hematológicos, enzimáticos e citogenotóxicos (BRANDÃO, 2011; WEGBECHER, 2010; ANSELMO, 2008; OLIVEIRA, 2005, ARIDE et al., 2018).

Anselmo (2008) ao avaliar o desempenho zootécnico e a digestibilidade dos juvenis de tambaqui alimentados com rações extrusadas com diferentes resíduos de frutos amazônicos (acerola, camu-camu e jenipapo) constatou que dentre todos os ingredientes testados, o resíduo de jenipapo foi o que apresentou melhor resultado com um coeficiente de digestibilidade total igual a 70,9%. O resíduo da acerola apresentou um excelente coeficiente de digestibilidade aparente (CDA) para o extrato etéreo (100%), porém, os valores de CDA para o restante dos nutrientes foram muito baixos chegando a 0% para os carboidratos. O autor sugere que os baixos coeficientes de digestibilidade aparente encontrados para os ingredientes testados, principalmente matéria seca e carboidratos, podem estar relacionados, dentre outras variáveis, a fatores antinutricionais que podem estar presentes nos mesmos, sendo oportuna avaliação da adição de enzimas digestivas exógenas nas dietas com menores CDA, que poderia resultar em melhor utilização dos carboidratos, substituindo fontes tradicionais de energia e desta forma promovendo o efeito poupador de proteína.

O camu-camu (*Myrciaria dúbia*) é uma fruta amazônica muito apreciada na região norte do Brasil, devido aos altos teores de vitamina C em sua composição, além de conter carotenoides, flavonoides, antocianinas e propriedades antioxidantes. Além disso, devido à sua abundância em regiões ribeirinhas, é usado como alimento para peixes em sistemas extensivos. Diante disto, é importante entender o efeito metabólico desta fruta nas espécies de peixes mais produzidas no país, incluindo o bem-estar.

3. REFERÊNCIAS

- AFFONSO, E.G; SANTOS, M.Q.C; OISHI, C.A; FILHO, M.P; Lima, M,A.C; Ono, E.A; Physiological response and performance of tambaqui fed with diets supplemented with Amazonian nut, **Ciência Rural**, Santa Maria, v.40, n.10, p.2181-2185, out, 2010.
- AGUINAGA, Y.J; CLAUDIANO, G.S; MARCUSSO, P.F; MANRIQUE,W.G: MORAES, J.R.E; MORAES, F.R; FERNANDES, J.B.K . *Uncaria tomentosa* increases growth and immune activity in *Oreochromis niloticus* challenged with *Streptococcus agalactiae*, **Fish and Shellfish Immunol.** 47 (1) (2015) 630- 638.
- AGUINAGA, YJ; FERNANDES DC; ETO SF; CLAUDIANO GS; MARCUSSO PF; MARINHO-NETO FA; FERNANDES JBK; DE MORAES FR; DE MORAES JRE. Dietary camu camu, *Myrciaria dubia*, enhances immunological response in Nile tilapia, **Fish and Shellfish Immunology**, Nov; v. 58, p. 284-291, 2016.
- AMARAL, S., MIRA, L., NOGUEIRA, J., SILVA, A., FLORENCIO, M. Plant extracts with anti-inflammatory properties: a new approach for characterization of their bioactive compounds and establishment of structure e antioxidant activity relationships. **Bioorganic & Medicinal Chemistry**. v. 17, p. 1876-1883, 2009.
- AÑEZ, L.M.M; **Identificação e diferenciação da expressão de genes em tambaqui (*Colossoma macropomum* Cuvier, 1818) alimentado com frutos e sementes da Amazônia**. Manaus 2008. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas). Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2008.
- ANSELMO, A.A.S.; **Resíduos de frutos amazônicos como ingredientes alternativos em rações extrusadas para juvenis de tambaqui, *Colossoma macropomum***. Manaus 2008. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas- Área de concentração Biologia de Agua Doce e Pesca Interior). Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, 2008.
- ARIDE, P.H.R., FERREIRA, M.S., DUARTE, R.M., OLIVEIRA, A.M., FREITAS, D.V., SANTOS, A.L.W., NOZAWA, S.R., VAL, A.L. Ascorbic acid (vitamin C) and iron concentration in Tambaqui, *Colossoma macropomum*, iron absorption. **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 41, p. 291-297, 2010.
- ARIDE, P.H.R; OLIVEIRA, A.M; R.B, BATISTA; M.S, FERREIRA; J, PANTOJA-LIMA; D.S, LADISLAU; P.D.S; CASTRO; A.T OLIVEIRA. Changes on physiological parameters of tambaqui (*Colossoma macropomum*) fed with diets supplemented with Amazonian fruit Camu camu (*Myrciaria dubia*). **Braz. J. Biol.** v.78 n.2 São Carlos May/Aug. 2018 Epub Sep 21, 2018.
- Associação Brasileira da Piscicultura (PEIXE BR). **ANUÁRIO PEIXE BR DA PISCICULTURA 2018**. www.peixebr.com.br, 2018, Anual.
- AZEVEDO R.V., FOSSE-FILHO J.C., CARDOSO L.D., MATTOS D.C., VIDAL-JÚNIOR M.V; ANDRADE, D.R. Economic evaluation of prebiotics, probiotics and symbiotics in juvenile Nile tilapia. **Revista Ciência Agronômica**, v.46, p.72-79, 2015.
- BRANDÃO, L.V.; **Utilização de resíduos de frutos e da fitase em dietas para juvenis de tambaqui *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818)**. Manaus 2011. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas- Área de concentração Biologia de Agua Doce e Pesca Interior). Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, 2011.
- CHIRINOS, R.; GALARZA, J ; BETALLELUZ-PALLARDEL, I; PEDRESCHI, R; CAMPOS, D Antioxidant compounds and antioxidant capacity of Peruvian camu camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh) fruit at different maturity stages. **Food Chemistry** 120 (2010) 1019–1024

- CYRINO, J. E. P.; BICUDO, A. J. de A.; SADO, R. Y.; BORGHESI, R.; DAIRIKI, J. K. 2010. A piscicultura e o ambiente – o uso de alimentos ambientalmente corretos em piscicultura. **R. Bras. Zootec.**, 39: 68-87.
- FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. State of world aquaculture. **Fisheries Technical Paper**, Rome, 2018, Disponível em: http://www.fao.org/tempref/docrep/fao/008/a0050e/a0050e_full.pdf. Acesso em: Nov, 2018.
- FRACASSETTI, D; COSTA, C; MOULAY, L; TOMÁS, B.F.A. Ellagic acid derivatives, ellagitannins, proanthocyanidins and other phenolics, vitamin C and antioxidant capacity of two powder products from camu-camu fruit (*Myrciaria dubia*). **Food Chemistry**, v.139, p 578–588, 2013.
- GONÇALVES, A.E.S.C. **Compostos bioativos do camu-camu (*Myrciaria dúbia Mc Vaugh*): Caracterização e atividade biológica**. 2012. 62f., il. Tese (Doutorado em Ciências de Alimentos) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, São Paulo, 2012.
- GONÇALVES, A. E.S. S; CAMILO, L.S; CURI, R; LAJOLO, F. M; GENOVESE, M. I. Frozen pulp extracts of camu-camu (*Myrciaria dubia McVaugh*) attenuate the hyperlipidemia and lipid peroxidation of Type 1 diabetic rats. **Food Research International**, v. 64, p. 1–8(2014).
- INOUE ,T; KOMODA H; UCHIDA T; NODE, K. Tropical fruit camu-camu (*Myrciaria dubia*) has anti-oxidative and anti-inflammatory properties. **Journal of Cardiology**. V.52, p.127-132, 2008.
- LEMONS, C.H.P; RIBEIRO, C.V.M; OLIVEIRA, C.P.B; COUTO,R.D; COPATTI, C.E. Effects of interaction between pH and stocking density on the growth, haematological and biochemical responses of Nile tilapia juveniles. **Aquaculture**, v. 495, p. 62-67, 2018.
- MAEDA, R.N.; PANTOJA,L.; YUYAMA, L.K.O.;CHAAR,J.M. Estabilidade de ácido ascórbico e antocianinas em néctar de camu-camu (*Myrciaria dubia* (H. B. K.) McVaugh). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, n. 27, v. 2, p. 313-316, 2007.
- NAYAK, S.K; SWAIN, P.; MUKHERJEE S.C., Effect of dietary supplementation of probiotic and vitamin C on the immune response of Indian major carp, *Labeo rohita* (Ham.), **Fish. Shellfish Immunol**. v.23, p.892e896, 2007.
- NASCIMENTO, O.V.; BOLETI, A.A.; YUYAMA, L. O; LIMA, E.S. Effects of diet supplementation with Camu-camu (*Myrciaria dúbia HBK McVaugh*) fruit in a rat model of diet-induced obesity. **Annals of the Brazilian Academy of Sciences**, Printed version ISSN 0001-3765 / Online version ISSN 1678-2690, v85 n1 p355-36, 2013. www.scielo.br/aabc.
- NAYLOR, R. L., Hardy, R. W., Bureau, D. P., Chiu, A., Elliott, M., Farrell, A. P. 2009. Feeding aquaculture in an era of finite resources. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 106, 15103 -15110
- NEVES, L. C.;CAMPOS, A. J.; COLOMBO,R. C.; ROBERTO,S. R.;ZEVALLOS,L. C.; Days after anthesis and postharvest behavior define maturity, harvesting time and nutraceutical content of camu–camu fruit. **Scientia Horticulturae**,v. 224, p 37-47, 2017.
- NG, W.K; ROMANO, N. A review of the nutrition and feeding management of farmed tilapia throughout the culture cycle. **Rev. Aquac**. v. 5, n. 4, p. 220–254, 2013.
- NGUGI, C. C; OYOO, O. E; MUGO,B.J; ORINA, P.S; CHEMOIWA, E. J; ALOO, P. A; Effects of dietary administration of stinging nettle (*Urtica dioica*) on the growth performance, biochemical, hematological and immunological parameters in juvenile and

- adult *Victoria Labeo* (*Labeo victorianus*) challenged with *Aeromonas hydrophila*. **Fish & Shellfish Immunology**, v.44, p.533-541, 2015.
- OLIVEIRA, A.M. Aspectos fisiológicos e bioquímicos do tambaqui alimentados com dietas suplementadas por frutos e sementes de áreas alagáveis. 2005. 73f. Dissertação (Mestrado em Biologia de Água Doce e Pesca Interior) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. Manaus, AM.
- PALACIOS, M.E., DABROWSKI, K., ABIADO, M.A., LEE, A. Effect of Diets Formulated with Native Peruvian Plantson Growth and Feeding Efficiency of Red Pacu(*Piaractus brachypomus*) Juveniles, **Journal Of The World Aquaculture Society**, v. 37, n. 3 september, 2006.
- PEREIRA-FILHO, MO., FONSECA, F.A.L., SILVA. J.A.M., BRANDÃO, L.V. 2016.Nutrição e boas práticas de manejo em aquicultura . **PUBVET**, Londrina, v.2, n.18, p.795-803, Mai., 2008
- M. REVERTER., N. BONTEMPS., D. LECCHINI., B. BANAIGS., P. SASAL. Use of plant extracts in fish aquaculture as an alternative to chemotherapy: Current status and future perspectives, **Aquaculture** (2014), doi: 10.1016/j.aquaculture.2014.05.048
- SMIDERLE, O. J.; SOUSA, R. C. P. Teor de vitamina C e características físicas do camu-camu em dois estádios de maturação. **Revista Agro@ambiente On-line**, v. 2, n. 2, p. 61-63, 2008.
- TELLI, G.S., RANZANI-PAIVA, M.J.T., DIAS, D.C., SUSSEL, F.R., ISHIKAWA, C.M., TACHIBANA, L. Dietary administration of *Bacillus subtilis* on hematology and non-specific immunity of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* raised at different stocking densities. **Fish Shellfish Immunol.** v. 39, p. 305–311, 2014. THILSTED, S.H; LYMAN, A.T; WEBB, P; BOGARD, J.R; SUBASINGHE, R; PHILLIPS, M.J; ALLISON; E.H. Sustaining healthy diets: The role of capture fisheries and aquaculture for improving nutrition in the post-2015 era. *Food Policy*, v. 61, p. 126 131, 2016.
- THILSTED, S.H; LYMAN, A.T; WEBB, P; BOGARD, J.R; SUBASINGHE, R; PHILLIPS, M.J; ALLISON; E.H. Sustaining healthy diets: The role of capture fisheries and aquaculture for improving nutrition in the post-2016 era. *Food Policy*, v. 61, p. 126 131, 2016.
- TOCHER, D. R.. Fatty acid requirements in ontogeny of marine and freshwater fish. **Aquaculture Research**, v.41, p.717-732, 2010.
- VICENTE, I.S.T; ELIAS, S; FONSECA-ALVES, C.E. Prospects of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) production in Brazil, **Revista de Ciências Agrárias**, v37, n.4, p392-398, 2014.
- VICENTE, I.S.T; FONSECA-ALVES, C.E. Impact of Introduced Nile tilapia (*Oerochromis niloticus*) on Non-native Aquatic Ecosystems. **Pakistan Journal of Biological Sciences**, v. 16, n. 3, p. 121-126, 2013.
- YUE, Y.-R., ZHOU, Q.-C. Effect of replacing soybean meal with cottonseed meal on growth, feed utilization and hematological indexes for juvenile hybrid tilapia, *Oreochromis niloticus* x *O. aureus*. **Aquaculture**. v. 284, p. 185–189, 2008.
- YUYAMA, Kaoru. **A cultura de camu-camu no Brasil**. Jaboticabal, SP, 2011 Rev. Bras. Frutic. [online]., vol.33, n.2, pp.335-690.2011a
- YUYAMA, Kaoru. **THE CAMU-CAMU CULTURE IN BRAZIL**. Jaboticabal, SP, 2011 Rev. Bras. Frutic. [online]., vol.33, n.2, pp.335-690.

4. OBJETIVOS

4.1. Objetivo geral

Determinar o valor nutricional aparente da farinha de camu-camu para a tilápia do Nilo e avaliar sua inclusão em substituição do milho em rações peletizadas para juvenis de tilápia do Nilo.

4.2. Objetivos específicos

- Avaliar o valor nutricional da farinha de camu-camu inteiro para juvenis de tilápia.
- Avaliar o desempenho zootécnico de juvenis de tilápia alimentados com ração peletizada contendo níveis crescentes de camu-camu.
- Determinar a composição centesimal de tilápia do Nilo alimentadas com as dietas testes contendo níveis crescentes de farinha de camu-camu.
- Avaliar as respostas fisiológicas de tilápia do Nilo alimentadas com as dietas testes contendo níveis crescentes de farinha camu-camu.
- Avaliar a morfologia e morfometria das vilosidades intestinais de tilápia do Nilo alimentadas com as dietas testes contendo níveis crescentes de farinha camu-camu em substituição ao milho.

CAPÍTULO 1

Silva, E.L.C.; Santos, L.D; Silva, L.C.R. FARINHA DO FRUTO AMAZÔNICO CAMU – CAMU (*Myrciaria dubia*) EM DIETAS PARA TILÁPIA DO NILO. Manuscrito em preparação para o Boletim do Instituto de Pesca.

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar o valor nutricional aparente da farinha do camu-camu (*Myrciaria dubia*) e os efeitos da utilização de diferentes níveis do fruto em dietas, sobre o desempenho zootécnico, composição corporal e respostas fisiológicas e histológicas de juvenis de tilápia. Para isso foram conduzidos dois experimentos. Inicialmente para avaliar a digestibilidade, 90 juvenis de tilápia ($50\text{g} \pm 2$) foram acondicionados em três caixas de 1000L, com coleta de fezes por 40 dias por meio da metodologia indireto de coleta de fezes, utilizando 0,1% de Cr_2O_3 como indicador incorporado à ração. Para avaliar o desempenho utilizou-se 500 juvenis de tilápias do Nilo ($17 \pm 0,60$ g), distribuídas em 20 tanques (1000L), em delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos e cinco repetições. Os peixes foram alimentados três vezes ao dia até a saciedade aparente, durante 48 dias, com dietas formuladas contendo níveis crescentes de farinha de camu-camu (0, 10, 20 e 30%) em substituição ao milho. Foram realizadas análises da composição corporal total e fisiológicas dos peixes. O aumento da inclusão de camu-camu na dieta resultou em redução principalmente no tratamento com 30% do fruto quando comparado ao grupo controle, no peso final (65,46 e 33,26g), comprimento total (9,98 e cm) e taxa de crescimento específico (1,43 e 2,82%), e aumento na conversão alimentar aparente (CAA) (de 0,99 para 2,04) de juvenis de tilápia. Houve redução do ganho de peso total (48,60 e 26,94g) e diário (1,01 e 0,56g), rendimento de filé (26,67 a 22,88%) e rendimento de carcaça com e sem cabeça. A sobrevivência dos peixes não foi influenciada. Maior peso final (65,45g), comprimento total (12,59), rendimento de filé (22,88%) e taxa de crescimento específico (2,82%) foram obtidos para peixes alimentados com ração sem camu-camu. Animais que receberam dietas com teor de camu-camu acima de 20% apresentaram os piores valores para ganho de peso total, ganho de peso diário e CAA. Por outro lado, o menor rendimento de carcaça com cabeça foi verificado para peixes alimentados com 30% de farinha de camu-camu na ração, enquanto para a carcaça sem cabeça o menor valor foi obtido com 20% (51,82%). Nenhum efeito da inclusão da farinha do camu-camu em substituição ao milho foi observado na umidade corporal total e nas cinzas dos juvenis. O fruto promoveu aumento na proteína bruta e menor teor de extrato etéreo corporal. Houve diminuição da concentração de glicose sanguínea (94,40 a 63,00 mg/dl). Não apresentaram diferenças significativas na largura, relação entre comprimento e largura e área dos vilos dos juvenis de tilápia do Nilo. Para o comprimento das vilosidades intestinais foi observada diferenças estatísticas significativas ($P < 0,05$), o tratamento com 20% de camu-camu apresentou os maiores valores do comprimento dos vilos (832,23). Conclui-se que camu-camu melhorou a composição corporal dos alevinos, promoveu o bem-estar dos peixes e apesar de não afetar a sobrevivência teve um efeito negativo sobre o desempenho produtivo de juvenis de tilápia do Nilo e portanto, não recomenda-se a inclusão da farinha de camu-camu em substituição ao milho em dietas para juvenis de tilápia do Nilo.

Palavras-chave: Nutrição, *Oreochromis niloticus*, bromatologia, ingrediente alternativo.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the apparent nutritional value of the camu-camu flour (*Myrciaria dubia*) and the effects of the different levels of the fruit in diets, on the zootechnical performance, and on the composition of the physiological and histological samples of tilapia juveniles. For this, two experiments were conducted. Initially to evaluate the digestibility, 90 juveniles of tilapia ($50\text{g} \pm 2$) were packed in three 1000L boxes, with fecal collection for 40 days using the indirect fecal collection method, using 0.1% Cr₂O₃ as an incorporated indicator to feed. Nile tilapia juveniles (17 ± 0.60 g) distributed in 20 tanks (1000L) were used to evaluate the performance, in a completely randomized design with four treatments and five replicates. The fish were fed three times a day to apparent satiety for 48 days with formulated diets containing increasing levels of camu-camu flour (0, 10, 20 and 30%) to replace corn. Analyzes of the total and physiological body composition of the fish were carried out. The increase in the inclusion of camu-camu in the diet resulted in a reduction mainly in the treatment with 30% of the fruit when compared to the control group, in the final weight (65.46 and 33.26g), total length (9.98 cm) and specific growth rate (1.43 and 2.82%), and increase in apparent feed conversion (CAA) (from 0.99 to 2.04) of juvenile tilapia. There was a reduction of total weight gain (48.60 and 26.94 g) and daily (1.01 and 0.56 g), fillet yield (26.67 to 22.88%) and carcass yield with and without head. Fish survival was not influenced. The highest final weight (65.45 g), total length (12.59), fillet yield (22.88%) and specific growth rate (2.82%) were obtained for fish fed with camu-camu feed. Animals that received diets with camu-camu contents above 20% presented the worst values for total weight gain, daily weight gain and CAA. On the other hand, the lowest head carcass yield was verified for fish fed with 30% of camu-camu meal in the feed, whereas for the headless shell the lowest value was obtained with 20% (51.82%). No effect of camu-camu meal inclusion on maize replacement was observed in total body moisture and ashes of juveniles. The fruit promoted increase in the crude protein and lower content of ethereal body extract. There was a decrease in blood glucose concentration (94.40 to 63.00 mg / dl). There were no significant differences in the width, length and breadth, and villus area of juvenile Nile tilapia. Significant statistical differences ($P < 0.05$) were observed for the intestinal villi, treatment with 20% camu-camu showed the highest values of villi length (832,23). It was concluded that camu-camu improved the body composition of the fingerlings, promoted the well-being of the fish and although it did not affect the survival had a negative effect on the productive performance of juvenile Nile tilapia and therefore, it is not recommended to inclusion of camu-camu flour in replacement of maize in diets for Nile tilapia juveniles.

Key - words: Nutrition, *Oreochromis niloticus*, bromatology, alternative ingredient.

1. INTRODUÇÃO

A tilapicultura cresce a cada ano no Brasil (Vicente et al., 2014), figurando como principal espécie de peixe na composição da produção aquícola nacional, representando 51,7% da piscicultura com 357.639 toneladas em 2017, colocando o país entre os quatro maiores produtores mundial de tilápia (Peixe BR, 2018). Isto se deve dentre outros fatos a espécie tolerar diferentes condições de densidade de estocagem e variações nos parâmetros de qualidade da água (Lemos et al., 2018). Essas características atreladas a outros fatores como o crescente consumo de peixes e a redução de peixes provenientes do extrativismo da pesca, contribuem para colocar a tilápia entre os peixes mais produzidos no mundo, com esperadas 5,88 milhões de toneladas em 2018 (Peixe BR., 2018). Isso reforça que a produção e o comércio de peixes contribuem significativamente para a produção agrícola global. Assim, a aquicultura tem papel complementar e importante na crescente demanda por peixes e outros produtos (como ração animal e óleo de peixe) em nível comercial mundial, além de acarretar no aumento da renda, nutrição e saúde entre pequenos produtores e consumidores (Thilsted et al., 2016).

O camu-camu (*Myrciaria dubia*) é um fruto amazônico muito apreciado na região norte do Brasil, sendo um componente parcial da dieta natural de organismos aquáticos nessas áreas, especialmente certas espécies de peixes (Villachica, 1996; Gressler et al., 2006) e inclusive usado como alimento para peixes em sistemas extensivos, possui altos teores de vitamina C, variando de 800 a 6.100 mg/100 g de polpa (Yuyama, 2011), contém carotenoides, flavonoides, antocianinas e propriedades antioxidantes (Chirinos et al., 2010; Yuyama, 2011a, Neves et al., 2017), responsável por prolongar a vida dos eritrócitos e desempenhar um papel essencial na respiração celular (Nayak et al., 2007), melhorar a absorção de nutrientes da dieta e impedir a ação dos radicais livres sobre os lipídios e aminoácidos proteicos (Aride et al., 2010). Estudos descrevem resultados contraditórios com relação à adição de frutos, sementes e extratos de plantas amazônicas em dietas para peixes nativos. A inclusão de 15% de camu-camu em dietas de juvenis de pirapitinga (*Piaractus brachypomus*) causou um impacto negativo na palatabilidade e utilização da dieta, tendo como consequência um crescimento mais lento (Palacios et al., 2006). No entanto, a inclusão de 15% e 30% camu-camu na dieta de juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*)

resultou em melhor ganho de peso e melhor desempenho natatório (Aride et al., 2018). Da mesma forma, a adição em dietas de juvenis de. Do mesmo modo, a suplementação de camu-camu (500mg/kg de ração) e *Uncaria tomentosa* (300 mg/kg de ração) melhoraram a resposta imune, crescimento e contribuíram para o bem-estar da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) (Agnaga et al., 2015; Agnaga et al., 2016).

Considerando que a tilápia do Nilo é a espécie de peixe mais produzida no país, vê-se a importância de avaliar um fruto nativo como potencial alimento.

Portanto, o objetivo deste estudo foi avaliar o valor nutricional de digestibilidade aparente da farinha do camu-camu e os efeitos da utilização de diferentes níveis da farinha do fruto nas dietas em substituição ao milho sobre o desempenho zootécnico, a composição corporal, a resposta fisiológica e a histologia do intestino de juvenis de tilápia do Nilo.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. LOCAL E PERÍODO EXPERIMENTAL

O presente estudo foi realizado no Laboratório de Sistemas de Produção e Reprodução de Organismos Aquáticos (LAPERP), Universidade Federal do Paraná (UFPR) Setor Palotina, durante 40 dias de ensaio de digestibilidade e 48 dias do ensaio de desempenho produtivo.

Este estudo foi aprovado pelo Comitê Ético de Experimentação e Pesquisa Animal da Universidade Federal do Paraná, Setor Palotina, Paraná, Brasil (Protocolo N° 07/2017).

2.2. ENSAIO 1: DETERMINAÇÃO DA DIGESTIBILIDADE APARENTE DOS NUTRIENTES E DA ENERGIA DA FARINHA DO CAMU-CAMU (*Myrciaria dubia*) PARA TILÁPIA DO NILO

A estrutura utilizada para o presente estudo foram três tanques circulares em fibra de vidro de 1.000 L de volume útil, três cubas cilíndricas de fundo cônico de 200 L de volume útil, fabricadas em fibra de vidro, onde no fundo foi acoplada uma válvula de PVC adaptada a um recipiente para coleta de fezes, e três tanques rede de malha plástica de 1 cm com cerca de 100 L de volume interno.

O sistema de oxigenação da água foi composto de um soprador de 1/2 cv ligado por meio de mangueiras plásticas a pedras microporosas, nas caixas e nas cubas. As caixas de alimentação (1.000 L cada) foram montadas em sistema de recirculação de água. Este sistema possuía um biofiltro composto por uma caixa de 1.000L com substrato feito por pedras e bioballs.

Foram selecionados 45 juvenis com peso médio de 50 ± 2 g e distribuídos nos tanques rede de malha plástica. A determinação da digestibilidade foi feita para o ingrediente, tendo como tratamento o fruto inteiro seco e uma ração referência, com três repetições. Sendo que cada unidade experimental foi constituída por um tanque com 15 juvenis.

O manejo experimental foi feito de acordo com o descrito por Boscolo, Hayashi e Meurer (2002), Meurer, Hayashi e Boscolo (2003) e Araújo et al., (2012). O período de adaptação utilizado para cada ração foi de cinco dias. Após o período de alimentação e de coleta de fezes da ração referência, foi realizada a limpeza dos tanques experimentais e das cubas, preparando-os para coleta de fezes da ração teste. A coleta de fezes (repetição/dia) foi realizada durante 20 dias para cada ração.

A determinação da digestibilidade aparente dos alimentos testados foi feita de acordo com o NRC (2011) pelo método indireto de coleta de fezes utilizando 0,1 % de óxido crômico (Cr_2O_3) como indicador inerte da dieta (Tabela 1). A ração-teste foi composta por 70% da ração-referência e 30% do alimento a ser testado, corrigindo-se apenas a quantidade de suplemento mineral e vitamínico e sal comum.

O fruto *in natura* foi adquirido na Feira Evaristo Castro da Silva no Município de Tabatinga/AM, posteriormente, estes foram lavados, congelados e enviados ao Laboratório de Sistema de Produção e Reprodução de Pescados-LAPERP da UFPR Setor Palotina onde foi seco estufa de ventilação forçada por 72h a uma temperatura de 40°C. Posteriormente, foi triturado em moinho com peneira de 1,0 mm, apresentando-se, então, como um pó fino de coloração marrom.

Tabela 1: Composição percentual das rações-referência e teste utilizada para determinação dos coeficientes de digestibilidade do camu-camu inteiro seco para tilápia do Nilo.

Ingrediente	Ração referência 1	Ração teste
Farelo de soja	70,22	49,5
Milho	20,2	14,14
BHT ¹	0,01	0,01
Fosfato bicálcico	2,90	2,03
Calcário	0,13	0,09
Óleo de soja	3,94	2,76
Suplemento ²	2,00	2,00
Sal comum	0,50	0,50
Óxido crômico	0,10	0,10
Alimento teste	0,00	29,22
Total	100,00	100,00

¹Butil Hidroxitolueno; ²Suplemento mineral e vitamínico, níveis de garantia por quilograma do produto (supremais): Vit. A, 1.200.000 UI; vit. D, 200.000 UI; Vit. E, 12.000mg; Vit. K3, 2.400mg; B1, 4.800mg; Vit. B2 4.800mg; Vit. B6, 4.000mg; Vit. B12, 4.800mg; Ác. Fólico, 1.200mg; Pantotenato Ca, 12.000mg; Vit. C, 48.000mg; Biotina 48mg; Colina, 65.000mg; Niacina, 24.000mg; Ferro, 10.000mg; Cobre, 6.000mg; Manganês, 4.000mg; Zinco, 6.000mg; Iodo,20mg; Cobalto, 2mg; Selênio, 20mg.

Fonte: Adaptado do NRC, 2011.

Para a fabricação da ração-referência e da ração-teste, todos os ingredientes foram moídos em um triturador tipo martelo com peneira de 1,0 mm, posteriormente foram misturados de acordo com a sua formulação e processados. A peletização foi feita em uma peletizadora experimental pelo umedecimento prévio da mistura com água à temperatura de cerca de 50°C. Após o processamento as rações foram secas em uma estufa de ventilação forçada a uma temperatura de 40°C por 48h.

As variáveis químicas da água no interior das caixas e cubas foram monitoradas duas vezes por semana pela manhã. O pH foi monitorado por meio de medidores eletrônicos (pHmetro de bancada digital TECNOPON mPA 210), amônia total determinada segundo Koroleff (1976), nitrito segundo Baumgarten (1996), nitrato por meio de colorimetria, e alcalinidade total e dureza total por volumetria. Todas as análises foram realizadas no Laboratório de Qualidade de água e Limnologia, UFPR - Setor Palotina e a variável física temperatura foi monitorada diariamente pela manhã (8h00) e a tarde (17h00).

As análises centesimais dos alimentos, rações, demais ingredientes testes (Tabela 2) e das fezes foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal da UFPR – Setor Palotina, quanto à matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB) extrato etéreo (EE) de acordo com a metodologia proposta por Silva e Queiroz (2002), já a energia bruta (EB) foi o Laboratório de Química Analítica da UFPR Setor Palotina com o equipamento IKA C200. A determinação da concentração do cromo foi realizada no Laboratório de Química Analítica da UFPR-Setor Palotina determinado por espectrometria de emissão óptica com fonte de plasma indutivamente acoplado após completa decomposição das amostras por digestão nitro-perclórica (Silva e Queiroz, 2002).

O cálculo dos coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes e energia do alimento testado foi realizado de acordo com as equações utilizadas por Bureau et al. (1999) e Bureau e Hua (2006).

Tabela 2: Composição química dos ingredientes utilizados para composição da ração referência, rações referências e testes para tilápia do Nilo (Valores expressos em 100% da matéria natural).

Ingredientes	MS¹(%)	MM²(%)	EE³(%)	PB⁴(%)	FB⁵(%)	CNF⁶(%)	ENN⁷(%)	FDN⁸(%)	FDA⁹(%)	HCell¹⁰(%)	UM¹¹(%)	EB¹²(kcal/kg)
Milho	89,43	1,14	3,30	6,78	2,52	78,24	75,69	10,54	2,21	8,33	10,57	4.494,250
Far. de soja	89,67	5,73	0,99	42,94	6,78	14,05	33,25	36,29	18,71	17,58	10,31	4.687,320
Camu-camu inteiro (com base na matéria natural)	13,69	0,24	0,58	0,79	0,86	6,90	11,22	5,18	2,38	2,80	86,31	679,88
Camu-camu inteiro (com base na matéria seca)	100,00	1,77	4,26	5,78	6,27	50,38	81,91	37,80	17,35	20,46	-	4.963,11

Rações Peletizadas												
Referencia	93,44	8,59	4,40	32,60	4,72	38,77	43,13	15,64	5,94	9,70	6,56	4.608,130
RFCIS ¹³	92,26	6,73	5,24	24,89	4,88	41,51	50,52	21,63	8,97	12,66	7,74	4.565,310

¹Matéria Seca; ²Matéria Mineral; ³Extrato Etéreo; ⁴Proteína Bruta; ⁵Fibra Bruta; ⁶Compostos Não Fibrosos; ⁷Extratos Não Nitrogenados; ⁸Fibra em Detergente Neutro; ⁹Fibra em Detergente Ácido; ¹⁰Hemicelulose; ¹¹Umidade; ¹²Energia Bruta; ¹³Ração farinha de Camu-camu inteiro seco.

Fonte: Autor, 2018.

2.3. ENSAIO 2: DESEMPENHO PRODUTIVO DE TILÁPIAS DO NILO ALIMENTADAS COM INCLUSÃO DE NÍVEIS CRESCENTE DA FARINHA CAMU-CAMU (*Myrcibbbbbaria dubia*) NA DIETA.

2.3.1. Material biológico e instalações

Os peixes com peso médio de $10 \pm 0,2$ e comprimento padrão $6 \pm 0,2$ foram recepcionados e aclimatados às instalações por um período de 20 dias, durante os quais foram alimentados com ração comercial. Posteriormente foram distribuídos em 20 caixas circulares de 1000L de volume útil, em um delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos e cinco repetições, sendo que cada caixa de 1.000 L recebeu 25 juvenis, o que constituiu em uma unidade experimental.

O experimento foi conduzido por um período de 48 dias, foram utilizados 500 juvenis de tilápia da linhagem GIFT, com peso e comprimento médios de $17 \pm 0,6$ g e $8,23 \pm 0,59$ cm, respectivamente, adquiridos em piscicultura comercial em Palotina - PR.

As vinte caixas experimentais, fazem de um sistema de recirculação de água cuja renovação diária foi cerca de oito vezes o seu volume, nesse sistema ainda existe um tanque circular de lona de PVC de 3000L de volume útil onde ocorre a filtração mecânica e biológica da água por meio de pedras britas, telas, areia. Essa água dos filtros é bombeada (bomba de 3.000L/H) depois do tratamento, de volta até os tanques experimentais. As caixas foram sifonadas diariamente para retirada de excesso de dejetos.

Cada caixa plástica possui um sistema de aeração constante, com pedra micro porosa ligada em uma mangueira conectada à um soprador, mantendo o oxigênio entre 6 e 8 mg/L.

2.3.2. Rações e manejo alimentar

Quatro dietas isoproteicas (32% de proteína bruta) e isoenergéticas (4.600 kcal de energia digestível. kg^{-1}) foram testadas com a inclusão de níveis crescentes de camu-camu. Foram considerados tratamentos os quatro níveis de substituição percentual do milho pelo camu-camu (0,0; 10; 20; 30%) (Tabela 3).

Para o processamento das rações experimentais, os ingredientes foram moídos separadamente em triturador tipo martelo com peneira de 0,7 mm. Posteriormente, foram misturados e umedecidos com água a 50 °C para peletização em grânulos de 4,0 mm. As rações foram secas em estufa a 40 °C por 72h.

As rações prontas foram acondicionadas em sacos plásticos identificados e armazenadas em freezer até o uso. Antes do fornecimento aos peixes os péletes foram “quebrados”, de acordo com o tamanho da boca dos animais, para facilitar a apreensão pelos juvenis de tilápia.

Os peixes foram alimentados três vezes ao dia (08:00h, 12:00h e às 17:00h), até a saciedade aparente. Para o cálculo do consumo aparente diariamente eram realizados o registro do peso dos recipientes contendo ração.

O processamento foi realizado no Laboratório de Nutrição Animal do Setor - Palotina da UFPR. As rações foram analisadas quanto aos valores de proteína bruta, fibra bruta, matéria seca, extrato etéreo, cinzas e umidade, de acordo com a metodologia Silva e Queiroz (2002).

Tabela 3: Rações experimentais com níveis crescentes de camu-camu para o ensaio de desempenho dos juvenis de tilápia do Nilo.

Ingredientes (%)	Camu-camu (%)			
	0	10	20	30
Farelo de soja	54,07	54,51	54,94	55,38
Camu-camu	0	10	20	30
Milho	31,31	20,87	10,44	0
Farinha de vísceras	8	8	8	8
Fosfato bicálcico	2,87	2,87	2,87	2,87
Óleo de soja	2	2	2	2
Premix ¹	1	1	1	1
Sal	0,50	0,5	0,5	0,5
DL – metionina	0,23	0,23	0,23	0,23
BHT ²	0,02	0,02	0,02	0,02
Composição centesimal e energia bruta analisada (com base na matéria seca)				
Umidade (%)	10,81	11,57	6,08	6,35
Matéria seca (%)	89,19	88,43	93,92	93,65
Proteína bruta (%)	32,44	32,12	32,77	33,1
Extrato Etéreo (%)	4,57	4,87	4,9	4,91
Fibra bruta (%)	4,01	4,34	4,81	5,31
Resíduo mineral (%)	8,43	8,54	8,89	9,06
Energia bruta (kcal/kg)	4.774,0	4.759,0	4.517,0	4.502,0

¹Suplemento mineral e vitamínico, níveis de garantia por quilograma do produto (Supremais): Vit. A, 1.200.000UI; Vit. D3, 200.000UI; Vit. E, 12.000mg; Vit. K3, 2.400mg; Vit. B1, 4.800mg; Vit. B2, 4.800mg; Vit. B6, 4.000mg; Vit. B12, 4.800mg; Ác. Fólico, 1.200mg; Pantotenato Ca, 12.000mg; Vit. C, 48.000mg; Biotina, 48mg; Colina, 65.000mg; Niacina, 24.000mg; Ferro, 10.000mg; Cobre, 6.000mg; Manganês, 4.000mg; Zinco, 6.000mg; Iodo, 20mg; Cobalto, 2mg; Selênio, 20mg. ²Butil hidroxitolueno.

Fonte: Autor, 2018.

2.3.3. Qualidade de água

A temperatura da água e o oxigênio dissolvido foram aferidos diariamente as 7h00 e as 17h00, com auxílio de oxímetro portátil (ALFAKIT AT 315), já o pH por meio de ponteciómetro de bancada digital (TECNOPON mPA 210). Semanalmente foram determinados os teores de amônia total, conforme metodologia de Koroleff (1976), o nitrito segundo Baumgarten (1996), e o nitrato por colorimetria, a alcalinidade total e dureza total foram determinados por meio de volumetria no Laboratório de Qualidade de água e Limnologia, da Universidade Federal do Paraná – Setor Palotina.

As variáveis físicas e químicas da água não diferiram entre si ($P > 0,05$). As medias das variáveis físicas e químicas da água foram: nitrito ($0,113 \pm 0,063 \text{ mg L}^{-1}$), amônia ($0,029 \pm 0,011 \text{ mg L}^{-1}$), alcalinidade ($85,52 \pm 30,53 \text{ mg L}^{-1} \text{ CaCO}_3$), dureza ($87,69 \pm 34,83 \text{ mg L}^{-1} \text{ CaCO}_3$), temperatura pela manhã ($25,76 \pm 0,71 \text{ }^\circ\text{C}$) e a tarde ($26,7 \pm 0,68 \text{ }^\circ\text{C}$), oxigênio dissolvido no período da manhã ($5,73 \pm 0,35 \text{ mg L}^{-1}$) e à tarde ($5,32 \pm 0,70 \text{ mg L}^{-1}$) e pH ($8,17 \pm 0,31$). Os valores encontrados estão dentro da faixa indicada como adequada para piscicultura de acordo com Sipaúba-Tavares (1994), Albanez e Matos (2007), Proença e Bittencourt (1994) e Boyd (1990).

Os tanques foram sifonados três vezes por semana para retirada das fezes e restos de alimento, e ao mesmo tempo foi realizada a renovação da água realizada com a troca de 20% do volume por caixa.

2.3.4. Desempenho zootécnico

Ao final do experimento os animais foram mantidos em jejum por 24 h para o esvaziamento do trato gastrointestinal e após este período quatro peixes de cada unidade experimental foram imersos em solução de água com óleo de cravo em concentração de 100 mg L^{-1} para anestésiar os peixes (Taylors e Roberts, 1999), desses foi retirada alíquotas de sangue. Posteriormente o restante dos peixes foram eutanasiados por meio da imersão dos mesmos em solução de óleo de cravo (300 mg/L), e todos os peixes foram utilizados para avaliar o desempenho zootécnico. Do total, foram utilizados cinco peixes de cada caixa para determinação da composição centesimal e quatro para análise de sangue.

Foram efetuadas as medidas individuais do desempenho zootécnico de todos os peixes: peso total (g), ganho de peso (g), comprimento padrão (cm), taxa de crescimento específico (g-cm^{-1}) ($\text{TCE} = \frac{\text{Ln peso final} - \text{Ln peso inicial} \times 100}{\text{Dias de experimento}}$),

consumo de ração aparente ($CRA = \text{Consumo de ração aparente(g) / Número de peixes}$), conversão alimentar aparente ($CAA = \text{Consumo de ração (g) / Ganho de peso no período}$), além da determinação da sobrevivência ($S (\%) = \text{Quantidade final de animais / quantidade inicial de animais} \times 100$), ganho de peso ($GP = \text{Peso final(g)} - \text{Peso inicial(g)}$), ganho de peso diário ($GPD = \text{Ganho de peso(g)} / \text{Tempo de experimento (dia)}$) e taxa de crescimento específico. Foram utilizados 12 peixes de cada caixa para as avaliações de rendimento de carcaça com e sem cabeça (%), rendimento do filé (%) e 3 peixes de cada caixa para avaliar o índice hepatossomático (%) ($IHS = \text{Peso do fígado(g)} / \text{Peso do peixe(g)} \times 100$).

2.3.5. Determinação da composição química corporal

No início do período experimental três lotes contendo 35 peixes foram pesados e medidos e posteriormente foram eutanasiados e congelados. Da mesma forma, no final do período experimental, cinco peixes, de cada unidade experimental, escolhidos de maneira aleatória, foram pesados, medidos, eutanasiados e congelados, para avaliação da composição corporal, conforme metodologia descrita no item 2.3.4

Os peixes foram moídos em moedor de carne até se obter uma amostra homogênea. Posteriormente, foram avaliados quanto a: umidade (%), extrato não nitrogenado (ENN), extrato etéreo (%), proteína bruta (%) e matéria mineral (%) de cada unidade experimental, de acordo com a metodologia proposta por Silva e Queiroz (2002). As análises bromatológicas foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFPR Setor Palotina.

2.3.6. Análises sanguíneas

A hematologia foi realizada ao final do experimento, para verificar a influência da dieta sobre a concentração dos parâmetros sanguíneos. Quatro peixes de cada unidade experimental foram capturados das caixas com auxílio de redes, estes foram imersos em solução de água com óleo de cravo (Taylors e Roberts, 1999) em concentrações para anestésiar ($50 \pm 10 \text{ mg L}^{-1}$). O sangue foi coletado, com seringa descartável de 1 mL, da veia caudal, e rapidamente transferido para um micro tubo tipo ependorff sem anticoagulante e para um micro tubo tipo ependorff com citrato 10%.

O sangue colhido foi centrifugado a 3000 rpm por 5 minutos para extração do plasma destinados a avaliação bioquímica. As amostras foram armazenado sob refrigeração (4°C),

evitando-se a hemólise. Após centrifugação, o soro foi utilizado para as análises de glicose, colesterol total, triacilgliceróis e proteínas totais. Todas as análises dos parâmetros sanguíneos foram realizadas utilizando kits para análise sanguínea Biotest[®].

2.3.7. Análises histológicas

Para avaliação histológica, foram coletados fragmentos do intestino (parte proximal) de três peixes, fixados em formol 10%, por 12 horas e posteriormente conservados em álcool 70%. Foram desidratados em série ascendente de álcool, diafanizados em xilol, e incluídas em parafina, para a obtenção de cortes histológicos semiseriados.

Foi realizada a microtomia, obtendo-se cortes histológicos de 5µm com auxílio de navalha descartável em micrótomo automático (LEICA, RM-2155) e os cortes histológicos foram corados pelo método de hematoxilina-eosina (HE) e PAS. A fotodocumentação foi realizada no fotomicroscópio Zeiss Primo Star em objetiva de 40X para hepatopâncreas e 10X para intestino, utilizando-se sistema de imagens computadorizado (Image Pro Plus – Versão 5.2-Media Cibernética). A morfometria dos vilos, a altura das vilosidades intestinais, largura, comprimento e área foram realizadas a partir das medidas em 20 vilos por peixe.

2.4. ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Para as análises estatísticas, foram testados os pressupostos através da realização da normalidade dos dados, utilizando o teste de Shapiro-Wilk, e da homocedasticidade (igualdade de variância), utilizando o teste de Levene. Os dados foram então submetidos à análise de variância em nível de 5% de probabilidade (ANOVA) e em caso de diferenças foi aplicado à análise de Teste de Tukey e regressão. A análise dos dados foi realizada utilizando o Software STATISTICA 7.0.

3. RESULTADOS

3.1. ENSAIO 1: DIGESTIBILIDADE

Na Tabela 4 são demonstrados os coeficientes de digestibilidade aparente do fruto inteiro do camu-camu, juntamente com os valores digestíveis e dos nutrientes, para a tilápia do Nilo. Pode-se destacar uma elevada concentração percentual de fibra bruta (90,2), carboidratos não fibrosos digestíveis (40,3) e elevada concentração de calorias por Kg (4.476,91)

Tabela 4: Coeficiente de digestibilidade aparente e valores digestíveis do camu-camu na forma de fruto inteiro em dietas peletizadas para tilápia do Nilo.

Ingrediente	MS %	EE %	PB %	CNF %	EB %	MM %
Camu-camu – fruto inteiro	90,46 ± 1,25	92,15 ± 1,70	80,63 ± 3,06	81,05 ± 3,90	90,2	16,87 ± 1,09
Valores digestíveis						
Ingrediente	MSD %	EED (%)	PD %	CNFD %	Kcal/Kg	MMD%
Camu-camu – fruto inteiro (base 100% matéria seca)	81,17	3,93	4,66	40,83	4,476.91	0,62

MS: matéria seca; EB: energia bruta; PB; proteína bruta; EE: extrato etéreo; CNF: carboidratos não fibrosos; MM: matéria mineral; MSD: matéria seca digestível; ED: energia digestível; PD; proteína digestível; CNF: carboidratos não fibrosos digestíveis; EED: extrato etéreo digestível; MMD: matéria mineral digestível.

Fonte: Autor, 2018.

3.2. ENSAIO 2: DESEMPENHO PRODUTIVO

Os efeitos dos níveis crescentes (0%, 10%, 20% e 30%) de inclusão de camu-camu sobre o desempenho de alevinos de tilápia do Nilo no período experimental de 48 dias estão apresentados na (Tabela 5).

Os resultados encontrados para sobrevivência e índice hepatossomático não apresentaram efeito significativo da inclusão de camu-camu na dieta ($p > 0,05$). Em contrapartida, houve efeito significativo ($P < 0,0001$) da inclusão deste fruto sobre o peso final, ganho de peso, ganho de peso diário, comprimento total, consumo de ração conversão alimentar aparente, rendimento de filé e taxa de crescimento específico (TCE), bem como, para o rendimento de carcaça com cabeça (RC) ($P < 0,04$) e sem cabeça (RS) ($P < 0,05$).

Tabela 5: Desempenho dos juvenis de tilápia do Nilo alimentados com níveis crescentes de camu-camu na ração durante 48 dias².

Variáveis	Níveis de camu-camu na dieta (%)				EPM	P valor
	0	10	20	30		
Peso final (g)	65,46 ^a	48,45b	42,29c	33,26d	2,79	0,0001
Ganho de peso (g)	48,60 ^a	32,60b	24,04c	16,49c	2,79	0,0001
Ganho de peso diário	1,01 ^a	0,68b	0,50c	0,34d	0,06	0,0001
Comprimento total (cm)	12,59 ^a	11,29b	10,86b	9,98c	0,23	0,0001
Consumo de ração (g/peixe)	47,62 ^a	39,49b	38,75bc	33,37c	1,35	0,0001
Conversão alimentar ¹	0,99 ^a	1,25a	1,61b	2,04c	0,10	0,0001
Rendimento de filé (%)	26,67 ^a	24,01b	23,81b	22,88b	0,38	0,0001
Rendimento de carcaça com cabeça (%)	85,35 ^a	84,05ab	84,07ab	83,11b	0,30	0,034
Rendimento de carcaça sem cabeça (%)	54,23 ^a	52,46ab	51,82b	52,21ab	0,34	0,047
Taxa de crescimento específico (%)	2,82 ^a	2,20b	1,79c	1,43d	0,12	0,0001
Sobrevivência (%) ^{ns}	100,00	99,20	99,20	99,20	0,33	0,77
IHS (%)	2,15	2,82	2,53	2,60	0,08	0,0082

ns Médias não significativas a 5% de probabilidade (ANOVA). (%) EPM (%) = Erro Padrão Médio.

Fonte: Autor, 2018.

Para a maioria das variáveis de desempenho avaliadas, observar-se que a inclusão de níveis crescentes de camu-camu na dieta de tilápia do Nilo, acarretou em piora do desempenho produtivo. Para o peso final (Figura 1), comprimento total (Figura 2), consumo de ração (Figura 3), TCE (Figura 5) e rendimento de carcaça com cabeça com o aumento do nível de inclusão de camu-camu nas dietas foi verificado um efeito linear decrescente ($P < 0,05$), por outro lado, um efeito linear crescente ($P < 0,05$) foi observado para conversão alimentar aparente (Figura 4) de alevinos de tilápia do Nilo. Ou seja, à medida que houve um aumento dos níveis de inclusão (%) de camu-camu nas dietas, observou-se redução no consumo de ração pelos peixes e nos valores de peso final, comprimento total, TCE e Rendimento de carcaça com cabeça, além de uma piora na conversão alimentar aparente.

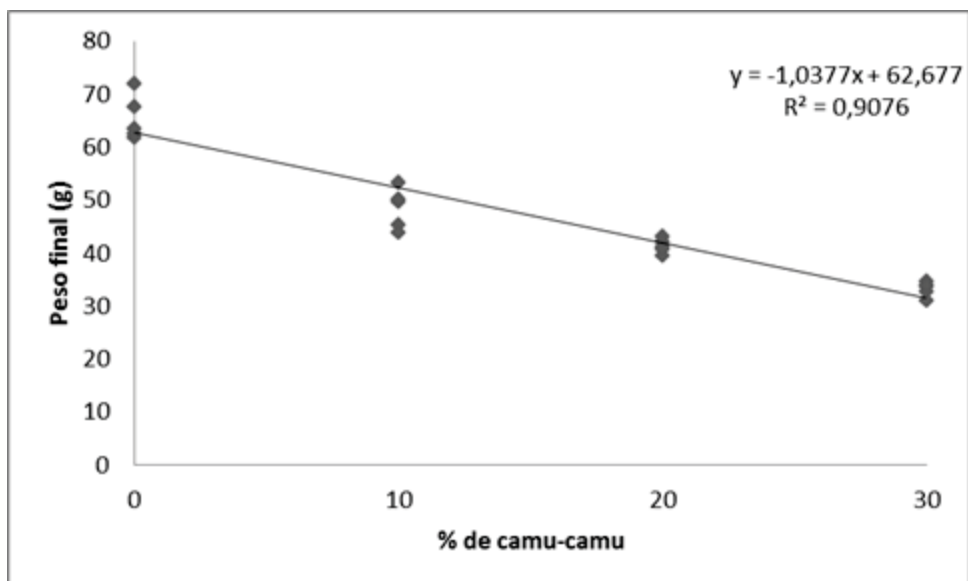


Figura 1: Peso final(g) dos juvenis de tilápia do Nilo alimentadas com níveis crescentes (%) de camu-camu na dieta. **Fonte:** Autor, (2018).

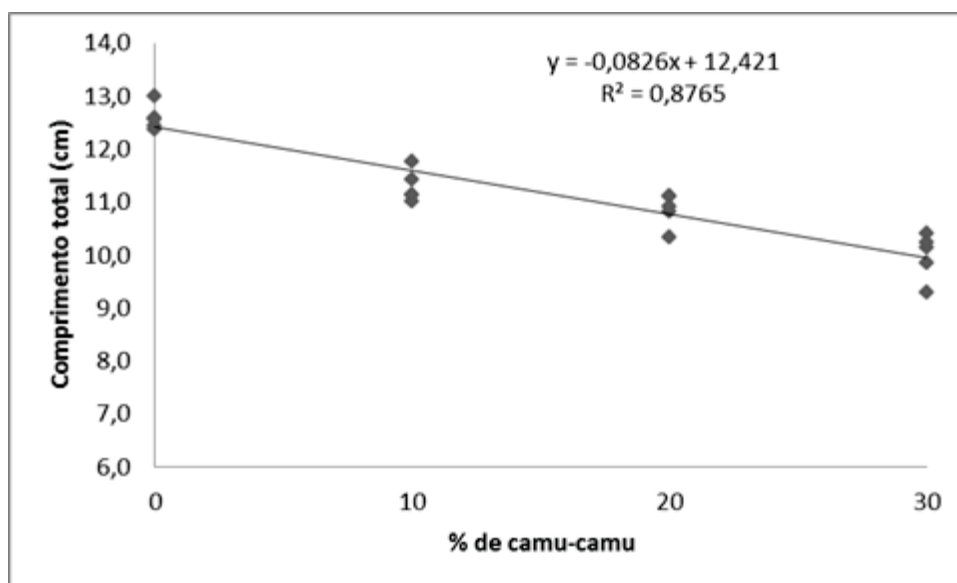


Figura 2: Comprimento total (cm) dos juvenis de tilápia do Nilo alimentadas com níveis crescentes (%) de camu-camu na dieta. **Fonte:** Autor, 2018.

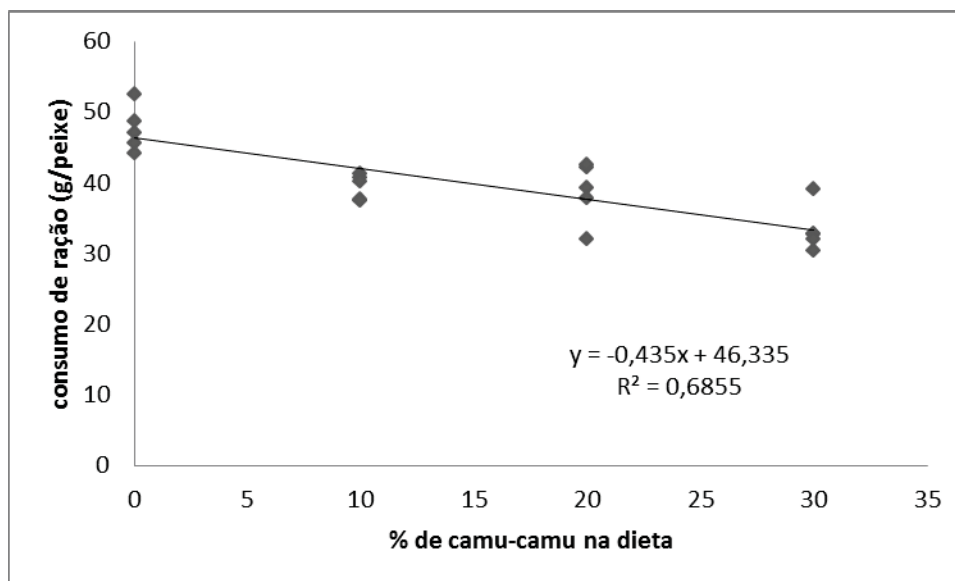


Figura 3: Consumo de ração (g/peixe) dos juvenis de tilápia do Nilo alimentadas com níveis crescentes(%) de camu-camu na dieta. **Fonte:** Autor, 2018.

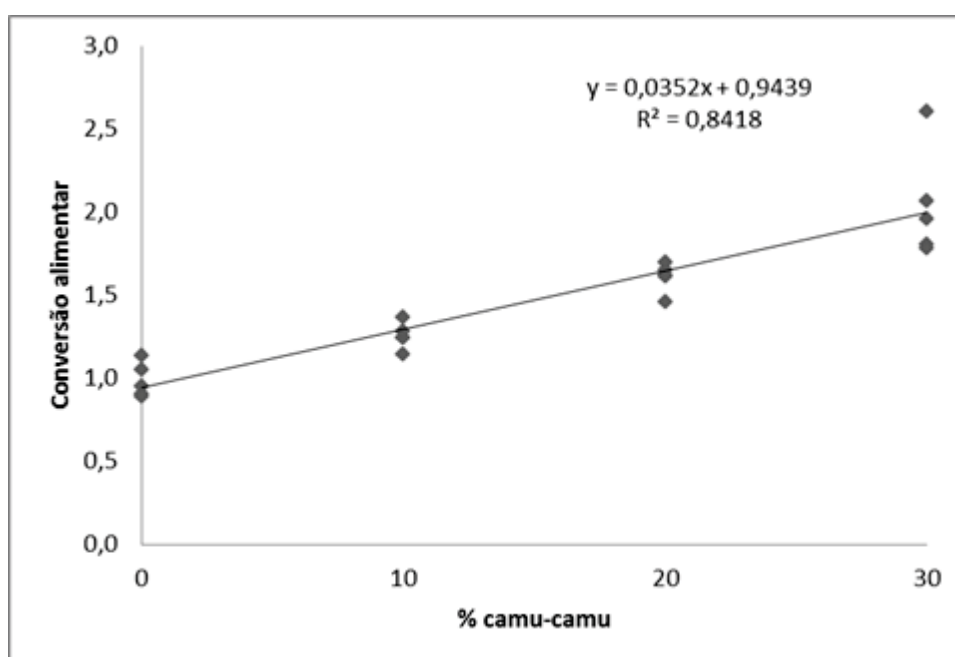


Figura 4: Conversão alimentar aparente dos juvenis de tilápia do Nilo alimentadas com níveis crescentes(%) de camu-camu na dieta. **Fonte:** Autor, 2018.

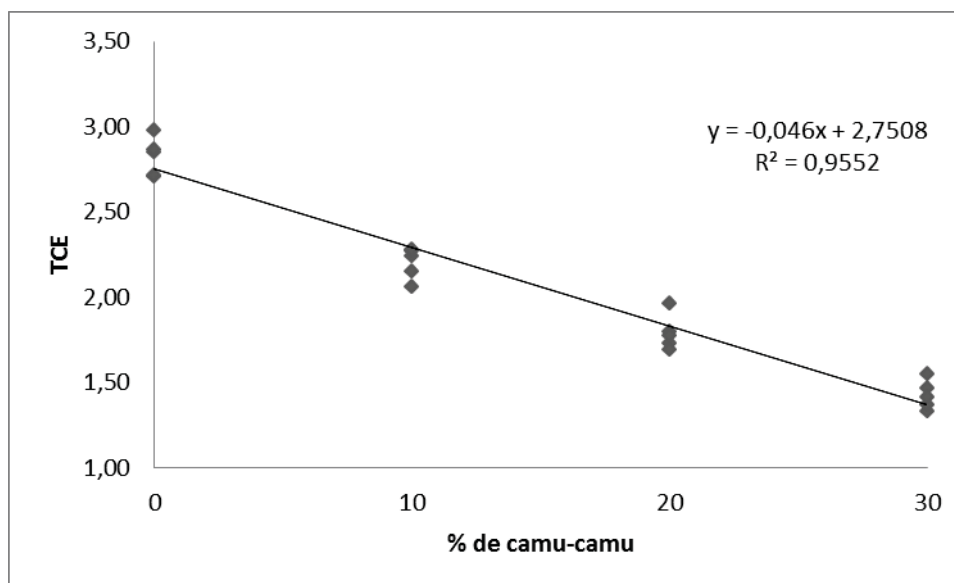


Figura 5: Taxa de crescimento específico dos juvenis de tilápia do Nilo alimentados com níveis crescentes (%) de camu-camu na dieta. **Fonte:** Autor, 2018.

A inclusão aos peixes de 10% apresentou resultados inferiores aos peixes do tratamento controle, porém superiores aos demais tratamentos ($p < 0,0001$) para as variáveis de peso final, ganho de peso, ganho de peso diário, comprimento total e taxa de crescimento específico, além de menor valor na conversão alimentar quando comparado a estes tratamentos. O maior rendimento de carcaça com cabeça foi obtido com inclusão de 0% de camu-camu na ração.

Para os juvenis de tilápia do Nilo alimentados com níveis crescentes de camu-camu na dieta foi verificado um efeito quadrático sobre o ganho de peso (Figura 6) e ganho de peso diário (Figura 7) com o ponto máximo da regressão quadrática obtida no nível de 3,86% e 1,5% de camu-camu. Um efeito quadrático para o rendimento de filé e rendimento de carcaça sem cabeça dos alevinos, também foi verificado com o aumento dos níveis de camu-camu na dieta, sendo que os pontos mínimos obtidos foram nos níveis de inclusão de 28,57% e 21,25% de camu-camu, respectivamente.

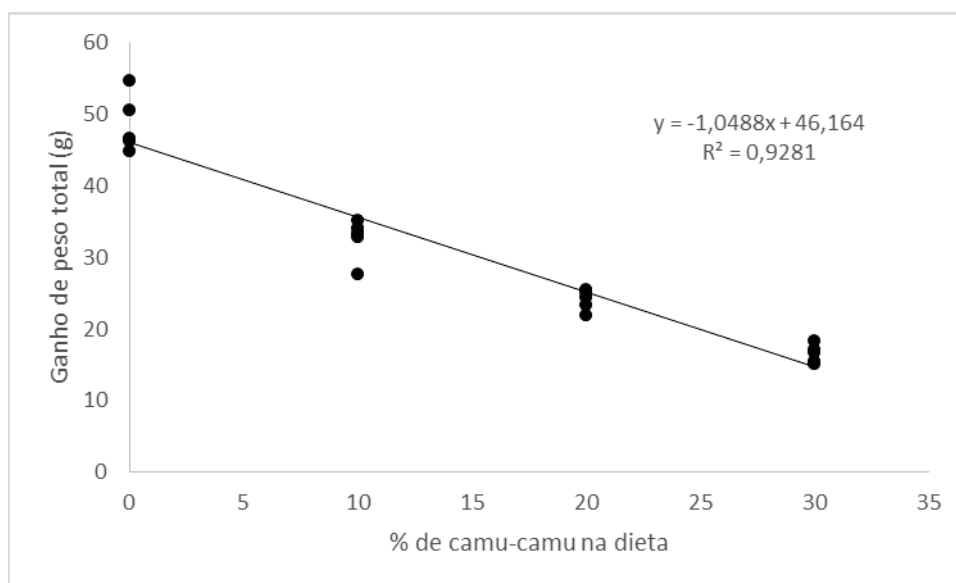


Figura 6: Ganho de peso (g) dos juvenis de tilápia do Nilo alimentadas com níveis crescentes (%) de camu-camu na dieta. **Fonte:** Autor, 2018.

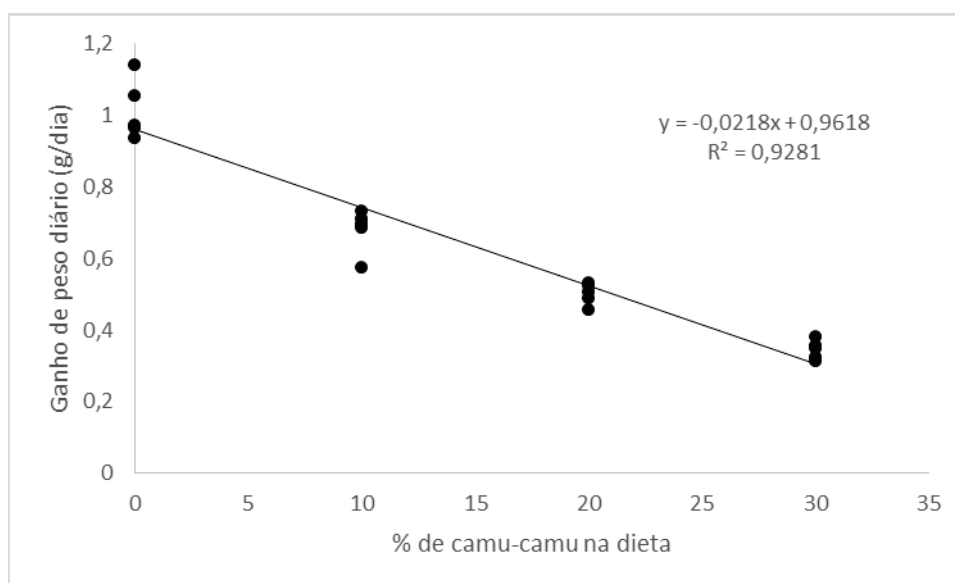


Figura 7: Ganho de peso diário (g) dos juvenis de tilápia do Nilo alimentadas com níveis crescentes (%) de camu-camu na dieta. **Fonte:** Autor, 2018.

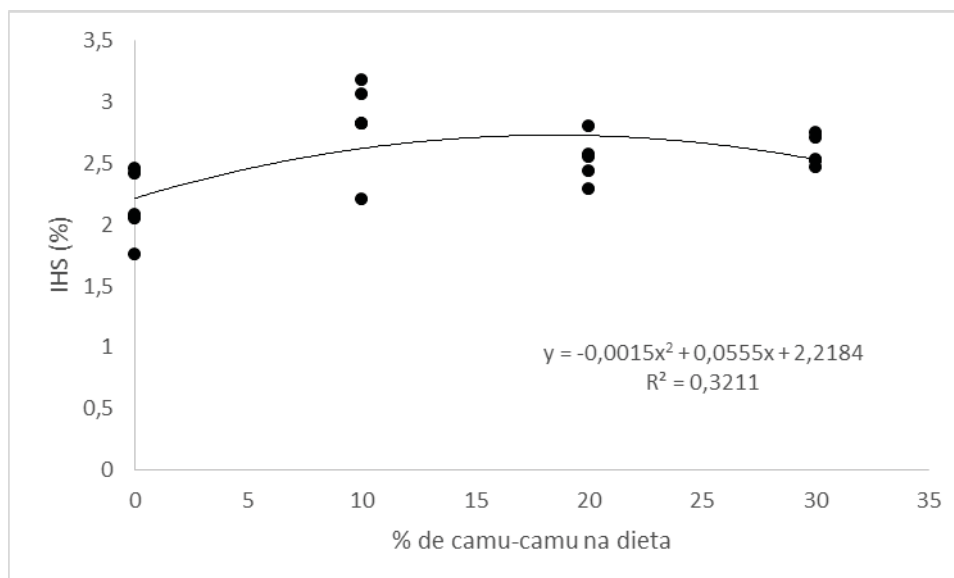


Figura 8: Índice hepatossomático (%) dos juvenis de tilápia do Nilo alimentadas com níveis crescentes (%) de camu-camu na dieta. **Fonte:** Autor, 2018.

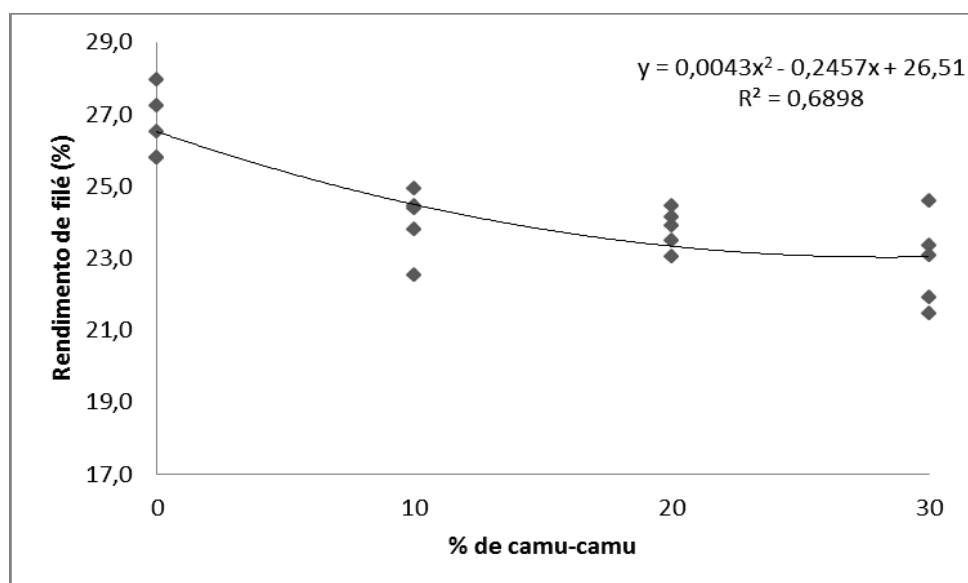


Figura 9: Rendimento de filé (%) dos juvenis de tilápia do Nilo alimentadas com níveis crescentes (%) de camu-camu na dieta. **Fonte:** Autor, 2018.

Na composição bromatológica corporal dos peixes não foram observados efeitos de inclusão de camu-camu ($P > 0,05$) na umidade total e nas cinzas dos alevinos (Tabela 6). Houve aumento ($P < 0,05$) da deposição de proteína corporal nos alevinos da tilápia do Nilo alimentados com dietas com níveis crescentes de camu-camu, enquanto efeito inverso foi verificado no teor de extrato etéreo (Tabela 6), o qual foi reduzido ($P < 0,05$) com o aumento dos níveis de camu-camu.

Um efeito quadrático crescente (Figura 10) de proteína corporal total foi observado com níveis crescentes de camu-camu na dieta, e o valor máximo foi determinado com 20,56% do camu-camu na dieta, por outro lado, com o aumento da inclusão de camu-camu na dieta resultou em um efeito quadrático decrescente para extrato etéreo corporal (Figura 11), sendo encontrado que com 22,22% de *Myrciaria dúbia* na dieta é obtido o menor valor de gordura bruta corporal.

A proteína bruta foi menor no tratamento com 0% de camu-camu na dieta e este diferiu dos tratamentos com 10%, 20% e 30% de camu-camu. Observou-se uma diminuição na quantidade (%) de extrato etéreo de acordo com o aumento do quantitativo (%) de camu-camu na ração, havendo diferenças significativas dos níveis 10%, 20% e 30% quando comparado com o tratamento controle (0%) de camu-camu na ração ($p < 0,01$).

Tabela 6: Composição bromatológica da carcaça dos juvenis de tilápia do Nilo alimentados com rações contendo níveis crescentes de camu-camu na dieta (base na matéria seca).

Variáveis (%)	Dietas (%camu-camu)				EPM	p
	0	10	20	30		
Umidade	79,20	81,01	81,82	79,61	0,57	0,353
Matéria seca	20,80	18,99	18,18	20,39	0,57	0,353
Proteína bruta	59,72b	63,10a	64,50a	63,41a	0,46	0,0001
Extrato etéreo	15,61 ^a	9,23b	9,12b	8,57b	0,78	0,0001
Matéria mineral	19,28	21,32	20,32	21,78	0,1	0,116

EPM (%) = Erro Padrão Médio. **Fonte:** Autor, 2018.

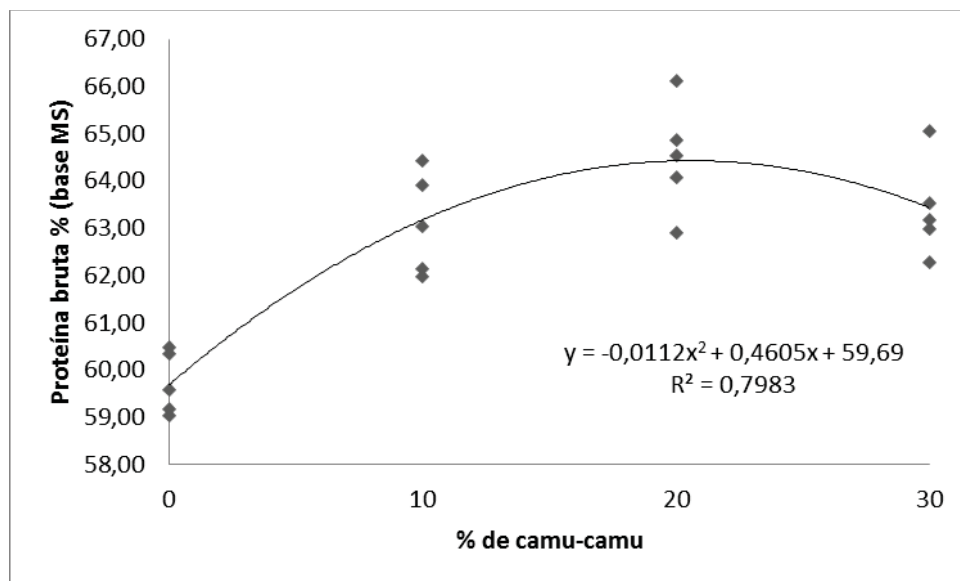


Figura 10: Comportamento quadrático da quantidade da proteína bruta (%) na carcaça dos juvenis de tilápia do Nilo alimentadas com níveis crescentes(%) de camu-camu na dieta. **Fonte:** Autor, 2018.

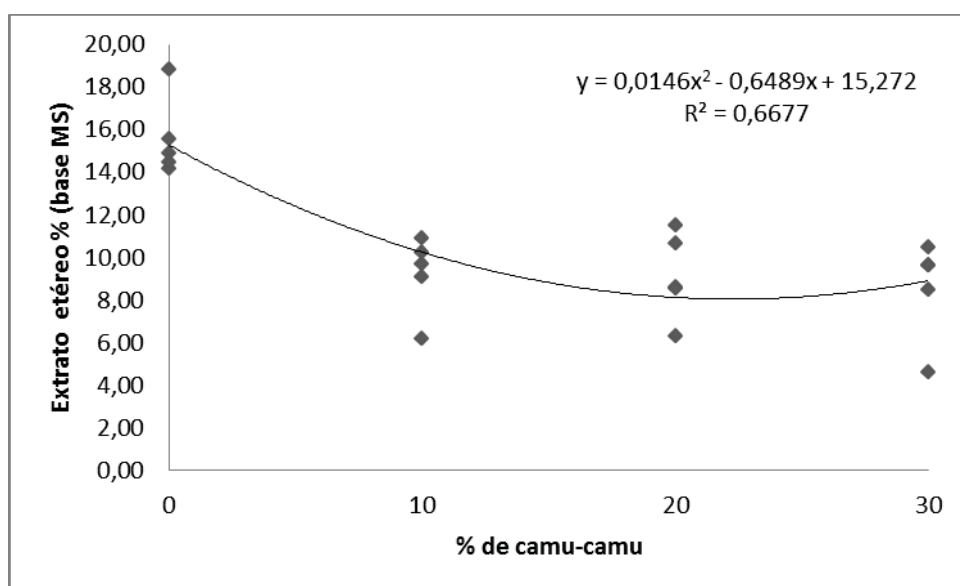


Figura 11: Comportamento quadrático da quantidade de extrato etéreo (%) na carcaça dos juvenis de tilápia do Nilo alimentadas com níveis crescentes (%) de camu-camu na dieta. **Fonte:** Autor, 2018.

Não houve diferenças estatísticas nos parâmetros sanguíneos de colesterol total (mg dL⁻¹), proteínas totais (mg dL⁻¹) e triacilgliceróis totais (mg dL⁻¹) dos juvenis de tilápia do Nilo alimentadas com rações contendo níveis crescentes de 0, 10%, 20% e 30% de camu-camu e (Tabela 7). Porém constatou-se diferenças significativas (p<0,05), nas concentrações de glicose plasmática em que se observa um efeito quadrático, onde de acordo com a análise

de regressão o nível de camu-camu na dieta que acarretou em menor nível de glicose no sangue foi de 24,65%.

Tabela 7: Médias \pm erro padrão dos parâmetros sanguíneos de tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*, alimentadas com níveis crescentes (%) de camu-camu na dieta.

Variáveis (mg/dL)	Dietas (% de substituição do milho pelo camu-camu)				EPM	p valor
	0	10	20	30		
Colesterol total	68	60	62,2	69,5	1,97	0,273 ^{ns}
Triacilgliceróis	90,6	100,6	110,1	100,4	5,17	0,655 ^{ns}
Proteínas totais	2,16	2,22	2,2	2,29	0,04	0,837 ^{ns}
Glicose	94,40a	68,30ab	69,90ab	63,00b	4,45	0,043*

Valores médios seguidos por letra diferente, na mesma linha, indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). ns – não significativo. * – significativo.

Fonte: Autor, 2018.

A morfologia da região proximal do intestino das tilápias do Nilo alimentadas com níveis crescentes de camu-camu apresentou estrutura típica de um órgão tubular com camada mucosa composta de epitélio e lâmina própria, submucosa com tecido conjuntivo frouxo, camada muscular (músculo liso) e camada serosa mais externa (Figura 12). A camada mucosa apresentou vilosidades de aspecto foliáceo irregular quanto à sua altura e largura e essas estruturas são revestidas por epitélio composto por células colunares denominadas de enterócitos e células caliciformes produtoras de muco, não sendo encontrados invaginações do epitélio que são denominadas de cripta (Figura 12).

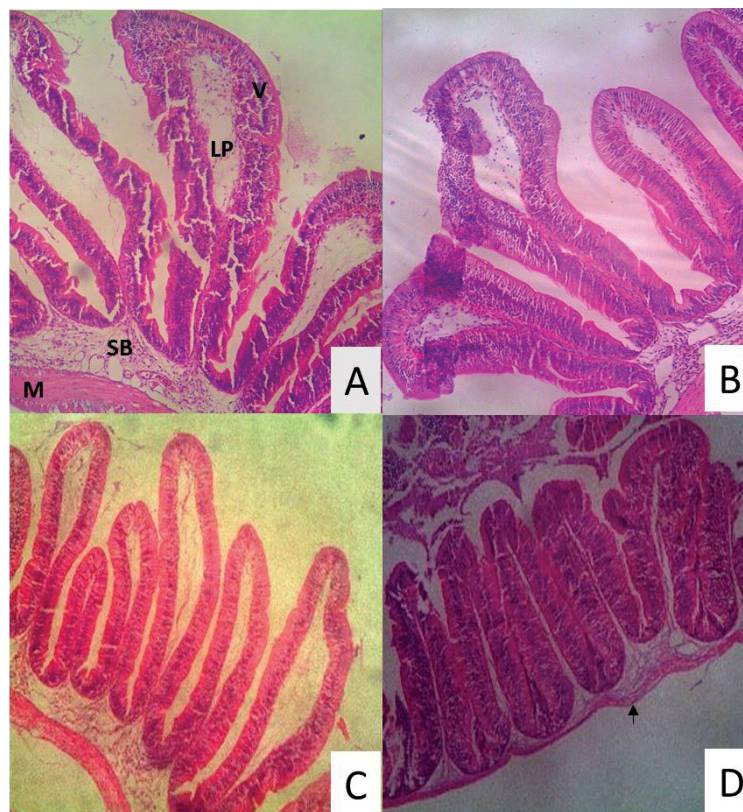


Figura 12: Fotomicrografia do segmento proximal do intestino de juvenis de tilápia do Nilo. (A) Parede intestinal dos peixes alimentados com 0% de camu-camu, destacando as vilosidades (V), lâmina própria (LP), túnica submucosa (SB), túnica muscular (M). (B) Parede intestinal dos peixes alimentados com 10% de camu-camu. (C) Parede intestinal dos peixes alimentados com 20% de camu-camu. (D) Parede intestinal dos peixes alimentados com 30% de camu-camu, destacando a túnica serosa (seta). Coloração HE. Aumento de 10x.

Fonte: Autor, 2018.

Para a análise da morfometria do intestino de juvenis de tilápia do Nilo alimentadas com rações contendo níveis crescentes de camu-camu a largura dos vilos, relação entre comprimento e largura dos vilos e área dos vilos não apresentaram diferenças com a inclusão do fruto nas rações. Para o comprimento das vilosidades intestinais foi observada diferenças ($P < 0,05$), o tratamento com 20% de camu-camu apresentou os maiores valores do comprimento dos vilos, diferindo significativamente ($P < 0,05$) dos tratamentos 10 e 30%, não diferindo do tratamento com 0% de camu-camu na dieta (Tabela 8).

Tabela 8: Morfometria de vilos intestinais dos juvenis de tilápia do Nilo alimentados com níveis crescentes de camu-camu na ração durante 48 dias.

Variáveis	Ração% de camu-camu na dieta				EPM	P valor
	0	10	20	30		
Largura dos vilos (LV) (μm) ^{ns}	251,04	225,78	255,76	213,67	6,02	0,17575
Comprimento dos vilos (CV) (μm)	737,49 ^{ab}	648,86 ^b	832,23 ^a	638,01 ^b	13,69	0,00360
Relação CV/LV ^{ns}	0,34	0,35	0,31	0,33	0,009	
Área dos vilos (μm^2) ^{ns}	184829,90	146542,42	212755,55	138300,77	12578,1	0,00751

^{ns} Médias não significativas a 5% de probabilidade (ANOVA) Tukey. EPM = Erro padrão médio. Fonte: Autor, 2018.

4. DISCUSSÃO

4.1. ENSAIO 1: DIGESTIBILIDADE

O camu-camu apresentou bons resultados para os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca percentuais de (90,46), extrato etéreo (92,15), proteína bruta(80,63), fibra bruta (90,2), energia bruta (90,2) e compostos não fibrosos (81,05) e, portanto valores superiores também para a energia digestível (4,476.91) aos determinados por Araujo et al (2012) com resíduo de vitivinícola para tilápia do nilo da mesma variedade. Nossos valores também foram superiores aos valores de matéria seca, proteína bruta e energia digestível (kcal kg⁻¹) aos encontrados por Campeche et al (2011) em estudos com tilápia rosa. Estes resultados também foram melhores quanto a matéria seca, proteína bruta, energia bruta e energia digestível (kcal kg⁻¹) do farelo do resíduo de goiaba (SANTOS et al, 2009).

Também, Anselmo (2008) afirma que por se tratar de ingredientes de origem vegetal é provável que os baixos coeficientes de digestibilidade aparente encontrados para os ingredientes testados, principalmente no que diz respeito à matéria seca e carboidratos, podem estar relacionados, dentre outras variáveis, a fatores antinutricionais que podem estar presentes nos mesmos. Entretanto, os resultados obtidos para o CDA do camu-camu neste experimento foram superiores aos estudos descritos anteriormente, ou seja, na forma de processamento do fruto e das rações, não houve possíveis interferências negativas de componentes do fruto sobre a digestibilidade para tilápia do Nilo.

O camu-camu apresentou valores de FDA superiores ao do milho de (2,38 e 2,21%), respectivamente. Além de elevados valores de energia bruta (4.963,11 kcal/kg), em relação a este alimento que geralmente é utilizado para elaborar dietas práticas para peixes. Furuya et al. (2009) também verificaram altos valores de energia bruta em subprodutos desidratados da polpa de tomate e de goiaba.

4.2. ENSAIO 2: DESEMPENHO

A mortalidade (0-4% por tanque e 0,8% por tratamento) de juvenis de tilápia do Nilo no presente estudo foi considerada pequena e não está associada às dietas, já que a sobrevivência dos peixes não foi influenciada ($p>0,05$) pela presença de camu-camu na dieta, e o mesmo foi observado em juvenis de pirapitinga alimentados com dietas contendo 15% de

farinha de trigo (controle) ou um nível idêntico de substituição de três plantas nativas da América do Sul: camu-camu, buriti (*Mauritia flexuosa*), ou maca peruana (*Lepidium meyenii*) (Palacios *et al.*, 2006).

Também, não foram observadas diferenças no IHS entre os tratamentos, cujo valor médio foi de 2,53%, portanto, pode-se inferir que os peixes que receberam as dietas com camu-camu estavam nas mesmas condições nutricionais que os peixes do tratamento controle, e que o fruto não apresentou grande quantidade de compostos tóxicos que poderiam levar a uma sobrecarga metabólica do fígado, o que acarretaria em aumento de tamanho do órgão.

Apesar de os juvenis de tilápia do Nilo aparentemente não terem rejeitado (regurgitado intencionalmente) as rações durante todo o período experimental, houve uma redução linear no consumo de ração, quando adicionado níveis crescentes de camu-camu, o que resultou em diminuição no crescimento e um efeito negativo do sobre o desempenho produtivo dos juvenis. Essa redução no consumo da dieta com a inclusão do camu-camu pode ter sido ocasionado por uma possível redução na palatabilidade e presença de fatores antinutricionais na dieta, como já sugerido por Palacios *et al.* (2006) em estudo com juvenis de pirapitinga que receberam dieta com 15% de camu-camu. No estudo anterior, também verificaram uma redução no consumo de ração pelos peixes alimentados com camu-camu no início do período experimental, e por isso, realizaram uma neutralização da dieta para pH 7,0, considerando que essa rejeição se dava pela acidez que o camu-camu ocasionava na dieta, entretanto este procedimento, mesmo resultando em melhor aceitação da dieta, não resultou em melhor desempenho produtivo dos peixes (Palacios *et al.*, 2006).

A piora da CAA e redução do peso final, ganho de peso e TCE observada no presente estudo também foi relatado para estudo com pirapitinga alimentada com 15% de camu-camu na sua dieta (Palacios *et al.*, 2006). Por outro lado, resultados positivos foram verificados com a incorporação de camu-camu em dietas para tambaqui em relação ao desempenho produtivo, com aumento no ganho de peso com 15% de inclusão, e melhor peso final e comprimento total com 30% de suplementação com camu-camu. Estas diferenças de resultados podem indicar uma melhor adaptação da espécie tambaqui, já que a mesma é nativa da região onde se produz grande quantidade de camu-camu, e dessa forma consegue aproveitar melhor os nutrientes do fruto. Parâmetros de rendimento de carcaça são muito importantes, mesmo na fase inicial de crescimento, especialmente no trabalho relacionado com o teste de ingredientes para rações. Assim sendo, os efeitos desses ingredientes podem estar ligados à deposição de músculo ou menor deposição de gordura corporal e visceral, características importantes a serem avaliadas em qualquer estágio de crescimento (Meurer *et*

al., 2009). A adição do fruto nas dietas resultou em menores rendimentos de carcaça em juvenis de tilápia do Nilo. Estes resultados são inferiores ao encontrado em tilápia do Nilo, que foram de 89,13 a 90,09% de carcaça com cabeça e 61,67 a 64,43% sem cabeça (Meurer et al., 2009) na mesma fase de criação.

Ainda que o menor ganho de peso não seja um resultado esperado quando falamos de animais de produção, ao falarmos de animais com alto teor de massa gorda ou obesos e com problemas metabólicos, este objetivo é altamente desejado. Anhô et al., (2018) afirmaram, ainda, que o camu-camu, tem a capacidade de prevenir a obesidade induzida por dieta e melhorar a síndrome metabólica, devido possuir em sua composição uma mistura de nutrientes e fitoquímicos como flavonoides, ácido elágico, elagitaninos, proantocianidinas, antocianinas, além da vitamina C.

Apesar do efeito negativo do camu-camu sobre o desempenho produtivo de tilápia do Nilo, a melhora da composição química corporal dos alevinos, com aumento nos teores de proteína bruta e redução dos valores de extrato etéreo indicam que a inclusão do camu-camu na dieta acarretou em uma melhor absorção e utilização de alguns nutrientes da dieta. A comprovação deste melhor aproveitamento nutricional foi observado mais especificamente para a proteína da dieta, a qual foi utilizada para deposição corporal e formação muscular, não sendo utilizada como fonte de energia para crescimento, conforme descreveu Palacios et al., (2006) e Aride et al., (2018), com pirapitinga e tambaqui, respectivamente. Por outro lado, confirmou-se que os lipídios dietéticos e corporais foram os nutrientes direcionados para serem utilizados como fonte de energia dos juvenis, resultando na redução corporal de gordura, mas não foram suficientes para gerar crescimento dos animais.

Os dados do presente estudo corroboram os resultados encontrados por Palacios et al., (2006) os quais também observaram que camu-camu na dieta resultou em maiores níveis proteicos corporais em pirapitinga, entretanto estes autores também verificaram aumento nos teores de cinzas corporais destes animais, o que não foi observado no presente estudo com tilápia do Nilo.

Níveis elevados de inclusão (45% de camu-camu) na dieta causaram redução no ganho de peso e crescimento em tambaqui (*Colossoma macropomum*) associado às ações de possíveis fatores antinutricionais e perda de nutrientes essencial presentes na ração substituído pelo camu-camu (Aride et al., 2018). Portanto os resultados para concentrações de camu-camu acima de 30% sugerem uma saturação das suas propriedades intrínsecas na dieta a este nível, reduzindo a assimilação nutricional e o desempenho produtivo (Aride et al., 2018).

O camu-camu não causou alteração dos valores de colesterol total, triacilgliceróis e proteínas totais sanguíneos dos peixes, resultados que se mantiveram em conformidade com os resultados dos estudos com tambaqui alimentados com dietas contendo camu-camu (Aride *et al.*, 2018). Portanto, pode-se afirmar que as dietas utilizadas no presente ensaio foram capazes de fornecer ao menos o mínimo necessário de nutrientes para hematopoiese dos peixes.

Anhê *et al.*, (2018) afirmaram que o camu-camu tem a capacidade de melhorar a tolerância à glicose e da sensibilidade à insulina, resultado que pudemos confirmar para alevinos de tilápia do Nilo, em que observamos a redução dos níveis de glicose nos animais alimentados com níveis crescentes de camu-camu na dieta. Por outro lado, podemos correlacionar esta redução da glicose sanguínea com a presença de vitamina C no fruto, já que Okamura *et al.*, (2007) relatou que a vitamina C reduz a glicemia de tilápia do Nilo.

A tilápia do Nilo, assim como a maioria dos peixes teleósteos, é considerada um organismo intolerante à glicose. Este é um termo clínico utilizado para mamíferos no diagnóstico de diabetes mellitus insulino dependente ou tipo 1, e está relacionado a incapacidade de um organismo de metabolizar rapidamente altas taxas de glicose no sangue, ou seja, transportá-la para dentro das células, resultando em hiperglicemia persistente (Moon *et al.*, 2001; Wright *et al.*, 2000; Wright e Yang, 1998). Estes autores ainda sugeriram que a intolerância à glicose (IAG), e conseqüentemente da hiperglicemia na tilápia do Nilo, está relacionada à baixa sensibilidade à insulina, o que é resultado da baixa utilização periférica da glicose. Wright e Yang, (1998) sugeriram que a IAG da tilápia do Nilo ocorre devido à ausência do transportador de glicose (GLUT) - 4 nos tecidos periféricos, além da baixa distribuição do GLUT-1 nos tecidos desses peixes, ambos transportadores de glicose insulino dependentes, sendo este último o responsável pelo transporte basal da glicose em mamíferos.

Pode-se observar no presente estudo uma piora no desempenho produtivo da tilápia do Nilo alimentada com até 30% de camu-camu na dieta, mas por outro lado observam-se bons resultados no que se refere à composição corporal, onde verifica -se redução nos teores de gordura e aumento da proteína corporal, além de uma redução na glicemia dos peixes que receberam camu-camu. O melhor nível de camu-camu que resultou em menor teor de gordura corporal, maior deposição de proteína corporal e menor nível de glicose sanguíneo foi de 22,22%, 20,56% e 24,65%, respectivamente.

Para a morfologia da região proximal do intestino dos juvenis de tilápia do Nilo alimentadas com níveis crescentes de camu-camu a estrutura de camadas da parede intestinal

está dentro da normalidade para tilápias descrito por Gargiulo et al, (1998), e o aspecto da mucosa intestinal e epitélio e lâmina própria são semelhantes aos descritos por Morrison e Wright, (1999) para a tilápia do Nilo. Porém para os níveis de 10 e 30% de inclusão de camu-camu pode ser observado uma menor integridade das vilosidades intestinais, o que sugere que o camu-camu pode apresentar uma interação negativa com a mucosa, porém com a inclusão de 20% de camu-camu a integridade da mucosa intestinal não foi afetada, as vilosidades se encontraram íntegras e digitiformes. Resultado semelhante foi observado por Palacios et al. (2006) em estudos com a pirapitinga, os autores não encontraram problemas na integridade da mucosa intestinal com suplementação de 15% de camu-camu na dieta dos peixes.

Essa observação pode ser confirmada pela morfometria da mucosa intestinal dos juvenis de tilápia do Nilo alimentados com níveis crescentes de camu-camu. O nível de suplementação de camu-camu de 20% foi superior à suplementação de 10 e 30%, esse aumento da altura das vilosidades intestinais pode ter ocorrido devido ao desenvolvimento da mucosa que é caracterizado pelo aumento das células presentes no epitélio através do *turnover*, e assim melhora a capacidade de manutenção da função digestiva. O camu-camu possui composto fenólicos como o ácido elágico (Fracassetti et. al, 2013) que pode atuar no intestino sendo absorvido pelos enterócitos e utilizados para a melhora da saúde da mucosa intestinal através de seu efeito anti-inflamatório e também pela sua utilização na microflora através da seleção de bactérias probióticas (Gonçalves, 2012).

Esse aumento das vilosidades pode ter sido causado pela melhora na integridade da mucosa e a diminuição da colonização do epitélio por bactérias. Para os níveis de 10 e 30% de inclusão de camu-camu o comprimento das vilosidades pode ter ocorrido devido ao prejuízo a integridade da mucosa ou o turnover das células epiteliais do intestino. Esse mesmo resultado foi observado para tilápias por Genc et. al. (2007), com uso do prebiótico mananoligossacarídeos (inclusão de 1,5%), as tilápias alimentadas com o prebiótico apresentaram aumento do comprimento dos vilos, porém níveis maiores de inclusão reduziram o comprimento dos vilos.

Aride et al., (2018) em estudo com tambaqui sugeriu que concentrações de camu-camu acima de 30% resultam em uma saturação das suas propriedades intrínsecas na dieta a este nível, reduzindo o desempenho produtivo e a assimilação nutricional, associada às ações de possíveis fatores antinutricionais e perda de nutrientes essenciais presentes na ração substituído pelo camu-camu. Para tilápia do Nilo, foi verificada possível saturação a um nível um pouco mais baixo de inclusão, entre 20 e 25%, considerando as variáveis relatadas acima.

Considerando os resultados em nosso estudo, observamos que são necessários mais estudos sobre potenciais antinutrientes presentes neste fruto e seus respectivos efeitos negativos sobre a palatabilidade e absorção de nutrientes no trato do sistema digestivo de peixes. Entretanto a melhoria nas condições corporais e metabólicas da tilápia do Nilo foi confirmada no presente estudo, e demonstram o potencial que os compostos bioativos que compõem o camu-camu têm em promover saúde, reduzir ganho de peso, gordura corporal e glicemia, mas também promover melhora no ganho de massa proteica, podendo ser utilizado como alimentos funcionais ou até mesmo, alimentos nutracêuticos.

5. CONCLUSÃO

A inclusão de camu-camu em dieta para alevinos de tilápia do Nilo aumenta a deposição de proteína corporal, reduz a gordura corporal e glicemia e em 20% não acarreta em piora dos vilos intestinais, mas apesar de não afetar a sobrevivência, resulta em redução do ganho de peso e desempenho produtivo dos peixes. Portanto não se recomenda a inclusão de camu-camu em dieta de alevinos de tilápia do Nilo.

6. REFERÊNCIAS

- AGUINAGA, Y.J; CLAUDIANO, G.S; MARCUSSO, P.F; MANRIQUE,W.G; MORAES, J.R.E; MORAES, F.R; FERNANDES, J.B.K . *Uncaria tomentosa* increases growth and immune activity in *Oreochromis niloticus* challenged with *Streptococcus agalactiae*, *Fish. Shellfish Immunol.* 47 (1) (2015) 630- 638.
- AGUINAGA, Y.J; FERNANDES DC; ETO SF; CLAUDIANO GS; MARCUSSO PF; MARINHO-NETO FA; FERNANDES JBK; DE MORAES FR; DE MORAES JRE. Dietary camu camu, *Myrciaria dubia*, enhances immunological response in Nile tilapia, **Fish and Shellfish Immunology**, Nov; v. 58, p. 284-291, 2016.
- ANHÊ, F.F; NACHBAR, R.T; VARIN, T.V.; TROTTIER , J; DUDONNÉ, S; BARZ, M.L.; FEUTRY, P; PILON, G; BARBIER, O; DESJARDINS, Y; ROY, D; MARETTE, A. reatment with camu camu (*Myrciaria dubia*) prevents obesity by altering the gut microbiota and increasing energy expenditure in diet-induced obese mice, *Gut*: first published as 10.1136/gutjnl-2017-315565 on 31 July 2018. Downloaded from <http://gut.bmj.com/> on 5 October 2018 by guest. Protected by copyright.
- ANSELMO, A.A.S.; **Resíduos de frutos amazônicos como ingredientes alternativos em rações extrusadas para juvenis de tambaqui, *Colossoma macropomum***. Manaus 2008. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas- Área de concentração Biologia de Água Doce e Pesca Interior). Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, 2008.
- ARAÚJO, J. R.; SANTOS, L. D.; SILVA, L. C. R.; SANTOS, O. O.; MEURER, F. Digestibilidade aparente de ingredientes do Semi-Árido Nordestino para tilápia do Nilo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 5, p. 900-903, 2012. ARIDE, P.H.R., FERREIRA, M.S., DUARTE, R.M., OLIVEIRA, A.M., FREITAS, D.V., SANTOS, A.L.W., NOZAWA, S.R., VAL, A.L. Ascorbic acid (vitamin C) and iron concentration in

- Tambaqui, *Colossoma macropomum*, iron absorption. **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 41, p. 291-297, 2010.
- ARIDE, P.H.R; OLIVEIRA, A.M; R.B, BATISTA; M.S, FERREIRA; J, PANTOJA-LIMA; D.S, LADISLAU; P.D.S; CASTRO; A.T OLIVEIRA. Changes on physiological parameters of tambaqui (*Colossoma macropomum*) fed with diets supplemented with Amazonian fruit Camu camu (*Myrciaria dubia*). **Braz. J. Biol.** v.78 n.2 São Carlos May/Aug. 2018 Epub Sep 21, 2018.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA PISCICULTURA (PEIXE BR). **ANUÁRIO PEIXE BR DA PISCICULTURA 2018**. www.peixebr.com.br, 2018, Anual.
- BAUMGARTEN, M.G.Z. (1996) **Manual de análises em oceanografia química**. Rio Grande: Ed. Furg, p.132.
- BOSCOLO, W. R.; HAYASHI, C.; MEURER, F. Digestibilidade Aparente da Energia e Nutrientes de Alimentos Convencionais e Alternativos para a Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 31, n. 2, p. 539-545, 2002.
- BOYD, C.E. (1990) **Water quality in ponds for aquaculture**. Alabama: Auburn University, pp. 482.
- BUREAU, D. P., HARRIS, A. M., CHO, C. Y. Apparent digestibility of rendered animal protein ingredients for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Aquaculture**, 180:345–358, 1999.
- BUREAU, D. P., HUA, K., CHO, C. Y. Effect of feeding level on growth and nutrient deposition in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*Walbaum) growing from 150 to 600g. **Aquaculture Research**, 37:1090–1098, 2006. doi: 10.1111/j.1365-2109.2006.01532.
- CAMPECHE, D. F. B; MORAES, S. A.; LIMA, V. T.; SOUSA, S. M. N.; OLIVEIRA, S. T. L; SOUZA. M. G; PAULINO. R. V. Composição bromatológica e digestibilidade aparente de alimentos encontrados na região semiárida brasileira para arraçamento de tilapia rosa em cultivos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 2, p. 343-348, 2011.
- CHIRINOS, R.; GALARZA, J ; BETALLELUZ-PALLARDEL, I; PEDRESCHI, R; CAMPOS, D Antioxidant compounds and antioxidant capacity of Peruvian camu camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh) fruit at different maturity stages. **Food Chemistry** 120 (2010) 1019–1024
- CYRINO, J. E. P.; BICUDO, A. J. de A.; SADO, R. Y.; BORGHESI, R.; DAIRIKI, J. K. 2010. A piscicultura e o ambiente – o uso de alimentos ambientalmente corretos em piscicultura. **R. Bras. Zootec.**, v.39: 68-87.
- FRACASSETTI, D; COSTA, C; MOULAY, L; TOMÁS, B.F.A. Ellagic acid derivatives, ellagitannins, proanthocyanidins and other phenolics, vitamin C and antioxidant capacity of two powder products from camu-camu fruit (*Myrciaria dubia*). **Food Chemistry**, v.139, p 578–588, 2013.
- FURUYA, W.M.; SALES, P.J.P.; SANTOS, L.D; SILVA, L.C.R.; SILVA, T.C.S.; FURUYA, V.R.B.. Composição química e coeficientes de digestibilidade aparente dos subprodutos desidratados das polpas de tomate e goiaba para tilápia do Nilo. **B. Inst. Pesca**, 34(4): 505 – 510, 2008.
- GARGIULO, A.M.; CECCARELLI, P ; AGLIO, D; PEDINI, V. Effects of Dietary Mannan Histology and Ultrastructure of the Gut of the Tilapia (*Tilapia spp.*), a Hybrid Teleost. **Anat. Histol. Embryol**, v.27, p.89-94, 1998.
- GENC, M.A.; YILMAZ, E ; GENC, E; AKTAS, M. Effects of Dietary Mannan Oligosaccharides (MOS) on Growth, Body Composition, and Intestine and Liver Histology of the Hybrid Tilapia (*Oreochromis niloticus* x *O. aureus*). **The Israeli Journal of Aquaculture – Bamidgeh.**, v.59(1), p.10-16, 2007.

- GONÇALVES, A.E.S.C. **Compostos bioativos do camu- camu (Myrciaria dúbia Mc Vaugh): Caracterização e atividade biológica.** 2012. 62f., il. Tese (Doutorado em Ciências de Alimentos) – Faculdade de Ciências Farmaceuticas Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, São Paulo, 2012.
- GRESSLER, E., PIZO, M.A. and MORELLATO, L.P.C., 2006. Polinização e dispersão de sementes em Myrtaceae do Brasil. **Brazilian Journal of Botany**, v. 29, n. 4, pp. 509-530. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-84042006000400002>.
- KOROLEFF, F. (1976) **Determination of nutrients.** In: Grasshoff, K. Methods of seawater analysis. Verlag Chemie Weinheim, pp. 117-181.
- LEMOES, C.H.P; RIBEIRO, C.V.M; OLIVEIRA, C.P.B; COUTO,R.D; COPATTI, C.E. Effects of interaction between pH and stocking density on the growth, haematological and biochemical responses of Nile tilapia juveniles. **Aquaculture**, v. 495, p. 62-67, 2018.
- MEURER, F.; HAYASHI, C.; BOSCOLO, W. R. Digestibilidade aparente de alguns alimentos protéicos pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 32, n. 6, p. 1801- 1809, 2003a.
- MEURER, F; COSTA,M.M; BARROS, D.A.D; OLIVEIRA, S.T.L; PAIXÃO, P.S. Brown propolis extract in feed as a growth promoter of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*, Linnaeus 1758) fingerlings. **Aquaculture Research**, v40, p603-608, 2009.
- MOON, T.W. Glucose intolerance in teleost fish: fact or fiction?, **Comparative Biochemistry and Physiology Part B**, v129. p243-249, 2001
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of warmwater, fishes and shellfishes: nutrient requirements of domestics animals.** Washington: National Academy Press, 2011. 114 p.
- NAYAK, S.K; SWAIN, P.; MUKHERJEE S.C., Effect of dietary supplementation of probiotic and vitamin C on the immune response of Indian major carp, *Labeo rohita* (Ham.), **Fish. Shellfish Immunol.** v.23, p.892e896, 2007.
- NEVES, L. C.;CAMPOS, A. J.; COLOMBO,R. C.; ROBERTO,S. R.;ZEVALLOS,L. C.; Days after anthesis and postharvest behavior define maturity, harvesting time and nutraceutical content of camu–camu fruit. **Scientia Horticulturae**,v. 224, p 37-47 2017.
- OKAMURA, D; ARAÚJO, F.G; LOGATO, P.V.R.; MURGAS L.D.S; FREITAS R.T.F; ARAÚJO R.V. Effect of vitamin C over the haematocrit and glycemia of nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) alevins in simulated transport, **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.59, n.4, p.883-888, 2007.
- PALACIOS, M.E., DABROWSKI, K., ABIADO, M.A., LEE, A. Effect of Diets Formulated with Native Peruvian Plantson Growth and Feeding Efficiency of Red Pacu (*Piaractus brachypomus*) Juveniles, **Journal Of The World Aquaculture Society**, v. 37, n. 3 september, 2006.
- PROENÇA, E.C.M.; BITTENCOURT, P.R.L. **Manual de piscicultura tropical.** Brasília: IBAMA, 1994
- M. REVERTER., N. BONTEMPS., D. LECCHINI., B. BANAIGS., P. SASAL. Use of plant extracts in fish aquaculture as an alternative to chemotherapy: Current status and future perspectives, **Aquaculture** (2014), doi: 10.1016/j.aquaculture.2014.05.048
- SANTOS, E.L; LUDKE, M.C.M; BARBOSA, J.M; RABELO, C.B.V; LUDKE, J.V. Digestibilidade aparente do farelo de coco e residuo de goiaba pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Caatinga**, v. 22, n. 2, p.175-180, 2009. Disponível em: <http://periodicos.ufersa.edu.br/index.php/sistema/article/view/754/593>. Acesso em: 20 setembro, 2018.
- SANTOS, L. D.; SOUZA, S.M.N; SILVA, L. C. R.; BOMBARDELLI, R.A; MEURER, F. Pelleting and extrusion effects on the digestibility of alternative ingredients in Northeast

- Semi-arid for Nile tilapia. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, n. 6, p. 3367-3376, nov./dez. 2014.
- SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3. ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 235 p.
- SIPAÚBA-TABARES, L.H. (1994) Limnologia aplicada à aquicultura. Jaboticabal: FUNEP, 70p. Source for poultry. Int. **Journal Poultry Science.**, v9,1-4.
- TAYLORS, P., & ROBERTS, S. Clove oil: an alternative anesthetic for aquaculture. **North American Journal of Aquaculture**, v.61, p.150-155, 1999.
- THILSTED, S.H; LYMAN, A.T; WEBB, P; BOGARD, J.R; SUBASINGHE, R; PHILLIPS, M.J; ALLISON; E.H. Sustaining healthy diets: The role of capture fisheries and aquaculture for improving nutrition in the post-2016 era. *Food Policy*, v. 61, p. 126 131, 2016.
- VICENTE, I.S.T; ELIAS, S; FONSECA-ALVES, C.E. Prospects of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) production in Brazil, **Revista de Ciências Agrárias**, v37, n.4, p392-398, 2014.
- VILLACHICA, H.L., 1996. El cultivo del Camu Camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh) en la Amazonia Peruana: **Tratado de Cooperación Amazónica (TCA)**. Lima: Secretaría Pro Tempore.
- WRIGHT, J.R.; BONEN, A ; CONLON, J.M., POHAJDAK, B. Glucose Homeostasis in the Teleost Fish Tilapia: Insights from Brockmann Body Xenotransplantation Studies, **AMER. ZOOL.**, v.40 p.234–245 , 2000.
- WRIGHT, J.R.; HALI, W.O ; YANG , H; HAN, X.X; BONEN, A. GLUT-4 Deficiency and Severe Peripheral Resistance to Insulin in the Teleost Fish Tilapia, **General and Comparative Endocrinology**, V.111, p20–27, 1998, Article No. GC987081.
- YUYAMA, Kaoru. **A cultura de camu-camu no Brasil**. Jaboticabal, SP, 2011 Rev. Bras. Frutic. [online]., vol.33, n.2, pp.335-690.2011a
- YUYAMA, Kaoru. **THE CAMU-CAMU CULTURE IN BRAZIL**. Jaboticabal, SP, 2011 Rev. Bras. Frutic. [online]., vol.33, n.2, pp.335-690.