

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E ENGENHARIAS - CCAE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS**

GISELE DE FREITAS BITENCOURT

**ÓLEO DE COCO E CAFEÍNA NO DESENVOLVIMENTO DE PÓS-LARVAS
DO *Astyanax altiparanae***

ALEGRE-ES

2019

GISELE DE FREITAS BITENCOURT

**ÓLEO DE COCO E CAFEÍNA NO DESENVOLVIMENTO DE PÓS-LARVAS
DO *Astyanax altiparanae***

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Ciências Veterinárias, linha de pesquisa em Reprodução e Nutrição Animal.

Orientador: Prof. Dr. Pedro Pierro Mendonça

ALEGRE-ES

2019

Ficha catalográfica disponibilizada pelo Sistema Integrado de Bibliotecas - SIBI/UFES e elaborada pelo autor

B624o Bitencourt, Gisele de Freitas, 1979-
Óleo de coco e cafeína no desenvolvimento de pós-larvas do
Astyanax altiparanae / Gisele de Freitas Bitencourt. - 2019.
41 f.

Orientador: Pedro Pierro Mendonça.
Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) -
Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências
Agrárias e Engenharias.

1. Lambari. 2. Metabolismo energético. 3. Estágio de desenvolvimento. I. Mendonça, Pedro Pierro. II. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro de Ciências Agrárias e Engenharias. III. Título.

CDU: 619

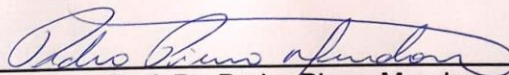
GISELE DE FREITAS BITENCOURT

**ÓLEO DE COCO E CAFEÍNA NO DESENVOLVIMENTO DE PÓS-LARVAS
DO *Astyanax altiparanae***

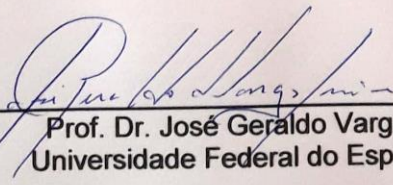
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias do Centro de Ciências Agrárias e Engenharias - CCAE, da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Ciências Veterinárias, linha de pesquisa em Reprodução e Nutrição Animal.

Aprovado em 29 de abril de 2019.

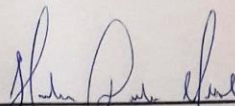
COMISSÃO EXAMINADORA



Prof. Dr. Pedro Pierro Mendonça
Instituto Federal do Espírito Santo – *Campus* de Alegre
Orientador



Prof. Dr. José Geraldo Vargas Júnior
Universidade Federal do Espírito Santo



Prof. Dr. Leonardo Demier Cardoso
Instituto Federal do Espírito Santo – *Campus* Piúma

Dedico este trabalho especialmente àquela que me motivou a este feito, minha amada mãe Celeste Maria Freitas Bitencourt, que a pouco se foi, mas nunca será esquecida.

AGRADECIMENTOS

À Deus, que com sua infinita sabedoria planejou e se fez cumprir cada detalhe (pessoas, recursos, tempo) nessa minha trajetória.

Ao meu querido papai Milson e à minha amada e tão presente irmã Geórgia que não mediram esforços para me ajudar nessa etapa tão importante da minha vida.

Às amigas Hévila e Luana, que se tornaram “mais chegadas que irmãs”. Sendo fundamentais nessa conquista.

Ao amigo Leonardo Demier, pelas inúmeras vezes em que não poupou esforços e tempo para o desenvolvimento prático deste trabalho.

Ao meu querido e muito compreensivo orientador Pedro Pierro Mendonça que me fez acreditar que daria tudo certo.

A todos os colegas do Laboratório de Nutrição e Produção de Espécies Ornamentais – LNPEO do IFES que de alguma forma colaboraram para a conclusão deste projeto. Erivelto, Layon e Tchesley, principalmente.

Ao tão estimado e querido Isaías (setor de Aquicultura) por literalmente manter “vivo” este projeto.

Ao colegiado e programa de pós-graduação em Ciências Veterinárias da Universidade Federal do Espírito Santo pela oportunidade e vivência.

Ao Instituto Federal do Espírito Santo –IFES Campus de Alegre por oferecer os instrumentos necessários para o cumprimento desse trabalho.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

“Então disse-lhes Jesus: Vinde após
mim, e Eu vos farei pescadores de homens”
(Mateus 4:19)

RESUMO

BITENCOURT, GISELE DE FREITAS. **ÓLEO DE COCO E CAFEÍNA NO DESENVOLVIMENTO DE PÓS-LARVAS DO *Astyanax altiparanae***. 2019. 42p. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) - Centro de Ciências Agrárias e Engenharias - CCAE, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, ES, 2019.

Um experimento foi conduzido no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo– *Campus* Alegre. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, constituindo um esquema fatorial 4 x 3 composto por quatro níveis de óleo de coco (FA₁=0%, FA₂=2%, FA₃=4% e FA₄=6%) e três de cafeína (FB₁=0,00, FB₂=0,16 e FB₃=0,32g de cafeína.kg⁻¹ de ração) com quatro repetições, totalizando 48 unidades experimentais. A dieta experimental utilizada foi isoproteica (32% PB) e isoenergética (2900 kcal.Kg⁻¹). Avaliou-se o desenvolvimento de 1.680 pós-larvas do *Astyanax altiparanae* distribuídas em densidade de 5 pós-larvas/L, totalizando 35 animais por unidade experimental, em sistema estático com aeração contínua. A frequência alimentar foi de quatro vezes ao dia, ofertadas até a saciedade dos animais, com duração de 21 dias. As variáveis analisadas foram: comprimento total, altura, ganho de peso, taxa de crescimento específica, consumo de ração total, consumo de ração individual, conversão alimentar aparente e taxa de eficiência proteica.

Palavras-chave: Lambari. Metabolismo energético. Estágio de desenvolvimento.

ABSTRACT

BITENCOURT, GISELE DE FREITAS. **COCONUT AND CAFFEINE OIL IN THE AFTER DEVELOPMENT OF *Astyanax altiparanae*** 2019. 42p. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) - Centro de Ciências Agrárias e Engenharias - CCAE, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, ES, 2019.

An experiment was conducted at the Federal Institute of Education, Science and Technology of Espírito Santo - Campus Alegre. The experimental design was completely randomized, constituting a 4 x 3 factorial scheme composed of four levels of coconut oil (FA₁ = 0%, FA₂ = 2%, FA₃ = 4% and FA₄ = 6%) and three caffeine (FB₁ = 0,00, FB₂ = 0,16 and FB₃ = 0,32 g of caffeine.kg⁻¹ of feed) with four replicates, totaling 48 experimental units in each experiment. The experimental diet used was isoprotein (32% crude protein) and isoenergetic (2900 kcal.kg⁻¹). The development of 1.680 *Astyanax altiparanae* larvae distributed in a density of 5 post larvae / L was evaluated, totaling 35 animals per experimental unit in a static system with continuous aeration. The feeding frequency was four times a day, offered until the satiety of the animals, lasting 21 days. The variables analyzed were: total length, height, weight gain, specific growth rate, total feed intake, individual feed intake, apparent feed conversion and protein efficiency rate.

Keywords: Lambari.Energy metabolism.Stage of development.

LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
Figura 1 –Lambari-do-rabo-amarelo (<i>Astyanax altiparanae</i>)	13

Capítulo 1	Página
Figura 1 - Sistema estático com aeração constante por meio de pedra porosa.....	27
Figura 2 - Efeito da cafeína sobre o peso médio, nas rações com inclusão de 2% e 6% de óleo de coco	31
Figura 3 - Efeito da cafeína sobre o peso médio, nas rações com inclusão de 2% e 6% de óleo de coco.....	32
Figura 4 - Efeito do óleo de coco sobre o peso médio, nas rações com dose de cafeína de 0,16 e 0,32 g.Kg ⁻¹ de ração.....	35

LISTA DE TABELAS

Tabela	Página
Tabela 1 - Composição em quilograma das rações experimentais.....	28
Tabela 2 - Atendimento das exigências nutricionais – matéria natural.....	28
Tabela 3 - Variáveis de índices zootécnicos com desdobramento da interação da cafeína dentro de cada nível de óleo de coco.....	30
Tabela 4 - Variáveis relacionadas ao consumo de ração com desdobramento da interação da cafeína dentro de cada nível de óleo de coco.....	33
Tabela 5 - Variáveis de índices zootécnicos com desdobramento da interação do óleo de coco dentro de cada dose de cafeína.....	34

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL	11
2 REVISÃO DE LITERATURA	13
2.1 Lambari (<i>Astyanax altiparanae</i>).....	13
2.1.1 Classificação	13
2.1.2 Crescimento e hábito alimentar	14
2.1.3 Reprodução.....	14
2.1.4 Aspectos zootécnicos e mercado.....	14
2.2 Estágio de desenvolvimento e alimentação	15
2.2.1 Pós-larvas	15
2.3 Óleo de coco	16
2.4 Cafeína.....	18
2.4.1 Mecanismos de ação e uso da cafeína na alimentação de peixes.....	19
3 CAPÍTULO I	22
3.1 INTRODUÇÃO	24
3.2 MATERIAL E MÉTODOS	25
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	29
3.4 CONCLUSÃO.....	34
3.5 REFERÊNCIAS.....	35
4 CONCLUSÃO GERAL	37
5. REFERÊNCIAS GERAIS	38

1 INTRODUÇÃO GERAL

A nível mundial, o agronegócio brasileiro se destaca por ser um grande produtor de carnes bovina, suína e de aves. Quanto a exploração aquícola, este setor ainda não adquiriu grande porte no Brasil, embora tenha apresentado um crescimento médio de 14,20% ao ano (SCHULTER; VIEIRA FILHO, 2017).

Emergente no setor de carnes, a aquicultura tem estimulado o cultivo de peixes (piscicultura), camarões (carnicultura), rãs (ranicultura) além de outras espécies de menor importância comercial como a criação de tartarugas e jacarés. Cabe destacar que o grande destaque da aquicultura é a criação de peixes (EMBRAPA, 2017).

O Brasil possui diversas espécies de peixes com potencial para produção em cativeiro. Entretanto seu cultivo está baseado em espécies exóticas como tilápias (*Oreochromis sp.*), carpas (*Cyprinus carpio L.*) e trutas (*Oncorhynchus sp.*). Dentre as diversas espécies de peixes nativos com potencial é possível citar o Tambaqui (*Colossoma macropomum*), traíra (*Hoplias spp.*), pintado (*Pseudoplatystoma corruscans*), matrinxã (*Brycon cephalus*), dourado (*Salminus brasiliensis*). Ainda sobre os peixes nativos, o lambari (*Astyanax spp.*) possui grande destaque devido a sua abrangência comercial no país (BALDISSEROTTO; GOMES, 2010).

Dentre as espécies de lambari existentes, o lambari-do-rabo-amarelo (*Astyanax altiparanae*) também é conhecido como tambuí, piaba, piabinha, matupiris, tabuão, mojarra ou sardinha de água doce. É peixe de pequeno porte que povoam desde riachos a grandes rios formadores de bacias hidrográficas de todo o ambiente tropical (PORTO-FORESTI et al., 2005). Está disseminada por toda América do Sul, sendo amplamente distribuídos nas diferentes bacias hidrográficas brasileiras (GARUTTI, 1995). Alimenta-se de algas, macrófitas e também insetos ou outros animais de pequeno porte, encontrados no rio. Essa amplitude em sua alimentação, permite a produção com rações feitas com ingredientes vegetais, como: soja, milho, sorgo, trigo ou animais (CASSEMIRO, 2002).

Para produção dessa espécie com rações, é necessário conhecer suas demandas, nutricionais além de outras características como: a fisiologia da digestão e o metabolismo, de proteínas e o energético. Para que as rações além de

atenderem a demanda nutricional, também sejam efetivas no desenvolvimento do animal alimentado com ela (BOMBARDELLI et al., 2010).

Dentre as diferentes moléculas com capacidade de gerar energia sob a perspectiva nutricional, os ácidos graxos são considerados os mais eficientes. Entretanto, os ácidos graxos podem apresentar em sua estrutura diferentes tamanhos, saturações e conformações, o que influencia diretamente nos processos de digestão e principalmente no de absorção (BOMBARDELLI et al., 2009).

Óleo de coco apresenta em sua composição química a predominância de ácidos graxos de cadeias médias, o que facilita a absorção dos ácidos graxos provenientes desse ingrediente, levando ao melhor aproveitamento do mesmo. Esses ácidos graxos absorvidos, serão disponibilizados para produção de energia imediatamente ou são levados para a produção do tecido adiposo, para reserva, disponibilizados quando necessário (CASSEMIRO, 2002).

Para mobilizar ou direcionar a utilização dos ácidos graxos ou outras moléculas para produção de energia, é necessário que indicadores celulares ou alguma outra molécula sinalize ao corpo animal a necessidade de gastar energia. A cafeína é uma substância que pode provocar uma elevação do metabolismo energético através da oxidação de ácidos graxos como substrato energético preferencial (BALDISSEROTTO; GOMES, 2010).

Com o presente trabalho, objetiva-se avaliar o efeito do óleo de coco e da cafeína no desempenho zootécnico de pós-larvas do *Astyanax altiparanae*.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Lambari (*Astyanax altiparanae*)

2.1.1 Classificação

A ocorrência do grupo de peixe denominado lambari é muito comum em toda a região neotropical. Caracteristicamente de pequeno porte, pertencem principalmente às subfamílias dos cheirodontíneos e tetragonopteríneos, da família dos caracídeos (GARUTTI, 2003).

A principal espécie de lambari comercializada no Brasil, o lambari-do-rabo-amarelo (Figura 1) é denominada de *Astyanax altiparanae* (CASSEMIRO et al., 2002). Esta espécie pertence à família Characidae, subfamília Tetragonopterinae, que são estritamente de água doce, e ao gênero *Astyanax*, definido como um dos gêneros dominantes da América do Sul, amplamente distribuído nas bacias do Rio Tietê e seus afluentes, do Paraná, do São Francisco e na bacia Amazônica (CASTILHO-ALMEIDA, 2007).



Figura 1–Lambari-do-rabo-amarelo (*Astyanax altiparanae*).

2.1.2 Crescimento e hábito alimentar

Lambari-do-rabo-amarelo é um peixe rústico, de tamanho pequeno podendo chegar a 17 cm de comprimento e peso médio de 60 gramas quando criado em cativeiro (EVANGELISTA, 2015).

Segundo Casseiro et al. (2002), o lambari-do-rabo-amarelo apresenta hábito alimentar altamente flexível, com itens alimentares encontrados no estômago em proporções semelhantes de vegetais (sementes, frutas, algas e macrófitas) e animais (insetos aquáticos e terrestres), mostrando que se trata de uma espécie onívora. Gomiero e Braga (2003) encontraram no estômago desta espécie, insetos, material vegetal, sementes, sedimentos, escamas, ovócitos e aracnídeos. Silva (1998) sugere que a espécie tem tendência à herbivoria-insetívora, refletindo uma característica oportunista. Todos esses autores revelando uma espécie dotada de elevada plasticidade alimentar.

2.1.3 Reprodução

O lambari-do-rabo-amarelo é uma espécie bastante prolífica e pode atingir a maturidade sexual aos quatro meses de idade, quando na natureza. Durante o período reprodutivo, apresentam dimorfismo sexual aparente onde as fêmeas possuem o corpo arredondado e, frequentemente são maiores do que os machos, os quais possuem o corpo alongado e apresentam a nadadeira anal áspera ao toque. Apresenta fecundação externa, desova parcelada e não ocorre cuidado parental (BALDISSEROTTO; GOMES, 2010).

2.1.4 Aspectos zootécnicos e mercado

Esta espécie vem despertado o interesse de piscicultores e pesquisadores por se tratar de um peixe com características zootécnicas desejáveis à produção em cativeiro como: rusticidade, fácil aceitação de dietas artificiais, altas taxas de reprodução, curto ciclo de produção, rápida adaptação a sistemas intensivos de cultivo, além de sua boa comercialização (GONÇALVES et al., 2014).

Os produtos resultantes da criação do lambari podem ter diferentes destinações, entre as quais a sua utilização no consumo direto em restaurantes e bares como petisco; como alimento natural ou forragem na criação de peixes carnívoros, como isca viva para pesca esportiva (TAVARES, 2011), além de sua comercialização em conserva e como matéria prima para o fabrico de farinha de peixe (FERREIRA et al., 2014). Por ser um peixe de pequeno porte, o lambari é usado também como modelo experimental para outras espécies de grande porte (ZIMBA et al., 2017).

2.2 Estágio de desenvolvimento e alimentação

2.2.1 Pós-larvas

Define-se como estágio de pós-larva a etapa de desenvolvimento do peixe que vai da eclosão até a reabsorção do saco vitelínico. Neste período, a medida que cresce, a bexiga natatória expande-se e os peixes adquirem a capacidade de nadar horizontalmente, fazendo com que as reservas do saco vitelínico tornam-se reduzidas. Um fator importante de se destacar nessa fase é que a abertura bucal tem alcance de 100 a 300 μm , o que os adaptam a fase alimentar.

Grande parte do sucesso na criação comercial de peixes se deve à quantidade de pós-larvas viáveis. A nutrição adequada nesta fase, exerce grande influência na obtenção de animais em qualidade e em quantidade, maximizando número e peso das pós-larvas (LAZZARI et al. 2004).

Nas fases iniciais de desenvolvimento (pós-larvas) em função do tamanho da abertura bucal, o fornecimento de alimento deve-se dar sob a forma de rações trituradas ou em pó. A ração pode ser ofertada até a saciedade aparente, seguindo as recomendações de manejo alimentar e manejo da qualidade da água. Rações de 32 a 36% de proteína são recomendadas nesta fase. Em todos os estágios de desenvolvimento dos lambaris, a oferta de alimento deve variar conforme o comportamento dos peixes, o interesse pela ração e o controle da qualidade da água (BALDISSEROTTO; GOMES, 2010).

Lazzari et al. (2004) destaca que na fase inicial das pós-larvas de lambaris, estes não apresentam um sistema digestório e enzimático completamente

desenvolvido, necessitando um período de transição cuidadoso entre o alimento natural e inerte (ração).

2.3 Óleo de coco

O uso de ração na criação de peixes é uma prática universalmente utilizada quando se objetiva a produção de carne. Devido as exigências nutricionais dos peixes, algumas fontes de alimentação têm sido testadas para incrementar o seu desenvolvimento, bem como diminuir os custos alimentação.

Dentre as fontes acrescentadas nas rações, os lipídios têm ganhado destaque naquelas destinadas a alimentação de aves, bovinos, suínos, entre outros, sendo pouco usada na alimentação de peixes. No entanto, é preciso destacar que os lipídios participam de várias atividades metabólicas, destacando-se: a) aquelas relacionadas ao abastecimento e armazenamento de energia; b) precursoras da produção de hormônios; c) são componentes da bile e da membrana celular;

No que se refere as fontes lipídicas, as mais comumente utilizadas nas rações comerciais são a gordura animal (banha, sebo, óleo de peixe) e gordura vegetal (óleo de soja, óleo de palma, óleo de milho, óleo de canola e óleo de coco) (LAURIDSEN, 2007). Embora animais e plantas sejam bons fornecedores de lipídios, os óleos vegetais possuem digestibilidade aparente mais alta do que as fontes lipídicas de origem animal apresentando-se assim favoráveis nas dietas (DEMNICIS et.al., 2017).

Tratando-se de fontes lipídicas vegetais, o fruto do coqueiro (*Cocos nucifera*) possui benefícios na alimentação humana quando consumido sob a forma de óleo, sendo necessário investigações sobre a sua contribuição na alimentação animal (VERA, 2017).

O uso de subprodutos derivados da produção de cocos podem ser aproveitados em regiões aonde a oferta de fontes lipídicas e de proteínas na criação de peixes seja de difícil acesso ou a sua utilização seja economicamente viável. Também pode ser aproveitado quando outras fontes de melhor qualidade sejam escassas (OMENA et al., 2010).

O óleo de coco geralmente é extraído do fruto do coqueiro. A extração se dá a frio, normalmente da polpa. O interesse pelo uso deste óleo na alimentação animal

ocorre principalmente pelo tipo de lipídio que o compõe, apresentando aproximadamente 70-80% de ácidos graxos de cadeia média (AGCM), conferindo uma característica líquida, apesar da predominância de ácidos graxos saturados como aproximadamente 50% de ácido graxo láurico (C12:0). Também são encontrados os ácidos graxos capróico (C6:0), caprílico (C8:0), cáprico (C10:0), mirístico (C14:0), palmítico (C16:0) e esteárico (C18:0) além de 6% dos ácidos graxo monoinsaturado oleico (C18:1) e 1% do polinsaturado linoleico (C18:2) (BALLESTRAZZI et al.,2003).

A utilização de ácidos graxos no organismo animal é muito importante na produção de energia. Através da ação detergente dos sais biliares, os triacilgliceróis são convertidos de partículas gordurosas macroscópicas insolúveis em micelas microscópicas, aumentando enormemente a fração de moléculas lipídicas acessíveis a ação das lipases hidrossolúveis no intestino, as quais convertem os triacilgliceróis em monoacilgliceróis, diacilgliceróis, ácidos graxos livres e glicerol para serem absorvidos na parede intestinal (RODRIGUES, 2012).

Esses compostos são então difundidos para o interior das células epiteliais da superfície intestinal interna. Nessas células essas partículas serão reconvertidas em triacilgliceróis e agrupados com o colesterol da dieta e com proteínas específicas, formando agregados lipoprotéicos chamados de quilomícrons. Os quilomícrons que contêm apolipoproteína C-II (apoC-II) movem-se da mucosa intestinal para o sistema linfático, de onde saem para a corrente sanguínea e são transportados para os músculos e para o tecido adiposo. Nos capilares desses tecidos, a enzima extracelular lipase lipoprotéica é ativada pela apoC-II, essa enzima hidrolisa os triacilgliceróis em ácido graxos e glicerol, que são captados pelas células dos tecidos-alvo (NELSON, 2002).

Como a oxidação dos AGs acontece dentro das mitocôndrias, uma barreira física ainda precisará ser ultrapassada. Os AGs serão ativados por um transporte específico catalisado pela ação da Acetil-CoA, resultando no consumo de duas moléculas de ATP, formando o composto AG acil-CoA. Este composto ao interagir com acil-carnitina (gerada pelo transportador da membrana mitocondrial carnitina-palmitol-transferase I (CPT-1), permitirá uma troca da CoA por uma molécula de carnitina formando o AG-carnitina. Esta molécula então, será transportada para o interior da mitocôndria (FLEMMING, 2010).

Dentro da mitocôndria, a enzima carnitina-palmitol-transferase II (CPT-2) promoverá a inversão na troca dessas moléculas, resultando novamente na formação de AG acil-CoA e carnitina livre. Após este processo, os AGs serão liberados para serem degradados a partir da β -oxidação e as moléculas de Acil-CoA entram no ciclo de krebes para a produção de ATP (HALL, 2011).

Devido a predominante presença de AGCM na constituição química do óleo de coco, um comportamento metabólico diferenciado pode ser observado quando comparado com fontes lipídicas com predominância de AGCL. Nos AGCMs não haverá a ação transportadora dos quilomícrons via sistema linfático para alcançarem os tecidos-alvo, percorrendo assim, a circulação diretamente pelo sistema portal, o que antecipa a metabolização hepática e a oxidação mitocondrial (FIGUEIREDO-SILVA et al., 2012).

Somado a isso, na oxidação mitocondrial, esses AGCMs também são favorecidos, uma vez que não dependerem de carnitina palmitoiltransferase-1 (CPT-1), enzima-chave que facilita a entrada do ácido graxo na mitocôndria para sua posterior oxidação, ao converter o acil-CoA a acilcarnitina (GIUSTINA, 2014) podendo assim gerar uma resposta energética mais rápida.

No tecido adiposo, hormônios como adrenalina ou glucagon sinalizarão às células a necessidade de produção de energia. Esses hormônios ligam-se a receptores de membrana celular do adipócito, formando o AMPc ativando a proteína quinase. Esta proteína ativará o hormônio lipase sensível (HLS) que permitirá a hidrólise dos triglicerídeos em ácidos graxos e glicerol para serem transportados e utilizados como substrato energético nos tecidos como acima descrito (HALL, 1996).

2.4 Cafeína

Dentre as novas substâncias que têm sido utilizadas na alimentação de peixes, a cafeína tem ganhado espaço nas investigações científicas sobre este tema. Bastante usada entre aqueles que praticam atividade física regular, a cafeína é um estimulante do sistema nervoso central (SNC) encontrado comumente em resíduos culturais, sendo encontrado em maiores quantidades no café (SANTANA, 2009).

Cafeína foi isolada pela primeira vez por Ferdinand Runge em 1800, fato este que estimulou a formação de grupos de pesquisa sobre a nova molécula identificada. Lima (1989) aponta que a cafeína possui relevante importância farmacêutica por originar-se por metilados da 2,6-dioxipurina (xantina). Pertencente ao grupo das purinas, a cafeína tem sido alvo de estudos na alimentação animal, ao qual tem demonstrado resultados diversos em função das espécies analisadas (VIEIRA, 2016).

Considerada como uma substância sem valor nutricional, cafeína é bioativa (LIMA et al., 2010), lipossolúvel, altamente resistente ao calor, inodora (MONTEIRO; TRUGO, 2005), branca, cristalina e de sabor amargo bastante característico (IARC, 1991) sendo também alcaloide termicamente estável (MARCUCCI et al., 2013).

É substância encontrada principalmente no grão do café (*Coffea* sp.) (DE MARIA; TRUGO; CORÁ, 1996) em suas sementes, flores, folhas e cascas (TELES, 2014). No café, a quantidade de cafeína depende de alguns fatores, como: método de cultivo, aspectos sazonais e genéticos, condições de crescimento, espécies (café robusta apresenta maior quantidade de cafeína que o arábica) (OLIVEIRA; OLIVEIRA; MOURA, 2012), variedade da planta (SOUZA et al. 2010), dentre outros.

Alguns autores estudaram quanto à quantidade de cafeína presente em grãos crus. Duarte, Pereira e Farah (2010) descrevem de 1,05-1,53% e Tavares (2011) descreveu não haver diferença significativa em relação ao teor de cafeína ($\mu\text{g/gmF}$) em bebidas dura (66,69), mole (64,81), rio (64,92) e riada (64,01). Apesar da importância dessa substância, são bastante restritas as informações referentes à composição química das diferentes origens da cafeína (MEINHART et al., 2010).

Como forma de disposição no mercado, tal substância pode ainda ser comercializada como um pó branco (SENOL; AYDIN, 2006) e dependendo de sua forma de extração pode apresentar-se na forma monohidratada ou anidra em cristais hexagonais incolores. Estima-se que em uma xícara de 150mL de café instantâneo contenha de 66-81mg de cafeína (BONITA et al., 2007).

2.4.1 Mecanismos de ação e uso da cafeína na alimentação de peixes

Cafeína (1,3,7 trimetilxantina) é um alcaloide derivado de bases nitrogenadas do tipo purina. Apresenta estrutura semelhante à molécula de adenosina, podendo

desta forma se ligar aos receptores de adenosina na membrana celular e estimular a ação da AMPcíclica (AMPc). Somado a isso, o consumo desta substância aumenta a ação do sistema nervoso simpático (SNS) desencadeando assim, uma maior oxidação da gordura muscular e menor oxidação dos carboidratos, utilizando a gordura como fonte energética no lugar do glicogênio muscular. Essa ação lipolítica, promove um aumento na mobilização dos estoques intramusculares e/ou ácido graxos livres dos tecidos (ALTIMARI et al., 2006).

Segundo a farmacopeia brasileira, a mesma está incluída entre os excitantes psicomotores, principalmente pela propriedade de estimular a atividade mental. A cafeína possui propriedades diuréticas, analgésicas, estimulante sobre o sistema nervoso central, reduz o sono, estimula a contração do músculo cardíaco e atua na liberação de adrenalina (MONTEIRO; TRUGO, 2005).

Sua absorção é rápida, quando ingerida, chegando ao pico de concentração máxima com 15 a 120 minutos pós ingestão, com total biodisponibilidade. No fígado essa droga sofre a remoção dos grupos metila 1 e 7, resultando na formação de três grupos metilxantina: a teofilina, teobromina e a paraxantina. A cafeína leva 3 a 5 horas para ter sua concentração plasmática reduzida pela metade, não ocorrendo efeito acumulativo no organismo. No entanto, somente 0,5 a 3% é excretado, via urina, sem alteração da sua estrutura química (SINCLAIR; GEIGER, 2000).

A cafeína é substância com efeitos estimulantes sobre o metabolismo. Esta substância pode produzir aumentos no metabolismo energético e alterações na utilização de substratos energéticos devido a uma maior participação do sistema nervoso simpático (SNS). Esse estímulo no SNS pode promover maior liberação de catecolaminas na circulação promovendo assim um efeito mais prolongado da lipólise e conseqüentemente maior oxidação de ácidos graxos (GREENBERG et al., 2006).

O prolongamento do efeito estimulador sobre a lipólise ocorre devido similaridade estrutural da cafeína com a molécula de adenosina. As moléculas de cafeína então conseguem ligar-se aos receptores de adenosina na membrana celular de adipócitos, formando o AMPc que ativará a proteína quinase. Esta proteína ativará o hormônio lipase sensível (HLS) que permitirá a hidrólise dos triglicerídeos em ácidos graxos e glicerol para serem transportados, principalmente via corrente sanguínea a partir da ligação dos ácidos graxos com a albumina, e assim, utilizados como substrato energético nos tecidos (HALL, 2011).

Embora ainda não tenha sido descrito os mecanismos de ação da cafeína nos peixes, seu uso como fonte na alimentação, sob a forma de coadjuvante em rações, já tinha sido feito na década de 1970, sendo para isto utilizado a polpa de café. Porém, os primeiros resultados demonstraram que a sua inclusão na alimentação afetou negativamente o desenvolvimento e a eficiência da conversão alimentar das seguintes espécies de peixes: bagres (*Clarias mossambicus*), carpa (*Cyprinus carpio* L); tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) e tilápia (*Oreochromis aureus*) (VIEIRA, 2016).

Porém, vale destacar que em outros trabalhos, diferentes pesquisadores encontraram efeitos positivos da cafeína sobre algumas espécies de peixes. Em tilápias, a adição de 30% de polpa de café proporcionou uma sobrevivência elevada desta espécie, semcontudo apresentar diferenças quanto ao ganho de peso (CHATZIFOTIS et al., 2008). Por sua vez, no estudo com o peixe-zebra (*Danio rerio*), a adição de cafeína até o nível de 10,89 mg.g⁻¹ de cafeína não foi capaz de comprometer o seu crescimento (KINDRED, 2009).

3 CAPÍTULO I

ÓLEO DE COCO E CAFEÍNA NO DESENVOLVIMENTO DE PÓS-LARVAS DO *Astyanax altiparanae*

[Coconut oil and caffeine in the after development of *Astyanax altiparanae*]

Gisele Freitas Bitencourt¹

Layon Carvalho de Assis²

Tchesley Lyrio Queiroz²

Erivelton Oliveira de Souza²

Leonardo Demier Cardoso³

Pedro Pierro Mendonça³

¹ Aluna do Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias – Centro de Ciências Agrárias e Engenharia – Universidade Federal do Espírito Santo.

² Aluno de graduação de Engenharia de Aquicultura - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo – *Campus Alegre*

³ Professor Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo

RESUMO

O lambari do rabo amarelo (*Astyanax altiparanae*) é a principal espécie de lambari comercializada no Brasil. São estritamente de água doce, distribuídos amplamente nas bacias do Rio Tietê e seus afluentes, do Paraná, do São Francisco e na bacia Amazônica. Apresenta características como rusticidade, fácil aceitação de dietas artificiais, altas taxas de reprodução, curto ciclo de produção além de rápida adaptação a sistemas intensivos de cultivo. O manejo alimentar adequado para as formas jovens é ainda uma questão que precisa ser avaliada. Assim o objetivo do trabalho foi avaliar efeito do óleo de coco e da cafeína no desempenho zootécnico de pós-larvas de *Astyanax altiparanae*. O experimento foi conduzido no

Laboratório de Nutrição e Produção de Espécies Ornamentais (LNPEO), do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo (IFES). Foram utilizadas 1.680 pós-larvas de lambari do rabo amarelo com peso médio de $0,37 \pm 0,05$ mg e comprimento médio de $3,72 \pm 0,47$ mm, distribuídos em 48 unidades experimentais com volume útil de 7L, com aeração constante, totalizando 35 pós-larvas por unidade experimental. Foram testados quatro diferentes níveis de óleo de coco ($FA_1=0\%$, $FA_2=2\%$, $FA_3=4\%$ e $FA_4=6\%$) e três de cafeína ($FB_1=0,00$, $FB_2=0,16$ e $FB_3=0,32$ g de cafeína.Kg⁻¹ de ração) caracterizando um esquema fatorial 4 x 3, com quatro repetições. Os tratamentos foram combinados e distribuídos de forma aleatória, utilizando DIC. Para análise dos resultados obtidos foi utilizado o programa estatístico Sisvar 5.6. A partir dos resultados obtidos neste trabalho, sugere-se o uso associado de óleo de coco e cafeína, pois contribui positivamente para os parâmetros investigados (peso, comprimento total, altura, ganho de peso, taxa de crescimento específico, consumo de ração total, consumo de ração inicial, conversão alimentar aparente, taxa de eficiência proteica, eficiência alimentar e comprimento padrão final). Os efeitos mais eficazes foram observados nos animais alimentados com as rações com inclusão de 2% e 4% de óleo de coco e doses de cafeína de 0,16 e 0,32 g.Kg⁻¹ de ração.

Palavras-chave: Alimentação. Piscicultura. Estimulante. Lipídios.

ABSTRACT

The yellowtail lambari (*Astyanax altiparanae*) is the main species of lambari marketed in Brazil. They are strictly freshwater distributed widely in the basins of the Tietê River and its tributaries, Paraná, São Francisco and the Amazon basin. It presents characteristics such as rusticity, easy acceptance of artificial diets, high breeding rates, short production cycle and fast adaptation to intensive farming systems. Adequate food management for young forms is still an issue that needs to be assessed. Thus the objective of this work was to evaluate the effect of coconut oil and caffeine on the zootechnical performances of *Astyanax altiparanae* post-larvae. The experiment was conducted at the Laboratory of Nutrition and Production of Ornamental Species (LNPEO), of the Instituto Federal de Educação, Ciência e

Tecnologia do Espírito Santo (IFES). A total of 1680 lambari post-larvae of the yellow tail were used, with a mean weight of $0,37 \pm 0,05$ mg and a mean length of $3,72 \pm 0,47$ mm, distributed in 48 experimental units with a useful volume of 7L, with constant aeration, totaling 35 post larvae per unit experimental. Four different levels of coconut oil ($FA_1 = 0\%$, $FA_2 = 2\%$, $FA_3 = 4\%$ and $FA_4 = 6\%$) and three caffeine levels were tested ($FB_1 = 0,00$, $FB_2 = 0,16$ and $FB_3 = 0,32$ g caffeine.Kg⁻¹ of feed) characterizing a 4 x 3 factorial scheme with four replicates. The treatments were combined and randomized using DIC. For the analysis of the obtained results the statistical program Sisvar 5.6 was used. From the results obtained in this work, the associated use of coconut oil and caffeine is suggested since it contributes positively to the investigated parameters (weight, total length, height, weight gain, specific growth rate, total ration consumption, consumption of feed ration, apparent feed conversion, protein efficiency ratio, feed efficiency and final standard length). The most effective results were observed in the animals fed with rations with inclusion of 2 and 4% of coconut oil and caffeine doses 0,16 and 0,32 g.Kg⁻¹ of ration.

Keywords: Feeding. Pisciculture. Stimulant. Lipids.

3.1 INTRODUÇÃO

O lambari-do-rabo-amarelo (*Astyanax altiparanae*) é peixe característico de água doce, que apresenta alta prolificidade. De pequeno porte, esta espécie também conhecida como lambari ou tambiús, adaptam-se facilmente a novas formas de alimentação, uma vez que forrageiam oportunisticamente em função das mudanças ambientais (ABIMORAD; CASTELLANI, 2011).

A alimentação é um dos principais fatores zootécnicos que viabilizam o cultivo do lambari-do-rabo-amarelo. Uma nutrição adequada exige uma ração balanceada e capaz de fornecer todos os elementos necessários ao bom desenvolvimento do animal (BALDISSEROTTO, 2002).

Os lipídios são constituintes importantes na ração por participar de várias atividades metabólicas. A principal fonte utilizada atualmente é o óleo de soja, sendo o óleo de coco uma alternativa a ser investigada. Concomitantemente, a cafeína também surge como uma fonte viável para ser inserida nas fontes de alimentação de

peixes devido ao seu efeito estimulante sobre o metabolismo (BOMBARDELLI, 2009).

Deste modo, objetivou-se neste trabalho avaliar o efeito do óleo de coco e cafeína no desempenho zootécnico de pós larvas de *Astyanax altiparanae*.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Nutrição e Produção de Espécies Ornamentais (LNPEO), do Instituto Federal de Ciências e Tecnologia do Espírito Santo (IFES), localizado no município de Alegre-ES, no período de 15 de outubro a 05 de novembro de 2018.

Foi desenvolvido experimento para avaliar o desenvolvimento zootécnico de pós-larvas de lambari-do-rabo-amarelo (*Astyanax altiparanae*), provenientes de reprodução semi-artificial, em função da inclusão de diferentes níveis de óleo de coco e cafeína na ração destes animais.

Para reprodução semi-artificial dos lambaris, foram utilizados 180 exemplares adultos de *A. altiparanae*, sendo 50 fêmeas e 130 machos, capturados em viveiros do IFES. Cada exemplar fêmea recebeu dose única de extrato bruto de hipófise (EBH) de 2,5 mg por quilograma de peso vivo e os machos a metade desta dose. O hormônio foi dissolvido em solução salina estéril a 0,9%, novolume de 0,02 ml por animal, administrada na região intraperitoneal, próximo à base da nadadeira ventral, com seringas graduadas de 1 ml (HARVEY; CAROLSFELD, 1993; WOYNAROVICH; HÓRVATH, 1983).

Após aplicação do hormônio hipofisário, os reprodutores foram estocados em tanque de alvenaria com capacidade de 1000 L (0,5m x 1m x 2 m) recobertos na superfície com aguapés para adesão e fertilização dos ovos. A desova dos reprodutores ocorreu sem interferência humana e em aproximadamente 196 horas-grau, os aguapés foram transferidos para cinco incubadoras verticais, com capacidade de 300 L com vazão inicial de 4 Lmin⁻¹. Após a eclosão, a vazão foi ajustada para 6 Lmin⁻¹.

Após eclosão dos ovos, 1.680 larvas foram contadas e distribuídas ao acaso em 48 unidades experimentais na densidade de 5 larvasL⁻¹. Cada unidade

experimental foi composta por uma caixa de polietileno (7 L de volume útil) totalizando 35 pós-larvas de lambari por caixa, em sistema estático, com aeração constante por meio de pedra porosa ligadas por mangueiras e regulador de ar a um soprador (Figura 1).



Figura 1 -Sistema estático com aeração constante por meio de pedra porosa. Fonte: o autor.

As rações foram formuladas de acordo com as exigências nutricionais da espécie (Tabela 1) (NRC,1993), mantendo níveis energéticos ($2.900 \text{ kcal.Kg}^{-1}$ de ração) e proteicos (32% PB) iguais para as diferentes rações (Tabela 2). Todos ingredientes foram moídos e misturados em betoneira. Posterior a esta mistura, foi acrescida cafeína em pó, em diferentes quantidades, antes da peletização.

Para o processo de peletização, os ingredientes foram umedecidos com água a 65°C , peletizados e secos ao ar livre por 4 horas. Após este procedimento, os peletes foram moídos para apresentarem tamanho adequado ao tamanho da boca dos animais.

Tabela 1- Atendimento das exigências nutricionais – matéria natural

Nutrientes	Unidade	0% OC	6% OC
Cálcio	%	1,4286	2,5112
ED peixe	Kcal.Kg ⁻¹	2,9000	2,9000
Fibra Bruta	%	2,8649	2,7157
Fósforo disponível	%	0,5767	0,9613
Fósforo total	%	0,7914	1,1511
Lisina total	%	2,0000	2,0000
Met+cistina total	%	1,0224	1,0033
Proteína bruta	%	31,7200	31,7200
Treonina total	%	1,2281	1,2285

Tabela 2 - Composição em quilograma das rações experimentais

Ração	0% OC	6% OC
Alimento	Quantidade (Kg)	Quantidade (Kg)
Farelo de soja	13,2100	
Farinha de peixe	5,1200	5,1200
Milho moído	12,5140	6,3210
Óleo de soja	0,6400	
Óleo de coco		1,9200
Amido		1,3530
Premix mineral	0,0160	0,0160
Premix vitamínico	0,0320	0,0320
Fosfato bicálcio		0,6730
Calcário	0,3200	0,8000
Sal comum	0,0350	
Material inerte		1,3440
L-lisina	0,0870	0,0660
Vitamina C	0,0160	0,0160
BHT	0,0006	0,0006
Total	32,0000	32,0000

Dados obtidos de Rostagno (2005)

Foi utilizado delineamento inteiramente casualizado (DIC), em arranjo fatorial 4x3 totalizando 12 tratamentos. Fator A representa os quatro níveis de óleo de coco (FA₁=0%, FA₂=2%, FA₃=4% e FA₄=6%) e o fator B os três de cafeína (FB₁=0,00, FB₂=0,16 e FB₃=0,32g de cafeína.Kg⁻¹ de ração. Para todos tratamentos foram utilizadas 4 repetições totalizando 48 unidades experimentais.

O início da alimentação se deu após abertura da boca das pós-larvas com o fornecimento de náuplios de artêmias por uma semana. Na sequência, os animais passaram pelo período mais crítico de sobrevivência na larvicultura, a transição do alimento vivo para alimento inerte, com duração de 3 dias, sempre com três refeições ao dia (08h00min, 13h00min e 17h00min) nas mesmas proporções. Após este período os animais receberam apenas ração experimentalna frequência de quatro vezes ao dia (08h00min, 11h00min, 14h00min e 17h00min), até a saciedade aparente.

Foram realizadas biometrias inicial e final, quando cada animal foi pesado e medido para avaliação das variáveis: peso, comprimento total, altura, ganho de peso, taxa de crescimento específico, consumo de ração total, consumo de ração individual, conversão alimentar aparente, taxa de eficiência proteica, eficiência alimentar e comprimento padrão final.

Ganho de peso = (peso final - peso inicial);

Comprimento = (comprimento final – comprimento inicial);

Altura = (altura final – altura inicial);

Consumo de ração = (peso inicial da ração - peso final da ração);

Conversão alimentar aparente = (quantidade de ração fornecida/ Ganho de peso);

Taxa de crescimento específico = $(\ln PF) - (\ln PI) \cdot 100 / t$

em que t, é o tempo experimental (21 dias)

Taxa de eficiência proteica = $(GP \cdot 100) / (CR \cdot \%PB)$

em que %PB é a porcentagem de proteína bruta na ração.

Os parâmetros de qualidade da água foram verificados duas vezes por semana, sempre após o penúltimo trato (14h00min). A temperatura da água foi mensurada com o auxílio de termômetro digital de máxima e mínima em graus Celsius (°C) e oxigênio dissolvido (OD) com oxímetro digital em mg L⁻¹ e o pH com medidor de pH digital.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância - ANOVA e verificada influência do tratamento sobre os resultados. Os modelos foram escolhidos com base na significância dos coeficientes de regressão, utilizando-se o teste t de Student ao nível de 5% de probabilidade e pelo coeficiente de

determinação (R^2). As análises qualitativas da análise de variância tiveram suas médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de significância.

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As variáveis de qualidade de água se mantiveram dentro da faixa de conforto para a espécie (GARUTTI, 2003), com valores médios de temperatura, pH e oxigênio dissolvido de $26,5^{\circ}\text{C} \pm 1,5^{\circ}\text{C}$, $5,5 \pm 0,25\text{mg/L}$ e $7,00 \pm 0,3$ respectivamente. Com base nesses valores pode-se concluir que não houve influência dos fatores físico-químicos da água nas variáveis analisadas.

Dentre as variáveis analisadas, a cafeína não apresentou efeito ($p=0,05$) sobre a altura (Tabela 3). Isso pode ter ocorrido devido ao estágio de vida do animal, já que este resultado vai de encontro ao obtido por Vieira (2016), que investigando a adição de cafeína na ração de Tilápia do Nilo verificou que o aumento crescente de cafeína na ração contribui positivamente para a sua altura.

Tabela 3: Variáveis de índices zootécnicos com desdobramento da interação da cafeína dentro de cada nível de óleo de coco.

OC (%)	CAF (g.Kg ⁻¹)	Variáveis				
		PM (mg)	CT (mm)	H (mm)	TCE (%)	GP (mg)
0	0,00	25,19b	14,52	3,43	18,81b	24,83b
	0,16	25,99b	13,95	3,41	17,02b	25,64b
	0,32	33,29a	15,12	3,65	17,77a	32,93a
2	0,00	25,32b	13,40b	3,27	16,77b	24,96b
	0,16	35,23a	15,08a	3,76	18,22a	34,87a
	0,32	38,70a	15,46a	3,88	18,65a	38,34a
4	0,00	26,47b	13,95b	3,53	17,05b	26,11b
	0,16	31,34a	14,19b	3,83	14,91c	30,98a
	0,32	35,61a	15,38a	3,78	18,21a	35,25a
6	0,00	26,34b	14,44	3,56	17,11	25,99b
	0,16	30,94a	14,72	3,52	17,76	30,59a
	0,32	26,61ab	14,01	3,68	17,19	26,25ab

Médias seguidas de letras iguais não diferem estatisticamente, dentro do mesmo nível de óleo de coco, ao nível de significância de 5%, de acordo com o teste Tukey.

Legenda: OC: Óleo de coco; CAF: Cafeína; PM: Peso médio; CT: Comprimento total; H: Altura; TCE: Taxa de crescimento específico; GP: Ganho de peso.

Foi observado, nas rações com inclusão de 0%, 2% e 4% de óleo de coco, aumento nas variáveis peso médio, ganho de peso e taxa de crescimento específico, de acordo com o aumento da dose de cafeína nas rações. Este resultado pode estar associado ao efeito estimulante desta substância sobre o sistema nervoso central (DAVIS, 2003), que foi capaz de favorecer o aumento da ingestão do alimento.

A inclusão da cafeína na dieta influenciou o peso médio final, em animais alimentados com rações com inclusão de 2% e 6% óleo de coco, apresentando efeito quadrático com pontos de máxima de 0,326 e 0,162 g kg⁻¹ de ração, respectivamente (Figura 2). Os mesmos valores foram encontrados para ganho de peso total, devido a homogeneidade do peso inicial das pós-larvas.

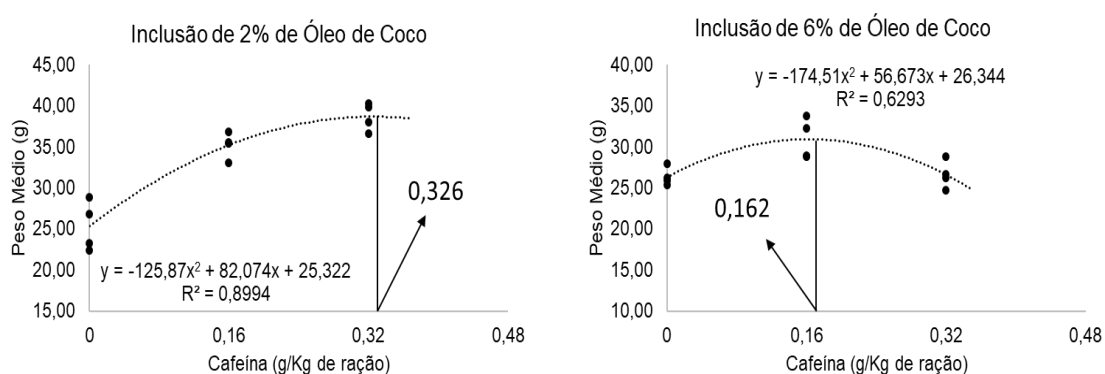


Figura 2 - Efeito da cafeína sobre o peso médio, nas rações com inclusão de 2% e 6% de óleo de coco.

Os pontos de máxima da cafeína, nas rações com 2% e 6% de inclusão de óleo de coco, para taxa de crescimento específico foram 0,308 e 0,165 g.Kg⁻¹ de ração, e para comprimento total foram 0,287 e 0,125 g.Kg⁻¹ de ração (Figura 3).

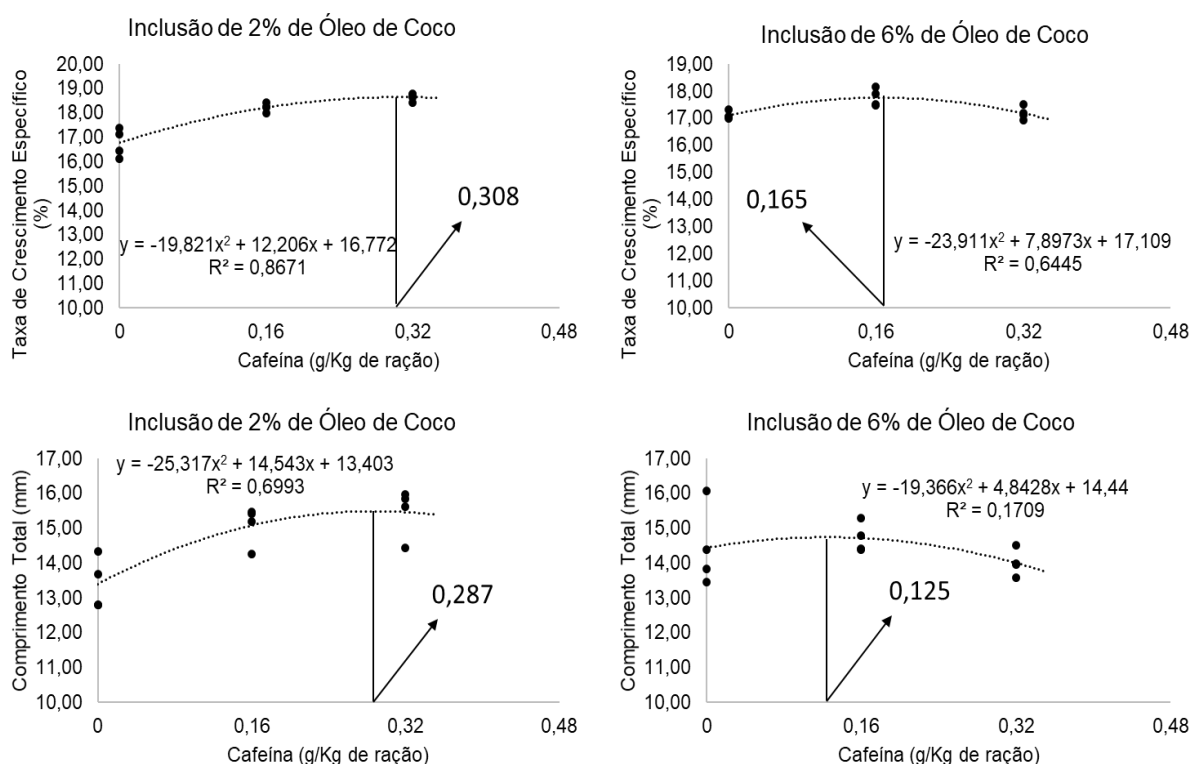


Figura 3 - Efeito da cafeína sobre taxa de crescimento específico e comprimento total, nas rações com inclusão de 2% e 6% de óleo de coco.

Observou-se, nos tratamentos sem inclusão de óleo de coco, um maior consumo de ração total, quando a inclusão de cafeína foi de 0,16g.Kg⁻¹ de ração, em comparação aos níveis de 0,00 e 0,32g.Kg⁻¹ (Tabela 4). No que se refere a cafeína, de modo geral, esperava-se que os níveis testados incrementassem o consumo da ração ofertada, já que esta substância é capaz de promover o aumento do consumo de alimento devido a um maior metabolismo desencadeado pela ação da cafeína no sistema nervoso central e o consequente aumento na frequência e/ou na quantidade de ração consumida para compensar o gasto energético (MELLO; KUNZLER; FARAH, 2007). Apesar da presença da cafeína, em primeiro momento demonstrar um maior consumo de ração e consequente maior ganho de peso e taxa de crescimento, o consumo de ração diminuiu com doses mais elevadas de cafeína, o que pode estar relacionado ao amargor causado pela cafeína na ração (MONTEIRO; TRUGO, 2005).

Tabela 4 -Variáveis relacionadas ao consumo de ração com desdobramento da interação da cafeína dentro de cada nível de óleo de coco.

OC (%)	CAF (g.Kg ⁻¹)	Variáveis				
		CRT	CRI	CAA	TEP	EA
0	0,00	3,24b	0,09b	0,38ab	3,98ab	0,80ab
	0,16	4,32a	0,12a	0,48a	2,99b	0,60b
	0,32	3,14b	0,09b	0,27b	5,29a	1,06a
2	0,00	3,23	0,09	0,38	3,91b	0,78b
	0,16	3,98	0,11	0,33	4,49ab	0,90ab
	0,32	3,55	0,10	0,26	5,52a	1,08a
4	0,00	3,54	0,10	0,39	3,88b	0,78b
	0,16	3,52	0,10	0,32	4,53ab	0,91ab
	0,32	3,31	0,09	0,27	5,40a	1,08a
6	0,00	3,18b	0,09b	0,35b	4,19	0,84
	0,16	3,58ab	0,10ab	0,34b	4,39	0,88
	0,32	4,41a	0,13a	0,48a	3,00	0,60

Médias seguidas de letras iguais não diferem estatisticamente, dentro do mesmo nível de óleo de coco, ao nível de significância de 5%, de acordo com o teste Tukey.

Legenda: OC: Óleo de Coco CAF: Cafeína; CRT: Consumo de Ração Total; CRI: Consumo de Ração Inicial; CAA: Conversão Alimentar Aparente; TEP: Taxa de Eficiência Proteica; EA: Eficiência Alimentar.

Não houve diferença significativa no consumo de ração total e conversão alimentar nas rações com inclusão de 2% e 4% de óleo de coco, independente da dose de cafeína.

A taxa de eficiência proteica e a eficiência alimentar demonstraram valores médios crescentes de acordo com o aumento da dose de cafeína, nas rações com 2% e 4% de inclusão de óleo de coco.

Não houve diferença significativa entre os diferentes níveis de óleo de coco na ração sem cafeína em nenhuma das variáveis analisadas (Tabela 5). Vê-se desta forma que na ausência de cafeína e com níveis crescentes de óleo de coco até 6% a dieta não colabora com o aumento de peso, mostrando, portanto, que isoladamente o óleo de coco não foi capaz de refletir num maior desenvolvimento das pós-larvas.

Tabela 5 - Variáveis de índices zootécnicos com desdobramento da interação do óleo de coco dentro de cada dose de cafeína.

CAF (g.Kg ⁻¹)	OC (%)	Variáveis				
		PM (mg)	CT (mm)	H (mm)	TCE (%)	GP (mg)
0,00	0	25,19	14,52	3,43	18,81	24,83
	2	25,32	13,40	3,27	16,77	24,96
	4	26,47	13,95	3,53	17,05	26,11
	6	26,34	14,44	3,56	17,11	25,99
0,16	0	25,99b	13,95	3,41	17,02b	25,64b
	2	35,23a	15,08	3,76	18,22a	34,87a
	4	31,34a	14,19	3,83	14,91c	30,98a
	6	30,94a	14,72	3,52	17,76a	30,59a
0,32	0	33,29b	15,12ab	3,65	17,77bc	32,93b
	2	38,70a	15,46a	3,88	18,65a	38,34a
	4	35,61ab	15,38a	3,78	18,21ab	35,25ab
	6	26,61c	14,01b	3,68	17,19c	26,25c

Médias seguidas de letras iguais não diferem estatisticamente, dentro do mesmo nível de óleo de coco, ao nível de significância de 5%, de acordo com o teste Tukey. Legenda: CAF: Cafeína; OC: Óleo de Coco; PM: Peso Médio; CT: Comprimento Total; H: Altura; TCE: Taxa de Crescimento Específico; GP: Ganho de Peso.

Aumento do ganho de peso pode ser associado ao incremento no teor de lipídios nas rações devido a facilidade que alguns óleos possuem em fornecer energia para a dieta. No entanto, normalmente essa associação é feita quando se trata de peixes carnívoros, para espécies onívoras, tal como ocorre com o lambari-do-rabo-amarelo, em decorrência da baixa demanda energética (WILSON, 1998), o ganho de peso de pós-larvas pode ser pouco influenciado pelos níveis crescentes de óleo de coco.

Por outro lado, foi possível observar interação entre o óleo de coco e cafeína. Na ração com dose de cafeína de 0,16g.Kg⁻¹ de ração, o aumento do nível de cafeína elevou o peso médio final e ganho de peso, tendo a ração com 0% de inclusão de óleo de coco o resultado de menor peso médio.

No gráfico que apresenta o ponto de máxima da curva, é possível observar que tanto para a ração com 0,16 quanto para a ração com 0,32g de cafeína por Kg de ração, o nível de óleo de coco com melhor interação para peso médio final está entre 2% e 4% (Figura 4).

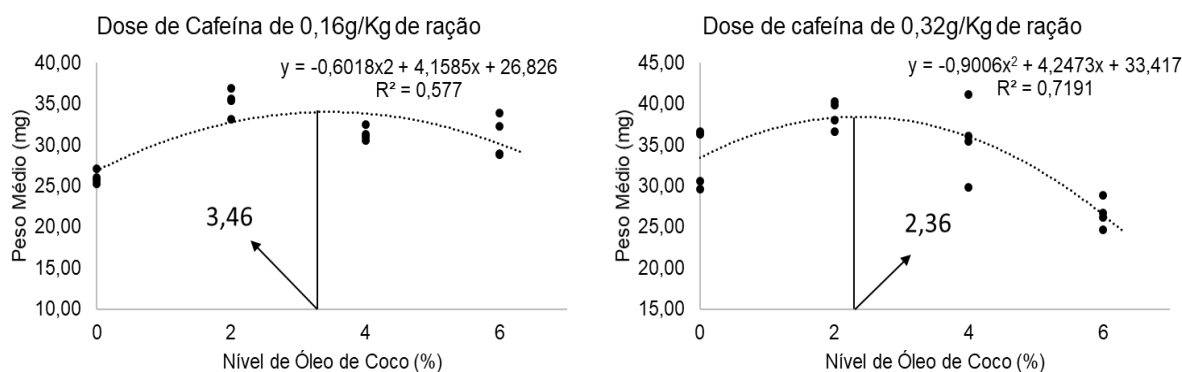


Figura 4 -Efeito do óleo de coco sobre o peso médio, nas rações com dose de cafeína de 0,16 e 0,32 g.Kg⁻¹ de ração.

O consumo da cafeína leva a uma maior demanda de ácidos graxos no musculoesquelético (FRANÇA et al. 2015), o que explica os maiores pesos encontrados quando há inclusão de óleo de coco nas rações com cafeína. Todavia, observou-se que a crescente inclusão do óleo de coco não levou ao ganho de peso proporcional. Indicando que apesar da maior disponibilidade de ácidos graxos de cadeia média no organismo, seu consumo atinge um limite, possivelmente, pela dependência de transportadores de ácidos graxos para o meio intracelular (LIMA-SILVA, 2006).

3.4 CONCLUSÃO

O uso associado de óleo de coco e cafeína na alimentação de lambari-do-rabo-amarelo contribuiu positivamente para o ganho de peso, taxa de crescimento específico e eficiência alimentar. Os efeitos mais significantes foram observados nos animais alimentados com as rações com inclusão de 2% e 4% de óleo de coco e doses de cafeína de 0,16 e 0,32 g.Kg⁻¹ de ração.

3.5 REFERÊNCIAS

ABIMORAD, E. G.; CASTELLANI, D. Exigências nutricionais de aminoácidos para o lambari-do-rabo-amarelo baseadas na composição da carcaça e do músculo. **Bol.Pesca Institute Buletin Inst. Pesca**, v. 37, n. 1, p. 31-38, 2018.

BALDISSEROTTO, B. **Fisiologia de peixes aplicada à piscicultura**. Santa Maria: UFSM, 2002.

BOMBARDELLI, R. A. et al. Desempenho reprodutivo e zootécnico e deposição de lipídios nos hepatócitos de fêmeas de tilápia-do-nylo alimentadas com rações de diversos níveis energéticos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, p. 1391-1399, 2009.

DAVIS, M. J., ZHAO, Z., STOCK, H. S., MEHL, K. A., BUGGY, J., HAND, G. A. Central nervous system effects of caffeine and adenosine on fatigue. **American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology**, v. 284, n. 2, p. R399-R404, 2003.

FRANÇA, V. F.; MALFATTI, C. R. M.; SILVA, L. A.; WIETZIKOSKI, E. A.; OSIECKI, A.; OSIECKI, R. Efeito da suplementação aguda com cafeína na resposta bioquímica durante exercícios de endurance em ratos. **Revista Brasileira de Medicina e Esporte**, v. 21, n. 5, p. 372-375, 2015.

GARUTTI, Valdener. **Piscicultura ecológica**. Unesp, 2003.

GUERRERO ALVARADO, C. E. Treinamento alimentar de pintado *Pseudoplatystoma coruscans* (Agassiz, 1829): Sobrevivência, crescimento e aspectos econômicos. 2003.

HARVEY, B.; CAROLSFELD, J. **Induced breeding in tropical fish culture**. IDRC, Ottawa, ON, CA, 1993.

LIMA-SILVA, A. E.; ADAMI, F.; NAKARUMA, F.Y.; OLIVEIRA, F.R.; GEVAERD, M. S. Metabolismo de gordura durante o exercício físico: mecanismos de regulação. **Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano**. v. 8, n. 4, p. 106-114, 2006.

MELLO D; KUNZLER, D.K.; FARAH, M. A cafeína e seu efeito ergogênico. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**. v. 1, n. 2, p. 30-37, 2007.

MONTEIRO, M. C; TRUGO, L. C. Determinação de compostos bioativos em amostras comerciais de café torrado. **Química nova**, v. 28, n. 4, p. 637, 2005.

SOUZA, J.H. de; FRACALOSSO, D.M.; GARCIA, A.S.; RIBEIRO, F.F.; TSUZUKI, M.Y. Desempenho zootécnico e econômico de juvenis de robalo-peva alimentados com dietas contendo diferentes concentrações proteicas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, p.190-195, 2011.

VIEIRA, B. C. R. **Inclusão de cafeína em dietas para juvenis de tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*)**. Dissertação (Mestrado em em Ciências Veterinárias). Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias. Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo. Alegre, 2016.

WILSON, R.P. State of art of warmwater fish nutrition. In: **AQUICULTURA BRASIL'98**, 1., 1998, Recife. Anais... Recife: SIMBRAQ, 1998. p.375-380.

WOYNAROVICH, E.; HORVÁTH, L. **A propagação artificial de peixes de águas tropicais; manual de extensão**. Brasília: FAO/CODEVASF/CNPq, 1983.

4 CONCLUSÃO GERAL

O uso de óleo de coco e de cafeína mostrou-se como aditivos promissores para sua inclusão em dietas artificiais de *Astyanax altiparanae*.

O óleo de coco e a cafeína na nutrição de pós-larvas são viáveis para lambari-do-rabo-amarelo.

5. REFERÊNCIAS GERAIS

- ABIMORAD, E. G.; CASTELLANI, D. Exigências nutricionais de aminoácidos para o lambari-do-rabo-amarelo baseadas na composição da carcaça e do músculo. **Bol. Inst. Pesca**, v. 37, n. 1, p. 31-38, 2011.
- ALTIMARI, L. R. et al. Cafeína e performance em exercícios anaeróbios. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 42, n. 1, p. 17-27, 2006.
- ANDRADE, V. X. L. et al. Processo de maturação das gônadas de pintado (*Pseudoplatystoma corruscans*) alimentado com dois níveis proteicos e suplementados com óleo de milho. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 62, n. 2, p. 332-342, 2010.
- BALDISSEROTTO, B. **Fisiologia de peixes aplicada à piscicultura**. Santa Maria: UFSM, 2002.
- BALDISSEROTTO, B.; GOMES, C.L. **Espécies nativas para piscicultura no Brasil**. 2. ed. rev. e ampl. Santa Maria: UFSM, p.103, 2010.
- BALLESTRAZZI, R. et al. The effect of dietary coconut oil on reproductive traits and egg fatty acid composition in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Aquaculture International**, v. 11, n. 3, p. 289-299, 2003
- BOMBARDELLI, R. A. et al. Desempenho reprodutivo e zootécnico e deposição de lipídios nos hepatócitos de fêmeas de tilápia-do-nylo alimentadas com rações de diversos níveis energéticos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, p. 1391-1399, 2009.
- BONITA, J. S. et al. Coffee and cardiovascular disease: in vitro, cellular, animal, and human studies. **Pharmacological research**, v. 55, n. 3, p. 187-198, 2007.
- CASSEMIRO, F. A. S.; HAHN, N. S.; FUGI, R. Avaliação da dieta de *Astyanax altiparanae* Garutti & Britski, 2000 (*Osteichthyes, Tetragonopterinae*) antes e após a formação do reservatório de Salto Caxias, Estado do Paraná, Brasil. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 24, p. 419-425, 2002.
- CASTILHO-ALMEIDA, R. B. *Astyanax altiparanae* (Pisces, Characiformes) como modelo biológico de espécie de peixe para exploração zootécnica e biomanipulação. **Botucatu: Universidade Estadual Paulista**, 2007.
- DE MARIA, C. A. B.; TRUGO, L. C.; CORÁ, G. Application of HPSE chromatography with a refractive index detector to green coffee analysis. **Química Nova**, v. 19, n. 4, p. 350-352, 1996.

- DEMINICIS, R. G. S. et al. Suplementação com óleo de coco para leitões até o desmame. **Archivos de zootecnia**, v. 66, n. 255, p. 441-446, 2017.
- EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Pesca e aquicultura**. Palmas: Embrapa, 2017. Disponível em: 15 de janeiro. Acesso em: abr. 2017.
- EVANGELISTA, M.M. 2015 **Manipulação de horas de luz e temperatura da água na reprodução induzida de *Astyanax altiparanae* durante o inverno**. São Paulo. 49p. (Dissertação de Mestrado. Instituto de Pesca, APTA). Disponível em: <ftp://ftp.sp.gov.br/ftppesca/Disserta15-Mariana Machado Evangelista.pdf> Acessado em: 21 jan. 2019.
- FERREIRA, P. M. F. et al. Essential oregano oil as a growth promoter for the yellowtail tetra, *Astyanax altiparanae*. **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 45, n. 1, p. 28-34, 2014.
- FLEMMING, J.S. **Alimentação de recém-natos**: suplementação energética. Ergomix. 2010.
- GARUTTI, V. **Revisão taxonômica dos *Astyanax* (Pisces, *Characidae*), com mancha umeral ovalada e mancha no pedúnculo caudal, estendendo-se a extremidade dos raios caudais medianos, das bacias do Paraná, São Francisco e Amazônica**. São Jose do Rio Preto, Tese de Livre-Docência, Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, IBILCE, Universidade Estadual Paulista, p. 286. 1995.
- GIUSTINA, A. D. et al. **Efeito dos óleos de coco e cártamo na adiposidade abdominal e perfil lipídico de ratas realimentadas com frutose**. 2014
- GOMIERO, L. M.; DE SOUZA BRAGA, F. M. O lambari *Astyanax altiparanae* (*Characidae*) pode ser um dispersor de sementes. **Acta Scientiarum: Biological Sciences**, p. 353-360, 2003.
- GONÇALVES, L. U. et al. The fatty acid compositions of total, neutral and polar lipids in wild and farmed lambari (*Astyanax altiparanae*)(Garutti & Britski, 2000) broodstock. **Aquaculture Research**, v. 45, n. 2, p. 195-203, 2014.
- GUERRERO ALVARADO, C. E. Treinamento alimentar de pintado *Pseudoplatystoma coruscans* (Agassiz, 1829): Sobrevivência, crescimento e aspectos econômicos. 2003.
- HALL, J. E. **Tratado de fisiologia médica**. 12 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, p.1151, 2011.

- HARVEY, B.; CAROLSFELD, J. **Induced breeding in tropical fish culture**. IDRC, Ottawa, ON, CA, 1993.
- LAZZARI, R.; RADÜNZ NETO, J.; LIMA, R. L.; PEDRON, F. A.; LOSEKANN, M. E. Efeito da frequência de arraçoamento e da troca do tamanho de partícula alimentar no desenvolvimento de pós-larvas de jundiá (*Rhamdia quelen*). **R. bras. Agrociência**, v.10, n. 2, p. 231-234, abr-jun, 2004.
- MARCUCCI, C. T. et al. Teores de trigonelina, ácido 5-cafeoilquínico, cafeína e melanoidinas em cafés solúveis comerciais brasileiros. **Química Nova**, v. 36, n. 4, p. 544-548, 2013.
- MELLO D; KUNZLER, D.K.; FARAH, M. A cafeína e seu efeito ergogênico. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**. v. 1, n. 2, p. 30-37, 2007.
- MONTEIRO, M. C; TRUGO, L. C. Determinação de compostos bioativos em amostras comerciais de café torrado. **Química nova**, v. 28, n. 4, p. 637, 2005.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of fish**. Washington, D.C.: National Academy of Sciences, 1993. 124p.
- NAVARRO, R. D. et al. Nutrição e alimentação de reprodutores de peixes. **Revista Augustus**, v. 30, n. 30, p. 108-118, 2010.
- PORTO-FORESTI, F.; CASTILHO-ALMEIDA, R.B.; FORESTI, F. Biologia e criação do lambarido-rabo-amarelo (*Astyanax altiparanae*). **Espécies Nativas para Piscicultura**. Santa Maria: Edição, UFMS, p. 468. 2005.
- RODRIGUES, A. Óleo de coco–milagre para emagrecer ou mais ummodismo. **Abeso**, v. 56, p. 5-7, 2012.
- SCHULTER, E. P.; VIEIRA FILHO, J. E. R. **Evolução da piscicultura no Brasil: diagnóstico e desenvolvimento da cadeia produtiva de tilápia**. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Brasília: Rio de Janeiro: Ipea, 2017.
- SENOL, A.; AYDIN, A. Solid–liquid extraction of caffeine from tea waste using battery type extractor: process optimization. **Journal of Food Engineering**, v. 75, n. 4, p. 565-573, 2006.
- SINCLAIR, C. J.; GEIGER, J. D. Caffeine use in sports. **A pharmacological review. J Sports Med Phys Fitness**, v. 40, n. 1, p. 71-79, 2000.
- SOUZA, J.H. de; FRACALOSSO, D.M.; GARCIA, A.S.; RIBEIRO, F.F.; TSUZUKI, M.Y. Desempenho zootécnico e econômico de juvenis de robalo-peva alimentados com dietas contendo diferentes concentrações proteicas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, p.190-195, 2011.

- TAVARES, M. M. et al. **Fontes de óleos vegetais em dietas para lambari-do-rabo-amarelo (*Astyanax altiparanae*):** desempenho produtivo, perfil de ácidos graxos, rendimento e composição de carcaça. 2011.
- TELES, M. C. **Casca de café como cobertura de piso para varrões.** 2014. 75f. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2014.
- VIEIRA, B. C. R. **Inclusão de cafeína em dietas para juvenis de tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*).** Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias). Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias. Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo. Alegre, 2016.
- WILSON, R.P. State of art of warmwater fish nutrition. In: **AQUICULTURA BRASIL'98**, 1., 1998, Recife. Anais... Recife: SIMBRAQ, 1998. p.375-380.
- WOYNAROVICH, E.; HORVÁTH, L. **A propagação artificial de peixes de águas tropicais; manual de extensão.** Brasília: FAO/CODEVASF/CNPq, 1983.
- ZIMBA, R. D. et al. Desempenho reprodutivo de lambaris alimentados com grãos secos de destilaria. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 43, n. 1, p. 20-34, 2017.