



Universidade Federal do Maranhão
Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal

NÍVEIS DE ENERGIA DIGESTÍVEL EM RAÇÕES PARA TAMBATINGAS NA FASE ENTRE 20 E 100 GRAMAS

MAYLANNE SOUSA DE LIMA

Chapadinha - MA
2024

MAYLANNE SOUSA DE LIMA

**NÍVEIS DE ENERGIA DIGESTÍVEL EM RAÇÕES PARA
TAMBATINGAS NA FASE ENTRE 20 E 100 GRAMAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal do Maranhão, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Antonio Delmondes Bomfim

Chapadinha - MA
2024

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Diretoria Integrada de Bibliotecas/UFMA

Sousa de Lima, Maylanne.

Níveis de energia digestível em rações para tambatingas na fase entre 20 e 100 gramas / Maylanne Sousa de Lima. - 2024.

53 f.

Orientador(a): Marcos Antonio Delmondes Bomfim.

Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Ciência Animal/ccch, Universidade Federal do Maranhão, Chapadinha, 2024.

1. Exigência Energética. 2. Colossoma Macropomum X Piaractus Brachypomus. 3. Crescimento. 4. Deposições de Proteína. 5. . I. Antonio Delmondes Bomfim, Marcos. II. Título.

MAYLANNE SOUSA DE LIMA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal do Maranhão, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal.

Aprovada em 29/08/2024

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Marcos Antonio Delmondes Bomfim (Orientador)
Universidade Federal do Maranhão (UFMA)

Prof. Dr. Felipe Barbosa Ribeiro
Universidade Federal do Maranhão (UFMA)

Dr. Rafael Silva Marchão
Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF)

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelos livramentos, força, coragem e bênçãos derramadas em minha vida, sem ele nada disso seria possível.

Aos meus pais Maria Francisca e Gilmar Rodrigues por serem meus principais apoiadores e incentivadores, por todo amor, ajuda e confiança dedicado a mim. Esses agradecimentos se estendem também aos meus irmãos Maylla Lima e Rodrigo Lima, obrigada pelo carinho, amo vocês.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Marcos Antonio Delmondes Bomfim, pelos valiosos ensinamentos, confiança e paciência a mim dedicado durante essa jornada. Meus agradecimentos se estendem ao Prof. Dr. Felipe Barbosa Ribeiro, pelo apoio a minha formação.

A minha prima Hyanne Lima, que assim como a minha irmã, esteve comigo em todos os momentos de alegria e dificuldade. A sua amizade e irmandade foram essenciais neste processo.

Ao meu amigo Rafael Marchão, obrigada por todo ensinamento, incentivos, ajuda, pelo poço de calma e momentos de descontração, seu apoio foi extremamente essencial nessa jornada.

A todos do grupo LANUMA e estagiários, em especial, Vanessa Ferreira, Geisiane, Vanilza, Vinicius, Maiane, Luana, Milena e a querida Gabriele, que não mediram esforços e fizeram com que esse projeto se realizasse, obrigada pelo apoio, ajuda e paciência nas atividades, todos tem um lugar especial em meu coração.

Aos meus amigos da turma 2017.1, em especial a Eduarda Castro, Mayara Raposo, Rodolfo Castro, Thiago Nascimento, Sabrina Veras e Antonio Barbosa (*in memoriam*), e meu amigo de longa data Maykon Nunes obrigada pela amizade, por sempre me escutarem e por serem ponto de apoio constante.

Por fim, agradeço a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pela concessão da bolsa durante o período de mestrado. A Universidade Federal do Maranhão, ao programa de Pós-Graduação em Ciência Animal do Centro de Ciências de Chapadinha, pela oportunidade concedida. Aos professores e funcionários pelo conhecimento repassados e pela atenção concedida.

A todos meus familiares que não foram mencionados, mas que fazem parte da minha vida, meu muito obrigado pelo apoio e carinho.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	11
CONSIDERAÇÕES INICIAIS	11
1. INTRODUÇÃO	2
2. OBJETIVOS	4
2.1. Objetivo Geral.....	4
2.2. Objetivos Específicos	4
3. REVISÃO DE LITERATURA	5
3.1. Piscicultura no Brasil e no Maranhão	5
3.2. Tambatinga (<i>Colossoma macropomum</i> x <i>Piaractus brachypomus</i>)	6
3.3. Energia para peixes	8
REFERÊNCIAS	11
CAPÍTULO 2	18
1. INTRODUÇÃO	1
2. MATERIAL E MÉTODOS	13
2.1. Local e duração do experimento.....	13
2.2. Delineamento experimental e rações experimentais	13
2.3. Parâmetros de qualidade da água	25
2.4. Desempenho zootécnico	26
2.5. Análise da composição corporal	26
2.6. Análise estatística	28
3. RESULTADOS	28
3.1. Desempenho zootécnico	28
3.2. Composição e Deposições corporais	29
4. DISCUSSÃO	1
5. CONCLUSÃO	16
REFERÊNCIAS	17
ANEXO ÚNICO	1

LISTA DE TABELAS

Capítulo 1	p.
Tabela 1 Exigência de energia digestível para algumas espécies de peixes.....	11
Capítulo 2	
Tabela 1 Composição percentual e química das rações experimentais (matéria natural)	24
Tabela 2 Valores médios das variáveis de desempenho zootécnico de tambatingas em função do nível de energia digestível da ração.....	29
Tabela 3 Valores médios das variáveis de composição e deposição corporal de tambatingas em função do nível de energia digestível da ração.....	30

LISTA DE FIGURAS

Capítulo 2	p.
Figura 1 Representação gráfica do teor de cinzas corporal em função do nível de energia digestível em rações para tambatingas na fase entre 20 a 100 gramas.....	30
Figura 2 Representação gráfica do teor de gordura corporal em função do nível de energia digestível em rações para tambatingas na fase entre 20 a 100 gramas	31
Figura 3 Representação gráfica da deposição de gordura corporal em função do nível de energia digestível em rações para tambatingas na fase entre 20 a 100 gramas.....	31
Figura 4 Representação gráfica da deposição de cinzas corporal em função do nível de energia digestível em rações para tambatingas na fase entre 20 a 100 gramas.....	32

RESUMO

A energia é um componente nutricional obtido através da oxidação dos nutrientes orgânicos que compõe a dieta, sendo utilizada para manutenção e produção de novos tecidos corporais. Objetivou-se determinar o nível de energia digestível na ração do tambatinga (♀ *Colossoma macropomum* x ♂ *Piaractus brachypomus*) na fase entre 20 e 100 gramas. Foram formuladas cinco dietas com diferentes níveis de energia digestível (2.900, 3.000, 3.100, 3.200, 3.300 Kcal de ED/kg). Foram utilizados 192 juvenis de tambatinga com duas faixas peso inicial: $23,70 \pm 0,34\text{g}$ e $35,93 \pm 0,51\text{g}$, distribuídos em delineamento em blocos ao acaso. O aumento do nível de energia digestível da ração não influenciou ($p > 0,05$) no ganho de peso, taxa de crescimento específico, conversão alimentar, eficiência de energia para o ganho de peso, teor de proteína corporal, deposições corporais de umidade e proteína e a eficiência de retenção de nitrogênio dos peixes. No entanto, observou-se aumento linear ($p < 0,05$) no consumo de energia digestível e no teor de gordura corporal. O teor de umidade corporal reduziu de forma linear ($p < 0,05$) e o teor de cinzas corporal reduziu de forma quadrática ($p < 0,05$) até nível estimado de 3.134 Kcal de ED/kg na ração. Foi observado efeito quadrático ($p < 0,05$) sobre a deposição de gordura e cinzas corporais, com menores valores em 3.038 e 3.108 Kcal de ED/Kg, respectivamente. A recomendação do nível dietético de energia digestível é de 2.900 Kcal /kg, correspondente a relação energia:proteína de 92,95 Kcal de ED/g, por otimizar o desempenho e deposições corporais de tambatingas na fase entre 20 e 100 gramas.

PALAVRAS-CHAVE: Exigência energética; ♀ *Colossoma macropomum* x ♂ *Piaractus brachypomus*; crescimento; deposições de proteína.

ABSTRACT

Energy is a nutritional component obtained through the oxidation of organic nutrients that make up the diet, being used for maintenance and production of new body tissues. The objective of this study was to determine the level of digestible energy in the diet of tambatinga (♀*Colossoma macropomum* x ♂*Piaractus brachypomus*) in the phase between 20 and 100 grams. Five diets with different levels of digestible energy were formulated (2,900, 3,000, 3,100, 3,200, 3,300 Kcal of DE/kg). A total of 192 tambatinga juveniles with two initial weight ranges were used: 23.70 ± 0.34 g and 35.93 ± 0.51 g, distributed in a randomized block design. Increasing the digestible energy level of the diet did not influence ($p > 0.05$) weight gain, specific growth rate, feed conversion, energy efficiency for weight gain, body protein content, body moisture and protein depositions, and nitrogen retention efficiency of the fish. However, a linear increase ($p < 0.05$) was observed in digestible energy intake and body fat content. Body moisture content decreased linearly ($p < 0.05$) and body ash content decreased quadratically ($p < 0.05$) to an estimated level of 3,134 Kcal of DE/kg in the diet. A quadratic effect ($p < 0.05$) was observed on body fat and ash deposition, with lowest values at 3,038 and 3,108 Kcal of DE/kg, respectively. The recommended dietary level of digestible energy is 2,900 Kcal/kg, corresponding to an energy:protein ratio of 92.95 Kcal of DE/g, to optimize the performance and body deposition of tambatingas in the phase between 20 and 100 grams.

KEYWORDS: Energy requirement; ♀*Colossoma macropomum* x ♂*Piaractus brachypomus*; growth; protein deposition.

CAPÍTULO 1

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

1. INTRODUÇÃO

O tambatinga (♀ *Colossoma macropomum* x ♂ *Piaractus brachypomus*) é um híbrido resultante do cruzamento da fêmea do tambaqui (♀ *Colossoma macropomum*) com o macho do pirapitinga (♂ *Piaractus brachypomus*) que se destaca por apresentar rápido crescimento (herdada do tambaqui), associado ao bom rendimento de carcaça (atribuído ao pirapitinga) e maior facilidade de se adaptar a sistema de cultivo intensivo (Dias; Tavares-Dias; Marchiori, 2012; Andreghetto et al., 2020; Bomfim et al., 2021).

Para um adequado crescimento, os peixes necessitam de ração balanceada, onde a maior atenção dos nutricionistas tem sido voltada para os níveis de proteína e energia (Ahmed e Maqbool, 2017; Cerrate et al., 2019; França et al., 2019). A proteína é o nutriente mais caro das dietas de peixes (Silva et al., 2022) e o que mais afeta o desempenho e composição corporal dos peixes. No entanto, a eficiência de utilização da proteína da dieta para sua conversão em tecidos corporais depende da quantidade de energia da ração, ou seja, de uma adequada relação energia:proteína (Gutiérrez et al., 2009; Mattos et al., 2018; Welengane et al., 2019; Bittencourt et al., 2021).

A energia é um atributo nutricional resultante dos processos de oxidação de nutrientes orgânicos (proteína, carboidratos e lipídeos) presentes na dieta (Costa-Pinto e Gantner, 2020). Os peixes utilizam a energia da dieta para os processos de manutenção, crescimento e reprodução. Em situação de restrição alimentar prolongada, utilizam de suas reservas corporais, como glicogênio hepático, proteína e gordura, para manutenção (Gonçalves et al., 2009; Costa-Pinto e Gantner, 2020).

Os peixes modificam seu consumo em função do nível de energia na ração, como mecanismo fisiológico priorizando o atendimento da exigência energética (NRC,

2011; Oliva- Teles, 2012; Saravanan et al., 2012; Craig et al., 2017). Peixes alimentados com dietas contendo elevado teor calórico (acima das exigências para a espécie) acarretaria na redução no consumo, afetando negativamente o aporte dos demais nutrientes para atendimento das exigências nutricionais, proporcionando, conseqüentemente, redução no crescimento (Bomfim et al., 2005; Bailey e Alanarä, 2006; Cotan, et al., 2006; Bomfim et al., 2010). Em contrapartida, peixes alimentados com dietas com níveis deficitários de energia, realizam o catabolismo de parte dos aminoácidos para o atendimento da necessidade energética, prejudicando a deposição de proteína corporal e a qualidade do meio aquático (Bomfim, 2013; Oliveira et al., 2014; Haidar et al., 2018; Santos et al., 2019).

A exigência dietética de energia digestível já foi determinada para algumas espécies de peixes, como curimbatá (*Prochilodus afins*) (Bomfim et al., 2005), lambari tambuí (*Astyanax bimaculatus*) (Cotan et al., 2006), piaçu (*Leporinus macrocephalus*) (Navarro et al., 2007) e tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) (Orlando et al., 2017). No entanto, ainda há carência de estudos referente às necessidades energéticas para formulação de rações mais específicas para tambatinga. Além disso, a exigência dietética de energia pode variar em função da espécie e fase de criação (Marchão et al., 2020; Aroucha et al., 2023).

Desta forma, objetivou-se determinar a exigência de energia digestível em rações para o tambatinga (♀ *Colossoma macropomum* x ♂ *Piaractus brachypomus*) na fase entre 20 e 100 gramas.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

- Determinar a exigência de energia digestível da ração sobre o desempenho zootécnico, composição e deposições corporais de tambatinga na fase entre 20 e 100 gramas.

2.2. Objetivos Específicos

- Determinar a exigência de energia digestível da ração sobre o desempenho zootécnico de tambatinga;
- Determinar a exigência de energia digestível da ração sobre a composição corporal (teores de umidade, proteína, gordura e cinzas) de tambatinga;
- Determinar a exigência de energia digestível da ração sobre as deposições de corporais de umidade, proteína, gordura e cinzas de tambatinga;

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Piscicultura no Brasil e no Maranhão

A piscicultura no Brasil é uma atividade que tem se destacado nos últimos anos devido ao crescimento da produção de peixes de cultivo. Segundo Peixe BR (2024), em 2023 o Brasil produziu 887.029 toneladas de peixes de cultivo correspondendo ao aumento de 3,1% em relação ao ano de 2022. Dessa produção, quase um terço do volume nacional, correspondendo a 33,4% da produção de peixes do Brasil, foi obtida na região Sul, seguido do Nordeste com 19,3% do total (Peixe BR, 2024).

Em relação a produção de peixes nativos, em 2023 o Brasil produziu 263.479 toneladas, sendo a maior parte desta produção atribuída a região Norte. No entanto, o Maranhão ocupou o terceiro lugar contribuindo com 38.343 toneladas (Peixe BR, 2024).

Esse crescimento está atrelado ao fato do Brasil ser considerado rico em recursos hídricos, ter clima favorável à criação dos organismos aquáticos e apresentar diversidade de espécies aquáticas naturais de interesse zootécnico (Brabo et al., 2016; Valenti et al., 2021; Souza et al., 2022; Gilson et al., 2024).

Além disso, a exportação de filés frescos ou refrigerados, peixes inteiros congelados, a industrialização e o consumo do pescado, são fatores que contribuem de forma positiva para o desenvolvimento da atividade piscícola. Os estados brasileiros que mais exportam são o Paraná, São Paulo e Bahia com destino dos pescados e seus subprodutos, principalmente, para os Estados Unidos, China e Japão (FAO, 2022; Peixe BR, 2024).

Dentre os peixes exóticos de cultivo no Brasil encontra-se a tilápia, carpas, trutas e pangasius, e, dentre os nativos, os peixes redondos sendo liderado pelo tambaqui, nativo da Amazônia, e seus híbridos, incluindo o tambatinga e tambacu (Peixe BR, 2024).

Ainda existem algumas dificuldades na produção de peixes, com destaque a falta de mão de obra especializada, sistemas de produção eficientes e elevado custo de produção, principalmente com a ração, que possuem elevado teor de proteína (FAO, 2022; Schreiber et al., 2021).

Levando em consideração que em torno de 70% dos custos de produção em sistemas intensivos e semi-intensivos estão relacionados com o custo de rações, a utilização de concentração e balanceamento adequado dos nutrientes é necessário para assegurar eficiência produtiva (indicadores de desempenho, eficiência alimentar) e a sustentabilidade da produção (qualidade da água de cultivo), conforme destacado por Bomfim (2013) e Musyoka et al. (2020).

3.2. Tambatinga (*Colossoma macropomum* x *Piaractus brachypomus*)

Os peixes híbridos são produzidos com o intuito de melhorar índices zootécnicos das espécies parentais (Hashimoto et al., 2012; Seraphim et al., 2020; Bomfim et al., 2021). A produção dos peixes híbridos como o tambacu-e tambatinga foi de 43,3 mil toneladas, representando 7,9% da produção total da piscicultura no Brasil (IBGE, 2020; PEIXE BR, 2022).

O tambatinga (♀ *Colossoma macropomum* x ♂ *Piaractus brachypomus*) é um híbrido obtido do cruzamento da fêmea do tambaqui (*Colossoma macropomum*) com o macho do pirapitinga (*Piaractus brachypomus*) (Dias et al., 2012; Andreghetto et al.,

2020; Bomfim et al., 2021), atingindo, no primeiro ano de cultivo em sistema intensivo peso comercial de 0,8 a 2,3 Kg (Lima et al., 2018; Costa et al., 2021; Gilson et al., 2024). Tem hábito alimentar onívoro, sua estrutura corporal apresenta filamentos branqueais bem desenvolvidos, o que permite realizar mais eficientemente a filtragem de plâncton, tem coloração clara, com as extremidades da nadadeira anal e caudal mais avermelhadas (Hashimoto et al., 2012).

Este híbrido tem se destacado nos últimos anos pela grande produção entre os pequenos, médios e grandes produtores nas regiões Norte, Centro-norte do Nordeste e Centro-Oeste do Brasil (Valenti et al., 2021; Gilson et al., 2024), pelo fato de ter a capacidade de se adaptar facilmente ao sistema de criação intensivo, ser tolerante a variações de temperaturas e baixa disponibilidade de oxigênio dissolvido na água, e apresenta rápido crescimento (herdada do tambaqui) associado ao bom rendimento de carcaça (atribuído ao pirapitinga) (Hashimoto et al., 2012; Lima et al., 2018; Bomfim et al., 2021; Costa et al., 2021).

Apesar das características do tambatinga serem atrativas para a produção comercial, são necessários mais estudos referentes às suas exigências nutricionais, para formulação de rações mais específicas visando aumentar a eficiência produtiva, uma vez que rações utilizadas ainda são formuladas com base nas exigências das espécies parentais, principalmente o tambaqui (Welegane et al., 2019).

3.3. Energia para peixes

A energia é um atributo nutricional resultante dos processos de oxidação de nutrientes orgânicos (proteína, carboidratos e lipídeos) presentes na dieta (Costa-Pinto e Gantner, 2020). Os peixes obtêm a energia para os processos de manutenção, crescimento e reprodução através da alimentação. Entretanto, em situação de restrição alimentar prolongada, utilizam de suas reservas corporais, como glicogênio hepático, proteína e gordura, para manutenção (Gonçalves et al., 2009; Costa-Pinto e Gantner, 2020).

Em relação as aves e suínos (animais homeotérmicos), os peixes (poiquilotérmicos) são mais eficientes energeticamente, porque não precisam manter a temperatura corporal constantemente, apresentam baixo gasto energético para locomoção e para excreção de resíduos nitrogenados oriundos do catabolismo de aminoácidos, pois a principal forma de excreção de nitrogênio dos peixes é amônia (Dairiki e Silva, 2011; Silva et al., 2015).

Considerando que os peixes se alimentam para satisfazer primeiramente sua necessidade energética, dietas com níveis deficitários ou excessivos em energia afetam diretamente o desempenho zootécnico dos animais (Saravanan et al., 2012). Uma dieta formulada com excesso de energia, aumenta a deposição de gordura corporal, influencia na redução do consumo voluntário e, conseqüentemente, na ingestão dos demais nutrientes essenciais necessários para o desenvolvimento dos peixes (Cotan et al., 2006; Firmo et al., 2018; Welengane et al., 2019). Em contrapartida, dieta com deficiência em energia, diminui a disponibilidade de energia não proteica, acarretando no catabolismo de parte dos aminoácidos (energia proteica) para atender necessidades energéticas, comprometendo a deposição de proteína

corporal e aumentando a descarga de resíduos nitrogenados no meio aquático (Bomfim, 2013; Oliveira et al., 2014; Haidar et al., 2018; Santos et al., 2019).

Como consequência da maior eficiência energética, na nutrição de peixes se utilizam rações com elevado teor de proteína (menor relação energia:proteína) em relação a outros animais não ruminantes, principalmente na fase inicial onde apresentam alta taxa de crescimento por realizar maior síntese proteica corporal para formação de tecidos e componentes fisiológicos, como enzimas, hormônios, etc. (Bomfim et al., 2005; Junior, 2015). Na composição do custo de uma ração, a proteína é um dos nutrientes mais onerosos na formulação de rações (Bittencourt et al., 2021), aumentando significativamente a participação deste item na composição dos custos totais de produção.

Outras fontes de energia da ração têm efeito poupador de proteína em rações para peixes, como o carboidrato e o lipídeo (fontes não proteicas), sendo que a eficiência de utilização depende do hábito alimentar de cada espécie (Sakomura et al., 2014; Taj et al., 2021).

Os peixes carnívoros conseguem utilizar os carboidratos de forma menos eficiente do que os peixes onívoros e herbívoros (NRC, 2011; Viegas et al., 2013). Estudos recentes com peixes onívoros corroboram essa observação, demonstrando que esta fonte, dentro de certos limites, são efetivos poupadores de proteína para fins energéticos (Sulaiman et al., 2020; Ren et al., 2021; Zhou et al., 2022).

Os lipídeos, sejam de origem animal ou vegetal, são outra fonte de energia utilizado em dietas para peixes, principalmente para espécies carnívoras (Mu et al., 2020; Álvarez et al., 2020; Nakharuthai et al., 2020; Erundu et al., 2023), pois apresentam maior intolerância à glicose em relação a onívoros e herbívoros, e

fornece cerca de 2,25 vezes a mais de energia que os carboidratos. Além disso, também se constituem como fontes de ácidos graxos essenciais (ômega 3 e 6) (Orlando et al., 2017; Ren et al., 2021; Taj et al., 2020).

A exigência energética para os peixes tem sido expressa em digestível, isso porque a energia bruta presente nos alimentos não é totalmente aproveitada, sendo uma parte perdida nas fezes. Além disso, é difícil a contabilização da perda de energia pela excreção da urina, necessária para estimar a energia metabolizável, uma vez que são diretamente liberadas no meio aquático (Furuya et al., 2010; Boscolo et al., 2011; Silva e Galício, 2012; Rodrigues et al., 2013).

A exigência dietética de energia para peixe pode variar em função da espécie, modelo matemáticos utilizadas para estimar a exigência (Marchão et al., 2020; Aroucha et al., 2023), e a fase de criação do peixe.

A necessidade energética em rações já foi determinada para algumas espécies de peixes (Tabela 1). No entanto, ainda há carência de trabalhos referentes ao tambatinga em diferentes fases de criação. Desta forma, é necessário determinar o nível de energia digestível para peixes redondos, como o tambatinga em diferentes fases de criação.

Tabela 1- Exigência de energia digestível para algumas espécies de peixes.

Espécie de peixe	Nome científico	Faixa de peso (g)	Exigência estimada	Autor/Ano
Curimbatá	<i>Prochilodus affinis</i>	2,72 ±0,11	2.700 Kcal de ED/kg	Bomfim et al. (2005)
Lambari tambiú	<i>Astyanax bimaculatus</i>	1,30 ±0,01	2.900 Kcal de ED/kg	Cotan et al. (2006)
Piaçu	<i>Leporinus macrocephalus</i>	0,56 ± 0,02	2.700 Kcal de ED/kg	Navarro et al. (2007)
Tambaqui	<i>Colossoma macropomum</i>	53,18 ± 0,58	2.700 Kcal de ED/Kg	Gutiérrez et al. (2009)
Pacu	<i>Piaractus mesopotamicus</i>	293,38 ± 5,67	3.250 Kcal de ED/kg	Signor et al. (2010)
Tilápia do Nilo*	<i>Oreochromis niloticus</i>	71,71 – 82,6	3.600 Kcal de ED/kg	Orlando et al. (2017)
Tilápia GIFT**	<i>Oreochromis niloticus</i>	0,99 ± 0,10	3.000 Kcal de ED/kg	Sgnaulin et al. (2020)
Tilápia do Nilo	<i>Oreochromis niloticus</i>	1,25 ± 0,15	3.150 Kcal de ED/kg	Durigon et al. (2020)

*Fase reprodutiva; **Tilápia de Cultivo Geneticamente Melhorada.

REFERÊNCIAS

AHMED, I.; MAQBOOL, A. Efeitos dos níveis de proteína na dieta sobre o crescimento, utilização de ração e parâmetros hemato-bioquímicos de peixes de água doce. **Cyprinus Carpio Var Specularis**, p. 1-12, 2017.

ÁLVAREZ, A.; FONTANILLAS, R.; HERNÁNDEZ-CONTRERAS, A.; HERNÁNDEZ, M. D. Partial replacement of fish oil with vegetal oils in commercial diets: The effect on the quality of gilthead seabream (*Sparus aurata*). **Animal feed science and technology**, v. 265, p. 114504, 2020.

ANDREGHETTO, F.; DE SANTANA, T. C.; DA SILVA CASTRO, J.; NOLETO, K. S.; TEIXEIRA, E. G. Desempenho zootécnico e bromatologia de tambatinga (*Colossoma macropomum* x *Piaractus brachypomus*, Characidae) alimentada com milho (*Pennisetum* sp.). **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 4, p. 21818-21831, 2020.

AROUCHA, R. J. N.; RIBEIRO, F. B.; BOMFIM, M. A. D.; DE SIQUEIRA, J. C.; MARCHÃO, R. S.; DO NASCIMENTO, D. C. N. Digestible methionine plus cystine requirement in tambaqui (*Colossoma macropomum*) diets: Growth performance and plasma biochemistry. **Aquaculture Reports**, v. 32, p. 101725, 2023.

BAILEY, J.; ALANARA, A. Digestible energy need (DEN) of selected farmed fish species. **Aquaculture**, v.251, n. 2-4, p.438– 455, 2006.

BITTENCOURT, T. M.; VALENTIM, J. K.; LIMA, H. J. D. A.; GOBIRA, G. A.; FERREIRA, A. L.; RODRIGUES, R. F. M.; ALMEIDA, G. R.; SILVA, N. E. M. Proteína na Nutrição de Não Ruminantes. **Ensaio e Ciência C Biológicas Agrárias e da Saúde**, v. 25, n. 3, p. 268-274, 2021.

BOMFIM, M. A. D. Estratégias nutricionais para redução das excreções de nitrogênio e fósforo nos sistemas de produção de peixes no Nordeste: sustentabilidade ambiental e aumento da produtividade. **Revista científica de produção animal**, v. 15, n. 2, p. 122-140, 2013.

BOMFIM, M. A. D.; LANNA, E. A. T.; DONZELLE, J. L.; QUADROS, M.; RIBEIRO, F. B.; SOUSA, M. P. Níveis de lisina, com base no conceito de proteína ideal, em rações para alevinos de tilápia-do-nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.1, p.1-8, 2010.

BOMFIM, M. A. D.; LANNA, E. A. T.; SERAFINI, M. A.; RIBEIRO, F. B.; PENA, K. D. S. Proteína bruta e energia digestível em dietas para alevinos de curimatá (*Prochilodus affinis*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 6, p. 1795-1806, 2005.

BOMFIM, M. A. D.; MARCHÃO, R. S.; RIBEIRO, F. B.; SIQUEIRA, J. C. D.; COSTA, D. C.; LIMA, M. S. Digestible threonine requirement in diets for tambatinga (♀ *Colossoma macropomum* x ♂ *Piaractus brachypomus*) fingerlings. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 45, p. e023520, 2021.

BOSCOLO, W. R.; SIGNOR, A.; FREITAS, J. D.; BITTENCOURT, F.; FEIDEN, A. Nutrição de peixes nativos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. supl. especial, p. 145-154, 2011.

BRABO, M. F.; PEREIRA, L. F. S.; SANTANA, J. V. M.; CAMPELO, D. A. V.; VERAS, G. C. Cenário atual da produção de pescado no mundo, no Brasil e no estado do Pará: ênfase na aquicultura. **Acta of Fisheries and Aquatic Resources**, v. 4, n. 2, p. 50-58, 2016.

CERRATE, S.; EKMAI, R.; ENGLAND, J. A.; COON, C. Predicting nutrient digestibility and energy value for broilers. **Poultry science**, v. 98, n. 9, p. 3994-4007, 2019.

COSTA, D. C.; BOMFIM, M. A. D.; RIBEIRO, F. B.; SIQUEIRA, J. C. D.; PORTO, N. G.; MARCHÃO, R. D. S. Methionine plus cystine to lysine ratio in diets for tambatinga fingerlings. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 45, 2021.

COSTA-PINTO, R.; GANTNER, D. Macronutrients, minerals, vitamins and energy. **Anaesthesia & Intensive Care Medicine**, v. 21, n. 3, p. 157-161, 2020.

COTAN, J. L. V.; BOMFIM, M. A. D.; LANNA, E. A. T.; DONZELE, J. L.; RIBEIRO, F. B.; SERAFINI, M. A. Níveis de energia digestível e proteína bruta em rações para alevinos de lambari tambuí. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 3, p. 634-640, 2006.

CRAIG, S. R.; HELFRICH, L. A.; KUHN, D.; SCHWARZ, M. H. Understanding fish nutrition, feeds, and feeding. **Virginia Cooperative Extension**, p. 256-420, 2017.

DAIRIKI, J. K.; DA SILVA, T. B. A. Revisão de literatura: exigências nutricionais do tambaqui-compilação de trabalhos, formulação de ração adequada e desafios futuros. **Embrapa Amazônia Ocidental**, ISSN 1517-3135, p. 44, 2011.

DIAS, M. K. R.; TAVARES, M. D.; MARCHIORI, N. First report of *Linguadactyloides brinkmanni* (monogenoidea: linguadactyloidea) on hybrids of *Colossoma macropomum* x *Piaractus brachypomus* (characidae) from south america. **Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology**, v. 16, n. 2, p. 61-64, 2012.

DURIGON, E. G.; LAZZARI, R.; UCZAY, J.; DE ALCÂNTARA LOPES, D. L.; JERÔNIMO, G. T.; SGNAULIN, T.; EMERENCIANO, M. G. C. Biofloc technology (BFT): Adjusting the levels of digestible protein and digestible energy in diets of Nile tilapia juveniles raised in brackish water. **Aquaculture and Fisheries**, v. 5, n. 1, p. 42-51, 2020.

ERONDU, E. S.; AKPOILIH, B. U.; JOHN, F. S. Total replacement of dietary fish oil with vegetable lipid sources influenced growth performance, whole body composition, and protein retention in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fingerlings. **Journal of Applied Aquaculture**, v. 35, n. 2, p. 330-349, 2023.

FAO - **Food and Agriculture Organization of the United Nations**. The State of World Fisheries and Aquaculture. 2022. Disponível em: https://reliefweb.int/report/world/state-world-fisheries-and-aquaculture-2022-enarruzh?gad_source=1&gclid=Cj0KCQjw2uiwBhCXARIsACMvIU015nCHq5jWtnDBxhp0KsG4r47igOgj2mtAbaWYJSQM2JcOYYVI7WEaAm58EALw_wcB. Acesso em: 05 de abril de 2024.

FIRMO, D. S.; BOMFIM, M. A. D.; RIBEIRO, F. B.; DE SIQUEIRA, J. C.; LANNA, E. A. T.; TAKISHITA, S. S.; SOUZA, T. J. R.; PORTO, N. G. Threonine to lysine ratio in diets of tambaqui juveniles (*Colossoma macropomum*). **Semina: Ciências Agrárias**, v. 39, n. 5, p. 2169-2180, 2018.

FRANÇA, G. B.; DEBOLETO, S.G.C.; H, C. A. Caracterização da qualidade de dietas com níveis crescentes de proteína para surubim (*Pseudoplatystoma* sp). **Agrarian**, v. 12, n. 43, p. 104-110, 2019.

FURUYA, W. M.; PEZZATO, L. E.; BARROS, M. M.; BOSCOLO, W. R.; CYRINO, J. E. P.; FURUYA, V. R. B.; FEIDEN, A. **Tabelas brasileiras para a nutrição de tilápias**. 2010.

GILSON, F.; RODRIGUES, L. A.; NEW, M. B.; BUENO, G. W.; VALENTI, W. C. A description of the culture of tambatinga (*Colossoma macropomum* x *Piaractus brachypomus*) in a South American tropical region and the interaction of farm size with value chains. **Aquaculture Reports**, v. 34, p. 101888, 2024.

GONÇALVES, G. S.; PEZZATO, L. E.; BARROS, M. M.; HISANO, H.; ROSA, M. J. S. Níveis de proteína digestível e energia digestível em dietas para tilápias-do-nilo formuladas com base no conceito de proteína ideal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 2289-2298, 2009.

- GUTIÉRREZ, F. W.; ZALDÍVAR, J.; CONTRERAS, G. Efecto de varios niveles de energía digestible y proteína en la dieta sobre el crecimiento de gamitana (*Colossoma macropomum*) Cuvier 1818. **Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú**, v. 20, n. 2, p. 178-186, 2009.
- Haidar, M.N.; BLEEKER, S.; HEINSBROEK, L.T.N.; SCHRAMA, J.W. Effect of constant digestible protein intake and varying digestible energy levels on energy and protein utilization in Nile tilapia. **Aquaculture**, v. 489, p. 28–35, 2018.
- HASHIMOTO, D. T.; SENHORINI, J. A.; FORESTI, F.; PORTO-FORESTI, F. Interspecific fish hybrids in Brazil: management of genetic resources for sustainable use. **Reviews in Aquaculture**, v. 4, n. 2, p.108 – 118, 2012.
- JUNIOR, L.P.G. Necessidade de treonina, metionina + cistina e lisina digestível para juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*). **Dissertação (Pós-Graduação)**. Ciências Veterinárias do Centro de Ciências Agrárias - Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre – Es. 2015.
- LIMA, A. F.; RODRIGUES, A. P. O.; OLIVEIRA-MACIEL, P.; PRYTHON, A.; VALLADÃO-FLORES, R. M.; ARAÚJO-BEZERRA, T. Small-scale fish farming in seasonal ponds in Brazil: technical and economic characterization. **Latin American journal of aquatic research**, v. 46, n. 2, p. 314-329, 2018.
- MARCHÃO, R. S.; RIBEIRO, F. B.; DE SIQUEIRA, J. C.; BOMFIM, M. A. D.; SILVA, J. C.; DE SOUSA, T. J. R.; NASCIMENTO, D. C. N.; DA COSTA SOUSA, M. Digestible lysine requirement for Tambaqui (*Colossoma macropomum*) juveniles using the diet dilution technique. **Aquaculture Reports**, v. 18, p. 100482, 2020.
- MATTOS, B. O.; BUENO, G. W.; HONCZARYK, A.; PEREIRA-FILHO, M.; ROUBACH, R. Níveis de proteína bruta na dieta de juvenis de matrinxã (*Brycon amazonicus*). **Revista de Ciências Agrárias**, v. 30, n. 35, p. 40, 2018.
- MU, H.; WEI, C.; ZHANG, Y.; ZHOU, H.; PAN, Y.; CHEN, J.; ZHANG, W.; MAI, K. Impacts of replacement of dietary fish oil by vegetable oils on growth performance, anti-oxidative capacity, and inflammatory response in large yellow croaker *Larimichthys crocea*, **Fish physiology and biochemistry**, v. 46, p. 231-245, 2020.
- MUSYOKA, S. N.; LITI, D.; OGELLO, E. O.; MEULENBROEK, P.; WAIDBACHER, H. Earthworm, *Eisenia fetida*, bedding meal as potential cheap fishmeal replacement ingredient for semi-intensive farming of Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus*. **Aquaculture Research**, v. 51, n. 6, p. 2359-2368, 2020.
- NAKHARUTHAI, C.; RODRIGUES, P. M.; SCHRAMA, D.; KUMKHONG, S.; BOONANUNTANASARN, S. Effects of different dietary vegetable lipid sources on health status in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*): Haematological indices, immune response parameters and plasma proteome. **Animals**, v. 10, n. 8, p. 1377, 2020.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of fish and shrimp**. National. Academy Press, Washington, DC, USA, p. 376, 2011.

- NAVARRO, R. D.; LANNA, E. A. T.; DONZELE, J. L.; DA MATTA, S. L. P.; DE SOUZA, M. A. Níveis de energia digestível da dieta sobre o desempenho de piauçu (*Leporinus macrocephalus*) em fase pós-larval. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 29, n. 1, p. 109-114, 2007.
- OLIVA-TELES, A. Nutrition and health of aquaculture fish. **Journal of fish diseases**, v. 35, n. 2, p. 83-108, 2012.
- OLIVEIRA, F. L.; SIQUEIRA, J. C.; SANTOS, J. C. Equações de predição da energia digestível de ingredientes protéicos de origem vegetal utilizados em rações para tilápias. **Cadernos de Pesquisa**, v. 21, n. especial, p.1-9, 2014.
- ORLANDO, T. M.; OLIVEIRA, M. M. D.; PAULINO, R. R.; COSTA, A. C.; ALLAMAN, I. B.; ROSA, P. V. Reproductive performance of female Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fed diets with different digestible energy levels. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 46, p. 1-7, 2017.
- PEIXE BR. Associação Brasileira da Piscicultura. **Anuário peixe BR da piscicultura** (2022) São Paulo.
- PEIXE BR. Associação Brasileira da Piscicultura. **Anuário peixe BR da piscicultura** (2024) São Paulo.
- REN, M.; LIANG, H.; GE, X.; CHEN, X.; MI, H.; JI, K. Effects of dietary carbohydrate-to-lipid ratio on growth performance, plasma parameters and hepatic antioxidant status in ide (*Leuciscus idus*, Linnaeus, 1758). **Aquaculture Reports**, v. 19, p. 100618, 2021.
- RODRIGUES, A. P. O.; BERGAMIN, G. T.; SANTOS, V. R. V. Nutrição e alimentação de peixes. **Piscicultura de água doce: multiplicando conhecimentos. Brasília, DF: Embrapa**, p. 171-213, 2013.
- SAKOMURA, N. K.; SILVA, J. D.; COSTA, F. G. P.; FERNANDES, J. B. K.; HAUSCHILD, L. **Nutrição de não ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2014.
- SANTOS, F. A.; FORTES-SILVA, R.; COSTA, L. S.; LUZ, R. K.; GUILHERME, H. O.; GAMARANO, P. G.; RIBEIRO, P. A. Regulation of voluntary protein/energy intake based practical diet composition for the carnivorous neotropical catfish *Lophiosilurus alexandri*. **Aquaculture**, v. 510, p. 198-205, 2019.
- SARAVANAN, S.; GEURDEN, I.; FIGUEIREDO-SILVA, A. C.; KAUSHIK, S. J.; HAIDAR, M. N.; VERRETH, J. A.; SCHRAMA, J. W. Control of voluntary feed intake in fish: a role for dietary oxygen demand in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fed diets with different macronutrient profiles. **British Journal of Nutrition**, v. 108, n. 8, p.1519-1529, 2012.
- SCHREIBER, F. H. R.; ZUCATTO, L. C.; SCHNEIDER, T. L. S.; LAZZARI, R. Caracterização da piscicultura na região noroeste do Rio Grande do Sul. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 3, p. 27257-27275, 2021.

SERAPHIM, G. N.; CORRÊA FILHO, R. A. C.; NUNES, A. L.; PIRES, L. B.; SILVA, T. G.; FERREIRA, Y. A.; ALMEIDA, L. C.; MARTINS, T. X.; LOPERA-BARRERO, N. M.; SPICA, L. N.; POVH, J. A. Growth curve of pacu and the patinga hybrid farmed in a semi-intensive system. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 41, n. 5, p. 2285-2296, 2020.

SGNAULIN, T.; DURIGON, E. G.; PINHO, S. M.; JERÔNIMO, G. T.; DE ALCANTARA LOPES, D. L.; EMERENCIANO, M. G. C. Nutrition of Genetically Improved Farmed Tilapia (GIFT) in biofloc technology system: Optimization of digestible protein and digestible energy levels during nursery phase. **Aquaculture**, v. 521, p. 734998, 2020.

SIGNOR, A. A.; BOSCOLO, W. R.; FEIDEN, A.; BITTENCOURT, F.; COLDEBELLA, A.; REIDEL, A. Proteína e energia na alimentação de pacus criados em tanques-rede. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 2336-2341, 2010.

SILVA, G. D.; MACIEL, L. M.; DALMASS, M. V.; GONÇALVES, M. T. Criação e cultivo em viveiros no estado do Paraná. **Tilápia do Nilo. Anatomia e Morfologia Externa. UFPR, Curitiba**, p. 24-27, 2015.

SILVA, L. E.; GALÍCIO, G. Alimentação de peixes em piscicultura intensiva. **Enciclopédia Biosfera**, v. 8, n. 15, 2012.

SILVA, J. V. D.; RIBEIRO, F. B.; SIQUEIRA, J. C. D.; BOMFIM, M. A. D.; NASCIMENTO, D. C. N. D.; MARCHÃO, R. S. Dietary valine requirement of tambaqui (*Colossoma macropomum*) with different body weights. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 46, p. e002122, 2022.

SOUZA, A. C. F.; GUIMARÃES, E. C.; SANTOS, J. P.; COSTA, F. N.; VIANA, D. C. Piscicultura no estado do Maranhão: perspectivas para aceleração da produção de peixes nativos. **Scientia Plena**, v. 18, n. 2, 2022.

SULAIMAN, M. A.; KAMARUDIN, M. S.; ROMANO, N.; SYUKRI, F. Effects of increasing dietary carbohydrate level on feed utilisation, body composition, liver glycogen, and intestinal short chain fatty acids of hybrid lemon fin barb (*Barbonymus gonionotus*♀ X *Hypsibarbus wetmorei* male♂). **Aquaculture reports**, v. 16, p. 100250, 2020.

TAJ, S.; LI, X.; ZHOU, Q.; IRM, M.; YUAN, Y.; SHI, B.; Yuedong, S.; MIN, j.; IRFAN, M. Insulin-mediated glycemic responses and glucose homeostasis in black sea bream (*Acanthopagrus schlegelii*) fed different carbohydrate sources. **Aquaculture**, v. 540, p. 736726, 2021.

VALENTI, W. C.; BARROS, H. P.; MORAES-VALENTI, P.; BUENO, G. W.; CAVALLI, R. O. Aquaculture in Brazil: past, present and future. **Aquaculture Reports**, v. 19, p. 100611, 2021.

VIEGAS, I.; RITO, J.; GONZALEZ, J. D.; JARAK, I.; CARVALHO, R. A.; METON, I.; PARDAL, M. A.; BAAMANTE, I. V.; JONES, J. G. Effects of food-deprivation

and refeeding on the regulation and sources of blood glucose appearance in European seabass (*Dicentrarchus labrax* L.). **Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology**, v. 166, n. 3, p. 399-405, 2013.

WELENGANE, E.; SADO, R. Y.; BICUDO, A. J. A. Protein-sparing effect by dietary lipid increase in juveniles of the hybrid fish tambatinga (♀ *Colossoma macropomum* × ♂ *Piaractus brachypomus*). **Aquaculture nutrition**, v. 25, n. 6, p. 1272-1280, 2019.

ZHOU, W. H.; WU, C. C.; LIMBU, S. M.; LI, R. X.; CHEN, L. Q.; QIAO, F.; LUO, Y.; ZHANG, M. L.; HAN, T.; DU, Z. Y. More simple more worse: Simple carbohydrate diets cause alterations in glucose and lipid metabolism in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Aquaculture**, v. 550, p. 737857, 2022.

CAPÍTULO 2

NÍVEIS DE ENERGIA DIGESTÍVEL EM RAÇÕES PARA TAMBATINGAS, NA FASE ENTRE 20 E 100 GRAMAS

RESUMO

A energia é um componente nutricional obtido através da oxidação dos nutrientes orgânicos que compõe a dieta, sendo utilizada para manutenção e produção de novos tecidos corporais. Objetivou-se determinar o nível de energia digestível na ração do tambatinga (♀ *Colossoma macropomum* x ♂ *Piaractus brachypomus*) na fase entre 20 e 100 gramas. Foram formuladas cinco dietas com diferentes níveis de energia digestível (2.900, 3.000, 3.100, 3.200, 3.300 Kcal de ED/kg). Foram utilizados 192 juvenis de tambatinga com duas faixas peso inicial: $23,70 \pm 0,34\text{g}$ e $35,93 \pm 0,51\text{g}$, distribuídos em delineamento em blocos ao acaso. O aumento do nível de energia digestível da ração não influenciou ($p > 0,05$) no ganho de peso, taxa de crescimento específico, conversão alimentar, eficiência de energia para o ganho de peso, teor de proteína corporal, deposições corporais de umidade e proteína e a eficiência de retenção de nitrogênio dos peixes. No entanto, observou-se aumento linear ($p < 0,05$) no consumo de energia digestível e no teor de gordura corporal. O teor de umidade corporal reduziu de forma linear ($p < 0,05$) e o teor de cinzas corporal reduziu de forma quadrática ($p < 0,05$) até nível estimado de 3.134 Kcal de ED/kg na ração. Foi observado efeito quadrático ($p < 0,05$) sobre a deposição de gordura e cinzas corporais, com menores valores em 3.038 e 3.108 Kcal de ED/Kg, respectivamente. A recomendação do nível dietético de energia digestível é de 2.900 Kcal /kg, correspondente a relação energia:proteína de 92,95 Kcal de ED/g, por otimizar o desempenho e deposições corporais de tambatingas na fase entre 20 e 100 gramas.

PALAVRAS-CHAVE: Exigência energética; ♀ *Colossoma macropomum* x ♂ *Piaractus brachypomus*; desempenho; deposições corporais.

1. INTRODUÇÃO

O tambatinga (♀ *Colossoma macropomum* x ♂ *Piaractus brachypomus*) é um híbrido resultante do cruzamento da fêmea do tambaqui (♀ *Colossoma macropomum*) com o macho do pirapitinga (♂ *Piaractus brachypomus*) que se destaca por apresentar rápido crescimento (herdada do tambaqui), associado ao bom rendimento de carcaça (atribuído ao pirapitinga) e maior facilidade de se adaptar a sistema de cultivo intensivo (Dias; Tavares-Dias; Marchiori, 2012; Andreghetto et al., 2020; Bomfim et al., 2021).

Para um adequado crescimento, os peixes necessitam de ração balanceada, onde a maior atenção dos nutricionistas está voltada para os níveis de proteína e energia, devido ao fato de serem os principais fatores que afetam a crescimento dos peixes (Ahmed e Maqbool, 2017; Cerrete et al., 2019; França et al., 2019).

A proteína é o nutriente mais caro das rações para peixes (Silva et al., 2022), sendo o nutriente que mais afeta o desempenho e composição corporal dos peixes. No entanto, a eficiência de utilização da proteína da dieta para sua conversão em tecidos corporais depende da quantidade de energia da ração, ou seja, de uma adequada relação energia:proteína (Gutiérrez et al., 2009; Mattos et al., 2018; Welengane et al., 2019; Bittencourt et al., 2021).

A energia é um atributo nutricional resultante dos processos de oxidação de nutrientes orgânicos (proteína, carboidratos e lipídeos) presentes na dieta (Costa-Pinto e Gantner, 2020). Os peixes obtêm a energia para os processos de manutenção, crescimento e reprodução através da alimentação. Em situação de restrição alimentar prolongada, utilizam de suas reservas corporais, como o glicogênio hepático, proteína e gordura, para manutenção (Gonçalves et al., 2009; Costa-Pinto e Gantner, 2020).

Os peixes podem modificar seu consumo em função do nível de energia na ração, como mecanismo fisiológico priorizando o atendimento da exigência energética (NRC, 2011; Olivia- Teles, 2012; Saravanan et al., 2012; Craig et al., 2017). A quantidade de energia disponível na ração influencia diretamente no desempenho e composição corporal dos peixes, uma vez que, peixes alimentados com dietas contendo elevado teor calórico (acima das exigências para a espécie) acarretaria na redução no consumo, afetando negativamente o aporte dos demais nutrientes para atendimento das exigências nutricionais, proporcionando, conseqüentemente, redução no desempenho zootécnico (Bomfim et al., 2005; Bailey e Alanarä, 2006; Cotan, et al., 2006; Bomfim et al., 2010).

Em contrapartida, peixes alimentados com dietas com níveis deficitários de energia realizam o catabolismo de parte dos aminoácidos para o atendimento da necessidade energética, afetando a deposição de proteína corporal e a qualidade do meio aquático (Hisano e Portz, 2007; Bomfim, 2013; Oliveira et al., 2014; Haidar et al., 2018; Santos et al., 2019). Desta forma, é necessário a determinação da concentração energética das rações, visando otimizar crescimento dos peixes e reduzir os custos nas fabricações de rações.

A exigência nutricional de energia digestível já foi determinada para algumas espécies de peixes, como curimatá (*Prochilodus afins*) (Bomfim et al., 2005), lambari tambiú (*Astyanax bimaculatus*) (Cotan et al., 2006), piaçu (*Leporinus macrocephalus*) (Navarro et al., 2007) e tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) (Orlando et al., 2017). No entanto, ainda há uma carência de estudos sobre as exigências nutricionais relativas às necessidades energéticas para formulação de rações para o tambatinga. Além disso, a exigência dietética de energia pode variar em função da espécie e a

fase de criação do peixe (Marchão et al., 2020; Aroucha et al., 2023). Neste contexto, é fundamental determinar a exigência de energia nas rações para as diferentes espécies e em cada fase de criação.

Desta forma, objetivou-se determinar a exigência de energia digestível em rações para o tambatinga (♀ *Colossoma macropomum* x ♂ *Piaractus brachypomus*) na fase entre 20 e 100 gramas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Local e duração do experimento

O experimento foi conduzido em conformidade com as normas éticas para o uso de animais, aprovado pelo Comitê de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal do Maranhão (Processo: 23115.006310/2023-41). O estudo foi realizado no Laboratório de Nutrição e Alimentação de Organismos Aquáticos, localizado no Centro de Ciências de Chapadinha, da Universidade Federal do Maranhão, em Chapadinha-MA (03°44'33"S 43°21'21"W; altitude de 105 m), com duração de 50 dias.

2.2. Delineamento experimental e rações experimentais

Foram utilizados 192 juvenis de tambatinga com duas faixas peso inicial: $23,70 \pm 0,34\text{g}$ e $35,93 \pm 0,51\text{g}$. O experimento foi conduzido em delineamento em blocos ao acaso, com cinco tratamentos e quatro repetições, dois por blocos, utilizando o peso corporal como critério para determinação dos blocos, e oito peixes por unidade experimental.

Os tratamentos foram constituídos de cinco rações experimentais isoproteicas (31,20% de proteína bruta), isocálcicas (1,40% de cálcio total), isosódicas (0,22% de sódio total) e isofosfóricas (0,70% de fósforo digestível), com diferentes níveis de energia digestível (2.900, 3.000, 3.100, 3.200, 3.300 kcal de ED/kg). Em todas as rações, a relação dos demais aminoácidos essenciais com a lisina foram mantidos, pelo menos, cinco pontos percentuais acima daquelas estimadas a partir dos valores de exigência para tilápia do Nilo, propostos pelo NRC (2011) (Tabela 1).

Tabela 1. Composição percentual e química das rações experimentais (matéria natural)

Níveis de energia digestível (Kcal/kg)	2.900	3.000	3.100	3.200	3.300
Farelo de soja	64,24	64,24	64,24	64,24	64,24
Milho	21,79	21,79	21,79	21,79	21,79
Amido de milho	3,23	3,23	3,23	3,23	3,23
Óleo de soja	0,00	1,15	2,30	3,44	4,59
Inerte	4,59	3,44	2,30	1,15	0,00
DL-Metionina	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47
L-Treonina	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19
Calcáreo Calcítico	1,22	1,22	1,22	1,22	1,22
Fosfato Bicálcico	3,18	3,18	3,18	3,18	3,18
Premix Vitamínico e Mineral ³	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Vitamina C ⁴	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Sal	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51
Antioxidante (BHT)	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Composição Nutricional					
Proteína Bruta (%)	31,20	31,20	31,20	31,20	31,20
Proteína Digestível (%) ¹	29,67	29,67	29,67	29,67	29,67
Energia Digestível (kcal/kg)¹	2.900	3.000	3.100	3.200	3.300
Extrato Etéreo (%)	1,89	3,02	4,16	5,30	6,43
Fibra Bruta (%)	3,78	3,78	3,78	3,78	3,78
Ca Total (%)	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40
P disp. (%)	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70
Na total (%)	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22
Cl total (%)	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
Lisina Dig. (%) ²	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80
Met. + Cist Dig. (%) ²	1,22	1,22	1,22	1,22	1,22
Treonina Dig. (%) ²	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44
Triptofano Dig. (%) ²	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43
Relação Lis. Dig./ED (g/Mcal)	0,62	0,60	0,58	0,56	0,55
Relação Met+Cist /Lis Dig.	68,00	68,00	68,00	68,00	68,00
Relação Tre/Lis Dig.	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00
Relação Trip/Lis Dig.	23,81	23,81	23,81	23,81	23,81
Relação ED/PB (Kcal/g)	92,95	96,15	99,36	102,56	105,77

¹ Com base nos valores propostos por Buzollo et al. (2018) para tambaqui (*Colossoma macropomum*);

² Com base nos coeficientes de digestibilidade dos alimentos utilizados nas dietas experimentais propostos por Nascimento et al. (2020) para tambaqui (*Colossoma macropomum*);

³ Suplemento vitamínico e mineral comercial (5 kg/t), com níveis de garantia por quilograma do produto: Vit. A, 1.200.000 UI; Vit. D3, 200.000 UI; Vit. E, 1.200 mg; Vit. K3, 2.400 mg; Vit. B1, 4.800 mg; Vit. B2, 4.800 mg; Vit. B6, 4.800 mg; Vit. B12, 4.800 mg; Vit. C, 48 g; ác. Fólico, 1.200 mg; pantotenato de Ca, 12.000 mg; Vit. C, 48.000 mg; biotina, 48 mg; cloreto de colina, 108 g; niacina, 24.000 mg; Fe, 50.000 mg; Cu, 3.000 mg; Mn, 20.000 mg; Zn, 30.000 mg; I, 100 mg; Co, 10 mg; Se, 100 mg;

⁴ Vit. C: sal cálcica 2-monofosfato de ácido ascórbico, 42% de princípio ativo.

Para evitar confundimento dos resultados devido a prováveis variações no consumo entre tratamentos e repetições/bloco de um mesmo tratamento, as rações

foram fornecidas em quantidades iguais em todos os tratamentos de cada bloco e os valores ajustados a cada cinco dias. As quantidades diárias de ração em cada bloco foram determinadas com base no consumo médio de peixes mantidos em quatro caixas adicionais (grupo controle), alimentados à vontade com ração contendo o nível mais concentrado de energia digestível (3.300 kcal de ED/kg), conforme metodologia adotada por Cotan et al. (2006). Nos primeiros cinco dias, o quantitativo diário de ração fornecida foi calculado com base em 3% da biomassa do peso vivo dos peixes. A quantidade ofertada de ração foi fracionada em quatro refeições diárias (08h, 11h, 14h e 17h).

2.3. Parâmetros de qualidade da água

A temperatura da água foi medida diariamente às 07h e 17h, com auxílio do termômetro bulbo de mercúrio graduado de 0 a 50 °C (Arcor®, Camboriú, SC, Brasil). As temperaturas foram de $26,54 \pm 0,80$ °C e $25,30 \pm 0,65$ °C, respectivamente. O controle de pH, oxigênio dissolvido e amônia total foram mensurados a cada sete dias com o auxílio do pHmetro digital (HI 8424, Hanna®, Woonsocket, USA), oxímetro digital (HI 9146, Hanna®, Woonsocket, USA) e do kit comercial (Alcon Ltda – Camboriú, SC, Brasil), respectivamente. A concentração de oxigênio foi de aproximadamente $4,78 \pm 0,93$ ppm, o pH foi de $6,67 \pm 0,20$ e a amônia total foi $< 1,00$ ppm. Todos os parâmetros de qualidade de água estão de acordo o recomendado para as espécies de peixe redondo (Mendonça et al., 2012). A limpeza das caixas foi realizada diariamente por sifonagem (manhã), sempre após a aferição da temperatura.

2.4. Desempenho zootécnico

Ao final do período experimental, o consumo de ração foi aferido e os peixes passaram por jejum de 24h e posteriormente foram pesados. Para determinar o consumo de energia digestível (CED), ganho de peso (GP), taxa de crescimento específico (TCE), conversão alimentar (CA) e eficiência de energia para o ganho de peso (EEGP) foram utilizadas as seguintes equações:

- Consumo de energia digestível (Kcal) = [consumo de ração x teor de energia digestível da ração] / 100;
- Ganho de peso (g) = peso médio final – peso médio inicial;
- Taxa de crescimento específico (% dia⁻¹) = [(logaritmo natural do peso final – logaritmo natural do peso inicial) x 100] / (período de observação experimental);
- Conversão alimentar (g g⁻¹) = consumo de ração / ganho de peso (g);
- Eficiência de energia para o ganho de peso (g kcal⁻¹) = ganho de peso / consumo de energia digestível.

2.5. Análise da composição corporal

No início do experimento, 24 peixes foram sedados em água com 100 mg L⁻¹ de benzocaína (Leonardo et al. 2022), eutanasiados com corte na medula espinhal e posteriormente armazenados a -20 °C para determinação da composição corporal inicial. No final do experimento, após jejum de 24 horas, 4 peixes de cada unidade experimental (n=16 por tratamento), foram sedados e congelados a -20 °C para determinação da composição corporal final.

Após o descongelamento, as carcaças foram secas em estufas com circulação forçada de ar a 65 °C por 72h, trituradas em processador comercial

(Marconi MA923) e armazenadas em recipiente identificado para posteriores análises laboratoriais. As análises bromatológicas de umidade (UM), proteína bruta (PB), gordura bruta (GB) e cinzas (CZ) foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do CCCh/UFMA, conforme os procedimentos descritos por AOAC (2016).

A umidade corporal foi avaliada por secagem em estufa a 105 °C até obter peso constante. Proteína bruta ($N \times 6,25$) pelo método Kjeldahl após digestão ácida, gordura bruta foi extraída e medida pelo método Goldfish e o teor de cinzas foi mensurado em mufla (TE-1100-1P, Tecnal) a 550 °C por 4 horas.

Com base na composição corporal, foram determinadas as taxas de deposições diárias de umidade corporal (DUC), deposições diárias de proteína corporal (DPC), deposições de gordura corporal (DGC), deposições de cinzas corporal (DCZ) e a eficiência de retenção de nitrogênio (ERN), utilizando as seguintes equações:

- $DUC \text{ (mg dia}^{-1}\text{)} = [(umidade \text{ corporal final}) - (umidade \text{ corporal inicial})] /$
(período de observação experimental)
- $DPC \text{ (mg dia}^{-1}\text{)} = [(proteína \text{ corporal final}) - (proteína \text{ corporal inicial})] /$ (período de observação experimental);
- $DGC \text{ (mg dia}^{-1}\text{)} = [(gordura \text{ corporal final}) - (gordura \text{ corporal inicial})] /$ (período de observação experimental);
- $DCZ \text{ (mg dia}^{-1}\text{)} = [(cinzas \text{ corporal final}) - (cinzas \text{ corporal inicial})] /$ (período de observação experimental);
- $ERN \text{ (\%)} = \{[(N \text{ corporal final}) - (N \text{ corporal inicial})] \times 100\} /$ consumo de N.

2.6. Análise estatística

As análises estatísticas foram realizadas valendo-se do programa SAEG - Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas, desenvolvido na UFV (2007). Os dados foram interpretados por meio de análise de variância ao nível de cinco por cento de probabilidade. Para as variáveis que apresentaram efeito significativo dos níveis de energia digestível, foi realizada análise de regressão por meio de modelos linear e quadrático, conforme melhor ajuste. Para a escolha do modelo de melhor ajuste levou-se em consideração o menor valor de P (significância) e/ou maior valor de R^2 (SQ do modelo/SQ do tratamento).

3. RESULTADOS

3.1. Desempenho e eficiência alimentar

Não foi observado nenhuma mortalidade ou sinais patológicos externos nos peixes durante o período experimental.

O desempenho e eficiência alimentar dos tambatingas alimentados com diferentes níveis de energia digestível estão apresentados na Tabela 2. O aumento do nível de energia digestível da ração de 2.900 a 3.300 Kcal/Kg não influenciou o ganho de peso, taxa de crescimento específico, conversão alimentar e eficiência de energia para o ganho de peso ($p > 0,05$). Já o CED aumentou de forma linear ($p < 0,05$).

Tabela 2 – Valores médios das variáveis de desempenho e eficiência alimentar de tambatingas em função do nível de energia digestível da ração.

Variáveis	Energia digestível (Kcal/Kg)					Regressão ($p > F$)			
	2.900	3.000	3.100	3.200	3.300	L	Q	R ²	CV (%)
PI (g)	29,55	29,92	29,52	29,92	29,80	NS	NS	-	1,48
CR (g)	77,91	77,91	77,91	77,91	77,91	-	-	-	-
CED (Kcal)	2,26	2,34	2,42	2,49	2,57	<0,01	NS	0,99	0,39
GP (g)	65,70	58,62	57,26	60,24	67,55	NS	NS	-	11,33
TCE (% dia ⁻¹)	2,38	2,21	2,20	2,22	2,40	NS	NS	-	6,91
CA (g g ⁻¹)	1,20	1,33	1,38	1,31	1,16	NS	NS	-	11,71
EEGP (g Kcal ⁻¹)	29,31	25,25	23,92	24,07	26,41	NS	NS	-	11,42

$p > F$ – Significância do teste “F” da análise de variância; L – Linear; Q – Quadrática; NS (não significativo); R² – Coeficiente de determinação; CV (%) – Coeficiente de variação; Equação de regressão: CED: $\hat{y} = 0,7790x + 0,0004$.

3.2. Composição, deposições corporais e eficiência de retenção nitrogenada

A composição e deposições corporais, e a eficiência de retenção de nitrogênio dos tambatingas alimentados com diferentes níveis de energia digestível estão apresentados na Tabela 3. O aumento do nível de energia digestível na ração de 2.900 a 3.300 Kcal/Kg não influenciou o teor de proteína corporal ($p > 0,05$). Contudo, o teor de umidade corporal reduziu de forma linear ($p < 0,05$) e o menor o teor de cinzas foi observado em 3.134 Kcal de ED/Kg da ração, estimado pelo modelo quadrático ($p < 0,05$) (Figura 1). Em contrapartida, o teor de gordura corporal aumentou de forma linear ($p < 0,05$) com o aumento do nível de energia digestível na ração (Figura 2).

Em relação as deposições corporais e eficiência de retenção de nitrogênio, não foi observado efeito significativo ($p > 0,05$) para deposição de umidade, proteína e eficiência de retenção de nitrogênio com o aumento do nível de energia na ração. Por outro lado, foi observado efeito quadrático ($p < 0,05$) sobre as deposições de gordura e cinzas corporais com o aumento do nível de energia digestível na ração, sendo observado os menores valores em 3.038 e 3.108 Kcal de ED/kg, respectivamente, estimados pelo modelo quadrático (Figuras 3 e 4).

Tabela 3 – Valores médios das variáveis de composição e deposição corporal de tambatingas em função do nível de energia digestível da ração.

Variáveis	Energia digestível (Kcal/Kg)					Regressão ($p > F$)			
	2.900	3.000	3.100	3.200	3.300	L	Q	R ²	CV (%)
UM (%)	78,11	77,12	77,17	77,08	75,86	NS	NS	0,81	0,70
PC (%)	14,11	14,35	14,92	15,15	14,96	NS	NS	-	3,43
GC (%)	4,58	5,04	4,69	5,05	5,49	0,01	NS	0,65	7,99
CZ (%)	3,52	3,35	3,21	3,23	3,38	NS	0,01	0,97	4,05
DUC (mg/dia)	1040,90	913,64	893,34	936,87	1026,38	NS	NS	-	11,17
DPC (mg/dia)	191,41	176,28	182,03	195,72	213,64	NS	NS	-	13,04
DGC (mg/dia)	37,06	38,29	31,03	40,40	56,49	0,02	0,03	0,89	25,24
DCZ (mg/dia)	50,16	42,14	38,83	40,96	48,59	NS	<0,0 1	0,99	12,03
ERN (%)	39,65	36,39	37,63	40,04	44,14	NS	NS	-	12,69

$p > F$ – Significância do teste “F” da análise de variância; L – Linear; Q – Quadrática; NS (não significativo); R² – Coeficiente de determinação; CV (%) – Coeficiente de variação; Equações de regressão: UC: $\hat{y} = -4,532x + 91,118$; GC: $\hat{y} = 1,827x - 0,693$; CZ: $\hat{y} = 5,682x^2 - 35,618x + 59,037$; DGC: $\hat{y} = 40,957x - 86,313$ (R²:0,46) ; DGC: $\hat{y} = 330,959x^2 - 2010,987x + 3087,580$ (R²:0,89); DCZ: $\hat{y} = 262,416x^2 - 1631,308x + 2574,127$

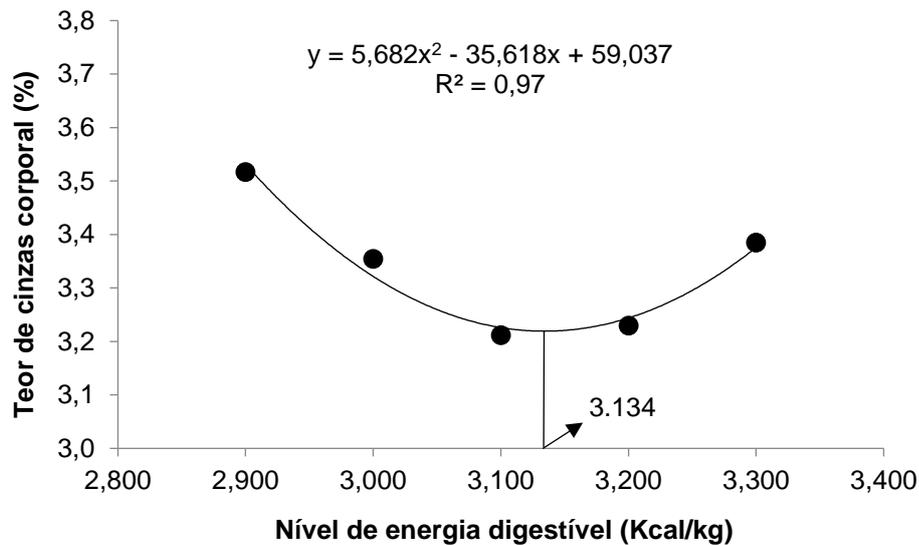


Figura 1- Representação gráfica do teor de cinzas corporal em função do nível de energia digestível em rações para tambatingas na fase entre 20 a 100 gramas.

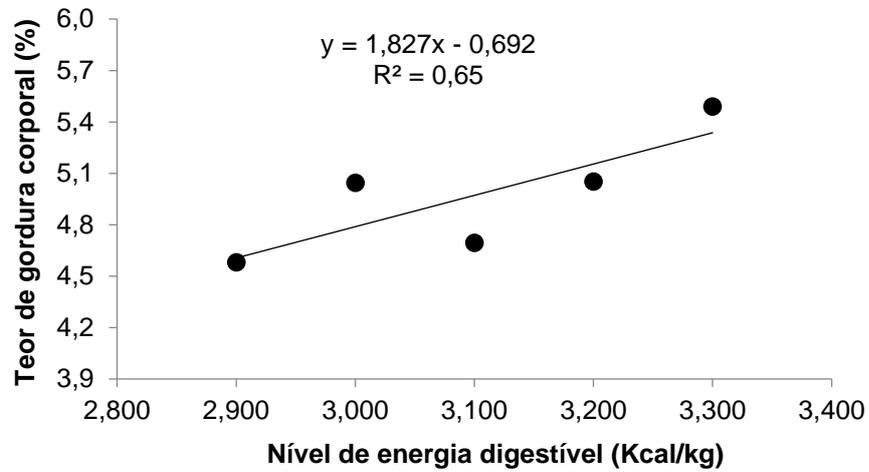


Figura 2 - Representação gráfica do teor de gordura corporal em função do nível de energia digestível em rações para tambatingas na fase entre 20 a 100 gramas.

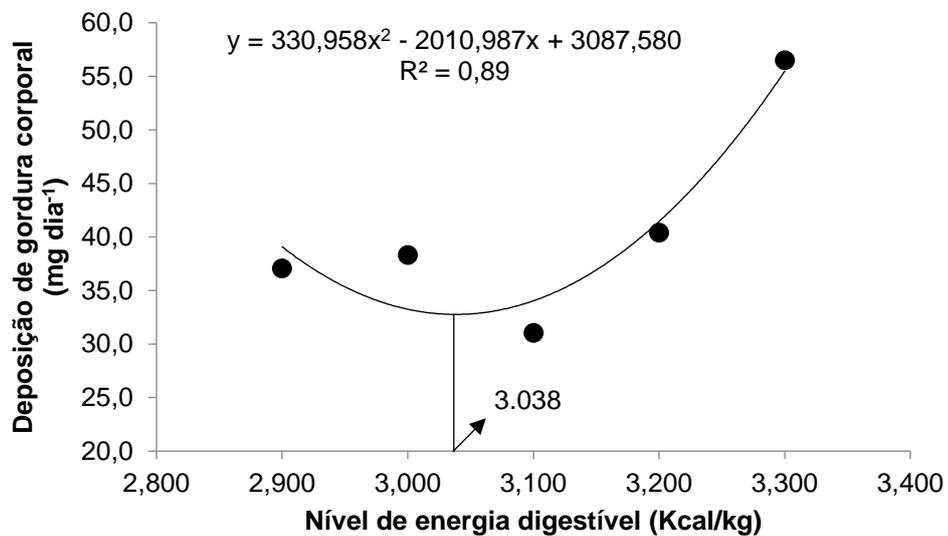


Figura 3 - Representação gráfica da deposição de gordura corporal em função do nível de energia digestível em rações para tambatingas na fase entre 20 a 100 gramas.

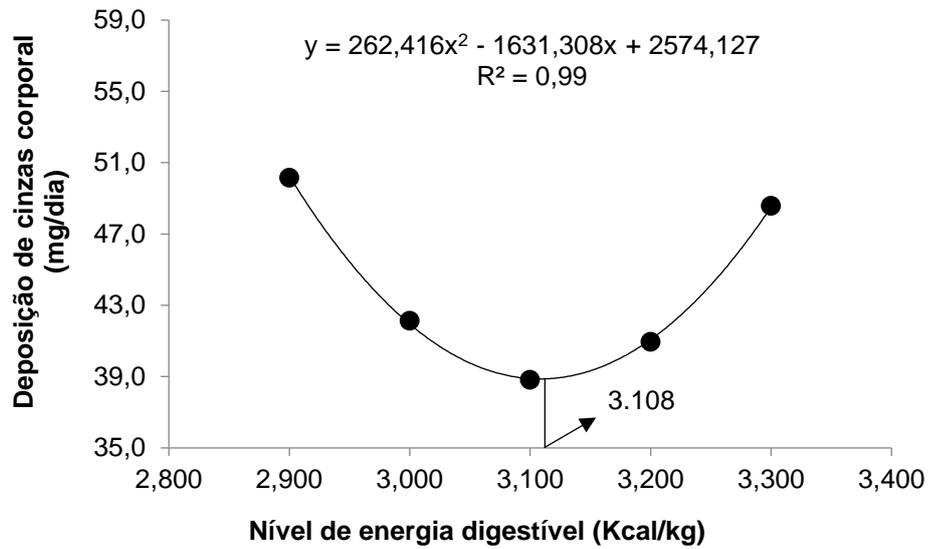


Figura 4 - Representação gráfica da deposição de cinzas corporal em função do nível de energia digestível em rações para tambatingas na fase entre 20 a 100 gramas.

4. DISCUSSÃO

A energia é obtida através da oxidação dos nutrientes (proteína, gordura e carboidratos) orgânicos presentes na dieta, após os processos de digestão e absorção, gerando energia necessária para os processos metabólicos ou armazenada como gordura corporal (NRC, 2011; Boscolo et al., 2006). Dentre os nutrientes presentes na dieta que podem ser utilizadas como fonte de energia não proteica estão o carboidrato e lipídeos (Nakharuthai et al., 2020; Sulaiman et al., 2020; Taj et al., 2021; Erondü et al., 2023). Neste estudo para elevar o teor energético da ração foi utilizado a fonte lipídica, proveniente do óleo de soja, pois além de fornecer os ácidos graxos essenciais, possui teor calórico superior as demais fontes de energia.

O teor energético da ração influencia a ingestão de alimentos, afetando o consumo dos demais nutrientes e, conseqüentemente, no desempenho dos animais (Welengane et al., 2019; Carneiro et al., 2020). Para assegurar que as eventuais diferenças entre tratamentos fossem atribuídas apenas pela variação dos níveis energéticos, o consumo dos peixes alimentados com a ração com o maior nível de energia digestível testado (3.300 Kcal/Kg) foi utilizada como parâmetro para ajustar quantitativo de ração ofertada aos demais tratamentos, resultando no aumento linear do consumo de energia digestível com o aumento de sua concentração dietética.

Os peixes utilizam a energia da ração primeiramente para atendimento das atividades de manutenção das funções vitais (Ex.: respiração, regulação da temperatura corporal, excreção, locomoção), reprodução e posteriormente para deposições corporais, com maior ênfase à deposição dos aminoácidos para formação da proteína corporal. A energia excedente é então armazenada na forma de gordura corporal (NRC, 2011; Ribeiro et al., 2012; Rodrigues et al., 2013; Craig et al., 2017).

No presente estudo não foi observado efeito nas variáveis de desempenho zootécnico, eficiência alimentar e na deposição de proteína corporal dos tambatingas com o aumento dos níveis de energia digestível da dieta, demonstrando que o menor nível de energia (2.900 Kcal/Kg) utilizado, atendeu as exigências energéticas para a espécie/híbrido nesta fase de criação.

Os tambatingas demonstraram utilizar eficientemente a energia oriunda dos carboidratos como fonte de energia não proteica, uma vez que as dietas com menor teor energético apresentaram menor concentração de lipídeos (óleo de soja) em relação a carboidratos, e a energia excedente, proveniente da elevação do teor energético, foi depositada na forma de gordura corporal. Esta observação corrobora

estudos recentes com peixes onívoros (Sulaiman et al., 2020; Ren et al., 2021; Zhou et al., 2022), já que, naturalmente, as espécies com este hábito alimentar utilizam preferencialmente os carboidratos como fonte de energia, pois estes são mais rapidamente metabolizados para produzir ATP e atender às necessidades energéticas.

A variação nos níveis de energia digestível da ração, de 2.900 a 3.400 Kcal/kg, também não afetou o desempenho zootécnico da tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) (Boscolo et al., 2006), assim como observado em estudos com piaçu (*Leporinus macrocephalus*), variando o conteúdo energético de 2.600 a 3.000 Kcal/kg (Navarro et al., 2007), e pacu (*Piaractus mesopotamicus*), alimentados com rações contendo 3.250 e 3.500 Kcal de ED/kg (Signor et al., 2010).

A composição da ração, com ênfase aos níveis de proteína bruta e energia, estão entre os componentes nutricionais que mais afetam a composição corporal dos peixes (Li et al., 2017; Marchão et al., 2024). Neste estudo, a composição corporal dos tambatingas foi afetada pelo aumento dos níveis de energia digestível. A redução da umidade corporal e o aumento da gordura corporal observado no presente estudo, também foram descritos por Bicudo et al. (2010) e Bomfim et al. (2005) com o aumento dos níveis de energia na ração de pacu e curimatá, respectivamente. Esses efeitos podem ser explicados pelo motivo de haver energia disponível excedente para ser utilizada no processo de formação de gordura corporal, que praticamente não agrega umidade (Dumas et al., 2007; Amin et al., 2014; Aguilar et al., 2021).

O crescimento dos peixes acontece por meio de deposições corporais de água, proteína, lipídeos e cinzas (Bomfim et al. 2020; Marchão et al. 2024; Rocha et al. 2023). A energia da ração é um dos componentes necessários para que o processo

de formação de novos tecidos aconteça (Lupatsch et al., 2003). Neste estudo, a redução dos teores de umidade e cinzas corporais e a ausência do efeito na deposição de proteína corporal foram compensadas pelo aumento na deposição de gordura corporal, resultando na similaridade no ganho de peso dos peixes em função da variação da concentração energética da ração.

A alta relação de energia:proteína afeta a composição corporal dos peixes (Cotan et al., 2006; Firmo et al., 2018; Welengane et al., 2019). Observou-se que houve aumento na deposição de gordura corporal a partir do nível estimado de 3.038 Kcal de ED/kg, o que ocorreu devido ao excesso de energia nos níveis superiores avaliados, demonstrando que a relação energia:proteína estava excessiva. Além disso, a ausência de variação significativa entre tratamentos na deposição de proteína corporal indica que o menor nível de energia digestível (2.900 Kcal) foi suficiente para assegurar a máxima deposição de aminoácidos para formação de proteína corporal.

O aumento na gordura corporal observado para o tambatinga a partir do nível de 3.038 Kcal de ED/kg, também foi relatado para carpa capim (*Ctenopharyngodon idella*) (Li et al., 2017), pacu (*Piaractus mesopotamicus*) (Bicudo et al., 2010; Signor et al., 2010), jundiá (*Rhamdia quelen*) (Meyer e Fracalossi, 2004), tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*) (Durigon et al., 2020), piaçu (*Leporinus macrocephalus*) (Navarro et al., 2007) e curimatá (*Prochilodus affinis*) (Bomfim et al., 2005), demonstrando que a partir desse nível a concentração energética excede as necessidades mínimas para deposição de proteína corporal.

Os tambatingas submetidos a ração com o menor nível de energia digestível (2.900 Kcal), apesar da variação quadrática, apresentaram maior deposição de cinzas corporais, indicando melhor ajuste nutricional. Diante dos resultados observados no

presente estudo, em que o aumento dos níveis de energia digestível não afetou o desempenho zootécnico nem a deposição corporal de proteína corporal, sugere-se que o nível 2.900 kcal de ED/Kg pode ser utilizado nas dietas para os tambatingas.

A concentração energética recomendada para o tambatinga neste estudo é semelhante à proposta por Cotan et al. (2006) para alevinos de lambari-tambiú, utilizando alimentação pareada e variação energética similar à deste estudo. No entanto, é superior às concentrações mínimas de 2.700 Kcal de ED/kg recomendadas por Bomfim et al. (2005) para alevinos de curimatá, em um estudo que variou duas concentrações energéticas associadas a diferentes níveis de proteína bruta. Em contrapartida, é ligeiramente inferior ao valor determinado por Gonçalves et al. (2009) para tilápia do nilo, que recomendaram 3.000 Kcal de ED/kg como a menor concentração de energia digestível avaliada pelos autores.

Com base nesses estudos, a concentração mínima de energia recomendada em rações para peixes de hábito alimentar onívoro e herbívoro pode ser inferior às avaliadas, e as eventuais variações entre essas recomendações podem ser atribuídas às diferentes espécies e fases do animal (Marchão et al., 2020; Aroucha et al., 2023), ou ainda à forma de fornecimento da ração utilizada nos experimentos.

É necessária a realização de novos estudos com menores níveis de energia digestível e faixas de peso diferentes para comprovar a capacidade do tambatinga de utilizar dietas com menor teor calórico sem afetar seu desempenho e deposição de proteína corporal.

5. CONCLUSÃO

A recomendação do nível dietético de energia digestível é de 2.900 Kcal/kg, correspondente a relação energia:proteína de 92,95 Kcal de ED/g, por otimizar o

desempenho zootécnico e características corporais de tambatingas na fase entre 20 e 100 gramas.

REFERÊNCIAS

AGUILAR, F. A. A.; MOURÃO, G. B.; CYRINO, J. E. P. Digestible energy and protein requirements for maintenance and growth of pacu (*Piaractus mesopotamicus*): A factorial approach-based model. **Scientia Agricola**, v. 78, p. e20200026, 2020.

AHMED, I.; MAQBOOL, A. Efeitos dos níveis de proteína na dieta sobre o crescimento, utilização de ração e parâmetros hemato-bioquímicos de peixes de água doce. *Cyprinus Carpio Var Specularis*, p. 1-12, 2017.

AMIN, M. N.; CARTER, C. G.; KATERSKY BARNES, R. S.; ADAMS, L. R. Protein and energy nutrition of brook trout (*Salvelinus fontinalis*) at optimal and elevated temperatures. **Aquaculture Nutrition**, v. 22, n. 3, p. 527-540, 2014.

ANDREGHETTO, F.; DE SANTANA, T. C.; DA SILVA CASTRO, J.; NOLETO, K. S.; TEIXEIRA, E. G. Desempenho zootécnico e bromatologia de tambatinga (*Colossoma macropomum* x *Piaractus brachypomus*, Characidae) alimentada com milho (*Pennisetum* sp.). **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 4, p. 21818-21831, 2020.

AOAC – **Association of Official Analytical Chemists Oficial. Official Methods of Analysis**. In: Latimer Jr GW (Ed), AOAC INTERNATIONAL, 20th ed, Gaithersburg, MD, USA, 2016.

AROUCHA, R. J. N.; RIBEIRO, F. B.; BOMFIM, M. A. D.; DE SIQUEIRA, J. C.; MARCHÃO, R. S.; DO NASCIMENTO, D. C. N. Digestible methionine plus cystine requirement in tambaqui (*Colossoma macropomum*) diets: Growth performance and plasma biochemistry. **Aquaculture Reports**, v. 32, p. 101725, 2023.

BAILEY, J.; ALANARA, A. Digestible energy need (DEN) of selected farmed fish species. **Aquaculture**, v.251, n. 2-4, p.438– 455, 2006.

BICUDO, A. J. A.; SADO, R. Y.; CYRINO, J. E. P. Growth performance and body composition of pacu *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg 1887) in response to dietary protein and energy levels. **Aquaculture Nutrition**, v. 16, n. 2, p. 213-222, 2010.

BITTENCOURT, T. M.; VALENTIM, J. K.; LIMA, H. J. D. A.; GOBIRA, G. A.; FERREIRA, A. L.; RODRIGUES, R. F. M.; ALMEIDA, G. R.; Matos, N. E. S. Proteína na Nutrição de Não Ruminantes. **Ensaios e Ciência C Biológicas Agrárias e da Saúde**, v. 25, n. 3, p. 268-274, 2021.

BOMFIM, M. A. D. Estratégias nutricionais para redução das excreções de nitrogênio e fósforo nos sistemas de produção de peixes no Nordeste: sustentabilidade

ambiental e aumento da produtividade. **Revista científica de produção animal**, v. 15, n. 2, p. 122-140, 2013.

BOMFIM, M. A. D.; LANNA, E. A. T.; DONZELLE, J. L.; QUADROS, M.; RIBEIRO, F. B.; SOUSA, M. P. Níveis de lisina, com base no conceito de proteína ideal, em rações para alevinos de tilápia-do-nilo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.39, n.1, p.1-8, 2010.

BOMFIM, M. A. D.; LANNA, E. A. T.; SERAFINI, M. A.; RIBEIRO, F. B.; PENA, K. D. S. Proteína bruta e energia digestível em dietas para alevinos de curimatá (*Prochilodus affinis*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 6, p. 1795-1806, 2005.

BOMFIM, M. A. D.; MARCHÃO, R. S.; RIBEIRO, F. B.; SIQUEIRA, J. C. D.; COSTA, D. C.; LIMA, M. S. Digestible threonine requirement in diets for tambatinga (♀ *Colossoma macropomum* x ♂ *Piaractus brachypomus*) fingerlings. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 45, p. e023520, 2021.

BOMFIM, M. A. D.; MARCHÃO, R. S.; RIBEIRO, F. B.; SIQUEIRA, J. C. D.; SILVA, L. R.; TAKISHITA, S. S. Digestible tryptophan requirement for tambaqui (*Colossoma macropomum*) fingerlings. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 51, e20196724, 2020.

BOSCOLO, W. R.; FEIDEN, A.; SIGNOR, A.; SIGNOR, A. A.; BARD, J. J.; ISHIDA, F. A. Energia digestível para alevinos de tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, p. 629-633, 2006.

CARNEIRO, W. F.; COLPINI, L. M. S.; DE SOUZA, R. C. T.; BOMBARDELLI, R. A.; BALEN, R. E.; MEURER, F. Effect of the digestible protein-energy relationship on the growth performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fed fishmeal-free diets. **Animal Feed Science and Technology**, v. 262, p. 114379, 2020.

CERRATE, S.; EKMAI, R.; ENGLAND, J. A.; COON, C. Predicting nutrient digestibility and energy value for broilers. **Poultry science**, v. 98, n. 9, p. 3994-4007, 2019.

COSTA-PINTO, R.; GANTNER, D. Macronutrients, minerals, vitamins and energy. **Anaesthesia & Intensive Care Medicine**, v. 21, n. 3, p. 157-161, 2020.

COTAN, J. L. V.; BOMFIM, M. A. D.; LANNA, E. A. T.; DONZELE, J. L.; RIBEIRO, F. B.; SERAFINI, M. A. Níveis de energia digestível e proteína bruta em rações para alevinos de lambari tambuí. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 3, p. 634-640, 2006.

CRAIG, S. R.; HELFRICH, L. A.; KUHN, D.; SCHWARZ, M. H. Understanding fish nutrition, feeds, and feeding. **Virginia Cooperative Extension**, p. 256-420, 2017.

DIAS, M. K. R.; TAVARES, M. D.; MARCHIORI, N. First report of *Linguadactyloides brinkmanni* (monogenoidea: linguadactyloidea) on hybrids of *Colossoma macropomum* x *Piaractus brachypomus* (characidae) from south america. **Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology**, v. 16, n. 2, p. 61-64, 2012.

DUMAS, A.; DE LANGE, C. F. M.; FRANCE, J.; BUREAU, D. P. Quantitative description of body composition and rates of nutrient deposition in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Aquaculture**, v. 273, n. 1, p. 165-181, 2007.

DURIGON, E. G.; LAZZARI, R.; UCZAY, J.; DE ALCÂNTARA LOPES, D. L.; JERÔNIMO, G. T.; SGNAULIN, T.; EMERENCIANO, M. G. C. Biofloc technology (BFT): Adjusting the levels of digestible protein and digestible energy in diets of Nile tilapia juveniles raised in brackish water. **Aquaculture and Fisheries**, v. 5, n. 1, p. 42-51, 2020.

ERONDU, E. S.; AKPOILIH, B. U.; JOHN, F. S. Total replacement of dietary fish oil with vegetable lipid sources influenced growth performance, whole body composition, and protein retention in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fingerlings. **Journal of Applied Aquaculture**, v. 35, n. 2, p. 330-349, 2023.

FIRMO, D. S.; BOMFIM, M. A. D.; RIBEIRO, F. B.; DE SIQUEIRA, J. C.; LANNA, E. A. T.; TAKISHITA, S. S.; SOUZA, T. J. R.; PORTO, N. G. Threonine to lysine ratio in diets of tambaqui juveniles (*Colossoma macropomum*). **Semina: Ciências Agrárias**, v. 39, n. 5, p. 2169-2180, 2018.

FRANÇA, G. B.; DEBOLETO, S.G.C.; H, C. A. Caracterização da qualidade de dietas com níveis crescentes de proteína para surubim (*Pseudoplatystoma* sp). **Agrarian**, v. 12, n. 43, p. 104-110, 2019.

GONÇALVES, G. S.; PEZZATO, L. E.; BARROS, M. M.; HISANO, H.; ROSA, M. J. S. Níveis de proteína digestível e energia digestível em dietas para tilápias-do-nilo formuladas com base no conceito de proteína ideal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 2289-2298, 2009.

GUTIÉRREZ, F. W.; ZALDÍVAR, J.; CONTRERAS, G. Efecto de varios niveles de energía digestible y proteína en la dieta sobre el crecimiento de gamitana (*Colossoma macropomum*) Cuvier 1818. **Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú**, v. 20, n. 2, p. 178-186, 2009.

Haidar, M.N.; BLEEKER, S.; HEINSBROEK, L.T.N.; SCHRAMA, J.W. Effect of constant digestible protein intake and varying digestible energy levels on energy and protein utilization in Nile tilapia. **Aquaculture**, v. 489, p. 28–35, 2018.

HISANO, H.; PORTZ, L. Redução de custos de rações para tilápia: a importância da proteína. **Bahia Agrícola**, v.8, n.1, p. 42-45, 2007.

LEONARDO, A. F.; BARROS, H. P.; SAMPAIO, G. G. Benzocaine and eugenol as anesthetics for pangasius juveniles, *Pangasianodon hypophthalmus*. **Boletim de Indústria Animal**, v. 79, 1-10, 2022.

LI, X.; ZHOU, L.; MO, H.; PAN, Q.; GAN, L. Interaction effects of dietary lipid and lysine on growth feed utilization and body composition of juvenile grass carp (*Ctenopharyngodon idella*). **Aquaculture International**, v. 25, p. 1591-1606, 2017.

- LUPATSCH, I.; KISSIL, G. W. M.; SKLAN, D. Comparison of energy and protein efficiency among three fish species gilthead sea bream (*Sparus aurata*), European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) and white grouper (*Epinephelus aeneus*): energy expenditure for protein and lipid deposition. **Aquaculture**, v. 225, n. 1-4, p. 175-189, 2003.
- MARCHÃO, R. S.; RIBEIRO, F. B.; DE SIQUEIRA, J. C.; BOMFIM, M. A. D.; SILVA, J. C.; DE SOUSA, T. J. R.; NASCIMENTO, D. C. N.; DA COSTA SOUSA, M. Digestible lysine requirement for Tambaqui (*Colossoma macropomum*) juveniles using the diet dilution technique. **Aquaculture Reports**, v. 18, p. 100482, 2020.
- MARCHÃO, R. S.; COPATTI, C. E.; RIBEIRO, F. B.; BOMFIM, M. A. D.; DE LIMA, M. S.; BATISTA, V. F.; ROCHA, A. S.; PEREIRA, G. A.; COSTA, T. S.; ROCHA, D. R.; VIDAL, L. V. O.; MELO, J. F. B. Evaluation of dietary tryptophan requirement on growth, whole-body composition, and hematobiochemical parameters of tambaqui (*Colossoma macropomum*) in the fattening phase. **Aquaculture International**, v. 32, n. 1, p. 633-652, 2024.
- MARCHÃO, R. S.; COPATTI, C. E.; RIBEIRO, F. B.; BOMFIM, M. A. D.; DE LIMA, M. S.; BATISTA, V. F.; ROCHA, A. S.; PEREIRA, G. A.; COSTA, T. S.; DA ROCHA, D. R.; VIDAL, L. V. O.; MELO, J. F. B. Evaluation of dietary tryptophan requirement on growth, whole-body composition, and hematobiochemical parameters of tambaqui (*Colossoma macropomum*) in the fattening phase, **Aquaculture International**, v. 32, n. 1, p. 633-652, 2024.
- MATTOS, B. O.; BUENO, G. W.; HONCZARYK, A.; PEREIRA-FILHO, M.; ROUBACH, R. Níveis de proteína bruta na dieta de juvenis de matrinxã (*Brycon amazonicus*). **Revista de Ciências Agrárias**, v. 30, n. 35, p. 40, 2018.
- MENDONÇA, P. P.; COSTA, P. C.; POLESE, M. F.; VIDAL JÚNIOR, M. V.; ANDRADE, D. R. Efeito da suplementação de fitase na alimentação de juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*). **Archivos de Zootecnia**, v. 61, n. 235, p. 437-448, 2012.
- MEYER, G.; FRACALOSSO, D. M. Protein requirement of jundia fingerlings, *Rhamdia quelen*, at two dietary energy concentrations. **Aquaculture**, v. 240, n. 1-4, p. 331-343, 2004.
- NAKHARUTHAI, C.; RODRIGUES, P. M.; SCHRAMA, D.; KUMKHONG, S.; BOONANUNTANASARN, S. Effects of different dietary vegetable lipid sources on health status in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*): Haematological indices, immune response parameters and plasma proteome. **Animals**, v. 10, n. 8, p. 1377, 2020.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of fish and shrimp**. National. Academy Press, Washington, DC, USA, p. 376, 2011.
- NAVARRO, R. D.; LANNA, E. A. T.; DONZELE, J. L.; DA MATTA, S. L. P.; DE SOUZA, M. A. Níveis de energia digestível da dieta sobre o desempenho de piauçu (*Leporinus macrocephalus*) em fase pós-larval. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 29, n. 1, p. 109-114, 2007.

OLIVA-TELES, A. Nutrition and health of aquaculture fish. **Journal of fish diseases**, v. 35, n. 2, p. 83-108, 2012.

OLIVEIRA, F. L.; SIQUEIRA, J. C.; SANTOS, J. C. Equações de predição da energia digestível de ingredientes protéicos de origem vegetal utilizados em rações para tilápias. **Cadernos de Pesquisa**, v. 21, n. especial, p.1-9, 2014.

ORLANDO, T. M.; OLIVEIRA, M. M. D.; PAULINO, R. R.; COSTA, A. C.; ALLAMAN, I. B.; ROSA, P. V. Reproductive performance of female Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fed diets with different digestible energy levels. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 46, p. 1-7, 2017.

PEIXE BR. Associação Brasileira da Piscicultura. **Anuário peixe BR da piscicultura (2024)** São Paulo.

REN, M.; LIANG, H.; GE, X.; CHEN, X.; MI, H.; JI, K. Effects of dietary carbohydrate-to-lipid ratio on growth performance, plasma parameters and hepatic antioxidant status in ide (*Leuciscus idus*, Linnaeus, 1758). **Aquaculture Reports**, v. 19, p. 100618, 2021.

RIBEIRO, P. A. P.; MELO, D. C.; COSTA, L. S.; TEIXEIRA, E. A. Manejo nutricional e alimentar de peixes de água doce. **Belo Horizonte:[sn]**, 2012.

ROCHA, A. D. S.; COPATTI, C. E.; MARCHÃO, R. S.; COSTA, T. S.; SANTANA, G. S.; COELHO, M. C.; MELO, J. F. B. Assessment of methionine plus cystine requirement of tambaqui (*Colossoma macropomum*) based on zootechnical performance, body composition, erythrogram, and plasmatic and hepatic metabolites. **Veterinary Research Communications**, v. 47, n. 4, p. 2111-2125, 2023.

RODRIGUES, A. P. O.; BERGAMIN, G. T.; SANTOS, V. R. V. Nutrição e alimentação de peixes. **Piscicultura de água doce: multiplicando conhecimentos**. Brasília, DF: Embrapa, p. 171-213, 2013.

SAEG - **Sistema para Análises Estatísticas**, Versão 9.1: Fundação Arthur Bernardes - UFV - Viçosa, 2007.

SANTOS, F. A.; FORTES-SILVA, R.; COSTA, L. S.; LUZ, R. K.; GUILHERME, H. O.; GAMARANO, P. G.; RIBEIRO, P. A. Regulation of voluntary protein/energy intake based practical diet composition for the carnivorous neotropical catfish *Lophiosilurus alexandri*. **Aquaculture**, v. 510, p. 198-205, 2019.

SARAVANAN, S.; GEURDEN, I.; FIGUEIREDO-SILVA, A. C.; KAUSHIK, S. J.; HAIDAR, M. N.; VERRETH, J. A.; SCHRAMA, J. W. Control of voluntary feed intake in fish: a role for dietary oxygen demand in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fed diets with different macronutrient profiles. **British Journal of Nutrition**, v. 108, n. 8, p.1519-1529, 2012.

SIGNOR, A. A.; BOSCOLO, W. R.; FEIDEN, A.; BITTENCOURT, F.; COLDEBELLA, A.; REIDEL, A. Proteína e energia na alimentação de pacus criados em tanques-rede. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 2336-2341, 2010.

SILVA, J. V. D.; RIBEIRO, F. B.; SIQUEIRA, J. C. D.; BOMFIM, M. A. D.; NASCIMENTO, D. C. N. D.; MARCHÃO, R. S. Dietary valine requirement of tambaqui (*Colossoma macropomum*) with different body weights. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 46, p. e002122, 2022.

SULAIMAN, M. A.; KAMARUDIN, M. S.; ROMANO, N.; SYUKRI, F. Effects of increasing dietary carbohydrate level on feed utilisation, body composition, liver glycogen, and intestinal short chain fatty acids of hybrid lemon fin barb (*Barbonymus gonionotus*♀ X *Hypsibarbus wetmorei* male♂). **Aquaculture reports**, v. 16, p. 100250, 2020.

TAJ, S.; LI, X.; ZHOU, Q.; IRM, M.; YUAN, Y.; SHI, B.; Yuedong, S.; MIN, j.; IRFAN, M. Insulin-mediated glycemic responses and glucose homeostasis in black sea bream (*Acanthopagrus schlegelii*) fed different carbohydrate sources. **Aquaculture**, v. 540, p. 736726, 2021.

WELENGANE, E.; SADO, R. Y.; BICUDO, A. J. A. Protein-sparing effect by dietary lipid increase in juveniles of the hybrid fish tambatinga (♀ *Colossoma macropomum* x ♂ *Piaractus brachypomus*). **Aquaculture nutrition**, v. 25, n. 6, p. 1272-1280, 2019.

ZHOU, W. H.; WU, C. C.; LIMBU, S. M.; LI, R. X.; CHEN, L. Q.; QIAO, F.; LUO, Y.; ZHANG, M. L.; HAN, T.; DU, Z. Y. More simple more worse: Simple carbohydrate diets cause alterations in glucose and lipid metabolism in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Aquaculture**, v. 550, p. 737857, 2022.

ANEXO ÚNICO



COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS
CIAEP: 02.0341.2019

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO



CERTIFICADO (15/2023)

Certificamos que a proposta intitulada: "Níveis de Energia Digestível em Rações com Diferentes Níveis de Lisina Digestível para Juvenis de Tambaqui" Processo 23115.006310/2023-41, sob a responsabilidade do Prof. Dr. Marcos Antonio Delmondes Bomfim, que envolve a produção, manutenção ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto humanos), para fins de pesquisa científica (ou ensino) - encontra-se de acordo com os preceitos da Lei nº 11.794, de 8 de outubro de 2008, do Decreto nº 6.899, de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA), e foi considerado **APROVADO** pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA - UFMA) da Universidade Federal do Maranhão, na reunião realizada em 14 de março de 2023.

We certify that the proposal: "Levels of Digestible Energy in Diets with Different Levels of Digestible Lysine for Tambaqui Juveniles", Process 23115.006310/2023-41, under the responsibility of Prof. Dr. Marcos Antonio Delmondes Bomfim, which involves the production, maintenance and/or use of animals belonging to the phylum Chordata, sub phylum Vertebrata (except humans beings) for scientific research purposes (or teaching) - is in accordance with Law No. 11,794, of October 8, 2008, Decree No. 6.899, of July 15, 2009, as well as with the rules issued by the National Council for Control of Animal Experimentation (CONCEA), and was **APPROVED** by the Ethics Committee on Animals Use of the Federal University of Maranhão (CEUA - UFMA), in meeting of March 14, 2023.

PROPOSTA				
Finalidade:	Pesquisa	Área:	Zootecnia	
Vigência:	01/07/2023 a 31/12/2025			
ANIMAIS				
Origem:	Rafaela de Melo e Alvim de Jesus Tavares - ME. CNPJ: 12.183.768/0001-27; Endereço: Fazenda Serra Negra, S/N, Estrada do Tingidor, Povoado Cova, Itapecuru Mirim - MA, CEP: 65.485-000; PROAQ - Projeto de Aquicultura LTDA. CNPJ: 02.271.878/0001-97; Endereço: Povoado Areias, S/N, Santa Rita - MA, CEP: 65.145-000.			
Espécie:	<i>Colossoma macropomum</i> x <i>Piaractus brachipomus</i>	Sexo:	Ambos sexos	Idade: Juvenis Peso: 20g
				AMOSTRA 2000 peixes

Local do experimento: Laboratório de Nutrição de Peixes do CCCh/UFMA

São Luís, 06 de junho de 2023

Bruno Aracaju Santos Pinheiro
Presidente da Comissão de Ética no Uso de Animais