

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS
CAMPUS DE DRACENA**

Amanda Araújo Gaspar
Zootecnista

**DESEMPENHO PRODUTIVO E COMPOSIÇÃO DA
CARÇA DE TAMBQUIS (*Colossoma macropomum*
CURVIER 1818) ALIMENTADOS COM INGREDIENTES
ENERGETICOS**

Dracena

2021

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA (UNESP)
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS
CAMPUS DE DRACENA**

Amanda Araújo Gaspar
Zootecnista

**DESEMPENHO PRODUTIVO E COMPOSIÇÃO DA
CARÇA DE TAMBAQUIS (*Colossoma macropomum*
CURVIER 1818) ALIMENTADOS COM INGREDIENTES
ENERGETICOS**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Faculdade de Ciências
Agrárias e Tecnológicas – Unesp, Campus
de Dracena como parte das exigências
para conclusão do curso.

Orientador: Prof. Dr. Leonardo Susumu Takahashi
Co-orientador: Prof. Jeisson Emerson Casimiro Ferrari

Dracena
2021

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JULIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS
UNESP – CÂMPUS DE DRACENA

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

Título: Desempenho produtivo e composição da carcaça de tambaquis (*Colossoma macropomum*) alimentados com ingredientes energéticos de origem vegetal.

Modalidade: Trabalho de **atividades de pesquisa**

Autor: Amanda Araujo Gaspar

Orientador (a): Prof. Dr. Leonardo Susumu Takahashi

Co-orientador(es): Jeisson Ferrari

Número de Créditos: 12

Data da aprovação e correção de acordo com as sugestões da Banca: _06/01/2022_



Leonardo Susumu Takahashi



Thaise Mota Sátiro



Gabriela Castellani Carli

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Amanda Araújo Gaspar, nascida em 21 de setembro de 1997, na cidade de Tupi Paulista/SP. Ingressou no curso de Zootecnia na UNESP de Dracena no ano de 2017, onde iniciou suas atividades no grupo NOS (Núcleo de Operações Sustentáveis.) No ano seguinte em 2018, começou a ajudar nas atividades de outros setores, para conhecer outras áreas do curso. Em 2019 conheceu o Grupo de Aquicultura da Unesp de Dracena, onde desenvolveu o projeto que permitiu a realização deste trabalho de conclusão de curso em Zootecnia.

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, que de alguma forma sempre me incentivaram essa conquista.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente a Deus, por tudo, por nunca ter me deixado desistir dos meus sonhos.

A minha mãe, ao meu pai e a minha irmã pelo incentivo e apoio; que mesmo sem condições se esforçaram ao máximo.

Ao Professor Dr. Leonardo Susumu Takahashi pela orientação e paciência nesse período.

Ao meu coorientador Jeisson Emerson Casimiro Ferrari pela ajuda e paciência no desenvolvimento do experimento.

Aos participantes desse projeto, pois sem nosso trabalho em equipe nada disso seria possível. Jeisson e Douglas, obrigada por todo o nosso companheirismo, as diversões e os conselhos dados nesse longo período.

Agradeço imensamente a Gabriela Carli, por toda paciência, ensinamentos e risadas durante todo o meu período no GAUD, inclusive nessa reta final.

Aos professores da Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas – FCAT- UNESP- Dracena, pelo ensino oferecido nessa minha caminhada como discente do curso.

Aos meus amigos de vida e também aos amigos que fiz durante toda a graduação, que de alguma maneira sempre me incentivaram e não me deixaram desistir no caminho. Obrigada por tornarem as coisas mais fáceis e descontraídas.

Em especial agradeço aos meus melhores, Katia Lirian, Lorrane Gabrielle, Gabriela Urbano, Lucas Oliveira e Douglas Graciano, por sempre estarem ao meu lado em qualquer situação de dificuldade durante o curso, irei leva-los para o resto da minha vida.

Ao GAUD por ter aberto as portas a todo esse meu desenvolvimento, e aos membros do grupo que de alguma forma fizeram parte da minha jornada.

Obrigada a todos!

RESUMO

O tambaqui é uma espécie nativa de hábito alimentar onívoro que permite a utilização de diferentes fontes de energia, podendo resultar em um efeito poupador de proteína e conseqüentemente na redução de custos. A alimentação na piscicultura é o maior desafio desta atividade, representando mais de 70% do custo final da produção. Dessa forma o objetivo foi avaliar o desempenho produtivo e composição da carcaça de tambaquis (*Colossoma macropomum* Curvier 1818) alimentados com ingredientes energéticos. Foram utilizados 208 juvenis de tambaqui com peso médio inicial de 110 g, distribuídos aleatoriamente em 24 caixas de 300 L (8 peixes/tanque) dispostas em sistema fechado de recirculação de água. Foram formuladas seis dietas experimentais contendo diferentes alimentos energéticos: milho, sorgo, amido de milho, farelo de trigo, farelo de arroz e quirera de arroz. Os peixes foram alimentados com as dietas experimentais até a saciedade aparente por 57 dias em três refeições diárias. As variáveis calculadas em desempenho produtivo foram peso final, comprimento final, ganho de peso diário, taxa de eficiência proteica e consumo médio, já na composição da carcaça foi analisado matéria seca, matéria mineral, proteína bruta e energia bruta. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com seis tratamentos (milho, sorgo, amido de milho, farelo de trigo, farelo de arroz e quirera de arroz) e quatro repetições por tratamento. Os resultados, após teste de normalidade e homogeneidade da variância foram submetidos a análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey (5%) para comparação de médias. Nos resultados encontramos diferenças estatísticas somente nos parâmetros de peso final, taxa de eficiência proteica e matéria mineral, onde podemos concluir que o amido de milho e o milho são bons alimentos energéticos para o tambaqui.

Palavras-chave: Nutrição. Alimentos alternativos. Carboidratos.

ABSTRACT

Tambaqui is a native species with an omnivorous food habit that allows the use of different energy sources, which can result in a protein saving effect and consequently in cost reduction. Feeding in fish farming is the biggest challenge of this activity, representing more than 70% of the final cost of production. Thus, the objective was to evaluate the productive performance and carcass composition of tambaquis (*Colossoma macropomum* Curvier 1818) fed with energy ingredients. A total of 208 juvenile tambaqui with an average initial weight of 110 g were used, randomly distributed in 24 boxes of 300 L (8 fish/tank) arranged in a closed system of water recirculation. Six experimental diets containing different energy foods were formulated: corn, sorghum, corn starch, wheat bran, rice bran and broken rice. Fish were fed the experimental diets until apparent satiety for 57 days in three meals a day. The variables calculated in productive performance were final weight, final length, daily weight gain, protein efficiency rate and average consumption, while in the carcass composition, dry matter, mineral matter, crude protein and crude energy were analyzed. The experimental design was completely randomized with six treatments (corn, sorghum, corn starch, wheat bran, rice bran and broken rice) and four replications per treatment. The results, after testing for normality and homogeneity of variance, were subjected to analysis of variance (ANOVA) and Tukey's test (5%) to compare means. In the results we found statistical differences only in the parameters of final weight, protein efficiency rate and mineral matter, where we can conclude that corn starch and corn are good energy foods for tambaqui.

Keywords: Nutrition. Alternative foods. Carbohydrates.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Tambaqui	19
Figura 02 – Laboratório de Aquicultura	22
Figura 03 – Dietas Experimentais.....	23
Figura 04 – Biometria.....	25
Figura 05 – Pesagem da Ração/ Fornecimento de Ração.....	26
Figura 06 – Trituração da Carcaça e Trituração da amostra.....	27
Figura 07 – Pesagens/ Secagem na estufa/ secagem da mufla.....	29
Figura 08 – Bloco digestor/ Homogeneização da digestão/ Destilador.....	30
Figura 09 – Titulação.....	30
Figura 10 – Determinação de energia bruta	31

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 OBJETIVOS	17
Objetivo Geral	17
3 REVISÃO DE LITERATURA	18
3.1 Características do <i>Colossoma Macropomum</i>	18
3.2 Piscicultura e peixes nativos	19
3.2 Alimentação e Nutrição	20
4 MATERIAL E MÉTODOS	22
4.1 Avaliação Ética	22
4.2 Local, material biológico e instalações	22
4.3 Dietas experimentais	23
4.4 Biometrias	25
4.5 Parâmetros físicos da água	26
4.6 Desempenho produtivo.....	26
4.7 Coleta de material biológico	27
4.8 Preparação das amostras	27
4.9 Análises Bromatológicas	28
4.9.1 Matéria Seca (MS) e Matéria Mineral (MM)	28
4.9.2 Nitrogênio Total (Proteína Bruta)	29
4.9.3 Energia Bruta	30
4.10 Delineamento e análise estatística	31
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
5.1 Desempenho produtivo	31
5.2 Composição Química e Energia Bruta	33
6 CONCLUSÃO	34
REFERÊNCIAS Bibliograficas	35

1. INTRODUÇÃO

O tambaqui (*Colossoma macropomum*) é um peixe com ampla distribuição nos rios da Região Norte do Brasil e uma das espécies de maior importância na alimentação da população desta região. Este peixe vem, nas últimas décadas, se tornando uma das principais espécies nativas para a piscicultura brasileira, apresentando um ótimo desempenho de crescimento e alta produtividade, fato que torna abundante a sua oferta no mercado consumidor (CARVALHO, 2007). O tambaqui, *C. macropomum*, é um peixe de água doce cujo tamanho pode atingir até 1 m de comprimento e um total de 30 kg de peso corporal no seu ambiente natural. Este peixe é o segundo maior peixe de escamas nas águas sul-americanas, sendo inferior apenas ao pirarucu (*Arapaima gigas*) (OLIVEIRA, 2009)

A nutrição é o maior desafio da produção desses animais, tornando-se um agente limitante nas criações intensivas. Isso acontece porque os gastos com ração representam mais de 70% do custo final da produção. Na dieta, os ingredientes mais caros são os de origem proteica, sendo estes exigidos em grande quantidade nas rações de juvenis, variando de 31 a 56% de inclusão para a maioria das espécies de peixes cultivados apresentarem seu máximo desenvolvimento (FURUYA *et al.*, 2000; BITTENCOURT, 2010; ALMEIDA, 2019).

A concentração energética em rações para peixes é determinada considerando a proporção entre a energia e proteína, levando em conta o desempenho produtivo, da viabilidade econômica da formulação e do bem-estar dos animais. Dietas com baixa relação energia e proteína podem levar a um aumento da excreção nitrogenada por alterações no metabolismo dos aminoácidos e conversão de energia, fazendo com que boa parte da proteína seja usada como fonte de energia, levando assim ao aumento do custo de produção e uma qualidade de água ruim. Por outro lado, uma alta relação energia e proteína pode diminuir o consumo e ocasionar aumento na conversão alimentar pelos animais (CHO, 1992; SÁ; FRACALLOSSI, 2002; WILSON, 2002; PIEDRAS *et al.*, 2004; COTAN *et al.*, 2006; NAVARRO *et al.*, 2006; NRC, 2011). Entre os substratos energéticos de uma dieta estão os carboidratos. O seu aproveitamento

pelos peixes parece estar associado à complexidade de sua molécula dentre muitos outros fatores. Embora os peixes não tenham exigências dietéticas específicas para carboidratos, a inclusão desse nutriente na formulação das dietas constitui uma importante fonte de energia, representando uma considerável economia na produção de rações (GATLIN, 1999).

De maneira geral, os peixes onívoros utilizam bem níveis de carboidratos de até 20% na dieta. O arroz, o milho, o sorgo, o trigo e seus subprodutos são alimentos energéticos comuns em dietas para peixes (OLIVEIRA, 2009), e são capazes de promover o efeito poupador de proteínas, fornecendo energia para o metabolismo dos peixes em detrimento das proteínas.

2 OBJETIVOS

Objetivo Geral

O objetivo desse estudo foi avaliar o desempenho produtivo e composição da carcaça de tambaquis (*Colossoma macropomum* Curvier 1818), alimentados com ingredientes convencionais de origem vegetal.

Objetivos específicos

Os objetivos específicos foram verificar se os diferentes ingredientes energéticos utilizados alteram o crescimento e o aproveitamento do alimento dos juvenis de tambaqui e se isto promove alterações na composição química da carcaça destes peixes.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Características do *Colossoma Macropomum*

O tambaqui (*Colossoma macropomum*) (Figura 1) é um peixe nativo das bacias dos rios Amazonas e Orinoco. É bastante apreciado devido ao seu rápido crescimento, adaptação ao cativeiro, fácil manejo alimentar, resistência, além do alto valor comercial e gastronômico de sua carne (BARÇANTE; SOUSA, 2015).

Ele possui uma boa aceitação, o que pode ser atribuída às suas características zootécnicas favoráveis para a aquicultura, a saber, a facilidade de produção de alevinos, seu rápido crescimento em cativeiro, rusticidade, resistência a elevadas temperaturas na água dos sistemas de cultivo e a eventuais quedas de oxigênio dissolvido na água, ao manuseio, as enfermidades e facilidade de comercialização (PAULA, 2009; MENDONÇA *et al.*, 2009). Na falta de oxigênio dissolvido na água (hipóxia) o tambaqui garante a sua sobrevivência através do aumento do lábio inferior, e também costuma nadar próximo à superfície para captar mais oxigênio, além de reduzir o seu metabolismo e sua taxa de crescimento (DAIRIKI, 2011).

Em comparação com a maioria das outras espécies amazônicas, o tambaqui possui lábios muito carnosos, dentes molares afiados e fortes. Esta característica o tambaqui se alimenta de frutos e sementes (LIMA; GOULDING, 1998).

Figura 1: Tambaqui



Fonte: Kilma Naturalli

3.2. Piscicultura e peixes nativos

Há uma grande quantidade de espécies nativas com grande potencial produtivo, tendo destaque a criação de peixes redondos, como tambaqui (*Colossoma macropomum*) e pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e também os seus híbridos, porém também há outros peixes com potencial de exploração na piscicultura como a piapara (*Megaleporinus obtusidens*), o curimatá (*Prochilodus lineatus*) e o dourado (*Salminus brasiliensis*) (BOSCOLO *et al.*, 2011; SOUSA, 2016; EMBRAPA, 2018).

A piscicultura brasileira é realizada com base em espécies exóticas que representam a maior parte da produção no país, mas também existem algumas espécies nativas, que podem ser criadas em cativeiro, dentre as quais se destaca o tambaqui, que recentemente teve um aumento de 40% na sua produção entre 2007 e 2009 (BARÇANTE; OUSA, 2015).

Os estudos de nutrição de peixes nativos vêm aumentando ao longo dos anos, gerando melhorias e aumento dos sistemas de produção. Em 2019 a produção de peixes nativos chegou a 287.900 toneladas, apresentando um aumento de 20 toneladas se comparado com o ano anterior. Apesar desse aumento não ser muito expressivo, houve um crescimento em comparação com os anos anteriores (BOSCOLO *et al.*, 2011; Peixe BR, 2020).

Em relação aos países que destaque na aquicultura, o Brasil apresenta um grande potencial de exploração, por consequência do mercado forte e de disponibilidade de grãos para a produção de rações comerciais, além de também apresentar em sua maioria de território um clima tropical com excelente disponibilidade hídrica, onde se tem mais de 12% de toda água doce do planeta, e também com grandes territórios disponíveis para a construção de tanques e açudes. Junta-se a isso a grande biodiversidade em relação as incontáveis espécies de peixes com potencial produtivo, dando ao país um panorama favorável para a piscicultura (ROCHA, 2013; DE OLIVEIRA, 2015).

3.3. Alimentação e Nutrição

De acordo com Almeida (2010), a nutrição e alimentação dos peixes são fatores decisivos para o seu desenvolvimento eficaz e saudável. A utilização de diferentes ingredientes nas dietas é de suma importância, pois o que é aproveitado pelos animais representa a capacidade do animal em absorver os nutrientes e a energia presentes nos alimentos (GONÇALVES; FURUYA, 2004; BITTENCOURT *et al.*, 2010; ALMEIDA, 2019).

Sabemos que a proteína é o ingrediente mais caro da dieta, e conseqüentemente não pode faltar pois é utilizada para o crescimento, manutenção do organismo e outras funções como a produção de energia; a proteína é a fonte primária de energia, porém como o tambaqui é um animal onívoro que consome muito carboidrato na dieta natural, então ele tem a capacidade de utilizar o carboidrato disponível na dieta como fonte de energia.

As diversas espécies de peixes possuem capacidades diferentes em relação ao aproveitamento dos nutrientes presentes nas rações, pois tem hábitos alimentares e características tanto anatômicas como morfológicas do sistema digestório distintas. Os peixes carnívoros consomem alimentos com alto valor nutritivo, pois o seu intestino é mais curto, fazendo com que o alimento não permaneça por muito tempo em seu trato. Já os peixes onívoros tem a tendência de consumirem alimentos com valores nutritivos menores, pois possuem um intestino longo, fazendo com que o alimento fique mais tempo em contato com

as enzimas do trato, melhorando a eficácia da digestão e absorção dos nutrientes (ROTTA, 2003; BOSCOLO *et al.*, 2011; RIBEIRO *et al.*, 2016).

A proteína e a energia assumem grandes responsabilidades na composição de rações, claramente com maior destaque em relação a proteína, pois ela é exigida em maiores quantidades para suprir as necessidades fisiológicas dos peixes. Porém, essa relação de energia e proteína da dieta afeta muito, e de forma significativa, a determinação do nível ótimo de proteína nas dietas, pois a baixa relação energia:proteína compromete a utilização da segunda, gerando uma diminuição na taxa de crescimento, ao mesmo tempo em que a relação excessiva também se torna prejudicial, porque diminuem o consumo de proteína e de outros nutrientes, atrapalhando o total desenvolvimento dos peixes (ALVAREZ-GONZÁLEZ, 2001; SÁ; FRACALLOSSI, 2002; COTAN *et al.*, 2006; NAVARRO *et al.*, 2006; BOSCOLO *et al.*, 2011; RIBEIRO *et al.*, 2016).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Avaliação Ética

Os procedimentos de manipulação de animais foram submetidos à Comissão de Ética em Uso de Animais (CEUA) da Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas – Unesp, Campus de Dracena e estavam de acordo com os preceitos e normas do Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA).

4.2 Local, material biológico e instalações

O experimento foi conduzido no Laboratório de Aquicultura da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas – FCAT-UNESP, campus Dracena (Figura 2). Foram utilizados 208 juvenis de tambaqui com peso médio inicial de 110 g, distribuídos em 24 caixas de polietileno de 300 L (8 peixes/caixa) dispostas em sistema fechado de recirculação de água, com filtro biológico e aerador elétrico acoplado a mangueiras de silicone e pedras porosas para promover adequada concentração de oxigênio dissolvido.

Figura 02: Caixas



Fonte: Arquivo pessoal.

4.3 Dietas experimentais

Foram formuladas seis dietas experimentais contendo diferentes ingredientes energéticos: milho, sorgo, amido de milho, farelo de trigo, farelo de arroz e quirera de arroz (Figura 3, Tabela 1).

As dietas experimentais, após a formulação, moagem e mistura dos ingredientes, foram processadas em peletizadora e secas em estufa com circulação de ar à 40° C, durante 24 horas. As dietas foram processadas no LANUMA: Laboratório de Nutrição e Metabolismo Animal da FCAT da UNESP, campus de Dracena. Após secagem, as dietas foram colocadas em sacos plásticos etiquetados e armazenadas.

Figura 03: Dietas experimentais



Fonte: Arquivo pessoal

Tabela 01: Formulação e composição analisada das dietas experimentais.

DIETAS EXPERIMENTAIS							
Ingredientes (%)	MI	SO	AM	F.TR	F.AR	Q.AR	Ref.
Farinha de peixe	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00
Conc. Proteico de soja	15,90	15,50	19,40	13,40	14,50	16,70	16,70
F. Soja	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00
Milho	38,50	8,50	8,50	8,50	8,50	8,50	8,50
Sorgo	-	30,00	-	-	-	-	-
Amido de Milho	-	-	30,00	-	-	-	-
Farelo de trigo	-	-	-	30,00	-	-	-
Farelo de arroz	-	-	-	-	30,00	-	-
Quirela de arroz	-	-	-	-	-	30,00	-
Óleo de Soja	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50
Premix min/vit.	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Fosbical	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
Vit. C	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Caolin	4,03	4,43	0,53	6,53	5,43	3,23	-
Total	<u>100,00</u>	<u>100,00</u>	<u>100,00</u>	<u>100,00</u>	<u>100,00</u>	<u>100,00</u>	<u>66,77</u>
<hr/>							
Composição centesimal	90,39	89,87	90,05	90,43	90,66	90,19	60,05
MS %	32,19	32,18	32,22	32,63	32,86	32,88	-
PB %	29,48	27,11	29,68	30,06	29,12	27,90	-
EE %	6,71	6,57	5,61	6,56	9,82	5,94	-
FB %	2,21	2,55	1,80	4,34	3,96	1,90	-
MM %	7,42	7,47	7,54	8,26	9,67	7,40	-
ENN %	38,16	36,98	42,73	32,38	29,23	39,19	-
EB kcal/kg	4076,7	4058,3	4162,9	3941,4	4110,7	4069,9	-
ED kcal/kg	<u>3303,64</u>	<u>3280,94</u>	<u>3309,87</u>	<u>3057,54</u>	<u>3087,69</u>	<u>2427,71</u>	-
<hr/>							
Amido	25,04	26,00	32,33	14,90	13,16	28,49	-
<hr/>							
Ca %	0,17	1,17	1,17	1,20	1,19	1,20	-
P %	0,77	0,81	0,75	1,02	1,26	0,80	-
Na %	0,14	0,14	0,14	0,14	0,15	0,14	-
Cl %	0,19	0,18	0,16	0,18	0,18	0,18	-

K %	0,67	0,68	0,17	0,90	1,00	0,63	-
-----	------	------	------	------	------	------	---

4.4. Biometrias

Inicialmente, os animais foram submetidos a um período de aclimatação e adaptação as condições experimentais. Neste período, os peixes foram alimentados com ração comercial, observando e respeitando a saciedade aparente. Após este período, os animais foram submetidos a um jejum de 24 horas para limpeza total do trato digestivo e, posteriormente, foram submetidos a biometria inicial, sendo anestesiados com solução de eugenol (100 mg/L), pesados em balança semi-analítica e medidos individualmente em ictiômetro, obtendo as variáveis peso médio inicial (g) e comprimento total inicial (cm).

Realizada a biometria inicial, os peixes foram distribuídos nas 24 caixas divididas em seis tratamentos e quatro repetições. Após 57 dias de alimentação, os peixes foram submetidos à biometria final, seguindo o mesmo protocolo da biometria inicial, assim obtendo as variáveis: peso médio final (g) e comprimento total final (cm) (Figura 4).

Figura 4: Biometria



Fonte: Arquivo pessoal

4.5. Parâmetros físicos da água

Durante o experimento, foram monitoradas as variáveis físico-químicas da água das caixas: temperatura e concentração de oxigênio dissolvido (através de medidores portáteis da YSI). Semanalmente, foram realizadas sifonagens nas caixas e limpeza para retirada das fezes e resíduos de alimentos, com intuito de manter uma boa qualidade da água e bem estar animal. Os parâmetros médios para temperatura e oxigênio, foram: temperatura mínima de 26,9 °C e temperatura máxima de 28,0 °C e 6,86 mg/L para a concentração de oxigênio dissolvido.

4.6. Desempenho produtivo

Os peixes foram alimentados, até a saciedade aparente, em três refeições diárias (7h00; 14h00 e 16h00), durante 57 dias. As dietas foram fornecidas em pequenas quantidades, sendo observados os comportamentos dos animais, para minimizar possíveis sobras de alimento no fundo das caixas (Figura 5). Diariamente os recipientes das dietas experimentais foram pesados e registrados, para determinação do consumo alimentar de cada caixa.

Figura 05: Pesagem da ração e posteriormente alimentação.



Fonte: Arquivo pessoal.

4.7. Coleta de material biológico

Após o jejum de 24 horas os peixes foram submetidos a uma superdosagem do anestésico Eugenol (óleo de cravo), e posteriormente congelados no freezer.

Para composição da carcaça foram utilizados 72 peixes de uma amostra inicial e após os 57 dias de alimentação, 3 peixes/caixa, totalizando 16 peixes/tratamento, sendo coletados aleatoriamente.

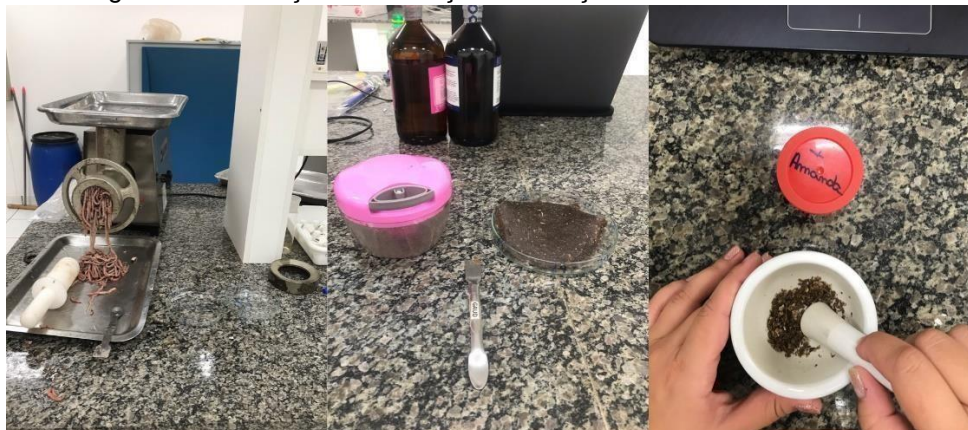
4.8. Preparação das amostras

Os peixes foram congelados por 48 horas em freezer a -20°C ; foram triturados e moídos em um moedor de carne. Cada amostra foi adicionada em duas placas de Petri com a identificação correspondente e adicionada a estufa de 105°C por 24 horas. Após este período foram pesadas e retornaram à estufa por mais 12 horas.

Em seguida as amostras foram trituradas até ficarem numa fração menor e, posteriormente, serem usadas para as análises de matéria seca, matéria

mineral, proteína bruta e energia bruta, sendo consideradas como amostras de pré-secas (Figura 6).

Figura 06: Trituração da carcaça e Trituração das amostras



Fonte: Arquivo pessoal

4.9. Análises da Composição Química da Carcaça

4.9.1 Matéria Seca (MS) e Matéria Mineral (MM)

No procedimento foram separados os cadinhos utilizados para as amostras, foram lavados, deixados secar em estufa de 105°C por 24 horas. Em seguida foram retirados da estufa com auxílio de uma pinça e colocados no dessecador por 40 minutos para resfriar. Foi anotado o valor do peso do cadinho vazio após estufa (PC) e adicionado aproximadamente 0,5 g de amostra em cada cadinho. Em seguida foram colocados na estufa por mais 24 horas em temperatura de 105°C e, após esse período, foram retirados da estufa e colocados no dessecador para resfriar por 40 minutos. O peso de cada cadinho vazio e com amostra foi anotado e estes valores foram usados posteriormente para o cálculo da matéria seca (AOAC, 2000).

Os mesmos cadinhos contendo as amostras já secas foram colocados em um forno mufla para a determinação da matéria mineral. Inicialmente a mufla foi ligada a 150°C por 40 minutos. Após este período de tempo, aumentou-se a temperatura gradativamente (250° C por uma hora; 350° C por 30 minutos e 450° C por 30 minutos) até a mufla atingir 550° C permanecendo as amostras por

quatro horas. Finalizadas as 4 horas a mufla foi desligada e aberta somente 10 horas depois. As amostras foram retiradas da mufla, colocadas no dessecador e, após resfriarem, pesadas novamente (Figura 7). Os valores de peso inicial do cadinho vazio e com amostra e final, após passagem pela mufla, foram usados para o cálculo da matéria mineral (AOAC, 2000).

Cálculos:

$$MS(\%) = \frac{100 \times (PE - PC)}{Am}$$

$$MM(\%) = \frac{100 \times (PM - PC)}{Am}$$

Em que:

MS = Matéria seca;

MM = Matéria mineral;

PC = peso do cadinho após estufa (105° C);

PE = peso do cadinho + amostra após estufa (105° C); PM = peso do cadinho + amostra após mufla (600° C).

Figura 07: Pesagens / Secagem na Estufa / Secagem na Mufla



Fonte: Arquivo pessoal

4.9.2. Nitrogênio Total (Proteína Bruta)

As amostras foram pesadas com aproximadamente 0,1 g e seus valores foram anotados para posterior cálculo, foi dispensada a quantidade pesada em tubo para a digestão contendo 1 g de mistura digestora e 4 mL de ácido sulfúrico

concentrado. Os tubos foram colocados em bloco digestor com capela para a exaustão de gases, onde permaneceram por 4 horas a temperatura inicial de 150°C e final de 400°C até a completa digestão, tendo como resultado uma solução de coloração verde clara. Após término do processo a solução permaneceram por 1 hora até seu resfriamento completo e receberam 20 mL de água destilada, tornando-se prontos para a fase de condensação

Durante a condensação foram adicionados 25 mL de NaOH a 15 mol/L a um béquer com 10 mL de ácido bórico. Após aquecimento as amostras com NaOH, por evaporação e condensação, entram em contato com o ácido bórico no béquer e a solução final torna-se de coloração verde, foram titulada com HCl (Figura 8). Os valores encontrados a titulação foram anotados para posterior utilização nos cálculos para determinação da PB, a titulação foi finalizada quando a mistura do béquer ficou rosa novamente. O volume de HCl gasto foi anotado (Figura 10). (AOAC, 2000).

Figura 8: Bloco Digestor / Homogeneização da digestão / Destilador



Fonte: Arquivo pessoal

Figura 9: Titulação



Fonte: Arquivo pessoal

4.9.3. Energia Bruta

A análise de energia bruta foi realizada no Laboratório de Carcinicultura do Centro de Aquicultura da UNESP, campus de Jaboticabal. Calculado através da bomba calorimétrica, onde a amostra já tinha sido seca em estufa e pesada corretamente.

Figura 10: Processo de determinação de Energia Bruta



Fonte: Arquivo Pessoal.

4.10. Delineamento e análise estatística

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com seis tratamentos e quatro repetições. Cada caixa foi considerada uma unidade experimental (repetição), sendo quatro para cada tratamento. Ao término do experimento, os resultados foram tabulados e submetidos à análise de variância ANOVA e teste de Tukey à 5% através do programa Rstudio,4.1.1.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Desempenho produtivo

Os resultados estatísticos de desempenho produtivo obtidos nesse estudo estão apresentados na Tabela 2. Foi possível observar que houve diferença ($p < 0,05$) somente para peso final e taxa de eficiência proteica.

Os peixes alimentados com dieta contendo amido de milho apresentaram peso final superior em relação ao tratamento com farelo de arroz. Por outro lado, os tambaquis que receberam a dieta com farelo de arroz obtiveram maior taxa de eficiência proteica comparado ao amido de milho.

Tabela 2: Desempenho produtivo de juvenis de tambaqui alimentados com ingredientes energéticos de origem vegetal.

Va	MI	Alimento				FA	QA	EPM	
		SO	AM	FT	de P				
PF	200,6ab	195,8ab	206,9 ^a	192,1ab	183,4b	201,4ab	2,34	0,03	
CF	22,7	22,6	22,8	22,6	22,0	22,9	0,12	0,38	
GPD	1,20	1,13	1,32	1,06	0,93	1,19	0,04	0,08	
TEP	0,47ab	0,55ab	0,43b	0,55ab	0,68a	0,50ab	0,03	0,04	
CM	104,3	104,1	103,9	101,6	104,9	104,6	0,56	0,64	

Valor

Abreviações: PF, peso final (g); CF, comprimento final (cm); GPD, ganho de peso diário (g); CM, consumo médio (g); TEP, taxa de eficiência proteica (%).

EPM: erro padrão da média Médias distintas na mesma linha indicam diferença pelo teste Tukey a 5% de significância.

O maior peso final foi observado nos juvenis de tambaqui que receberam amido de milho. O amido constitui o principal material de reserva vegetal de amido e a principal fonte de carboidratos disponível para a alimentação, pois ele é um polissacarídeo altamente ramificado (GERMANI *et al.*, 2008). Além disso, é um alimento extremamente palatável podendo gerar assim um maior consumo da ração nos tambaquis.

Ao contrário do amido de milho, a dieta com farelo de arroz apresentou o pior desempenho em relação ao amido de milho, mas aos outros não. Isso pode estar associado à sua constituição fibrosa já que é uma ingrediente que possui um aspecto fibroso, que consiste em pequenas quantidades de cascas de arroz, com granulometria fina, apresenta também uma composição média de 14,7% de proteína bruta, 10,0% de matéria mineral, 16,2% de extrato etéreo, 9,0% de fibra bruta, 24,1% de FDN e FDA, 4.852 kcal/kg de energia bruta em matéria seca (ROSTAGNO *et al.*, 2011). Essas características podem ter resultado em uma maior saciedade do animal.

Como não houve diferenças estatísticas significativas nos parâmetros de comprimento final e ganho de peso diário, acredita-se que os seis ingredientes testados (milho, soja, amido de milho, farelo de trigo, farelo de arroz e quirera de arroz) foram bem utilizados pelos peixes para obtenção de energia

Em relação a taxa de eficiência proteica, que está claramente relacionada com a conversão alimentar dos tambaquis, o melhor resultado observado foi o da dieta com farelo de arroz que possui em sua composição vitaminas, minerais e fibras, fazendo dele uma boa opção como ingrediente alternativo energético. Tanto a quirera e o farelo de arroz têm uma alta disponibilidade no mercado (RIBEIRO *et al.*, 2010). A dieta com amido de milho obteve o resultado mais baixo em relação a taxa de eficiência proteica, o que pode estar relacionado ao

consumo desta dieta, que mesmo sem diferença no consumo, resultou em conversão alimentar baixa.

5.2. Composição Química e Energia Bruta

Os resultados de composição química e energia bruta da carcaça dos juvenis de tambaquis estão dispostos na Tabela 3. Os valores utilizados para os cálculos estatísticos referem-se à concentração do nutriente na amostra préseca.

Foram observadas diferenças estatísticas ($p < 0,05$) somente na matéria mineral (MM); e a dieta com milho resultou em maior matéria mineral em comparação as demais.

Tabela 3: Composição química e energia bruta da carcaça de juvenis de tambaqui alimentados com diferentes ingredientes energéticos de origem vegetal.

Var.	Alimentos					EPM	Valor	
	MI	SO	AM	FTFA	QA		de P	
MS, %	96,3	97,1	96,8	96,5	95,5	95,9	0,19	0,23
MM, %	13,5 ^a	11,3 ^{ab}	11,5 ^{ab}	10,9 ^{ab}	8,7 ^b	12,2 ^{ab}	0,4	0,02
PB, %	60,4	61,9	63,6	61,8	64,7	66,8	1,11	0,66
EB, kcal/kg	5.234	5.191	4.933	5.185	5.390	5.245	43,2	0,05

Abreviações: MS, matéria seca; MM, matéria mineral; PB, proteína bruta; EB, energia bruta.

EPM: erro padrão da média Médias distintas na mesma linha indicam diferença pelo teste Tukey a 5% de significância.

Os estudos com exigências nutricionais para peixes objetivam alcançar o máximo potencial zootécnico da espécie em estudo, com um nível mínimo de nutriente, determinante na relação custo-benefício na composição da dieta (PORTZ *et al.*, 2000).

Em relação ao parâmetro de matéria mineral (cinzas) foi observado que a dieta com milho resultou em maior valor, o que pode estar relacionado ao fato do

milho ser um alimento altamente palatável e que resulta em um bom desenvolvimento corporal e ósseo. Já o farelo de arroz, como já justificado no texto acima, tem grande quantidade de fibra bruta que faz com que os peixes alcancem a saciedade mais rapidamente, por ser fibroso também passa mais rápido pelo trato digestivo, não dando tempo para aproveitar melhor os nutrientes; com isso se tem um baixo desenvolvimento da carcaça e ósseo, o que gera uma matéria mineral baixa.

6. CONCLUSÃO

Com base nos resultados apresentados pode-se concluir que o amido de milho e milho, são bons alimentos energéticos para o tambaqui. Esses resultados colaboram para a elaboração de novos estudos sobre nutrição de espécies nativas, como o tambaqui.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of AOAC international**. 17. ed. Arlington: AOAC International, 2000.

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

BOWEN, S.H. Dietary-protein requirements of fishes – A Reassessment. **Can. J. Fish. Aquat. Sci.**, v.44, p.1995-2001, 1987.

CHO, C.Y. Sistemas de alimentação de trutas arco-íris e outros salmonídeos com referência às estimativas atuais de necessidades de energia. **Aquicultura**, v.100, ed. 1-3, p.107-123, 1992.

FRACALOSSO, D.M.; RODRIGUES, A.P.O.; SILVA, T.S.C.; CYRINO, J.E.P. **Técnicas experimentais em nutrição de peixes**. In: FRACALOSSO, D.M.; CYRINO, J.E.P. (Eds.), Nutriaqua. Florianópolis: Aquabio, p.37-63, 2013.

FURUYA, W.M. **Tabelas brasileiras para a nutrição de tilápias**. Toledo - PR: GFM, 2010.

FURUYA, W.M.; BOTARO, D.; MACEDO, R.M.G.; SANTOS, V.G.; SILVA, L.C.R.; SILVA, T.C.; FURUYA, V.R.B.; SALES, P.J.P. Aplicação do conceito de proteína ideal para redução dos níveis de proteína em dietas para tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*). **R. Bras. Zootecnia**, v.34, n.5, p.1433-1441, 2005.

FURUYA, W.M.; HAYASHI, C.; FURUYA, V.R.B.; SOARES, C.M. Exigência de proteína para alevino revertido. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.1912-1917, 2000.

GONÇALVES, A.F.N.; HA, N.; BILLER-TAKAHASHI, J.D.; SATO, L.S.; KISHIMOTO, M.K.; TAKAHASHI, L.S. Densidade de estocagem e restrição alimentar em juvenis de piapara. **Bol. Instituto. Pescador**, v.40, n.3, p.431 -439, 2014.

IBGE. **Produção da Pecuária Municipal 2015**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, v.43, p.49, 2015.

IZEL, A.C.U.; MELO, L.A.S. **Criação de tambaqui (Colossoma macropomum) em tanques escavados no estado do Amazonas**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2004. 19 p. (Documentos, 32).

LIMA, C.S.; SILVEIRA, M.M.; TUESTA, G.M.R. Nutrição energética para peixes. **Ciência Animal**, v.25, n.4, p.27-34, 2015.

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